



## BIO soc. Agricola Srl

Viale Camillo Benso Conte di Cavour, 136 - Siena - 53100

P.IVA 01483240527 pec biosrlsocagr@pec.it

amministratore FAUSTO Francesco cf: FSTFNC95E31C309K

**REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO CONNESSO  
ALLA R.T.N. DELLA POTENZA DI 45,594 MWp  
DENOMINATO "MAREMMA"  
COMUNI DI CAMPAGNATICO E ROCCALBEGNA  
PROVINCIA DI GROSSETO**

PROCEDIMENTO UNICO IN MATERIA AMBIENTALE  
(Art. 27 del D. Lgs. 152/2006)



Codice Elaborato <b>BIO-MAR-DOCTEC002</b>	<b>RELAZIONE TECNICA GENERALE</b>	scala <b>A4</b>
Revisione <b>00</b>		consegna <b>30.09.2023</b>

*Sviluppatore:*

### UNICABLE SRL

Viale Camillo Benso Conte di Cavour 136 Siena 53100

p.IVA 00944150523 pec unicablesrl@pec.it

amministratore FAUSTO Americo cf: FSTMRC57T31E330P

*Progettista:*

Ing. Fernando FAUSTO

C.F:FSTFNN57T31E330F

presso UNICABLE srl via delle Genziane 12 Cast.ne del lago (PG)

tel 0756976354 cell 3382721657

mail: fernando@unicableimpianti.it

pec: unicablesrl@pec.it

iscrizione ordine ingegneri Provincia di Perugia A859

*Tecnico incaricato per gli aspetti autorizzativi e per il coordinamento delle prestazioni specialistiche:*

Ing. Alessandra UGOLINI

C.F:GLNLSN85H54E202V

presso EWS Engineering srl via Oberdan 33/b Grosseto (GR)

tel 05641793952 cell 3388111674

mail: a.ugolini@ewsenengineering.it

pec: ewsenengineering@pec.it

iscrizione ordine ingegneri Provincia di Grosseto A844



**Sommario**

<b>1.</b>	<b>DESCRIZIONE DEL PROGETTO.....</b>	<b>3</b>
1.1	Premessa .....	3
1.2	Descrizione dell'impianto: dimensioni e caratteristiche .....	7
1.3	Cabine .....	11
1.4	Circuito in corrente continua .....	13
1.5	Circuito in BT alternata .....	14
1.6	Circuito in alta tensione alternata .....	14
1.7	Cavidotto di connessione 30kV .....	15
1.8	SEU cabina di consegna .....	17
1.9	SSE TERNA .....	17
1.10	Moduli.....	18
1.11	Strutture di fissaggio .....	20
1.12	Altri locali accessori.....	20
1.13	Inverters.....	20
1.14	Trasformatori .....	22
1.15	Quadro elettrico di interfaccia.....	22
1.16	Impianti elettrici ausiliari .....	23
1.17	Impianto generale di terra impianto.....	24
1.18	Viabilità.....	24
1.19	Recinzione perimetrale.....	24
1.20	Opere di mitigazione .....	24
1.21	Riferimenti Legislativi .....	25
<b>2.</b>	<b>STIMA DI PRODUCIBILITÀ E DIMENSIONAMENTO DELL'IMPIANTO .....</b>	<b>28</b>
2.1	Sito di installazione.....	28
2.2	Dimensionamento dell'impianto .....	29
2.3	Dettaglio moduli fotovoltaici .....	29
2.4	Tecnologia ad inseguimento solare .....	29
2.5	Configurazione dell'impianto fotovoltaico .....	30
2.6	Analisi dei costi.....	34
2.7	Risparmio co2 emessa e footprint nel ciclo vita .....	36
<b>3</b>	<b>SERVIZI AUSILIARI ED OPERE CIVILI .....</b>	<b>37</b>
3.1	Strutture di fissaggio.....	37
3.2	Cabine elettriche .....	37
3.3	Altri locali accessori .....	37
3.4	Impianto generale di terra .....	37
3.5	Cavidotti interrati e connessioni alla rete elettrica.....	37

**BIO Soc. Agricola srl**

V.le Cavour, 136 - Siena (SI)  
P.I 01483240527

**IMPIANTO AGRIVOLTAICO 45,594 MWp**

Regione Toscana– Provincia Grosseto  
Comune Campagnatico-Roccalbegna

<b>3.6</b>	<b>Strade di accesso al sito .....</b>	<b>37</b>
<b>4</b>	<b>COMPONENTI DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO .....</b>	<b>38</b>
<b>4.1</b>	<b>Inverters e trasformatori.....</b>	<b>38</b>
<b>4.2</b>	<b>Quadro elettrico di interfaccia .....</b>	<b>38</b>
<b>4.3</b>	<b>Specifiche cabine di trasformazione e accessori interni .....</b>	<b>38</b>
<b>4.4</b>	<b>CABINA di CONSEGNA SEU .....</b>	<b>38</b>
<b>5</b>	<b>DESCRIZIONE FONTE ENERGETICA UTILIZZATA .....</b>	<b>39</b>
<b>5.1</b>	<b>L'energia solare .....</b>	<b>39</b>
<b>5.2</b>	<b>Principio di funzionamento.....</b>	<b>39</b>
<b>6</b>	<b>FASI E TEMPI DI REALIZZAZIONE .....</b>	<b>40</b>
<b>6.1</b>	<b>Tempistica di realizzazione, modalità di esecuzione lavori .....</b>	<b>40</b>
<b>6.2</b>	<b>Emissioni prodotte, produzione di rifiuti, consumo di risorse naturali .....</b>	<b>40</b>
<b>6.3</b>	<b>Emissioni elettromagnetiche dell'impianto.....</b>	<b>42</b>
<b>6.4</b>	<b>Consumo di risorse naturali .....</b>	<b>42</b>
<b>6.5</b>	<b>Utilizzo dell'energia prodotta.....</b>	<b>43</b>

## 1. DESCRIZIONE DEL PROGETTO

### 1.1 Premessa

L'impianto in progetto prevede l'installazione a terra, su terreno di estensione netta totale 78,25 Ha a destinazione agricola-pastorale, di moduli fotovoltaici in silicio della potenza di picco di 630W.

I terreni sono ricadenti nel Comune CAMPAGNATICO e ROCCALBEGNA (GR).

I pannelli saranno montati su strutture a inseguimento monoassiale (tracker), disposti in filari discontinui direzione Nord-Sud. Sull'asse di rotazione sono ancorati 3 moduli in posizione orizzontali.

L'impianto sarà realizzato con tecnologia totalmente italiana: inverter ZUCCHETTI SpA, trasformatori PIOSSASCO, cabine EDILTEVERE, cavi TRATOS. Gli inseguitori solari monoassiali proposti sono costruzione esclusiva della UNICABLE srl. A differenza di tutti gli altri inseguitori a un asse, oggi praticamente proposti su ogni impianto fotovoltaico per il vantaggio produttivo che offrono, il tracker Unicable può installarsi su terreni collinari e ondulati, senza bisogno di livellamenti e obbligate operazioni di scavo e riporto, e soprattutto, non è obbligatorio un suolo pianeggiante, aprendo così all'installazione su terreni marginali, più collinari e impervi e non vocati ad agricoltura da reddito.

L'ambiente collinare in cui l'impianto è inserito, obbliga alla realizzazione di questo tipo di struttura fisica, ossia capace di adattarsi alla ondità del profilo superficiale, evitando il ricorso a lavorazioni del terreno profonde e operazioni di scavo-riporto.

L'impianto prevede 8 cabine di trasformazione doppie, 1 cabina di parallelo e di raccolta, 1 control room e una cabina di consegna. In alternativa alla costruzione in cls prefabbricato possono essere installati anche shelters metallici già equipaggiati.

L'energia prodotta dall'impianto sarà veicolata, attraverso un elettrodotto sotterraneo di complessive 1560 metri per la totalità della sua lunghezza interrato, presso la SEU. Da qui la tensione viene elevata a 132 kV e la linea connessa a una SE Terna in entrata sulla linea Murci-Paganico.

Di seguito il particellare delle aree occupate dall'impianto fotovoltaico in autorizzazione. La maggioranza delle particelle sono solo parzialmente occupate perché sono state escluse porzioni e aree a cono visivo pronunciato, o con vincolo particolare, o semplicemente perché non adatte a fotovoltaico per esposizione al sole.

Coordinate polari baricentriche: 42°49'43.36"N 11°21'57.74"E

La posizione della cabina di raccolta è: comune di Campagnatico part 103 foglio 28 fronte strada coordinate polari 42.828134°, 11.366292°.

**BIO Soc. Agricola srl**

V.le Cavour, 136 - Siena (SI)

P.I 01483240527

**IMPIANTO AGRIVOLTAICO 45,594 MWp**

Regione Toscana– Provincia Grosseto

Comune Campagnatico-Roccalbegna

Foglio	Comune	Particelle	Qualità	Foglio	Comune	Particelle	Qualità
99	Campagnatico	46		1	Roccalbegna	16	SEMINATIVO
100	Campagnatico	33	SEMINATIVO			17	SEMINATIVO
		77	SEMINATIVO			17	PASCOLO- CESPUGLIO
		33	SEMINATIVO			18	SEMINATIVO
		36	SEMINATIVO			19	SEMINATIVO
		36	PASCOLO- CESPUGLIO			22	SEMINATIVO
		38	SEMINATIVO			23	SEMINATIVO
		38	PASCOLO- CESPUGLIO			24	SEMINATIVO
		39	SEMINATIVO			25	SEMINATIVO
		44	SEMINATIVO			25	BOSCO CEDUO
		46	SEMINATIVO			31	SEMINATIVO
		47	SEMINATIVO			31	PASCOLO- CESPUGLIO
		60	SEMINATIVO			32	SEMINATIVO
		60	PASCOLO- CESPUGLIO			33	SEMINATIVO
		65	ULIVETO			34	SEMINATIVO-ARBORATO
		65	SEMINATIVO			35	SEMINATIVO
		73	SEMINATIVO			35	PASCOLO- ARBORATO
		75	SEMINATIVO			39	SEMINATIVO
		75	PASCOLO- CESPUGLIO			39	PASCOLO- CESPUGLIO
		76	SEMINATIVO-ARBORATO			40	SEMINATIVO
		139	SEMINATIVO-ARBORATO			41	SEMINATIVO
103	Campagnatico	2	SEMINATIVO			41	PASCOLO- CESPUGLIO
		2	PASCOLO-ARBORATO			47	SEMINATIVO
		6	SEMINATIVO			54	SEMINATIVO
		6	PASCOLO- CESPUGLIO			54	PASCOLO- CESPUGLIO
		7	SEMINATIVO-ARBORATO			36	SEMINATIVO
		8	SEMINATIVO			48	SEMINATIVO
		9	SEMINATIVO			49	SEMINATIVO
		10	SEMINATIVO			50	SEMINATIVO - ARBORATO
		11	SEMINATIVO			50	SEMINATIVO
		12	SEMINATIVO			52	SEMINATIVO
		13	SEMINATIVO			60	SEMINATIVO
		14	SEMINATIVO			60	PASCOLO- CESPUGLIO
		15	SEMINATIVO			61	SEMINATIVO
		16	SEMINATIVO			63	SEMINATIVO
		16	PASCOLO- CESPUGLIO			69	SEMINATIVO
		28	SEMINATIVO-ARBORATO			71	SEMINATIVO
		29	SEMINATIVO-ARBORATO	2	Roccalbegna	7	SEMINATIVO
		31	SEMINATIVO-ARBORATO			8	
		32	SEMINATIVO			9	SEMINATIVO
		32	PASCOLO- CESPUGLIO			13	SEMINATIVO
		35	SEMINATIVO			15	SEMINATIVO
		35	PASCOLO- CESPUGLIO			17	SEMINATIVO
						18	SEMINATIVO
						18	PASCOLO- CESPUGLIO
						19	SEMINATIVO ARBORATO
						29	PASCOLO- CESPUGLIO
						29	SEMINATIVO
						30	SEMINATIVO
						51	SEMINATIVO

**BIO Soc. Agricola srl**

V.le Cavour, 136 - Siena (SI)

P.I 01483240527

**IMPIANTO AGRIVOLTAICO 45,594 MWp**

Regione Toscana– Provincia Grosseto

Comune Campagnatico-Roccalbegna

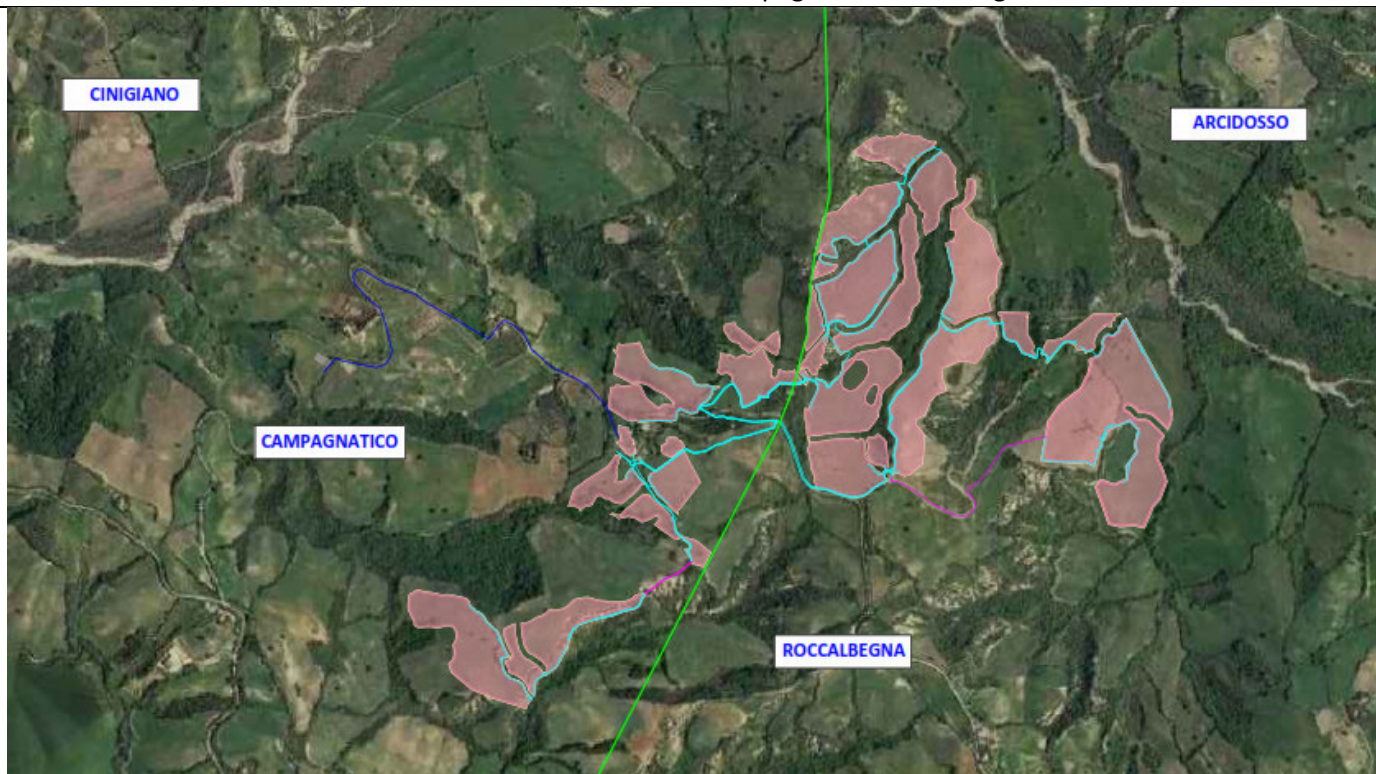
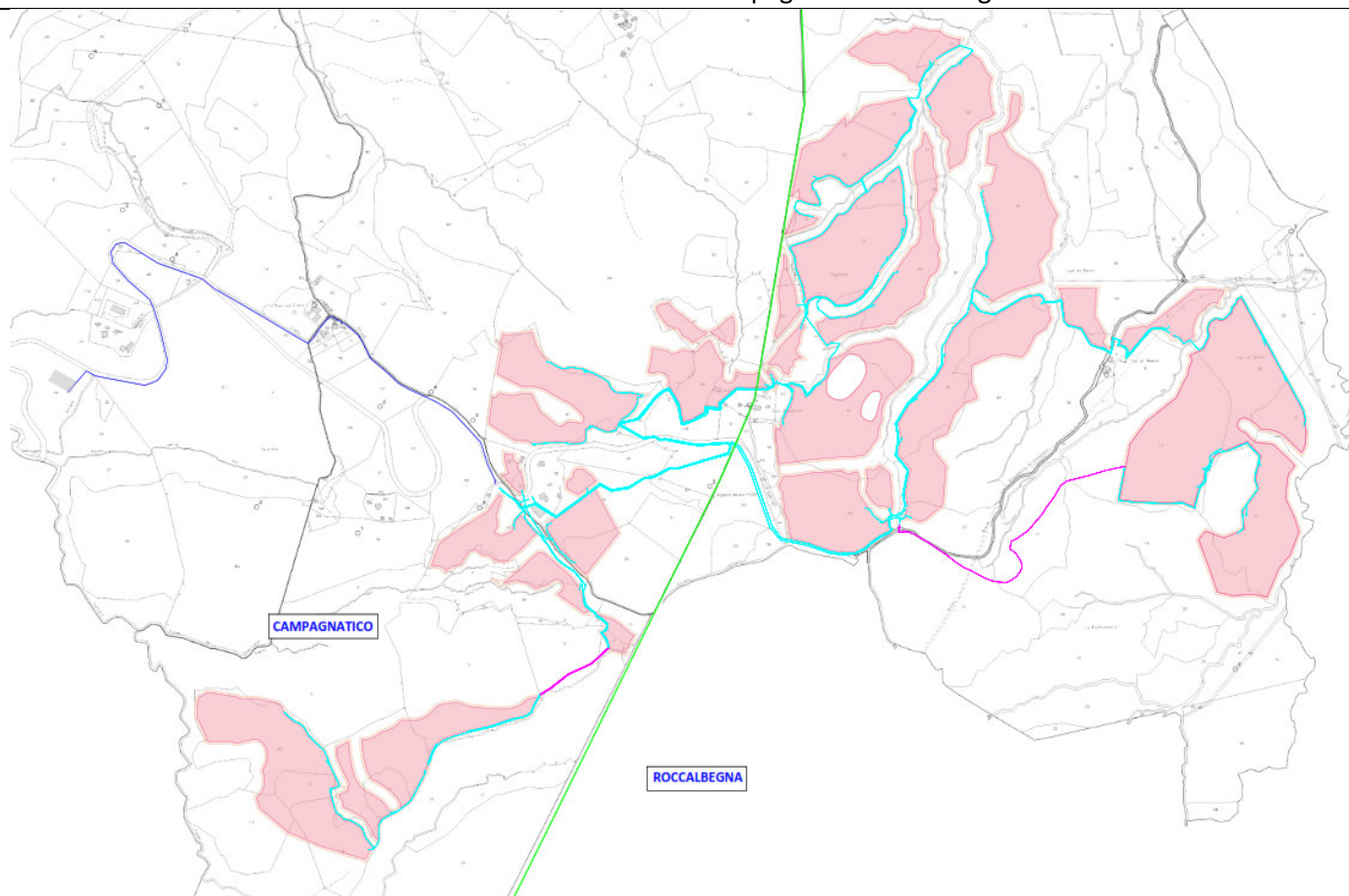


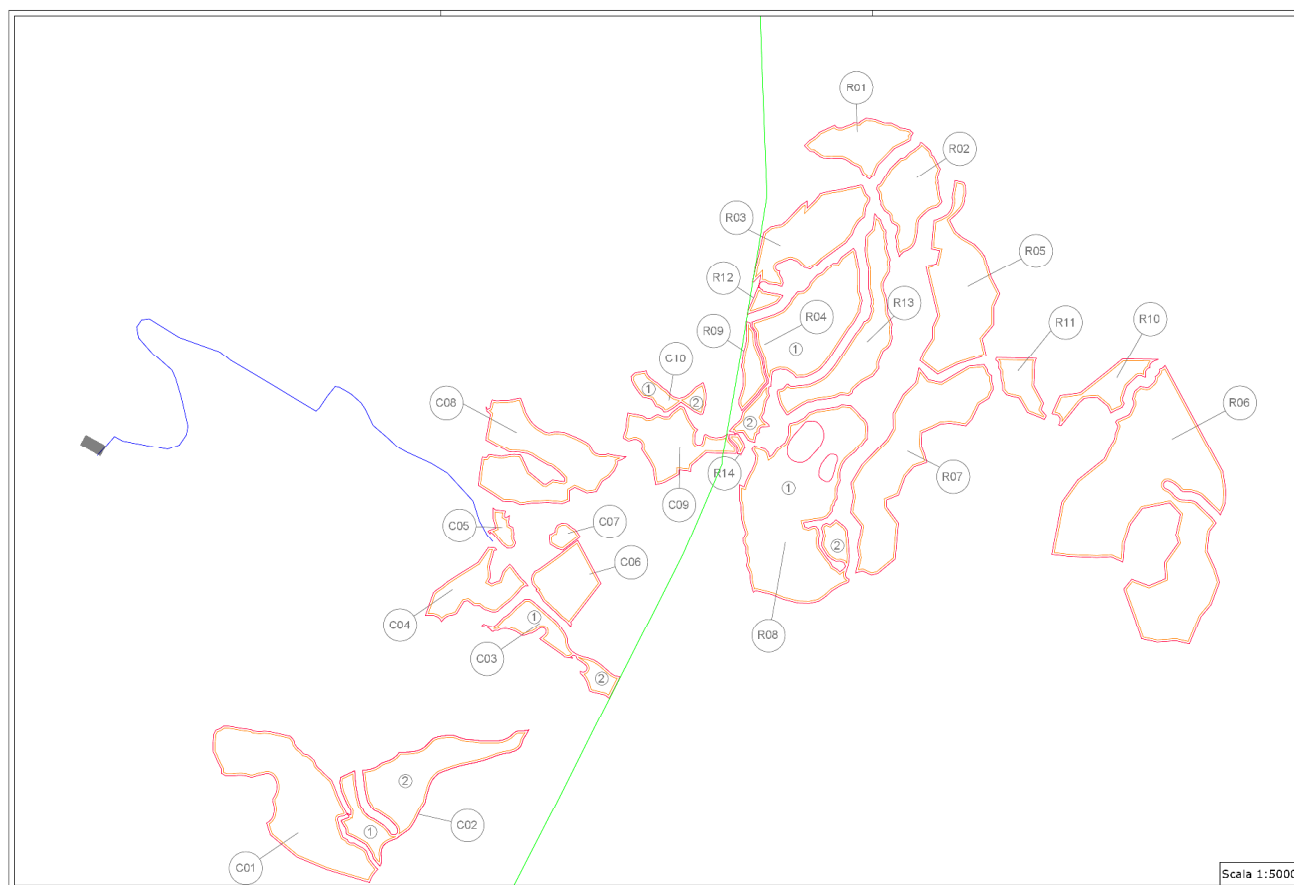
Figura 1 - Sovrapposizione impianto su foto aerea, in blu l'elettrodotto interrato di connessione

ì



**Figura 2 - Sovrapposizione impianto su catastale, in blu l'elettrodotto interrato di connessione**

Per semplicità progettuale l'area e' divisa in 10 lotti sul comune di Campagnatico e 14 sul comune di Roccalbegna, come da stralcio seguente:

**Figura 3 – Suddivisione dell'impianto in lotti**

## 1.2 Descrizione dell'impianto: dimensioni e caratteristiche

I pannelli saranno montati su strutture a inseguimento monoassiale (trackers), disposti in filari discontinui direzione Nord-Sud.

Sull'asse di rotazione sono ancorati n 3 moduli solari con lato lungo in posizione orizzontale. I moduli utilizzati saranno in silicio con tecnologia a eterogiunzione di misura 2465 x1335 mm circa.

L'efficienza di questo tipo di modulo è più alta e permette potenze per ettaro elevate. La potenza di picco 630W per un totale impianto di 72372 moduli e potenza complessiva di picco 45594 kW. La potenza nominale, corrispondente alla potenza massima immessa in rete e' 42000 kW.

L'efficienza della conversione dell'energia solare è compresa tra 20 e 21%, in condizioni ISO ( $T^{\circ}= 25$ , 1000 mbar, insolazione diretta).

I moduli dispongono di una cornice in alluminio opaca, sono trasparenti alla radiazione diretta, per una parte della loro superficie, consentendo alla radiazione di raggiungere il suolo. I moduli hanno poi una superficie vetrata antiriflesso e resistente agli effetti meteo (grandine) seconda la EN 61215.

Relativamente alla resistenza al fuoco, i moduli hanno una classe di resistenza al fuoco 1, in conformità alla UNI 9177 allegato C e alla nota protocollo 6334 del 4-5-12 della medesima UNI.

Inoltre, l'impianto sarà realizzato nel rispetto delle linee guida dei Vigili del Fuoco, nota 1734 del 7/2/2012.

La superficie complessiva utile per l'impianto è di 67,02 Ha ma la superficie occupata dai moduli, proiettata al suolo, è di soli 22,17 ha.

La superficie recintata e' di 78,25 Ha.



Questo tipo di moduli ha una resa garantita per 25 anni esercizio (più di 200.000 ore) e una perdita di efficienza progressiva standard; infatti, il decadimento di questo tipo di moduli è stimato nello 0,5%/ anno media.

I trackers (butterfly) sono montati su pali battuti nel terreno vegetale. In presenza di formazione rocciose o sassi che impediscono la penetrazione del palo si usano zavorre in cls amovibili. Solo nei casi in cui l'ondosità del suolo non permette la zavorrata fuori terra, per motivi di ingombro e quindi ostacolo al movimento rotante del tracker, si opterà per la zavorrata interrata o seminterrata.

I filari paralleli nord-sud ruotano di 90° sull'asse orizzontale (+45° -45°), inseguendo la posizione azimutale del sole e riuscendo a mantenere sempre un buon puntamento.



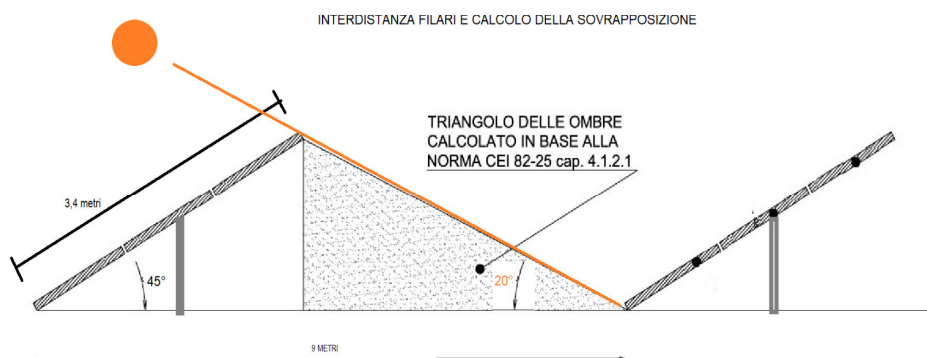
**Figura 4 - Esempio di impianto fotovoltaico su struttura mobile**

La struttura mobile (tracker) insegue la rotazione azimutale del sole con uno scarto massimo di 2°, a partire da quando il sole è alto 20° sull'orizzonte.

Questi sistemi, quindi, hanno la possibilità di captare al meglio la luce solare, pur avendo però qualche negatività.

L'angolo di zenit a 0°, infatti, penalizza percentualmente la produzione durante le ore centrali del giorno, ossia quando il sole raggiunge 66° sull'orizzonte nel solstizio di estate, e 36° nel solstizio di inverno, ma migliora il puntamento e quindi la relativa resa nelle ore di inizio e fine giornata.

La curva di produzione giornaliera sarà in conseguenza una gaussiana piuttosto appiattita, rendendo quindi una produzione più livellata in tutte ore utili della giornata.

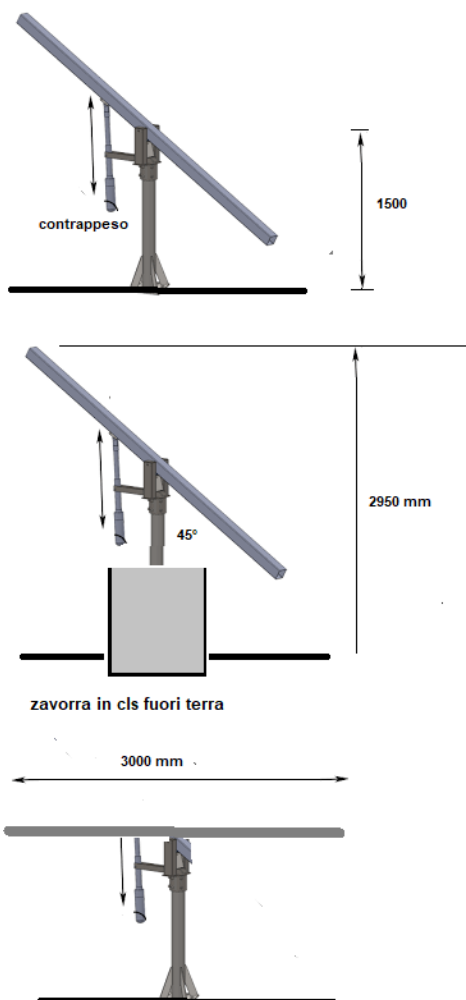


**Figura 5 - Interdistanza tra i filari calcolo**

Sull'asse di rotazione sono ancorati n 3 moduli solari con lato lungo parallelo all'asse di rotazione del tracker.

L'ancoraggio standard al suolo dell'asse di rotazione del filare è realizzato su pali metallici con profilo a U o L battuti nel terreno per circa 150 cm (tipologia di terreno vegetale che rientra nella categoria II/III secondo EN 1991-2-4), i quali pali costituiscono l'unico

UNICABLE

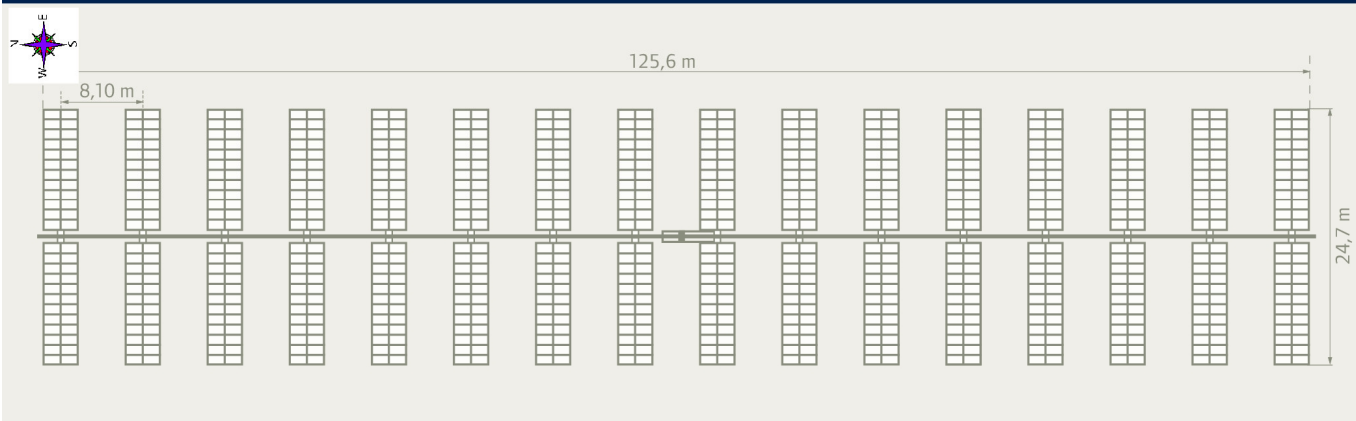
**INSEGUITORE SOLARE UNICABLE**

- adatto anche a terreni ondulati e non di pianura
- costruzione metallo zincato a caldo
- pannelli in posizione longitudinale (lato lungo parallelo all'asse di rotazione)
- struttura assemblata esclusivamente con bulloneria
- palificazione battuta nel terreno per 1000-1500 mm in funzione della struttura del terreno
- in caso di roccia o sassi per cui non e' possibile la palificazione si utilizza la soluzione zavorrata a vista
- palo in profilo sagomato a freddo a U o L
- albero di rotazione profilato a sezione chiusa su cuscinetti in plastica
- motorizzazione elettrica trifase 2,2 kW per sottocampo
- azionamento con riduttore e accoppiamento biella manovella
- giunti di dilatazione sull'albero di rotazione ogni 15000 mm
- canalina passaggio cavi DC posta ancorata all'albero in posizione ombreggiata
- canalina passaggio cavi in rete metallica aperta
- ancoraggio dei moduli con vite autoperforante e piastre omega-zeta
- i moduli devono essere con cornice, necessaria la collaborazione strutturale di quest'ultima
- quote: punto di rotazione-livello zero 1500 mm
- quote: rotazione : 45°-45° senza ombreggiamenti
- con protezione contro correnti aria >80 kmh. anemometro e comando in posizione verticale
- peso medio per kW installato (modulo 400 W) : 29 kg

ancoraggio della struttura.

Questo permette una chiara localizzazione delle strutture e anche di identificare i vari comandi di rotazione azimutale.

Il sottocampo tipo è rappresentato nella figura seguente, nella quale è possibile identificare un motore idraulico (o elettrico) baricentrico che aziona la rotazione dei filari, permettendo il puntamento in rotazione da Est a Ovest.

**Vista dall'alto****Figura 6 Schema sottocampo tipo**

Il sottocampo medio è costituito da circa 200 moduli, per 142 kW/sottocampo. Tuttavia, i sottocampi sono anche di altre dimensioni e la gamma di inverter di stringa utilizzati va da 50 kW a 150 kW.

**Azione del vento**

La resistenza all'azione del vento è calcolata secondo il DM 14-09-05, e anche recependo le norme emanate dal CNR, la CNR-DT207/2008 e la CNR-DT207R1/2008.

La zona di installazione è definita:

- area A, fascia subcostiera,
- H sul mare > 300 metri.
- Massima velocità del vento usata per il calcolo 122 km/h, fino a 145 km/h per 3 secondi.

La struttura è inoltre verificata secondo le NTC.

La zona di riferimento è:

- zona 3;
- la rugosità D;
- altezza sul mare 379 m.

**Carico di neve**

Le strutture sono verificate anche per carico di neve.

La zona di Viterbo appartiene alla fascia III, e fatti le considerazioni per i coefficienti applicabili, si assume un carico neve cautelativo di 65 kN/mq, come base di calcolo.

**Azione sismica**

Le azioni sismiche si considerano ininfluenti.

**Figura 7 Esempio tracker****1.3 Cabine****Cabina di trasformazione di tipo C**

L'impianto prevede 8 cabine (Tipo C), con quadri di parallelo e trafo, gemellate, 1 cabina di (Tipo D), 1 control room.

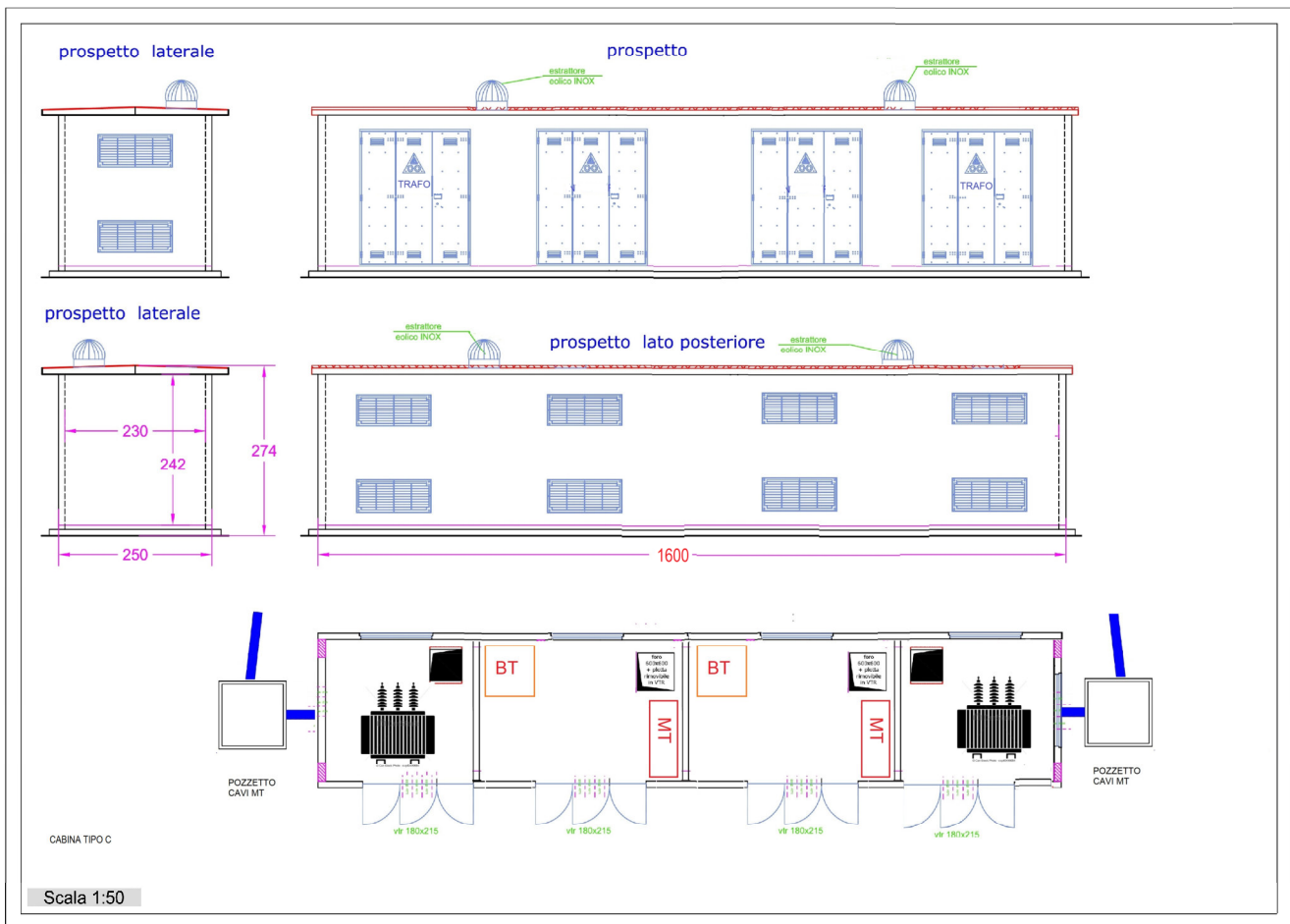
Le cabine con trafo (Tipo C) hanno dimensioni approssimate per eccesso di 16,0 x 3,00 x 2,60 m, e sono costituite da moduli prefabbricati o containers per l'alloggiamento degli arredi di cabina (interruttori, quadri, trasformatori BT/MT, cavedi).

Il mercato offre soluzioni tecnicamente e commercialmente valide come shelter con a bordo trasformatori e quadri elettrici già cablati secondo la normativa vigente e corrispondenti alla norma specifica CEI 0-16 e ai successivi aggiornamenti.

Le cabine tipo C saranno collocate in posizione per quanto più possibile baricentrica rispetto alla dislocazione dei pannelli.

La seguente tabella riporta la posizione catastale e polare delle cabine C di trasformazione

TIPO	FOGLIO	PARTICELLA	COMUNE	QUALITÀ
CABINE				
C1	103	29	CAMPAGNATICO	SEMINATIVO - ARBORATO
C2	100	128	CAMPAGNATICO	SEMINATIVO
C3	1	61	ROCCALBEGNA	SEMINATIVO
C4	1	52	ROCCALBEGNA	SEMINATIVO
C7	1	16	ROCCALBEGNA	SEMINATIVO
C8	1	33	ROCCALBEGNA	SEMINATIVO
C6	2	7	ROCCALBEGNA	SEMINATIVO
C5	2	13	ROCCALBEGNA	SEMINATIVO



**Figura 8 Cabina prefabbricata di trasformazione di tipo C**

#### **Cabina di raccolta tipo D**

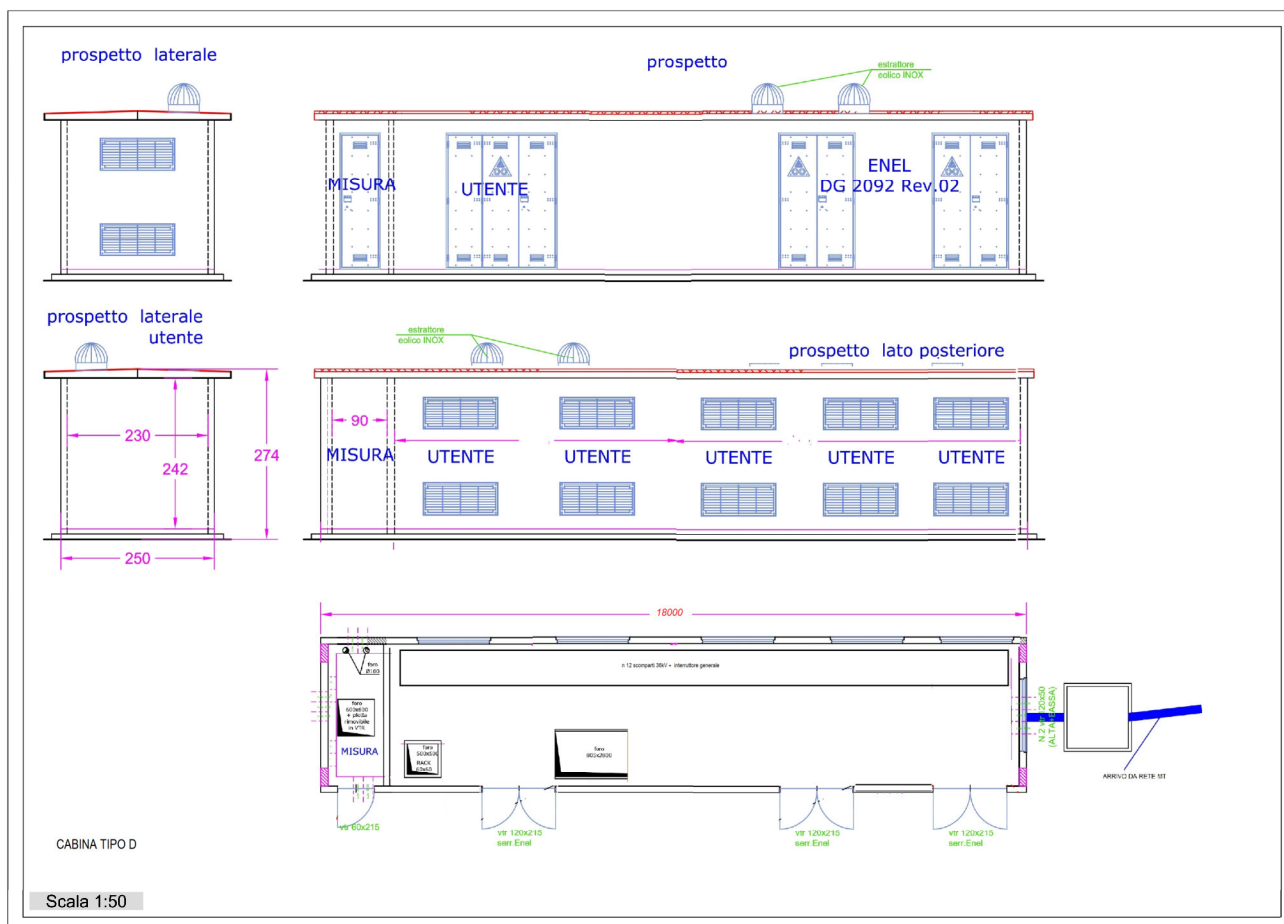
In queste cabine sono posti i contatori e i dispositivi di protezione e sezionamento secondo le norme CEI vigenti e il codice rete di Terna.

Queste cabine (Tipo D) sono un unico blocco diviso in 3 volumi, di cui uno adibito al punto di parallelo delle antenne in ingresso, con elettromeccaniche corrispondenti alle normative, un secondo scomparto adibito a locale misura (non UTF), e un terzo scomparto adibito a locale magazzino.

La misura indicativa della cabina D e' 18,00 x 2,50 x 2,60 metri. La cabina di raccolta è un volume solitamente in CLS prefabbricato che risponde alla normativa Enel.

Al suo interno sono alloggiate:

- le elettromeccaniche di sezionamento;
- il contatore non UTF;
- il dispositivo generale rispondente al codice rete di TERN A e alla CEI 0-16.



**Figura 9 Cabina prefabbricata di raccolta di tipo D**

Le cabine tipo C-D sono monoblocco prefabbricate in cemento armato e corrispondenti alle seguenti normative specifiche per prefabbricati con alloggiamento di apparecchiature elettriche per opere pubbliche:

- DM 17 gennaio 2018 norme tecniche per le costruzioni
- circolare n.7 del 21 gennaio 2019 C.S.LL.PP.
- legge 02-02-1947 n.64
- legge 05-11-1971 n. 1086
- dpr 06-06-2001 n.380
- UNI-EN 206-1:2014 calcestruzzo: specificazione,prestazione, conformita, Eurocodice 2. e Eurocodice 8

#### 1.4 Circuito in corrente continua

Costituito da cavi certificati H2Z2Z2, 6 o 10 mmq, posti sul retro dei moduli e interrati che collegano i moduli stessi agli inverters.

I circuiti in corrente continua partono dai moduli fotovoltaici, collegati tra loro in serie in modo da formare una stringa, con cassetteria usualmente posta sul retro dei moduli e ancorata con fascette in plastica anti UV, e in parte sotterranea.

I cavi raggiungono l'inverter di campo da 50 a 150 kW.

### 1.5 Circuito in BT alternata

Sono le connessioni interne al campo che collegano gli inverter ai trasformatori.

Gli inverter sono macchine statiche con elettronica a semiconduttore che trasformano l'energia disponibile in corrente continua in energia in corrente alternata.

Lavorano con efficienze che vanno dal 95% al 98% a seconda della percentuale di carico solare disponibile.

Lavorano con un fattore di potenza aggiustabile in funzione dei parametri richiesti da E-distribuzione.

Gli inverter dissipano calore che deve essere asportato. Usualmente, la temperatura > 50°C nell'ambiente inverter causa una perdita di efficienza importante con ulteriore aumento di calore, per questo nei volumi che alloggiavano gli inverter sono alloggiati condizionatori a pompa di calore che riducono e controllano la temperatura interna.

Gli inverter dovranno essere conformi a EN61000-6-2 e EN61000-6-4. Marca Zucchetti potenza compresa da 50 a 150 kW.

I trasformatori elevano la tensione da 400 a 30000 V e la rendono disponibile alla connessione verso il parallelo con la rete.

I trasformatori sono macchine statiche che attraverso dei campi magnetici proporzionati alzano il livello di tensione, possono essere fabbricati isolati in resina a secco o in olio.

I trasformatori non richiedono condizionamento perché reggono bene anche le temperature estive.

Di solito è necessario provvedere nel volume dei volumi chiusi che alloggiavano i trasformatori un ricambio d'aria con l'esterno ogni ora circa.

### 1.6 Circuito in alta tensione alternata

Sono le connessioni interne tra trasformatori e scomparti di allaccio alla rete elettrica nazionale.

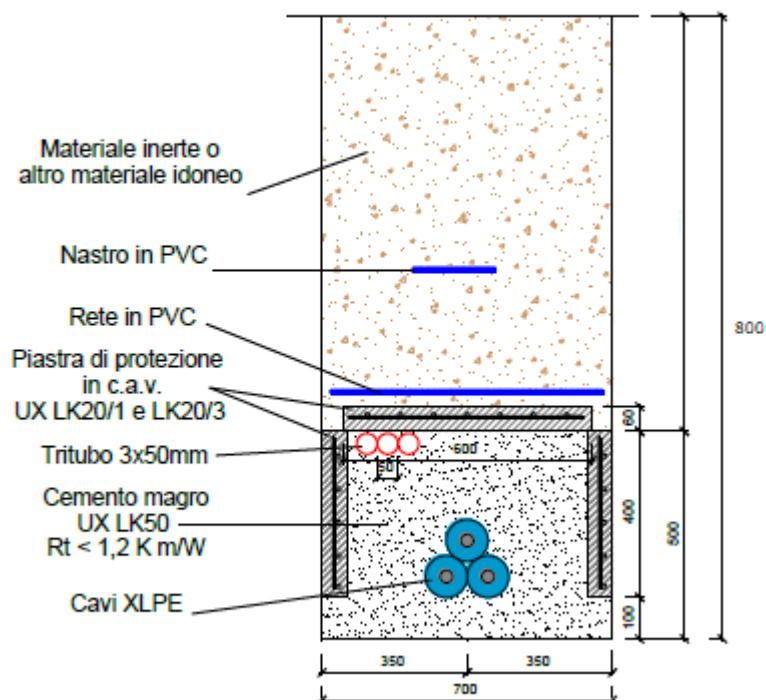
Una volta elevata la tensione a 30000 V nella cabina in prossimità del trasformatore, sono installati gli organi di sezionamento e protezione in conformità alle regole tecniche di connessione, e quindi con cavidotto interno, sotterraneo posto alla quota sotto il piano di campagna di 80 cm, il lotto è collegato alla cabina generale o di raccolta (cabina tipo D).

La cabina di raccolta, tipo D, è un volume solitamente risponde alla normativa Enel, che alloggia i dispositivi di sezionamento e protezione come esposti negli schemi elettrici unifilari.

Dentro questa cabina sono alloggiati anche un contatore non UTF e gli ausiliari di campo.

La disposizione in entra-esce dei cavidotti 30KV che dalle cabine di campo (cabina C) raggiungono la cabina di raccolta (cabine D) sono indicate nella tavola specifica.

La sezione dello scavo a sezione obbligata è riportata nella figura seguente.

**ESEMPIO DI POSA A TRIFOGLIO IN TERRENO AGRICOLA****Figura 10 - Particolare sezione del cavo su terreno agricolo**

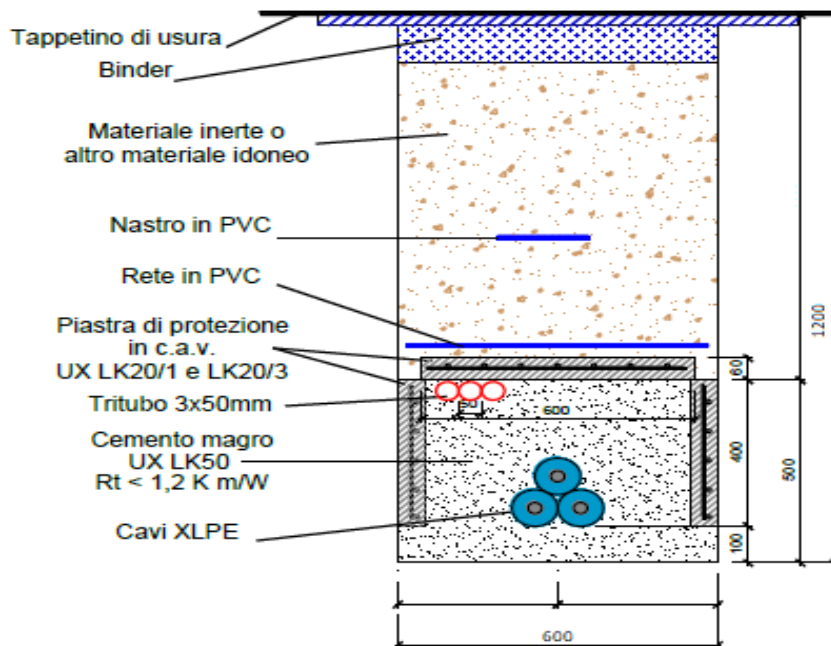
In alcuni casi in cui il terreno interessato ai cavidotti di interconnessione è sottoposto a vincoli geo-morfologici gravi, lo scavo x elettrodotto si riduce a 60x40, in modo da non intaccare gli strati strutturali e agire sulla superficie già normalmente oggetto di lavorazioni meccaniche agricole. La posizione e il passaggio dell'elettrodotto verranno opportunamente segnalati.

**1.7 Cavidotto di connessione 30kV**

I cavidotti di collegamento dell'impianto saranno realizzati completamente interrati e protetti da qualsiasi tipo di infiltrazione.

Il cavidotto MT di collegamento tra la cabina di raccolta impianto e la SSU sarà in posto ad una profondità di 1,20 m dal piano campagna ed avrà una larghezza di 0,60 m. Le modalità di scavo per l'alloggiamento del cavidotto all'interno dell'area di intervento saranno le stesse utilizzate per lo scavo su strada pubblica sterrata o bianca o con asfalto.



**ESEMPIO DI POSA A TRIFOGLIO SU SEDE STRADALE****Figura 11 - Particolare sezione del cavo su tratto stradale**

Il cavidotto in conformità alla soluzione tecnica comunicata dal distributore sarà realizzato secondo le tavole di percorso associate alla presente: Il percorso scorre su viabilità ordinaria, comunale x 1640 metri circa e 40 metri su terreno vegetale.

Le planimetrie mostrano il passaggio del cavidotto su ortofoto.



**Figura 12 – Cavidotto di connessione su ortofoto**

L'elettrodotto è opera di utenza e di pubblica utilità, urgenza ed indifferibilità ai sensi del D.P.R. n. 327/2001 e successive modifiche e integrazioni.

Nel caso di controversie o limitazioni o ostacoli all'acquisizione del suolo per il tracciato dell'elettrodotto, dopo il rilascio del titolo autorizzativo di cui alla presente richiesta, sarà possibile il ricorso al D.P.R. n.327/2001 e D.lgs. n. 330/2004. Le precitate norme sanciscono il diritto di esproprio e di emettere e sottoscrivere tutti i relativi atti e provvedimenti ivi inclusi, a titolo esemplificativo e non esaustivo, i decreti di asservimento coattivo, di espropriazione e retrocessione, i decreti di occupazione ex articoli 22, 22-bis e 49 del citato D.P.R. n. 327/2001, le autorizzazioni al pagamento delle indennità provvisorie e definitive, e di espletare tutte le connesse attività necessarie ai fini della realizzazione dell'elettrodotto.

Il cavidotto è privo di cabine di sezionamento.

### **1.8 SEU cabina di consegna**

E' una sottostazione aperta che occupa circa 250 mq, la funzione è l'elevazione della tensione da 30 kV a 132kV, tensione di rete. E' composta da un trasformatore MT/AT, organi di manovra e protezione, dispositivi di misura. Questa cabina è opera di utenza. Per i dettagli consultare la relazione tecnica dedicata alla connessione. Posizionata foglio 99 particella 46 comune Campagnatico.

### **1.9 SSE TERNA**

In conformità alla soluzione tecnica proposta la n. 202300189, TERNA mette a disposizione uno stallo sulla linea 132 kV murciganico a cui si connette in antenna l'impianto. Insiste su foglio 99 particella 46 comune Campagnatico

**1.10 Moduli**

Le tecnologie fotovoltaiche disponibili per moduli fotovoltaici si dividono in quattro categorie.

Di seguito vengono elencate in ordine decrescente di rendimento (dati di rendimento medio per pannelli reperibili in commercio):

- Moduli a eterogiunzioni – 21.5%
- Moduli in silicio monocristallino – 20%
- Moduli in silicio policristallino – 16.70%
- Moduli in silicio amorfo – 8.50%

Si definisce rendimento, o efficienza, di un modulo fotovoltaico come il rapporto espresso in percentuale tra l'energia captata e trasformata in elettricità, rispetto all'energia totale incidente sul modulo stesso.

L'efficienza dei pannelli fotovoltaici è proporzionale al rapporto tra watt erogati e superficie occupata, a parità di tutte le altre condizioni (irraggiamento, radiazione solare, temperatura, spettro della luce solare, risposta spettrale, etc.).

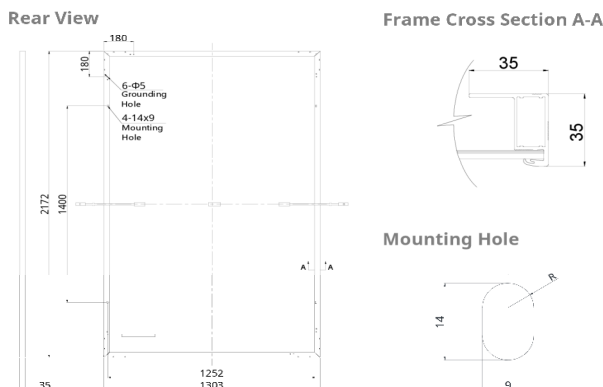
La potenza del modulo e' sempre data in valore nominale più errore, tipo 630W+/-2%. V.

L'efficienza di un pannello fotovoltaico diminuisce costantemente nel tempo, a causa di fenomeni di degradazione sia meccanica che elettrica, a scala macroscopica e microscopica (degradazione delle giunzioni, deriva elettronica, degradazione della struttura cristallina del silicio, etc.).

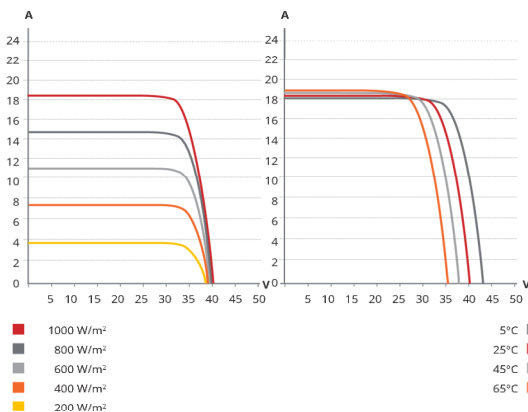
Di fatto, la vita utile di un modulo fotovoltaico viene considerata tra i 30 e i 25 anni, oltre i quali si impone una sostituzione del modulo per via della bassa efficienza raggiunta.

I moduli fotovoltaici da impiegare per la realizzazione dell'impianto saranno del tipo mono o policristallino a decadimento ridotto. Il modulo utilizzato di potenza 605W, riporta una decadenza di 0,4% ogni anno.

**ENGINEERING DRAWING (mm)**



**CS7L-590MS / I-V CURVES**



**ELECTRICAL DATA | STC\***

CS7L	585MS	590MS	595MS	600MS	605MS	610MS	615MS
Nominal Max. Power (Pmax)	585 W	590 W	595 W	600 W	605 W	610 W	615 W
Opt. Operating Voltage (Vmp)	34.3 V	34.5 V	34.7 V	34.9 V	35.1 V	35.3 V	35.4 V
Opt. Operating Current (Imp)	17.06 A	17.11 A	17.15 A	17.20 A	17.25 A	17.29 A	17.38 A
Open Circuit Voltage (Voc)	40.7 V	40.9 V	41.1 V	41.3 V	41.5 V	41.7 V	41.9 V
Short Circuit Current (Isc)	18.32 A	18.37 A	18.42 A	18.47 A	18.52 A	18.57 A	18.62 A
Module Efficiency	20.7%	20.8%	21.0%	21.2%	21.4%	21.6%	21.7%
Operating Temperature	-40°C ~ +85°C						
Max. System Voltage	1500V (IEC/UL) or 1000V (IEC/UL)						
Module Fire Performance	TYPE 1 (UL 61730 1500V) or TYPE 2 (UL 61730 1000V) or CLASS C (IEC 61730)						
Max. Series Fuse Rating	30 A						
Application Classification	Class A						
Power Tolerance	0 ~ + 10 W						

\* Under Standard Test Conditions (STC) of irradiance of 1000 W/m², spectrum AM 1.5 and cell temperature of 25°C.

**MECHANICAL DATA**

Specification	Data
Cell Type	Mono-crystalline
Cell Arrangement	120 [2 x (10 x 6)]
Dimensions	2172 x 1303 x 35 mm (85.5 x 51.3 x 1.38 in)
Weight	31.0 kg (68.3 lbs)
Front Cover	3.2 mm tempered glass with anti-reflective coating
Frame	Anodized aluminium alloy
J-Box	IP68, 3 bypass diodes
Cable	4 mm² (IEC), 12 AWG (UL)
Connector	T6 or T4 or MC4-EVO2 or MC4-EVO2A
Cable Length (Including Connector)	410 mm (16.1 in) (+) / 250 mm (9.8 in) (-) or customized length*
Per Pallet	31 pieces
Per Container (40' HQ)	558 pieces

\* For detailed information, please contact your local Canadian Solar sales and technical representatives.

**ELECTRICAL DATA | NMOT\***

CS7L	585MS	590MS	595MS	600MS	605MS	610MS	615MS
Nominal Max. Power (Pmax)	439 W	442 W	446 W	450 W	454 W	457 W	461 W
Opt. Operating Voltage (Vmp)	32.2 V	32.3 V	32.5 V	32.7 V	32.9 V	33.1 V	33.2 V
Opt. Operating Current (Imp)	13.64 A	13.70 A	13.73 A	13.77 A	13.80 A	13.83 A	13.90 A
Open Circuit Voltage (Voc)	38.5 V	38.7 V	38.8 V	39.0 V	39.2 V	39.4 V	39.6 V
Short Circuit Current (Isc)	14.77 A	14.80 A	14.85 A	14.89 A	14.93 A	14.97 A	15.01 A

\* Under Nominal Module Operating Temperature (NMOT), irradiance of 800 W/m² spectrum AM 1.5, ambient temperature 20°C, wind speed 1 m/s.

**TEMPERATURE CHARACTERISTICS**

Specification	Data
Temperature Coefficient (Pmax)	-0.34 % / °C
Temperature Coefficient (Voc)	-0.26 % / °C
Temperature Coefficient (Isc)	0.05 % / °C
Nominal Module Operating Temperature	41 ± 3°C

**PARTNER SECTION**



\* The specifications and key features contained in this datasheet may deviate slightly from our actual products due to the on-going innovation and product enhancement. CSI Solar Co., Ltd. reserves the right to make necessary adjustment to the information described herein at any time without further notice. Please be kindly advised that PV modules should be handled and installed by qualified people who have professional skills and please carefully read the safety and installation instructions before using our PV modules.

**CSI Solar Co., Ltd.**

199 Lushan Road, SND, Suzhou, Jiangsu, China, 215129, www.csisolar.com, support@csisolar.com

Mar. 2023. All rights reserved, PV Module Product Datasheet V2.42\_EN

**Figura 13 - Tipologia modulo**

**1.11 Strutture di fissaggio**

Per la sistemazione e l'ancoraggio dei moduli costituenti il generatore fotovoltaico è previsto l'utilizzo di un sistema di supporto modulare, sviluppato al fine di ottenere un'alta integrazione estetica ad elevata facilità di impiego e di montaggio dei moduli fotovoltaici incorniciati, realizzati in profilati di alluminio e bulloneria in acciaio.

L'ancoraggio al suolo è realizzato con pali metallici con profilo a U o a L battuti nel terreno per circa 150 cm, senza la necessità di alcun tipo di fondazione in CLS, compatibilmente alle caratteristiche geotecniche del terreno e alle prove penetrometriche che verranno effettuate in fase esecutiva.

Le strutture sono in grado di supportare il peso dei moduli anche in presenza di raffiche di vento di elevata velocità, di neve e altri carichi accidentali.

La verifica della resistenza è già stata precedentemente esposta.

**1.12 Altri locali accessori**

n. 1 control room delle dimensioni 6,00 x 2,50 x 2,70 con all'interno sala con personal computers per la supervisione e comunicazione all'esterno, posta su catastale: Campagnatico FG 28 particella 103 al lato della cabina di raccolta.

**1.13 Inverters**

Gli inverters di stringa che verranno installati hanno le caratteristiche di seguito riportate:

- ripartizione di potenza compresa tra 50 e 150 kW;
- inverter di stringa distribuiti;
- uscita AC 0,4 V (o 0,6 V);
- monitoraggio in continuo da remoto.

DATI TECNICI	3PH 80KTL-LV	3PH 100KTL-LV	3PH 110KTL-LV
<b>Dati tecnici ingresso DC</b>			
Potenza DC Tipica*	96000W	120000W	132000W
Massima Potenza DC per ogni MPPT		13000W	
N. MPPT indipendenti/N. stringhe per MPPT	8/2		10/2
Tensione massima di ingresso DC		1100V	
Tensione di attivazione		200V	
Tensione nominale di ingresso DC		600V	
Intervallo MPPT di tensione DC		180V-1000V	
Intervallo di tensione DC a pieno carico		500V-850V	
Massima corrente in ingresso per ogni MPPT		26A	
Massima corrente assoluta per ogni MPPT		40A	
<b>Dati tecnici uscita AC</b>			
Potenza nominale AC	80kW	100kW	110kW
Potenza massima AC	88kVA	110kVA	121kVA
Massima corrente AC per fase	128A	160A	175A
Tipologia connessione/Tensione nominale di rete	Trifase 3PH/N/PE 220V/230V/240V (PH-N); 380V/400V/415V (PH-PH) o Trifase 3PH/PE 380V/400V/415V (PH-PH)		
Intervallo tensione di rete	184V~276V (PH-N); 320V~480V (PH-PH) (secondo gli standard di rete locali)		
Frequenza nominale di rete	50Hz/60Hz		
Intervallo di frequenza di rete	45Hz~55Hz / 54Hz~66Hz (secondo gli standard di rete locali)		
Distorsione armonica totale	<3%		
Fattore di potenza	1 (programmabile +/-0.8)		
Intervallo di regolazione della Potenza Attiva (impostabile)	0~100%		
Limitazione immissione in rete	Immissione regolabile da zero al valore di potenza nominale**		
<b>Efficienza</b>			
Efficienza massima	98.6%	98.7%	98.75%
Efficienza pesata (EURO)	98.2%	98.3%	98.4%
Efficienza MPPT	>99.9%		
Consumo notturno	<1W		
<b>Protezioni</b>			
Protezione di interfaccia interna	No		
Protezioni di sicurezza	Anti islanding, RCMU, Ground Fault Monitoring		
Protezione da inversione di polarità DC	Sì		
Sezionatore DC	Integrato		
Protezione da surriscaldamento	Sì		
Categoria Sovratensione/Classe di protezione	Categoria sovratensione III / Classe protezione I		
Scaricatori integrati	AC/DC: Tipo 2 standard		
<b>Standard</b>			
EMC	EN 61000-6-2/4, EN 61000-3-11/12		
Safety standard	IEC 62109-1/2, IEC62116, IEC61727, IEC61683, IEC60068(1,2,14,30)		
Standard di connessione alla rete	Certificati e standard di connessione disponibili su <a href="http://www.zcsazzurro.com">www.zcsazzurro.com</a>		
<b>Comunicazione</b>			
Interfacce di comunicazione (opzionali)	Wi-Fi/4G/Ethernet (opzionali), RS485 (protocollo proprietario), USB		
<b>Informazioni Generali</b>			
Intervallo di temperatura ambiente ammesso	-30°C...+60°C (limitazione di potenza sopra i 45°C)		
Topologia	Senza trasformatore		
Grado di protezione ambientale	IP66		
Intervallo di umidità relativa ammesso	0%.....100%		
Massima altitudine operativa	4000m		
Rumorosità	< 60dB @ 1mt		
Peso	72kg	84kg	85kg
Raffreddamento	Convezione forzata da ventole		
Dimensioni (H*L*P)	1051mm*660mm*340 mm		
Display	Indicatori led, bluetooth + app		
Garanzia	10 anni		

Figura 14 – Scheda tipo inverter

**1.14 Trasformatori**

Relativamente ai trasformatori, che permettono l'innalzamento del livello di tensione attraverso i campi magnetici, questi possono essere fabbricati isolati in resina a secco o in olio.

Le caratteristiche costruttive tipo sono di seguito riportate:

- potenza 3,5 mVA;
- primario 30kV;
- secondario 0,4 kV (o 0,6 kV);
- resina;
- raffreddamento ONAN o ONAF;
- circuito DYN 11.

**Caratteristiche Costruttive**

Grado di Protezione IP00

Range Temperatura ambiente : -25 °C + 40°C

Installazione INDOOR

Raffreddamento aria naturale (AN)

Frequenza: 50 Hz

Altitudine installazione max <1000 m.s.l.

Numero Fasi: 3

THD <10%

**Caratteristiche Tecniche**

Tipo avvolgimento: Inglobato in stampo sottovuoto

AVVOLGIMENTO SECONDARIO

Tensione Secondaria: 400V+N

Classe isolamento 1,1-3 kV

Tipo avvolgimento: Impregnato sottovuoto

Gruppo Vettoriale: Dyn11 (TRIANGOLO/STELLA+N)

Materiale avvolgimenti: AL/AL

Classe termica: 155 °C

Sovratemperatura : K100°

Classe ambientale, climatica, al fuoco: E2-C2-F1

Classe isolamento e temperatura: F/F



Figura 15 – Scheda Trasformatore tipo

**1.15 Quadro elettrico di interfaccia**

Lo schema unifilare di impianto e' semplificato nella tavola seguente

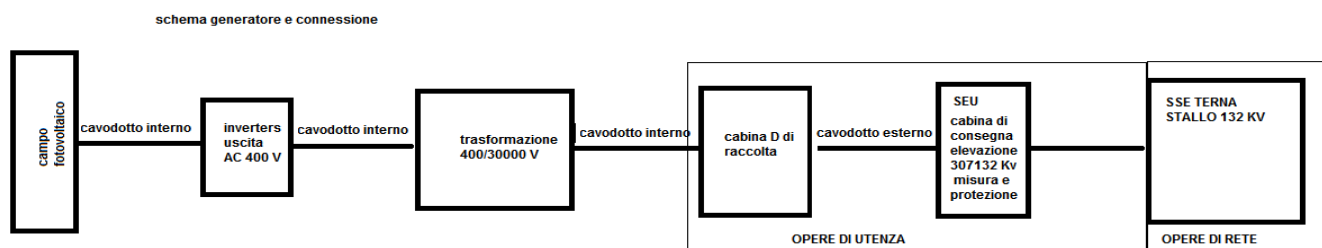
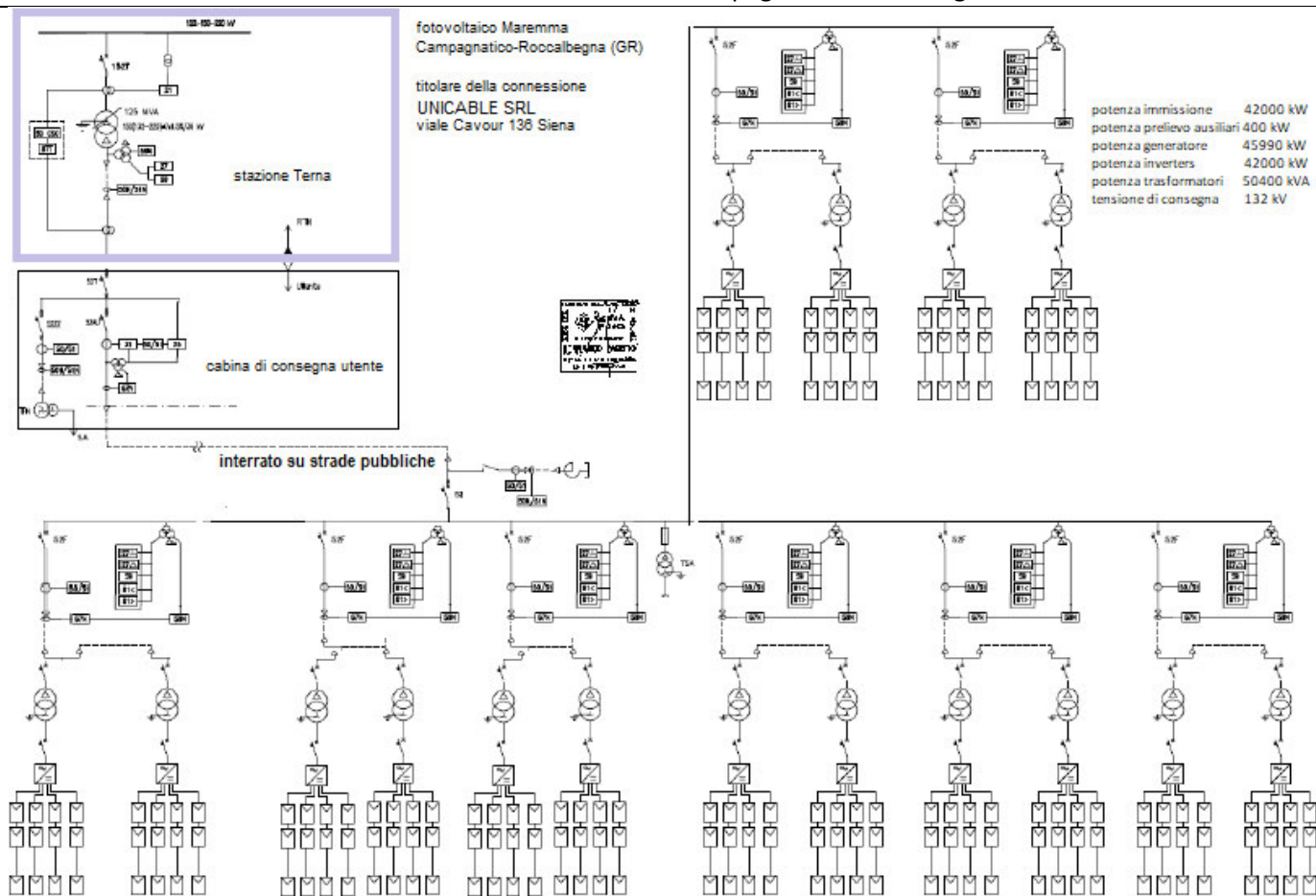


Figura 16 –Schema sistema elettrico impianto



### 1.16 Impianti elettrici ausiliari

Gli impianti elettrici ausiliari sono costituiti:

- illuminazione (solo strade interne e fronte cabine). Sono utilizzate plafoniere da esterno al led. Sono accese solo all'occorrenza;
- illuminazione interna cabine, prese monofase di servizio, scaldine elettriche anticondensa quadri elettrici;
- condizionatori cabine parallelo e trasformazione;
- barriera perimetrale a infrarossi e sistema di antintrusione. Il sistema antintrusione è realizzato con barriere a infrarossi a triplo raggio con dispositivo antinebbia e compensati per le variazioni di temperatura esterne. La barriera è posta ad una altezza fi 90 cm circa, internamente alla recinzione. E' alimentata con gruppo di continuità a batterie esterne con durata > 4 ore in assenza di alimentazione di rete, per coprire i casi di prolungata assenza della rete;
- circuiti elettrici ausiliari di comando trackers. Alimentano e comandano i motori di movimentazione dei trackers, oppure delle centraline oleodinamiche di movimentazione. Coprono tutto il campo e raggiungono i trackers che costituiscono l'impianto;
- remotazione segnali, misure, i segnali di produzione, delle caratteristiche elettriche, delle misure elettriche, degli allarmi e di eventuali intrusioni non autorizzate, sono remotate via linea telefonica ai servizi interessati;
- alimentazione punti prese mono e trifase per manutenzioni. Nei piazzali delle cabine e alcuni punti strategici dell'impianto sono posizionati punti presa mono e trifase per lo svolgimento delle manutenzioni e la ricarica dei mezzi di manutenzione elettrici;
- alimentazione centralino telefonico.

TOTALE 400 kW



**1.17 Impianto generale di terra impianto**

Tutte le strutture metalliche dei tracker sono equipotenziali. Sono tra loro collegate con corda in rame nudo interrata. Non sono utilizzati dispersori in quanto i pali battuti con profondità nel terreno di 1,5 metri ne fanno ampiamente la funzione. Le terre di impianto sono anche collegate alle terre di cabina di raccolta. Queste ultime testate e certificate a norma di legge vigente.

**1.18 Viabilità**

L'impianto sarà dotato di viabilità interna e perimetrale.

È realizzata in terra battuta con distribuzione in superficie di inerti locali taglia 0-40 per uno strato di 20 cm per una larghezza di 5 metri. Non sussiste asporto o scavo di terreno vegetale.

Gli spazi interfilari non sono carrabili, se non per le attività manutentive d'impianto e attività collaterali agricole.

I punti ingresso in impianto sono uno per ogni lotto in corrispondenza delle strade vicinali esistenti, sbarrati con cancelli ad apertura manuale realizzati con telai elettrosaldati e rete verde a maglia belga per riempimento.

Per la viabilità di accesso al sito si utilizzano le strade vicinali esistenti.

Non sarà necessaria la realizzazione di una viabilità specifica per l'accesso all'impianto ma si utilizzeranno le strade vicinali già presenti sul territorio.

**1.19 Recinzione perimetrale**

E' realizzata in rete metallica verde plastificata a maglia belga con paletti metallici infissi nel terreno. L'altezza della rete e' 2,0 metri. Nella parte inferiore a contatto con il terreno e' aggiunta rete metallica a maglia quadra 100x100 filo 6, per irrigidimento della vela. La recinzione perimetra tutta l'area utile dell'impianto al netto dei vincoli.

Contestualmente all'installazione dell'impianto fotovoltaico in progetto si prevede la realizzazione di una recinzione lungo il perimetro di confine allo scopo di proteggere l'impianto.

Tale recinzione non presenterà cordoli di fondazione posti alla base, ma si procederà solo con la sola infissione dei pali a sostegno, ad eccezione dell'area di accesso in cui sono presenti dei pilastri a sostegno della cancellata. Le opere di recinzione e mitigazione a verde saranno particolarmente curate.

I pali a supporto sono battuti nel terreno vegetale e di colore omogeneo con ambiente circostante (verde). La recinzione perimetra un'area maggiore di quella utile, includendo superficie semi boscate o con arbusti che per semplicità di perimetrazione sono all'interno del perimetro ma non sono occupate da pannelli.

**1.20 Opere di mitigazione**

Esternamente alla rete di recinzione sarà piantumata una coltrina di piante autoctone.

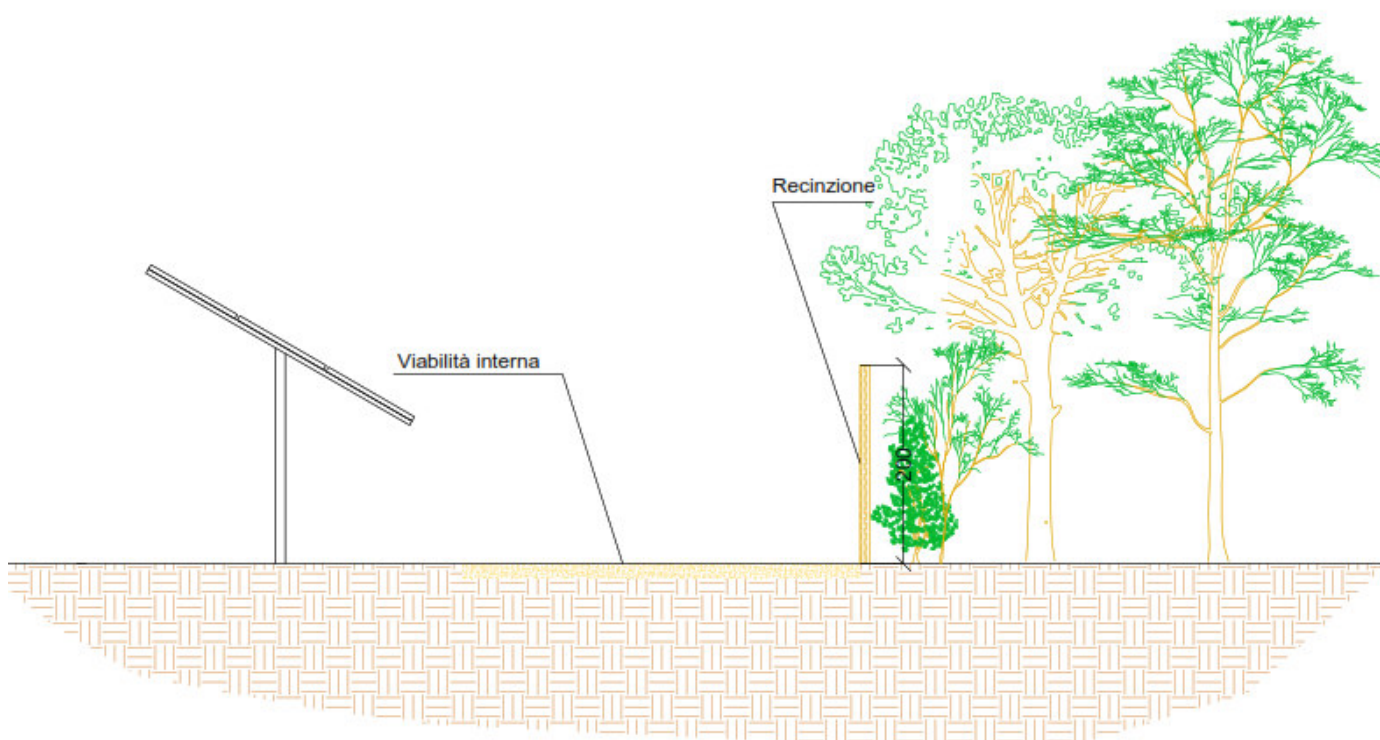


Figure 17 – Esempio di opera di mitigazione

## 1.21 Riferimenti Legislativi

### Norme applicabili (in fase di realizzazione dell'impianto e su tutti i componenti utilizzati)

- DLgs n. 28 del 21-03-1988, Norme tecniche per la progettazione, l'esecuzione e l'esercizio delle linee elettriche aeree esterne di classe zero, prima e seconda.
- DPCM 80.07.93 "Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alle frequenze di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti"
- DPCM 08 Luglio 2003 "Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici generati a frequenze comprese tra 100 kHz e 300 GHz"
- DLgs n. 152 del 03-04-2006, e s.m.i "Norme in materia ambientale"
- DLgs n. 81 del 09-04-2008, e s.m.i "Testo unico sulla salute e sicurezza sul lavoro".
- Decreto 29 Maggio 2008 (G.U. n.156 del 5 luglio 2006) "Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti"

### Normativa fotovoltaico

- CEI 82-25 Edizione terza (2010): guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa Tensione.
- CEI EN 60904-1(CEI 82-1): dispositivi fotovoltaici Parte 1: Misura delle caratteristiche fotovoltaiche tensione- corrente.
- CEI EN 60904-2 (CEI 82-2): dispositivi fotovoltaici - Parte 2: Prescrizione per le celle fotovoltaiche di riferimento.

- CEI EN 60904-3 (CEI 82-3): dispositivi fotovoltaici - Parte 3: Principi di misura per sistemi solari fotovoltaici per uso terrestre e irraggiamento spettrale di riferimento.
- CEI EN 61215 (CEI 82-8): moduli fotovoltaici in silicio cristallino per applicazioni terrestri. Qualifica del progetto e omologazione del tipo.
- CEI EN 61646 (82-12): moduli fotovoltaici (FV) a film sottile per usi terrestri - Qualifica del progetto e approvazione di tipo.
- CEI EN 61724 (CEI 82-15): rilievo delle prestazioni dei sistemi fotovoltaici - Linee guida per la misura, lo scambio e l'analisi dei dati.
- CEI EN 61727: Sistemi fotovoltaici (FV) - Caratteristiche dell'interfaccia di raccordo con la rete;
- CEI EN 61730-1 (CEI 82-27): Qualificazione per la sicurezza dei moduli fotovoltaici (FV) - Parte 1: Prescrizioni per la costruzione.
- CEI EN 61730-2 (CEI 82-28): Qualificazione per la sicurezza dei moduli fotovoltaici (FV) - Parte 2: Prescrizioni per le prove.
- CEI EN 62108 (82-30): Moduli e sistemi fotovoltaici a concentrazione (CPV) - Qualifica di progetto e approvazione di tipo.
- CEI EN 62093 (CEI 82-24): componenti di sistemi fotovoltaici - moduli esclusi (BOS) - Qualifica di progetto in condizioni ambientali naturali.
- CEI EN 50380 (CEI 82-22): fogli informativi e dati di targa per moduli fotovoltaici.
- CEI EN 50521 (CEI 82-31): Connettori per sistemi fotovoltaici - Prescrizioni di sicurezza e prove. CEI EN 50524 (CEI 82-34): Fogli informativi e dati di targa dei convertitori fotovoltaici.
- CEI EN 50530 (CEI 82-35): Rendimento globale degli inverter per impianti fotovoltaici collegati alla rete elettrica.
- EN 62446 (CEI 82-38): Grid connected photovoltaic systems - Minimum requirements for system documentation, commissioning tests and inspection.
- CEI 20-91: Cavi elettrici con isolamento e guaina elastomerici senza alogeni non propaganti la fiamma con tensione nominale non superiore a 1 000 V in corrente alternata e 1 500 V in corrente continua per applicazioni in impianti fotovoltaici.
- UNI 8477: energia solare – Calcolo degli apporti per applicazioni in edilizia – Valutazione dell'energia raggiante ricevuta .
- UNI 10349: riscaldamento e raffrescamento degli edifici. Dati climatici.

#### Altra Normativa sugli impianti elettrici

- CEI 0-2: "guida per la definizione della documentazione di progetto per impianti elettrici.
- CEI 0-3: Guida per la compilazione della documentazione per la legge n. 46/1990;
- CEI 0-16: V2 "regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica.
- CEI 11-20: impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria.
- CEI 11-35: Guida per l'esecuzione di cabine elettriche MT/BT del cliente/utente finale;
- CEI 11-25 "Correnti di corto circuito nei sistemi trifasi in corrente alternata. Parte 0. Calcolo delle correnti";
- CEI 11-28 "Guida d'applicazione per il calcolo delle correnti di cortocircuito nelle reti radiali a bassa tensione";
- CEI 64-50 "Guida per l'integrazione nell'edificio degli impianti elettrici utilizzatori e per la predisposizione per impianti ausiliari, telefonici e di trasmissione dati. Criteri generali."

- CEI 64-53: “Guida per l’integrazione nell’edificio degli impianti elettrici utilizzatori e per la predisposizione per impianti ausiliari, telefonici e di trasmissione dati. Criteri particolari per edifici ad uso prevalentemente residenziale
- CEI EN 50438 (CT 311-1): Prescrizioni per la connessione di micro-generatori in parallelo alle reti di distribuzione pubblica in bassa tensione.
- CEI 64-8: impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua.
- CEI EN 60099-1 (CEI 37-1): Scaricatori - Parte 1: Scaricatori a resistori non lineari con spinterometri per sistemi a corrente alternate
- CEI EN 60439 (CEI 17-13): apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT).
- CEI 23-51: “Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare.” Si sottolinea come, in conformità a quanto prescritto dalla Normativa CEI 23-51, i quadri di distribuzione con corrente nominale maggiore di 32A (e minore di 125A), sono sottoposti a verifiche analitiche dei limiti di sovratemperatura, secondo le modalità illustrate dalla stessa CEI 11-17 “Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica – Linee in cavo”;
- CEI EN 60445 (CEI 16-2): Principi base e di sicurezza per l’interfaccia uomo-macchina, marcatura e identificazione - Individuazione dei morsetti e degli apparecchi e delle estremità dei conduttori designati e regole generali per un sistema alfanumerico.
- CEI EN 60529 (CEI 70-1): Gradi di protezione degli involucri (codice IP).
- CEI EN 60555-1 (CEI 77-2): disturbi nelle reti di alimentazione prodotti da apparecchi elettrodomestici e da equipaggiamenti elettrici simili - Parte 1: Definizioni.
- CEI EN 61000-3-2 (CEI 110-31): compatibilità elettromagnetica (EMC) - Parte 3: Limiti - Sezione 2: Limiti per le emissioni di corrente armonica (apparecchiature con corrente di ingresso  $I_n = 16$  A per fase).
- CEI EN 62053-21 (CEI 13-43): apparati per la misura dell’energia elettrica (c.a.) - Prescrizioni particolari - Parte 21: Contatori statici di energia attiva (classe 1 e 2).
- CEI EN 62053-23 (CEI 13-45): apparati per la misura dell’energia elettrica (c.a.) - Prescrizioni particolari - Parte 23: Contatori statici di energia reattiva (classe 2 e 3).
- CEI EN 50470-1 (CEI 13-52): Apparati per la misura dell’energia elettrica (c.a.) - Parte 1: Prescrizioni generali, prove e condizioni di prova - Apparato di misura (indici di classe A, B e C).
- CEI EN 50470-3 (CEI 13-54): Apparati per la misura dell’energia elettrica (c.a.) - Parte 3: Prescrizioni particolari - Contatori statici per energia attiva (indici di classe A, B e C).
- CEI EN 62305 (CEI 81-10/1/2/3): protezione contro i fulmini.
- CEI 81-3: Valori medi del numero di fulmini a terra per anno e per chilometro quadrato.
- CEI 20-19: Cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V.
- CEI 20-20: Cavi isolati con polivinilcloruro con tensione nominale non superiore a 450/750 V.
- CEI 20-22: “Prova dei cavi non propaganti l’incendio”;
- CEI 20-38: “Cavi isolati con gomma non propaganti l’incendio ed a basso sviluppo di fumi e gas tossici e corrosivi”;
- CEI 13-4: Sistemi di misura dell’energia elettrica - Composizione, precisione e verifica.
- CEI UNI EN ISO/IEC 17025:2008: Requisiti generali per la competenza dei laboratori di prova e di taratura.
- ISO 3684: “Segnali di sicurezza, colori”

## 2. STIMA DI PRODUCIBILITÀ E DIMENSIONAMENTO DELL'IMPIANTO

### 2.1 Sito di installazione

Il dimensionamento energetico dell'impianto fotovoltaico connesso alla rete del distributore è stato effettuato tenendo conto, oltre che della disponibilità economica, di:

- disponibilità di spazi sui quali installare l'impianto fotovoltaico;
- disponibilità della fonte solare;
- fattori morfologici e ambientali (ombreggiamento, riflettanza e albedo).

#### Disponibilità di spazi sui quali installare l'impianto fotovoltaico

L'impianto, oggetto del presente documento, è posizionato a terra su strutture di supporto. La zona in cui è ubicato l'impianto ha destinazione agricola e non è soggetta a vincolo paesaggistico, né a vincoli di altra natura.

#### Disponibilità della fonte solare

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

Nella generalità dei casi, il generatore fotovoltaico deve essere esposto alla luce solare in modo ottimale, scegliendo prioritariamente l'orientamento a Sud e evitando fenomeni di ombreggiamento. In funzione degli eventuali vincoli architettonici della struttura che ospita il generatore stesso, sono comunque adottati orientamenti diversi e sono ammessi fenomeni di ombreggiamento, purché adeguatamente valutati.

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

#### Fattori morfologici e ambientali

L'energia generata dipende:

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

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

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

per i seguenti valori:

*a* Perdite per riflessione.

*b* Perdite per ombreggiamento.

*c* Perdite per mismatching.

*d* Perdite per effetto della temperatura.

*e* Perdite nei circuiti in continua.

*f Perdite negli inverter.**g Perdite nei circuiti in alternata.*

## 2.2 Dimensionamento dell'impianto

Gli impianti fotovoltaici sono sistemi in grado di captare e trasformare l'energia solare in energia elettrica, impianti connessi ad una rete elettrica di distribuzione (grid-connected): l'energia viene convertita in corrente elettrica alternata per alimentare il carico-utente e/o immessa nella rete, con la quale lavora in regime di interscambio.

Un impianto fotovoltaico è costituito da un insieme di componenti meccanici, elettrici ed elettronici che captano l'energia solare, la trasformano in energia elettrica, sino a renderla disponibile all'utilizzazione da parte dell'utenza.

Esso sarà quindi costituito dal generatore fotovoltaico (o da un campo fotovoltaico nel caso di impianti di una certa consistenza), e da un sistema di controllo e condizionamento della potenza.

Il rendimento di conversione complessivo di un impianto è il risultato di una serie di rendimenti, che a partire da quello della cella, passando per quello del modulo, del sistema di controllo della potenza e di quello di conversione, ed eventualmente di quello di accumulo (non presente in questo progetto), permette di ricavare la percentuale di energia incidente che è possibile trovare all'uscita dell'impianto, sotto forma di energia elettrica, resa al carico utilizzatore.

## 2.3 Dettaglio moduli fotovoltaici

Il modulo fotovoltaico di qualità e di alta potenza specifica e' il primo componente per importanza ai fini di un buon risultato di produzione. Il modulo RECOM o CANADIAN é molto performante, ha potenza di picco di 660W, tolleranza solo positiva +3%. Rispondono solo in maniera sufficiente alle temperature, per cui avranno rese migliori nei mesi freddi dell'anno. La potenza NOCT ossia alla temperatura standard a cui si portano le celle in silicio del modulo durante la fase di irraggiamento-produzione e' di 630W. Queste potenze sono raggiungibili con irraggiamento perfetto, sole ortogonale sull'Azimuth, zero foschia, temperatura ambiente a 25°C, e durante il primo anno di esercizio perché poi inizia il decadimento percentuale, secondo quando indicato nella scheda tecnica del modulo nei capitoli precedenti.

La stringa di 20 moduli e' quella a più alto voltaggio, calcolata e verificata per temperature minime di -15°Celsius.

## 2.4 Tecnologia ad inseguimento solare

Il rendimento e la produttività di un impianto fotovoltaico dipendono da numerosi fattori, non soltanto dalla potenza nominale e dall'efficienza dei pannelli installati.

La resa complessiva dell'impianto dipende anche dal posizionamento dei pannelli, dalla struttura elettrica del loro collegamento in stringhe e sottocampi, dalla tipologia e dalle prestazioni dei componenti di raccolta e conversione dell'energia prodotta, dalla tipologia e dalla lunghezza dei cablaggi e dei cavi utilizzati per il trasporto dell'energia.

La tecnologia che sarà impiegata prevede il montaggio dei pannelli su strutture dotate di motorizzazione che, opportunamente sincronizzata e comandata a seconda della latitudine del sito di installazione, modificano l'inclinazione dei pannelli durante l'intera giornata per far sì che questi si trovino sempre nella posizione ottimale rispetto all'incidenza dei raggi solari.

L'inseguimento monoassiale prevede che i pannelli siano montati con esposizione a sud, e oscillino lungo l'asse nord-sud durante il giorno;

Il calcolo sotto la formula  $PASSO=3900 \times [(sen45 \times cotg20) + sen45]$ , dove il PASSO è la distanza filare-filare, 3400 mm è lo sviluppo in altezza della vela,  $-45^{\circ}+45^{\circ}$  è la rotazione complessiva dell'inseguitore, e  $20^{\circ}$  e' l'altezza del sole sull'orizzonte, minima di captazione, rende lo spazio filare-filare pari a 10500 mm. Ovviamente la distanza geometrica calcolata sopra vale per i terreni in

pianura. Nel caso del nostro impianto il passo interfila è soggetto a stringersi e a allargarsi in funzione delle pendenze ed e' aggiustato caso per caso.

## 2.5 Configurazione dell'impianto fotovoltaico

L'energia solare che raggiunge la superficie terrestre lo fa in diversi modi: direttamente, in maniera diffusa oppure riflessa.

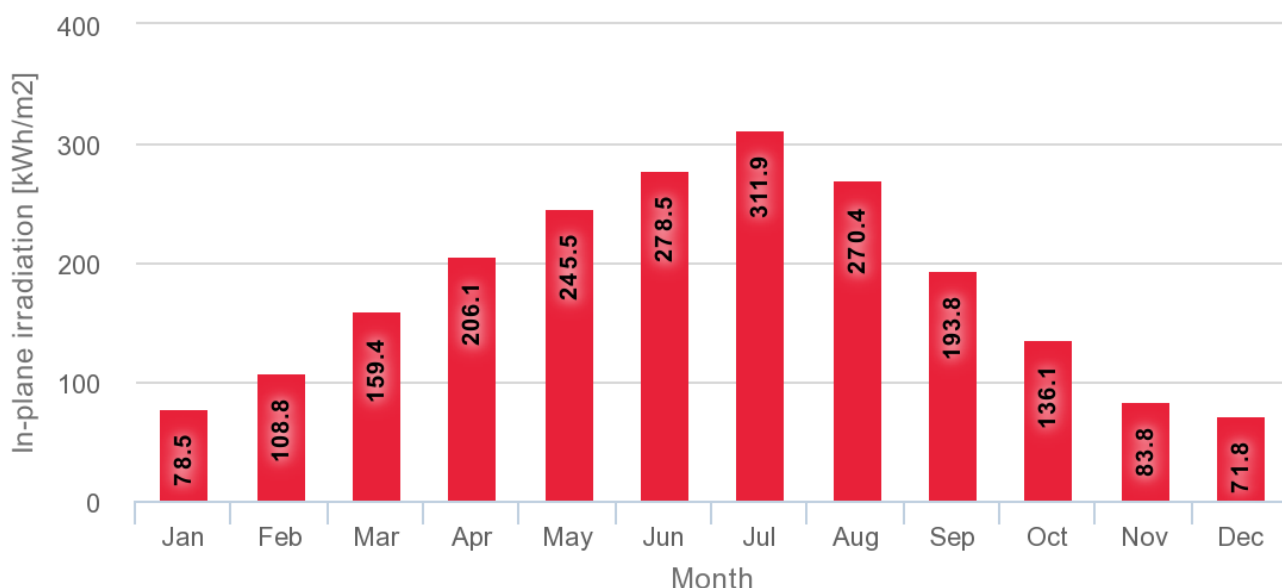
La radiazione diretta e diffusa genera un potenziale stabile.

I moduli fotovoltaici possono generare il 100% della potenza nominale quando l'irraggiamento del sole è verticale (azimut) e siamo nelle condizioni standard (STC o ISO), 25°C, 1000 mbar, massa aria AM1,5., nelle condizioni reali produrrà a valori tarati dalle perdite, dal NOCT, e dalle condizioni ambientali.

Le indicazioni di PV-GIS allegate di seguito, danno una resa complessiva di 76312mWh. I dati di insolazione reale sono acquisiti secondo UNI 10349-16, dalla stazione di rilevazione di Grosseto, di seguito e' riportata anche quella teorica

### Monthly in-plane irradiation for tracking PV system

(C) PVGIS, 2023



#### Tracking mounting options (Click on series to hide)

- Inclined axis

Figure 18 – Dati Irraggiamento

La insolazione complessiva, intesa come diretta e diffusa di giugno-luglio-agosto è quasi il doppio della produzione dei mesi di novembre-dicembre-gennaio, per la combinazione di due motivazioni:

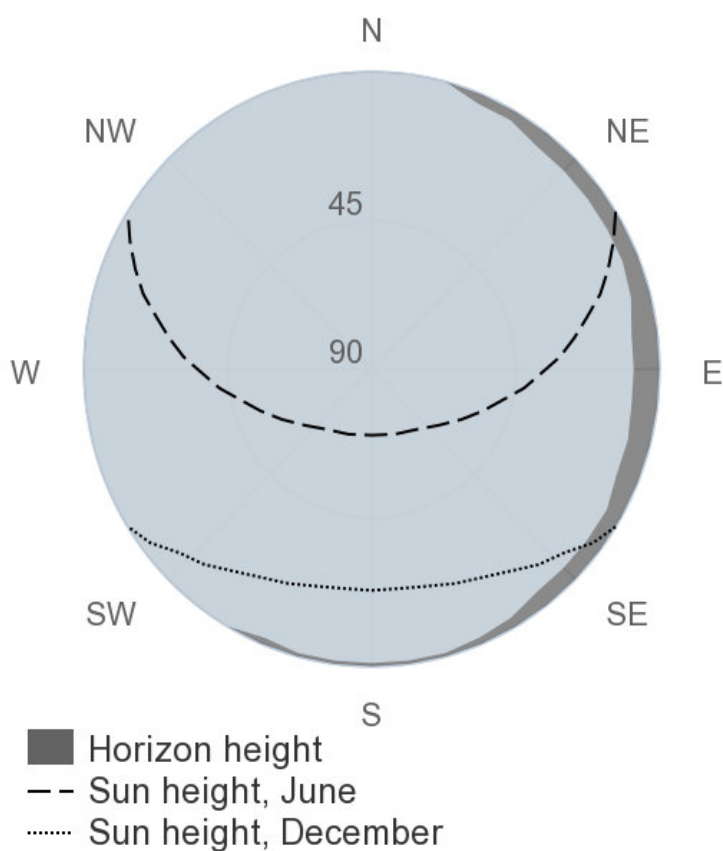
- il foto periodo più lungo;
- la posizione del sole più vicina alla posizione teorica di azimut.

L'irraggiamento diretto e diffuso nell'area, preso come riferimento le polari 42°49'43.36"N 11°21'57.74"E , ha un valore medio annuo di 2144kWh /mq.

L'ombreggiamento stimato medio per la morfologia del suolo gli albedi (UNI 11328) e gli orizzonti disponibili (preso riferimento standard il punto le polari 42°49'43.36"N 11°21'57.74"E) e' da diagramma calcolato:

## Outline of horizon

(C) PVGIS, 2023



**Figure 19 – Diagramma di calcolo**

Per contro però le alte temperature estive producono un calo di rendimento importante (rispetto alle STC, condizioni standard) in quanto la sovra temperatura dei moduli, rispetto alla temperatura ambiente produce perdite che influiscono sulla produzione complessiva.

Infatti la disposizione intenzionale dei filari nord-sud, come visibile dalle tavole allegate, espone la superficie lunga del modulo alla direzione probabile del vento che solitamente arriva dai quadranti ovest, di fatto ottenendo un migliore raffreddamento naturale dei moduli durante il periodo estivo.

L'efficienza di conversione dell'insolazione complessiva in energia elettrica al modulo fotovoltaico è circa 21,%,

31 - 43



La tecnologia di conversione attuale consente efficienze di conversione del 20-21% al primo anno di vita, e ipotesi di efficienza al 35° anno del 15,5%.

La curva di decremento non sarebbe lineare e evidenzia una discesa asintotica a partire dal 20° anno, però per semplificare i dati viene assunta lineare. Dell'energia solare disponibile, stimata da PVGIS in 2144 kWh/mq solo il 21% è convertita in energia elettrica, controllata. Della restante una parte va in calore, infatti il modulo si riscalda nella fase di produzione, una parte attraversa il modulo e raggiunge il terreno retrostante, una parte è riflessa.

Di seguito viene riportato il rendimento dell'impianto fotovoltaico durante i vari periodi dell'anno:

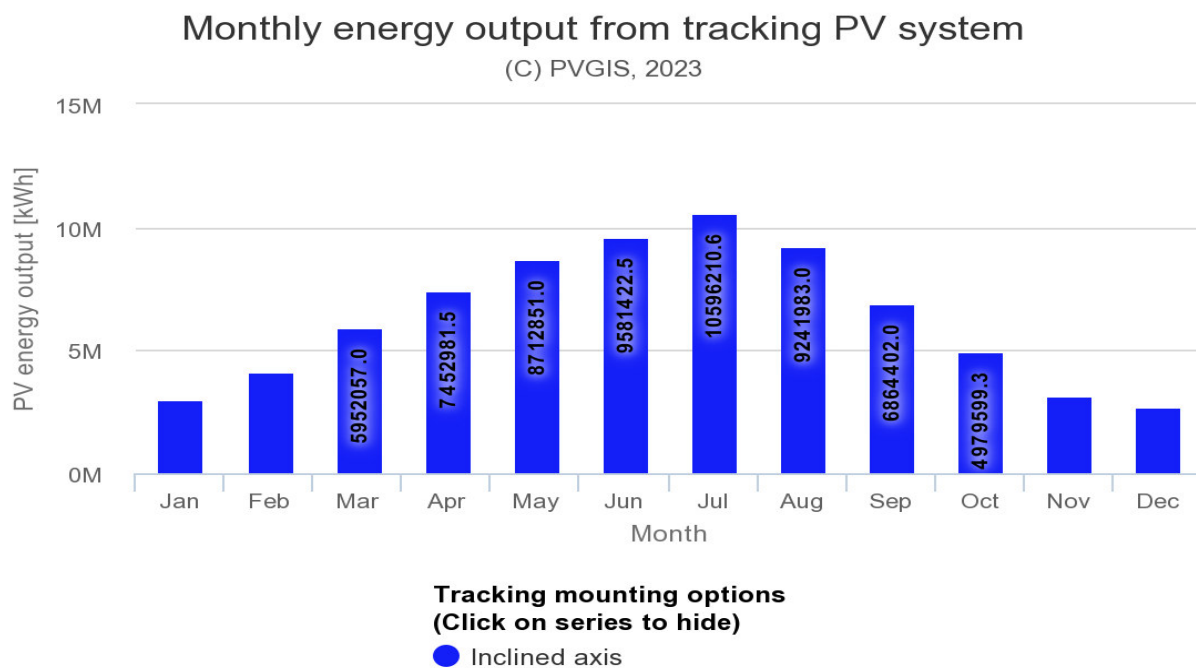


Figure 20 – Rendimento pannelli FV



European Commission



## Performance of tracking PV

PVGIS-5 estimates of solar electricity generation

### Provided inputs:

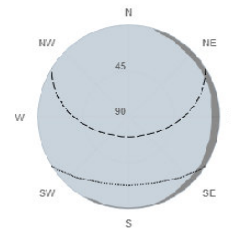
Latitude/Longitude: 42.829,11.366  
 Horizon: Calculated  
 Database used: PVGIS-SARAH2  
 PV technology: Crystalline silicon  
 PV installed: 45000 kWp  
 System loss: 14 %

### Simulation outputs

Slope angle [°]: 0  
 Yearly PV energy production [kWh]: 76312767.69  
 Yearly in-plane irradiation [kWh/m<sup>2</sup>]: 2144.39  
 Year-to-year variability [kWh]: 3431380.3  
 Changes in output due to:  
 Angle of incidence [%]: -1.84  
 Spectral effects [%]: 0.93  
 Temp. and low irradiance [%]: -7.19  
 Total loss [%]: -20.92

\* IA: Inclined axis

### Outline of horizon at chosen location:



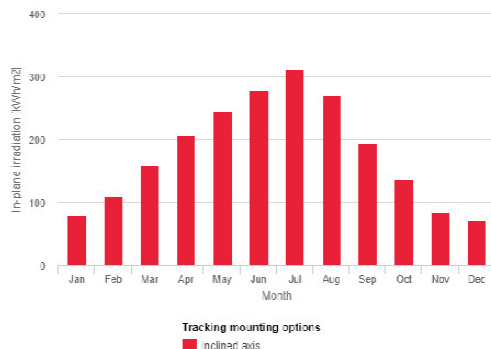
### Monthly energy output from tracking PV system:



Month	E_m	H(i)_m	SD_m
January	2975457.855	4.855	472159.7
February	4140545.008	5.008	682984.3
March	5952057.939	7.939	907966.9
April	7452982.061	10.061	686585.7
May	8712852.405	12.405	1178371.9
June	9581422.705	15.705	712777.0
July	10596230.169	19.169	655814.3
August	9241982.704	16.704	623268.1
September	6864402.938	12.938	459572.2
October	4979593.361	9.361	589809.9
November	3125318.318	5.318	498882.8
December	2689950.138	3.138	291471.5

E\_m: Average monthly electricity production from the defined system [kWh].  
 H\_m: Average monthly sum of global irradiation per square meter received by the modules of the given system [kWh/m<sup>2</sup>].  
 SD\_m: Standard deviation of the monthly electricity production due to year-to-year variation [kWh].

### Monthly in-plane irradiation for tracking PV system:



The European Commission maintains this website to enhance public access to information about its initiatives and European Union policies in general. Our goal is to keep this information timely and accurate. If errors are brought to our attention, we will try to correct them. However, the Commission accepts no responsibility or liability whatsoever with regard to the information on this site.

It is our goal to minimise disruption caused by technical errors. However, some data or information on this site may have been created or structured in files or formats that are not error-free and we cannot guarantee that our service will not be interrupted or otherwise affected by such problems. The Commission accepts no responsibility with regard to such problems incurred as a result of using this site or any linked external sites.

For more information, please visit [https://ec.europa.eu/info/legal-notice\\_en](https://ec.europa.eu/info/legal-notice_en)

Joint  
 Research  
 Centre

PVGIS ©European Union, 2001-2023.  
 Reproduction is authorised, provided the source is acknowledged, save where otherwise stated.

Report generated on 2023/07/08

Figure 21 – Dati sintesi

**2.6 Analisi dei costi**

Il costo stimato per la realizzazione dell'impianto è dettagliato nel quadro economico di seguito riportato:

<b>QUADRO ECONOMICO GENERALE</b>			
<b>Valore complessivo dell'opera privata</b>			
<b>DESCRIZIONE</b>	<b>IMPORTI IN €</b>	<b>IVA %</b>	<b>TOTALE €</b>
			<b>(IVA compresa)</b>
<b>A) COSTO DEI LAVORI</b>			
A.1.1) Interventi previsti	5 645 160,00 €	22,00%	6 887 095,20 €
A.1.2) Interventi previsti	17 706 659,20 €	10,00%	19 477 325,12 €
A.2) Oneri di sicurezza	175 246,00 €	22,00%	213 800,12 €
A.3) Opere di mitigazione	178 800,00 €	22,00%	218 136,00 €
A.4) Spese previste da Studio di Impatto Ambientale, Studio Preliminare Ambientale e Progetto di Monitoraggio Ambientale	5 000,00 €	22,00%	6 100,00 €
A.5) Opere connesse	590 000,00 €	22,00%	719 800,00 €
<b>TOTALE A</b>	<b>24 300 865,20 €</b>	<b>3 221 391,24 €</b>	<b>27 522 256,44 €</b>
<b>B) SPESE GENERALI</b>			
B.1 Spese tecniche relative alla progettazione, ivi inclusa la redazione dello studio di impatto ambientale o dello studio preliminare ambientale e del progetto di monitoraggio ambientale, alle necessarie attività preliminari, al coordinamento della sicurezza	96 000,00 €	22,00%	117 120,00 €
B.2) Spese consulenza e supporto tecnico	8 000,00 €	22,00%	9 760,00 €
B.3) Collaudo tecnico e amministrativo, collaudo statico ed altri eventuali collaudi specialistici	28 050,00 €	22,00%	34 221,00 €
B.4) Spese per Rilievi, accertamenti, prove di laboratorio, indagini <i>(includere le spese per le attività di monitoraggio ambientale)</i>	37 950,00 €	22,00%	46 299,00 €
B.5) Oneri di legge su spese tecniche B.1), B.2), B.4) e collaudi B.3)	6 800,00 €	22,00%	8 296,00 €
B.6) Imprevisti	3 593,44 €	22,00%	4 384,00 €
B.7) Spese varie	218 000,00 €	22,00%	265 960,00 €
<b>TOTALE B</b>	<b>398 393,44 €</b>	<b>87 646,56 €</b>	<b>486 040,00 €</b>
C) eventuali altre imposte e contributi dovuti per legge (...specificare) oppure indicazione della disposizione relativa l'eventuale esonero.	8 000,00 €	22,00%	9 760,00 €
<b>"Valore complessivo dell'opera"</b>			
<b>TOTALE (A + B + C)</b>	<b>24 707 258,64 €</b>	<b>3 310 797,80 €</b>	<b>28 018 056,44 €</b>

**Tabella 1 – Quadro economico dell'intervento**

**BIO Soc. Agricola srl**

V.le Cavour, 136 - Siena (SI)

P.I 01483240527

**IMPIANTO AGRIVOLTAICO 45,594 MWp**

Regione Toscana– Provincia Grosseto

Comune Campagnatico-Roccalbegna

Nel dettaglio si ha il costo per la realizzazione dell'intervento, suddiviso tra sistemazioni generali e installazione impianto fotovoltaico, oneri della sicurezza e il costo per la dismissione dell'impianto a fine vita, come riportato nella tabella seguente:

N ORD	DESIGNAZIONE ATTIVITA	U.m.	MISURA	PREZZO UNITARIO	PREZZO TOTALE	PREZZO TOTALE CON IVA
1	<b>GENERALI</b>					
1A	pulizia e sistemazione area	mq	762600		196 000,00 €	239 120,00 €
1B	viabilita interna e esterna	mq	12947	10,00 €	129 470,00 €	157 953,40 €
1C	elettrodotto di connessione e opere	cp			590 000,00 €	719 800,00 €
1D	recinzione e n.22 ingressi	ml	10369	36,00 €	373 284,00 €	455 406,48 €
1E	mitigazione verde	ml	7450	24,00 €	178 800,00 €	218 136,00 €
1F	ingegneria di cantiere	cp			96 000,00 €	117 120,00 €
1G	cantiere uffici servizi ricoveri	cp			15 000,00 €	18 300,00 €
1H	assicurazioni e servizi	cp			18 000,00 €	21 960,00 €
1L	logistica, magazzini, trasporti	cp			172 000,00 €	209 840,00 €
1M	stazione rilevamento dati	pc	2	15 000,00 €	30 000,00 €	36 600,00 €
1N	impianto di antintrusione a barriere ottiche	mt	10369	17,00 €	176 273,00 €	215 053,06 €
1P	monitoraggio impianto remotazione allarmi e produzioni	cp	1		7 500,00 €	9 150,00 €
1Q	impianto generale di terra ddp 462	cp	9	700,00 €	6 300,00 €	7 686,00 €
1	<b>SOMMANO</b>				1 988 627,00 €	2 426 124,94 €
2	<b>FOTOVOLTAICO</b>					
2A	moduli installazione e fornitura	kW	46594,36	220,00 €	10 250 759,20 €	11 275 835,12 €
2B	strutture metalliche installazione e fornitura	pz	429	13 900,00 €	5 963 100,00 €	6 559 410,00 €
2C	cablaggi di quadri cabine	ml/mc	22700	45,00 €	1 021 500,00 €	1 246 230,00 €
2D	quadri MT	pc	34	8 000,00 €	272 000,00 €	331 840,00 €
2E	quadri BT (sottocampi)	pc	54	2 200,00 €	118 800,00 €	130 680,00 €
2F	quadri BT (quadri stringa) +inverter cablati	pc	311	4 800,00 €	1 492 800,00 €	1 642 080,00 €
2G	cabine di trasformazione (tipo C)	cp	8	34 000,00 €	272 000,00 €	331 840,00 €
2H	cabine di scambio e componenti (tipo B)	cp	1	66 000,00 €	66 000,00 €	80 520,00 €
2L	cavodotti interni	ml/mc	19600	96,00 €	1 881 600,00 €	2 295 552,00 €
2M	prove, test, collaudi	cp			66 000,00 €	80 520,00 €
2N	pali di sostegno, battitura pali	pz	6300	75,00 €	472 500,00 €	576 450,00 €
2P	motorizzazione trackers e dispositivi di trasmissione	pz	429	180,00 €	77 220,00 €	94 208,40 €
2Q	pozzetti in cls prefabbricati ispezione cassetteria senza fondo posti in opera	pz	345	120,00 €	41 400,00 €	50 508,00 €
2R	bulloneria e viteria a strappo (antifurto)	kg	2200	7,00 €	15 400,00 €	18 788,00 €
2	<b>SOMMANO</b>				22 011 079,20 €	24 714 461,52 €
3	<b>SICUREZZA</b>					
3A	varie sicurezza (0,73%)	cp			175 246,00 €	213 800,12 €
4	<b>DISMISSIONI</b>					
4A	smantellamento, demolizioni e ripristini	ml/mc			516 713,00 €	630 389,86 €

Tabella 2 – Dettaglio dei costi

Per poter definire i costi di ripristino delle caratteristiche originarie del terreno utilizzato per l'impianto, vanno fatte alcune considerazioni:

- le strutture metalliche di supporto sono tutte recuperabili per l'avvio al recupero. L'operazione non presenta difficoltà in quanto non c'è uso di calcestruzzo negli ancoraggi, salvo eccezioni legate alla presenza di roccia. Lo smontaggio della struttura e lo sfilamento del palo battuto avviene sia con mezzi meccanici che manualmente;
- I moduli fotovoltaici sono riciclati a livello europeo da PV-CICLE, di cui UNICABLE e' socio iscritto. Difficilmente si può parlare di recupero del modulo anche se tutte le ricerche, finanziate anche da PV cycle, sono orientate verso nuove tecniche di recupero e riutilizzo dei materiali. Oggi la consegna a fine ciclo vita a PV cycle è obbligatoria e ha un costo proporzionale al peso;
- le cabine elettriche nel loro insieme, corpo in cls prefabbricato o shelter metallico, e componenti interni, trasformatori, scomparti e dispositivi vari, sono interamente recuperati.
- tutta la cavetteria sotterranea viene sfilata e avviata al recupero.

Sulla base delle considerazioni sopra esposte il complessivamente il costo di ripristino, al netto delle valorizzazioni economiche dei materiali con valore è stimato in 13826,16 euro/mW.

Complessivamente il costo di ripristino ammonta a dunque a **630.389,86** euro.

## 2.7 Risparmio co2 emessa e footprint nel ciclo vita

Per avere una stima, si utilizza il dato "**fattore di emissione del mix elettrico**" che rappresenta il **valore medio di emissioni di CO2 dovuto alla produzione dell'energia elettrica utilizzata in Italia.**

Il dato è reso pubblico dal Ministero dell'Ambiente e quello aggiornato ad oggi è **0,531Kg di CO2/kWh.**

La stima del risparmio annuo di CO2 emesso nell'ambiente è:

- Per produrre un chilowattora 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.

È dunque possibile asserire che **ogni kWh prodotto dal sistema fotovoltaico evita l'emissione di 0,53 kg di anidride carbonica.**

Di conseguenza l'installazione MAREMMA che produce 76312 mWh/anno conduce a un risparmio annuo di anidride carbonica pari a:

$$0,53\text{kg} \times 76312000\text{kWh} = 40445360 \text{ kg CO2 pari a } 40445 \text{ tons/anno}$$

### **3 SERVIZI AUSILIARI ED OPERE CIVILI**

#### **3.1 Strutture di fissaggio**

Per la sistemazione e l'ancoraggio dei moduli costituenti il generatore fotovoltaico è previsto l'utilizzo di un sistema di supporto modulare, sviluppato al fine di ottenere un'alta integrazione estetica ad elevata facilità di impiego e di montaggio dei moduli fotovoltaici incorniciati, realizzati in profilati di alluminio e bulloneria in acciaio.

L'ancoraggio al suolo è realizzato con pali metallici con profilo a U o a L battuti nel terreno per circa 150 cm senza la necessità di alcun tipo di fondazione in CLS, compatibilmente alle caratteristiche geotecniche del terreno e alle prove penetrometriche che verranno effettuate in fase esecutiva.

Le strutture sono in grado di supportare il peso dei moduli anche in presenza di raffiche di vento di elevata velocità, di neve e altri carichi accidentali.

La verifica della resistenza è già stata precedentemente esposta.

#### **3.2 Cabine elettriche**

Le cabine elettriche saranno verniciate in esterno con una colorazione terra naturale, il più possibile simile ai colori presenti in loco.

#### **3.3 Altri locali accessori**

Anche la sala controllo verrà verniciata esternamente con una colorazione terra naturale.

#### **3.4 Impianto generale di terra**

Il sito verrà provvisto di un impianto generale di terra di protezione costituito da un sistema di dispersori a picchetto tra loro interconnessi mediante conduttore di terra in rame di colore giallo-verde posato all'interno di un tubo in PVC.

L'impianto sarà collegato ad un collettore generale dal quale verranno poi derivati tutti i collegamenti secondari.

#### **3.5 Cavidotti interrati e connessioni alla rete elettrica**

I cavidotti di collegamento dell'impianto saranno realizzati completamente interrati e protetti da qualsiasi tipo di infiltrazione.

Georeferenziati per agevolare successive manutenzioni

Il materiale di scavo prodotto sarà in pareggio con quanto necessario per il rinterro dei cavidotti.

Eventuali piccole quantità in eccesso verranno riutilizzate per il lieve rimodellamento delle superfici.

#### **3.6 Strade di accesso al sito**

Come precedentemente esposto, l'accesso al sito avviene percorrendo le strade esistenti.

Sarà prevista anche una viabilità esterna al perimetro dei lotti in terra battuta, bordo recinzione per consentire le operazioni agricole.

**BIO Soc. Agricola srl**

V.le Cavour, 136 - Siena (SI)

P.I 01483240527

**IMPIANTO AGRIVOLTAICO 45,594 MWp**

Regione Toscana– Provincia Grosseto

Comune Campagnatico-Roccalbegna

## **4 COMPONENTI DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO**

### **4.1 Inverters e trasformatori**

Gli inverters che verranno installati saranno ZUCCHETTI O FIMER potenze comprese tra 50 e 150kW, mentre i trasformatori saranno PIOSSASCO 0,4/30kV, 3,50 mVA DYN 11 ONAN o ONAF.

### **4.2 Quadro elettrico di interfaccia**

Per questioni di gestione l'impianto è suddiviso in lotti corrispondenti ai vari appezzamenti utili.

Ogni lotto è connesso alla cabina centrale di raccolta con cavidotto a 30kV.

Lo schema elettrico del lotto è semplificato nello schema unifilare.

### **4.3 Specifiche cabine di trasformazione e accessori interni**

La cabina di raccolta è una cabina tipo D, la cabina doppia di trasformazione è il tipo C.

### **4.4 CABINA di CONSEGNA SEU**

Vedasi relazione dedicata alla connessione.

## 5 DESCRIZIONE FONTE ENERGETICA UTILIZZATA

### 5.1 L'energia solare

Per energia solare si intende quell'energia (termica e/o elettrica) che viene prodotta utilizzando l'energia emessa dal sole.

Per rispondere alla sempre più crescente richiesta di energia elettrica e nel rispetto dell'ambiente, si ravvisa la necessità di utilizzare fonti energetiche rinnovabili per superare i metodi tradizionali di produzione (alti costi, inquinamento).

È per questo motivo che nell'ambito dell'energia pulita, è sempre crescente in Italia come nel resto del mondo, l'uso delle tecnologie fotovoltaiche che permettono di trasformare l'energia presente nella radiazione solare in energia elettrica.

L'energia solare che raggiunge la superficie terrestre è di circa 1,357 kW per mq, ma a causa dell'atmosfera, che ne attenua l'entità, quella che arriva è notevolmente inferiore.

Diversi sono i modi con cui raggiunge la Terra e l'energia è variabile durante l'arco della giornata.

La radiazione può essere diretta, diffusa, riflessa, e la radiazione globale è la somma delle tre componenti.

Gli impianti che sfruttano la tecnologia fotovoltaica per la produzione di energia elettrica hanno molti vantaggi tra i quali:

- Assenza di emissioni di inquinanti e riduzione della CO<sub>2</sub> immessa nell'atmosfera;
- Vita utile dell'impianto 35 anni;
- Ridotti costi di manutenzione;
- Dismissione dell'impianto al termine del ciclo di vita, lasciando il terreno inalterato.

Tra i benefici che si ottengono con i sistemi fotovoltaici, come è stato già precedentemente detto, sono la sensibile riduzione di CO<sub>2</sub> immessa nell'atmosfera.

A questi, e non ultimi, troviamo la possibilità di creare una rete di produzione di energia che si svincoli dalle grandi centrali termoelettriche, ma che permettano allo modo di essere sufficientemente autonomi dal punto di vista energetico.

### 5.2 Principio di funzionamento

La radiazione solare, diretta e diffusa genera un potenziale elettrico stabile.

I moduli fotovoltaici possono generare il 100% della potenza nominale nelle condizioni di azimut, cioè nel caso di irraggiamento diretto sulla verticale del modulo stesso.

Nelle situazioni di luce diffusa, tipicamente con cielo coperto, la generazione è ridotta al 60% della nominale. In questo caso, l'impianto in esame produrrà 42000kWh, teorici, in un'ora, nel mese di giugno-luglio dalle ore 12.00 alle 15.00, ossia nelle condizioni più prossime a quelle di azimut con un cielo privo di nuvole e temperatura 25°C, 1000 mbar, AM: 1.5 (condizioni STC).



## 6 FASI E TEMPI DI REALIZZAZIONE

### 6.1 Tempistica di realizzazione, modalità di esecuzione lavori

La durata delle opere di cantierizzazione e le varie fasi lavorative sono riportate nel cronoprogramma lavori di seguito riportato:

cronoprogramma lavori (intervento globale)  
file AS-2.7.23 prima emissione  
UNICABLE Campagnatico-Roccalbegna  
Data 02-07.23

**INSTALLAZIONE E MESSA IN SERVIZIO IMPIANTO FOTOVOLTAICO MAREMMA**  
REGIONE TOSCANA PROVINCIA GROSSETO

ID	N	DESCRIZIONE	durata giorni	Mese 1																													
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1		preparazione sito	4	■	■	■	■																										
2		battitura pali struttura	8			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
3		montaggio struttura	20				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
4		montaggio moduli	9																														
5		cablaggio moduli	7																														
6		esecuzione scavi sez obbl. cavodotti	15			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
7		cavodotti e cablaggio	20			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
9		installazione cabina elettrica e collaudi	20			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
10		esecuzione opere di connessione	60	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
11		rimessa in tensione	1																														

### 6.2 Emissioni prodotte, produzione di rifiuti, consumo di risorse naturali

#### Fase di costruzione

Le sorgenti di emissione in atmosfera attive nella fase di cantiere possono essere distinte in base alla natura del possibile contaminante in **sostanze chimiche, inquinanti e polveri**.

Le sorgenti di queste emissioni sono:

- gli automezzi pesanti da trasporto;
- i macchinari utilizzati nel cantiere;
- eventuali cumuli di materiale da costruzione.

Le **polveri** saranno prodotte dalle operazioni di

- scavo e riporto per il livellamento dell'area cabine;
- scavo e riporto per il livellamento delle trincee cavodotti;
- battitura piste viabilità interna al campo;
- movimentazione dei mezzi utilizzati nel cantiere.

Le **sostanze chimiche** emesse in atmosfera sono generate dai motori a combustione interna utilizzati: mezzi di trasporto, 40 - 43

compressori, generatori.

Infatti, solo per le operazioni prettamente attinenti all'area di cantiere è possibile effettuare una circoscrizione temporale e spaziale definita, mentre le altre operazioni presentano una dispersione spaziale delle sorgenti e intermittenza delle emissioni.

Possono in ogni caso essere avanzate alcune considerazioni di merito che di seguito si esplicitano.

Relativamente all'innalzamento di polveri l'impatto che può aversi è di modesta entità, temporaneo, pressoché circoscritto all'area di cantiere e riguarda essenzialmente la deposizione sugli apparati fogliari della vegetazione circostante.

L'entità e il raggio dell'eventuale trasporto ad opera del vento e della successiva deposizione del particolato e delle polveri più sottili dipenderà dalle condizioni meteo-climatiche (in particolare direzione e velocità del vento al suolo) presenti nell'area nel momento dell'esecuzione di lavori. Data la granulometria media dei terreni di scavo, si stima che non più del 10% del materiale particolato sollevato dai lavori possa depositarsi nell'area esterna al cantiere.

Le emissioni dovute agli automezzi da trasporto sono in massima parte diffuse su un'area più vasta, dovuta al raggio di azione dei veicoli, con conseguente diluizione degli inquinanti e minor incidenza sulla qualità dell'aria.

Si osserva infine che le emissioni sono circoscritte in un'area a densità abitativa pressoché nulla, per cui i modesti quantitativi di inquinanti atmosferici immessi interesseranno di fatto i soli addetti alle attività del cantiere e le componenti ambientali del sito.

Una considerazione analoga vale anche per gli eventuali effetti generati dall'inquinamento atmosferico sulle componenti biotiche.

Le **emissioni acustiche** (rumore) in un campo fotovoltaico, si verificano essenzialmente durante la fase costruzione.

Un campo fotovoltaico, nel suo normale funzionamento di regime, non ha organi meccanici importanti in movimento né altre fonti di emissione sonora.

Il progetto rispetta automaticamente i limiti di emissione imposti dalla zonizzazione comunale e non modifica il sistema acustico preesistente.

Il rumore prodotto durante la fase di cantiere sarà limitato a quello dei compressori e dei motori delle macchine operatrici. Le attività saranno programmate in modo da limitare la presenza contemporanea di più sorgenti sonore. Dato che il sito si trova in aperta campagna, distante da potenziali recettori sensibili senza dunque creare, le eventuali emissioni acustiche sono irrilevanti

#### Produzione di rifiuti.

I rifiuti prodotti dalla realizzazione del Parco fotovoltaico derivano essenzialmente dalla fase di realizzazione e di ripristino dell'impianto. Durante il periodo di esercizio/funzionamento si svolgeranno prevalentemente attività di manutenzione (ad esempio pulizia dei moduli fotovoltaici) che non comportano rilevanti produzioni di sostanze da smaltire/recuperare.

Tutti gli altri rifiuti prodotti dal cantiere saranno avviati a smaltimento o recupero, a seconda dei casi, in impianti terzi autorizzati.

Le quantità totali prodotte si prevedono esigue.

In ogni caso, nell'area di cantiere saranno organizzati gli stoccaggi in modo da gestire i rifiuti separatamente per tipologia e pericolosità, in contenitori adeguati alle caratteristiche del rifiuto. I rifiuti destinati al recupero saranno stoccati separatamente da quelli destinati allo smaltimento.

Tutte le tipologie di rifiuto prodotte in cantiere saranno consegnate a ditte esterne, regolarmente autorizzate alle successive operazioni di trattamento (smaltimento e/o recupero) ai sensi della vigente normativa di settore".

#### Rifiuti speciali pericolosi.

Per quanto riguarda il particolare codice CER 170504, riconducibile alle terre e rocce provenienti dagli scavi di cavidotti, strade e livellamento cabine si prevede di riutilizzarne la totalità per il rinterro, livellamento e riempimento dello stesso scavo per l'elettrodotto e viabilità.

Il presente progetto ricade nella disciplina del Titolo IV del Decreto, "Esclusione dalla disciplina sui rifiuti" e in particolare dell'art.

24 che specifica che, per poter essere escluse dalla disciplina sui rifiuti le terre e rocce da scavo devono essere conformi ai requisiti dell'art. 186, comma 1, lettera c), del D. Lgs. 152/2006 e s.m.i.

In particolare, devono essere utilizzate nel sito di produzione, la loro non contaminazione deve essere verificata in base ai disposti dell'Allegato 4, e la loro conformità deve essere verificata con la redazione di un Piano Preliminare di utilizzo in sito.

#### Fase di esercizio

In merito alle eventuali emissioni durante la fase di esercizio, si precisa che gli impianti fotovoltaici, per loro stessa costituzione, non comportano emissioni in atmosfera di nessun tipo e pertanto non hanno impatti sulla qualità dell'aria locale.

### **6.3 Emissioni elettromagnetiche dell'impianto**

Come evidenziato nello studio specifico allegato alla presente relazione "le uniche radiazioni associabili a questo tipo di impianti sono le radiazioni non ionizzanti costituite dai campi elettrici e magnetici a bassa frequenza (50 Hz), prodotti rispettivamente dalla tensione di esercizio degli elettrodotti e dalla corrente che li percorre".

La progettazione per la costruzione dell'elettrodotto di media tensione, viene redatta nel rispetto del D.M. del 21 Marzo 1988 n.28 (Norme tecniche per la progettazione, l'esecuzione e l'esercizio delle linee elettriche aeree esterne di classe zero, prima e seconda) e la sua realizzazione avverrà in conformità agli articoli 3, 4 e 6 del DPCM 80.07.93 "Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alle frequenze di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti".

Si precisa che, secondo quanto previsto dal Decreto 29 Maggio 2008 (G.U. n.156 del 5 luglio 2006), la tutela in merito alle fasce di rispetto di cui all'art.6 del DPCM 08 Luglio 2003 non si applica per le linee di media tensione in cavo cordato ad elica (interrato od aereo) quale è quello in oggetto, in quanto le relative fasce di rispetto hanno un'ampiezza ridotta, inferiore alle distanze previste dal D.M. del 21 Marzo 1988 n.28 sopra citato e s.m.i..

Per ciò che riguarda le cabine di trasformazione l'unica sorgente di emissione è rappresentata dal trasformatore MT, quindi in riferimento al DPCM 8 luglio 2003 e al DM del MATTM del 29.05.2008, l'obiettivo di qualità si raggiunge, nel caso peggiore (trasformatore da 3150 kVA), già a circa 4 m (DPA) dalla cabina stessa.

Per quanto riguarda la cabina di consegna impianto, vista la probabile presenza del solo trasformatore per l'alimentazione dei servizi ausiliari in BT e l'entità delle correnti circolanti nei quadri e considerando inoltre che le cabine sono realizzate in cemento armato vibrato prefabbricato, non si avranno emissioni rilevanti nell'ambiente circostante. Inoltre, considerando che nelle cabine di trasformazione e nella cabina di consegna impianto sono previste presenze limitate nel tempo (circa 1 ora) e pochi giorni durante l'anno e che l'intera area dell'impianto fotovoltaico sarà racchiusa all'interno di una recinzione metallica che impedisce l'ingresso di personale non autorizzato, si può escludere pericolo per la salute umana". Limitazione del consumo di risorse naturali

### **6.4 Consumo di risorse naturali**

Le tecniche progettuali adottate per limitare il consumo di risorse naturali del presente progetto sono riassumibili come segue:

- Utilizzo di inseguitori monoassiali in configurazione bifilare per ridurre l'occupazione di suolo e massimizzare la potenza installata e la producibilità dell'impianto;
- Realizzazione della viabilità d'impianto in ghiaia per evitare alcun tipo di impatto nel suolo;
- Utilizzo della tecnica di semplice infissione nel suolo per le strutture degli inseguitori e per i pali della recinzione perimetrale, per evitare lavori di scavo e il ricorso a plinti di fondazione;
- Mantenimento dell'area sotto i pannelli allo stato naturale per evitare il consumo e l'artificializzazione del suolo;

**BIO Soc. Agricola srl**

V.le Cavour, 136 - Siena (SI)

P.I 01483240527

**IMPIANTO AGRIVOLTAICO 45,594 MWp**

Regione Toscana– Provincia Grosseto

Comune Campagnatico-Roccalbegna

- Realizzazione dei cavidotti esterni all'impianto a margine della viabilità esistente e con macchina spingitubo, per ridurre al minimo gli scavi;
- Eventuale pulizia dei pannelli con acqua demineralizzata, per evitare il consumo di acqua potabile e con idropultrici a getto, per evitare il ricorso a detergenti e sgrassanti che possano modificare le caratteristiche del soprassuolo;
- Taglio della vegetazione e del manto erbaceo naturale sotto i pannelli con greggi di ovini, per evitare il ricorso a macchinari e diserbanti che possano alterare la struttura chimica del suolo e del soprassuolo.

**6.5 Utilizzo dell'energia prodotta**

La produzione di energia elettrica mediante conversione fotovoltaica, oltre ad essere un processo a zero emissioni nocive, permette grazie alla riduzione dei costi di realizzazione di immettere energia elettrica nel mercato libero con margini ridotti ma costanti per l'intera vita utile dell'impianto.

FAUSTO Fernando  
ord ingg perugia A859