



REGIONE
SARDEGNA



PROVINCIA DI
SASSARI



COMUNE DI
MORES



COMUNE DI
TORRALBA



COMUNE DI
BONORVA

Realizzazione di un impianto agrivoltaico avanzato integrato con allevamento non intensivo di ovini, produzione agricola, produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile fotovoltaica e sistema di accumulo elettrochimico da ubicarsi in agro di Mores (SS) e delle relative opere di connessione alla Stazione Elettrica RTN nel Comune di Bonorva (SS)

Impianto FV: Potenza nominale cc: 72,618 MWp - Potenza in immissione ca: 60,00 MVA
Sistema di accumulo: Potenza nominale ca: 10,00 MVA

ELABORATO

RELAZIONE SPECIALISTICA IMPIANTO FV E RETE DI TERRA

IDENTIFICAZIONE ELABORATO

Livello progetto	Codice Pratica	Documento	Codice elaborato	n° foglio	n° tot. fogli	Nome file	Data	Scala
PD		R	2.2	1	40	R_2.2_IMPIANTOFVETERRA.pdf	Dicembre 2023	n.a.

REVISIONI

Rev. n°	Data	Descrizione	Redatto	Verificato	Approvato
00	22/12/2023	I Emissione	ADORNO	ADORNO	AMBRON

PROGETTAZIONE:

MATE System S.r.l.

Via G. Mameli, n.5
70020 Cassano delle Murge (BA)
tel. +39 080 5746758
mail: info@matesystemsrl.it
pec: matesystem@pec.it

Progettista:

Ing. Francesco Ambron



DIRITTI Questo elaborato è di proprietà della proponente pertanto non può essere riprodotto né integralmente, né in parte senza l'autorizzazione scritta della stessa. Da non utilizzare per scopi diversi da quelli per cui è stato fornito.

PROPONENTE:
MARMARIA SOLARE 3 S.r.l.
Via TEVERE n° 41
00198 ROMA



Committente: MARMARIA SOLARE 3 S.R.L. Via TEVERE, 41 – 00198 ROMA		Progettazione: Mate System S.r.l. Via G.Mameli n.5, Cassano delle Murge (BA)	
Cod. elab.: R 2.1 04	Relazione specialistica impianto fotovoltaico e rete di terra	Formato: A4	
Data: 20/12/2023		Scala: n.a.	

REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO AVANZATO INTEGRATO CON ALLEVAMENTO NON INTENSIVO DI OVINI, PRODUZIONE AGRICOLA, PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE RINNOVABILE FOTOVOLTAICA E SISTEMA DI ACCUMULO ELETTROCHIMICO DA UBICARSI IN AGRO DI MORES (SS) E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA STAZIONE ELETTRICA RTN NEL COMUNE DI BONORVA (SS)

Impianto FV:Potenza nominale cc: 72,618 MWp – Potenza nominale ca: 60 MVA

Sistema di accumulo: Potenza nominale ca: 10,000 MVA

COMMITTENTE:

MARMARIA SOLARE 3 S.r.l.

Via TEVERE, 41 00198

– ROMA

PROGETTAZIONE a cura di:

MATE SYSTEM S.R.L.

Via Goffredo Mameli, 5

70020 – Cassano delle Murge (BA)

Ing. Francesco Ambron

**RELAZIONE SPECIALISTICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO
E RETE DI TERRA**

Committente: MARMARIA SOLARE 3 S.R.L. Via TEVERE, 41 – 00198 ROMA		Progettazione: Mate System S.r.l. Via G.Mameli n.5, Cassano delle Murge (BA)	
Cod. elab.: R 2.1 04	Relazione specialistica impianto fotovoltaico e rete di terra	Formato: A4	
Data: 20/12/2023		Scala: n.a.	

Sommario

1.	<i>OGGETTO</i>	3
2.	<i>DESCRIZIONE DELLE OPERE</i>	3
3.	<i>DEFINIZIONI</i>	4
4.	<i>RIFERIMENTI NORMATIVI E LEGISLATIVI</i>	4
5.	<i>ELEMENTI PROGETTUALI COSTITUENTI IL PARCO FOTOVOLTAICO</i>	8
6.	<i>STRADE DI ACCESSO E VIABILITÀ DI SERVIZIO</i>	8
7.	<i>STRUTTURE DI SOSTEGNO</i>	8
8.	<i>CAVIDOTTI MT</i>	10
9.	<i>ILLUMINAZIONE ORDINARIA</i>	11
10.	<i>IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE DI SICUREZZA</i>	11
11.	<i>TUBAZIONI</i>	11
12.	<i>CAVI ELETTRICI</i>	12
13.	<i>CONNESSIONE E DERIVAZIONI</i>	13
14.	<i>IMPIANTO DI TERRA</i>	14
15.	<i>PROTEZIONI DALLE SCARICHE ATMOSFERICHE</i>	14
16.	<i>QUALITÀ DEI MATERIALI</i>	15
17.	<i>PRODUCIBILITÀ DEL SITO</i>	15
18.	<i>ALLEGATI</i>	15
	<i>Allegato I – Terminologia</i>	17
	<i>Allegato II - Normativa di riferimento</i>	19
	<i>Allegato III - Caratteristiche pannelli</i>	21
	<i>Allegato IV – Caratteristiche inverter</i>	23
	<i>Allegato V – Caratteristiche tracker</i>	26
	<i>Allegato VI – Producibilità del sito</i>	28

Committente: MARMARIA SOLARE 3 S.R.L. Via TEVERE, 41 – 00198 ROMA		Progettazione: Mate System S.r.l. Via G.Mameli n.5, Cassano delle Murge (BA)	
Cod. elab.: R 2.1 04	Relazione specialistica impianto fotovoltaico e rete di terra		Formato: A4
Data: 20/12/2023			Scala: n.a.

1. OGGETTO

Lo scopo del presente documento è definire tecnicamente l'impianto di generazione elettrica con utilizzo della fonte rinnovabile solare attraverso conversione fotovoltaica.

Il progetto prevede la realizzazione di un impianto cosiddetto "agrivoltaico", in quanto oltre ad un impianto di produzione di energia elettrica da fonte fotovoltaica e alle relative opere di connessione alla RTN, sarà contestualmente avviata un'attività agricola al fine di rendere meno invasiva l'immissione dell'impianto nel contesto agricolo: una scelta innovativa ed efficiente che centra appieno l'obiettivo della sostenibilità ambientale in riferimento sia alla tutela delle risorse agricole sia alla produzione di energia elettrica totalmente green.

L'impianto avrà potenza attiva nominale di 72,618 MWp, sarà dotato di sistema ad inseguimento monoassiale in modalità "backtracking" e sarà installato sui terreni siti nel territorio del comune di Mores (SS).

Catastalmente le aree oggetto d'intervento fotovoltaico, risultano distinte in catasto come segue:

- Comune di Mores Foglio di mappa n.°16, p.lle 143-144-147-148-149-155-157-368-195-196
- Comune di Mores Foglio di mappa n.°17, p.lle 23-119-24-25-26-37-27-149-34-35-36-29-152-153-154-32-163-171
- Comune di Mores Foglio di mappa n.°20, p.lle 46-48-49-152-154;
- Comune di Mores Foglio di mappa n.°22, p.lle 2-231-1-84-32-196-200-192-194-71-79-78-77-58;

Le necessarie opere di connessione alla Rete di Trasmissione Nazionale (RTN) ricadenti in agro Bonorva (SS). L'energia elettrica prodotta sarà immessa in regime di cessione totale nella rete di trasmissione nazionale RTN con allaccio in Alta Tensione tramite collegamento in antenna sulla sezione a 36 kV della stazione elettrica di proprietà di TERNA SpA.

2. DESCRIZIONE DELLE OPERE

È prevista la realizzazione delle seguenti opere:

- Impianto di produzione di energia elettrica da fonte solare – fotovoltaica;
- Trasformazione dell'energia elettrica BT/MT mediante le MV skid;
- Trasformazione dell'energia elettrica MT/AT (cabina elettrica di trasformazione e consegna completa di apparecchiature di protezione, sezionamento e controllo);
- Impianto di connessione alla rete AT di trasmissione nazionale;
- Distribuzione elettrica BT in cc (all'interno del campo fotovoltaico);
- Distribuzione elettrica MT a 30 kV;
- Distribuzione elettrica AT a 36 kV (tra la Sottostazione Utente 36/30 kV e la stazione elettrica di Terna);

Committente: MARMARIA SOLARE 3 S.R.L. Via TEVERE, 41 – 00198 ROMA		Progettazione: Mate System S.r.l. Via G.Mameli n.5, Cassano delle Murge (BA)	
Cod. elab.: R 2.1 04	Relazione specialistica impianto fotovoltaico e rete di terra		Formato: A4
Data: 20/12/2023			Scala: n.a.

- Impianto elettrico al servizio delle cabine elettriche di campo, di trasformazione e di connessione;
- Impianto di alimentazione utenze in continuità assoluta;
- Impianti di servizio: illuminazione ordinaria locali tecnici;
- Impianti di servizio: illuminazione di sicurezza locali tecnici, realizzato con lampade autoalimentate;
- Impianti di servizio: impianto di allarme (antintrusione ed antincendio) e videosorveglianza (videocamere, pali di sostegno e condutture ad essi relativi);
- Impianto di terra;
- BESS;
- Esecuzione delle opere di murarie varie nelle cabine elettriche;
- Scavi, interri e ripristini per la posa delle condutture e dei dispersori di terra.

3. DEFINIZIONI

Nella presente relazione verranno utilizzati i termini e le definizioni riportate nell'art. 2 del D.M. 28 Luglio 2005 e s.m.i., "Criteri per l'incentivazione della produzione di energia elettrica mediante conversione fotovoltaica della fonte solare", nonché della vigente normativa CEI (con particolare riferimento alle norme CEI 11-20 "Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati alle reti di I e II categoria", e alla guida CEI 82-25 "Guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa tensione").

4. RIFERIMENTI NORMATIVI E LEGISLATIVI

Gli impianti elettrici dovranno essere realizzati nel rispetto delle disposizioni seguenti (elenco non esaustivo):

- D.P.R. 27.04.1955 n. 547 e successive modificazioni;
- D.P.R. 07.01.1956 n. 164 e successive modificazioni;
- D.P.R. 19.03.1956 n. 303 e successive modificazioni;
- Legge 07.12.1984 n. 818 e successive modificazioni;
- Legge 01.03.1990 n. 186;
- Legge 18.10.1977 n. 791;
- D.M. n. 37 del 22-01-08;
- D.Lgs. n. 81/2008 e s.m.i.

Si richiamano le prescrizioni degli Enti Locali preposti ai controlli: ASL, ISPESL, Vigili del Fuoco, Aziende distributrici elettriche, del gas, ecc.

Committente: MARMARIA SOLARE 3 S.R.L. Via TEVERE, 41 – 00198 ROMA		Progettazione: Mate System S.r.l. Via G.Mameli n.5, Cassano delle Murge (BA)	
Cod. elab.: R 2.1 04	Relazione specialistica impianto fotovoltaico e rete di terra		Formato: A4
Data: 20/12/2023			Scala: n.a.

Si sottolinea che dovranno essere osservate altresì le pertinenti norme: CEI, UNI e le tabelle CEI UNEL. Relativamente alle norme CEI dovranno essere rispettate quelle in vigore all'atto esecutivo dei lavori con particolare riferimento, a titolo esemplificativo, e non esaustivo, alle Norme di seguito elencate:

- Criteri di allacciamento alla rete AT della distribuzione;
- ENEL DK 5310;
- CEI 11-1 Impianti elettrici con tensione superiore a 1kV in corrente alternata;
- CEI 11-4 Esecuzione delle linee elettriche aeree esterne;
- CEI 11-15 Esecuzione di lavori sotto tensione;
- CEI 11-17 Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica – linee in cavo;
- CEI 11-20 Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria;
- CEI 11-25 Calcolo delle correnti di cortocircuito nelle reti trifasi a corrente alternata;
- CEI EN60865-1 Calcolo degli effetti delle correnti di cortocircuito;
- CEI 11-28 Calcolo delle correnti di cortocircuito nelle reti radiali a B.T.;
- CEI 11-35 Guida all'esecuzione delle cabine elettriche d'utente;
- CEI 11-37 Guida all'esecuzione degli impianti di terra negli stabilimenti industriali per sistemi di I, II e III categoria;
- CEI 17-1 Interruttori a corrente alternata a tensione superiore a 1000V;
- CEI 17-4 (CEI EN60129) Sezionatori e sezionatori di terra a corrente alternata a tensione superiore a 1000V;
- CEI 17-6 (CEI EN60298) Apparecchiature prefabbricate con involucro metallico per tensioni da 1kV a 52kV;
- CEI 17-9/1 (CEI EN60265-1) Interruttori di manovra ed interruttori di manovra-sezionatori per tensioni da 1kV a 52kV;
- CEI 17-9/2 (CEI EN60265-2) Interruttori di manovra ed interruttori di manovra-sezionatori per tensioni uguali o superiori a 52kV;
- CEI 17-21 (CEI EN60694) Apparecchiatura di manovra e di comando ad alta tensione-Prescrizioni comuni;
- CEI 17-46 (CEI EN60420) Interruttori di manovra ed interruttori-sezionatori con fusibili ad alta tensione per corrente alternata;
- CEI 17-68 (CEI EN50187) Apparecchiatura di manovra con involucro metallico con isolamento a gas per tensioni da 1kV a 52kV;
- IEC 99-4 Scaricatori di sovratensione per sistemi di II e III categoria;
- CEI 17-13/1 (CEI EN60439-1) Apparecchiature assiemate di protezione e manovra per B.T. - Quadri elettrici AS ed ANS;

Committente: MARMARIA SOLARE 3 S.R.L. Via TEVERE, 41 – 00198 ROMA		Progettazione: Mate System S.r.l. Via G.Mameli n.5, Cassano delle Murge (BA)	
Cod. elab.: R 2.1 04	Relazione specialistica impianto fotovoltaico e rete di terra		Formato: A4
Data: 20/12/2023			Scala: n.a.

- CEI 20-13 Cavi isolati in gomma EPR con tensione non superiore a $U_0/U=0.6/1kV$;
- CEI 20-14 Cavi isolati in PVC con tensione non superiore a $U_0/U=0.6/1kV$;
- CEI 20-21 Calcolo della portata dei cavi elettrici;
- CEI 20-22 Prove dei cavi non propaganti l'incendio;
- CEI 20-33 Giunzioni e terminazioni per cavi di energia con tensione fino a $U_0/U=0.6/1kV$;
- CEI 20-37 Cavi elettrici-prove sui gas emessi durante la combustione;
- CEI UNEL 35024/1 Portate di corrente in regime permanente per posa in aria di cavi B.T. ad isolamento elastomerico o termoplastico;
- CEI 64-8 Impianti elettrici utilizzatori di B.T. - Parti 1...7;
- CEI UNEL 35024/1EC Portate di corrente in regime permanente per posa in aria di cavi B.T. ad isolamento elastomerico o termoplastico;
- CEI 23-28 Tubi per installazioni elettriche/tubi metallici;
- CEI 23-39 (CEI EN50086-1) Sistemi di tubi ed accessori per installazioni elettriche/prescrizioni generali;
- CEI 23-54 (CEI EN50086-2-1) Sistemi di tubi ed accessori per installazioni elettriche/tubi rigidi;
- CEI 23-55 (CEI EN50086-2-2) Sistemi di tubi ed accessori per installazioni elettriche/tubi pieghevoli;
- CEI 23-56 (CEI EN50086-2-3) Sistemi di tubi ed accessori per installazioni elettriche/tubi flessibili;
- CEI 23-29 Cavidotti in materiale plastico;
- CEI 23-19 Sistemi di canali isolanti portacavi ad uso battiscopa;
- CEI 23-32 Sistemi di canali isolanti portacavi e portapparecchi per utilizzo a soffitto o parete;
- CEI 23-31 Sistemi di canali metallici portacavi ed accessori;
- CEI 23-20/23-21/23-30/23-35/23-41 Dispositivi di connessione e morsetti;
- CEI 23-48 (1998) Involucri per installazioni elettriche ad uso domestico o similare - Cassette;
- CEI 23-49 Involucri per installazioni elettriche ad uso domestico o similare - Quadri elettrici;
- CEI 23-51 Prescrizioni per la realizzazione dei quadri elettrici ad uso domestico o similare;
- CEI 23-51V1 Prescrizioni per la realizzazione dei quadri elettrici ad uso domestico o similare;
- CEI 17-44 (CEI EN60947-1) Apparecchiature per B.T. - Regole generali;
- CEI 17-5 (CEI EN60947-2) Interruttori automatici per B.T.;
- CEI EN60947-2 (Appendice B) Dispositivi differenziali indipendenti con toroide separato;
- CEI 17-11 (CEI EN60947-3) Interruttori di manovra e sezionatori con o senza fusibili per B.T.;
- CEI 17-50 (CEI EN60947-4-1) Contattori ed avviatori elettromeccanici per B.T.;
- CEI 17-45 (CEI EN60947-5-1) Dispositivi per circuiti di comando e manovra in B.T.;
- CEI 17-47 (CEI EN60947-6-1) Apparecchiature di commutazione automatica in B.T.;
- CEI 17-48 (CEI EN60947-7-1) Morsettiere per conduttori in B.T.;
- CEI 17-41 (CEI EN61095) Contattori elettromeccanici per usi domestici o similari;
- CEI 41-1 Relè ausiliari elettromeccanici;

Committente: MARMARIA SOLARE 3 S.R.L. Via TEVERE, 41 – 00198 ROMA		Progettazione: Mate System S.r.l. Via G.Mameli n.5, Cassano delle Murge (BA)	
Cod. elab.: R 2.1 04	Relazione specialistica impianto fotovoltaico e rete di terra	Formato: A4	
Data: 20/12/2023		Scala: n.a.	

- CEI 23-3 (CEI EN60898) Interruttori automatici per usi domestici e similari;
- CEI 23-12 (CEI EN60309-1/2) Prese a spina per usi industriali;
- CEI 23-5 Prese a spina per usi domestici e similari;
- CEI 23-50 Prese a spina per usi domestici e similari;
- CEI 23-16 Prese a spina di tipo complementare per usi domestici e similari;
- CEI 23-9 (CEI EN60669-1) Apparecchi di comando non automatici per usi domestici e similari;
- CEI EN60669-2-1/2 Relè passo/passivo modulari;
- CEI 23-42 (CEI EN61008-1) Interruttori differenziali senza sganciatori di sovracorrente incorporati per usi domestici e similari;
- CEI 23-43 (CEI EN61008-2-1) Interruttori differenziali senza sganciatori di sovracorrente incorporati per usi domestici e similari;
- CEI 23-18 (CEI EN61009-2-1) Interruttori differenziali con sganciatori di sovracorrente incorporati per usi domestici e similari;
- CEI 23-44 (CEI EN61009-1) Interruttori differenziali con sganciatori di sovracorrente incorporati per usi domestici e similari;
- CEI EN61036 Contatori elettrici statici di energia attiva per corrente alternata;
- CEI EN61010-1 Strumenti di misura digitali;
- CEI EN60414/CEI EN60051 Strumenti di misura analogici;
- CEI 66-5/85-3/85-4/85-5/85-7 Strumenti di misura;
- CEI 38-1 (CEI EN60044-1) Trasformatori di corrente per misura;
- CEI 38-2 Trasformatori di tensione per misura;
- EN 60730-1/2 Termostati modulari;
- EN 61000-3-2 Interruttori crepuscolari modulari;
- CEI EN60730-1/2 Interruttori orari modulari;
- CEI 81-10 Protezione delle strutture contro i fulmini;
- CEI 37-1 Limitatori di sovratensione a resistori non lineari con spinterometri;
- CEI 37-2 Limitatori di sovratensione ad ossido di metallo senza spinterometri;
- IEC 60840 Cavi AT per posa interrata;
- CEI EN IEC 62933 – 1 (2018-10) Sistemi di accumulo di energia – Parte 1: vocabolario
- CEI EN IEC 62933 – 2 – 1 Sistemi di accumulo di energia – Parte 2 - : Parametri unitari e metodi di prova – Specifiche generali”
- IEC TS 62933 – 3 – 1 (2018 – 08) Parte 3 – 1 : Plan-ning and performance assessment of electrical energy storage system – General Specification
- IEC TS 62933 – 4 – 1 Parte 4 – 1 : Guidance on environmental issues

Committente: MARMARIA SOLARE 3 S.R.L. Via TEVERE, 41 – 00198 ROMA		Progettazione: Mate System S.r.l. Via G.Mameli n.5, Cassano delle Murge (BA)	
Cod. elab.: R 2.1 04	Relazione specialistica impianto fotovoltaico e rete di terra		Formato: A4
Data: 20/12/2023			Scala: n.a.

- IEC TS 62933 – 5 – 1 Parte 4 – 1 : Safety considerations for grid – integrated EES systems – General specification
- IEC 62933 – 5 – 2 Parte 5 – 2: Safety requirements for grid integrated ESS systems – Electrochemical based systems

5. ELEMENTI PROGETTUALI COSTITUENTI IL PARCO FOTOVOLTAICO

L'impianto fotovoltaico sarà costituito da **n. 109.200** moduli fotovoltaici marca Canadian Solar Inc. modello HiKu7 Mono della potenza di **665 Wp** cadauno (o equivalente), ordinati in **stringhe da 30 moduli** in serie per un totale di **n. 3.640** stringhe che saranno collegate a **n. 8 power station** marca INGECON, che conterranno in totale 19 inverter centralizzati del medesimo brand.

La **potenza nominale in c.c.** dell'impianto sarà di 72,618 MWp e la **potenza totale in immissione in c.a.** sarà di 70,000 MVA, comprensiva di 10 MW di accumulo.

6. STRADE DI ACCESSO E VIABILITÀ DI SERVIZIO

Per quanto possibile si cercherà di utilizzare la viabilità già esistente, al fine di minimizzare gli effetti derivanti dalla realizzazione sia delle opere di accesso così come quelle per l'allacciamento alla rete di trasmissione nazionale. L'ubicazione dei moduli fv è stata studiata tenendo in debito conto la presenza delle strade principali di accesso e delle strade secondarie. All'interno del parco sarà realizzata una viabilità di servizio per garantire sia un rapido accesso ai combinatori e ai trasformatori, che la posa di tutte le linee interne MT. La viabilità dovrà favorire anche le operazioni di manutenzione ordinaria delle diverse file dell'impianto fotovoltaico e dell'impianto di accumulo.

7. STRUTTURE DI SOSTEGNO

Per la realizzazione di questo impianto saranno utilizzate strutture di sostegno di **tipo mobile**.

La struttura di supporto del tracker è realizzata in acciaio da costruzione e progettata secondo gli Eurocodici. La maggior parte dei componenti metallici (trave, pali) è zincata a caldo secondo la norma DIN EN 10346. Sono inoltre disponibili in commercio diverse lunghezze del tracker, ciascuna con un numero diverso di stringhe: per questo progetto si è optato per un tipo di struttura (tracker) costituita da due stringhe di 30 moduli ciascuna (totale n. 1.820 tracker). Tale soluzione è stata scelta per ottimizzare le diverse fasi di realizzazione e messa in opera delle strutture stesse.

I gruppi di stringhe sono disposti sull'area, con un **pitch di 9 metri**, secondo i vincoli imposti dal perimetro del lotto disponibile, mantenendo fra i gruppi i necessari percorsi carrabili di servizio, estesi anche al perimetro dell'area. La soluzione tecnica prescelta per i supporti consentirà una rapida rimozione dell'impianto con le relative strutture di supporto al termine del suo ciclo di vita utile, previsto in sede di progetto in 30 anni.

Committente: MARMARIA SOLARE 3 S.R.L. Via TEVERE, 41 – 00198 ROMA		Progettazione: Mate System S.r.l. Via G.Mameli n.5, Cassano delle Murge (BA)	
Cod. elab.: R 2.1 04	Relazione specialistica impianto fotovoltaico e rete di terra		Formato: A4
Data: 20/12/2023			Scala: n.a.

Il tracker che si propone è il modello SF7 (o equivalente) della società spagnola SOLTEC , uno dei migliori inseguitori monoassiali presente sul mercato, consente risparmi significativi su fondazioni e costi di classificazione.

- FONDAZIONI STRUTTURE DI SOSTEGNO

Le strutture di sostegno moduli verranno ancorate al terreno per mezzo di fondazioni a vite o pali profilati a C ad infissione, cioè dei pali in acciaio che possono presentare sulla parte finale una filettatura in grado di consentire una vera e propria avvitatura del palo nel terreno o un'infissione a percussione tramite macchina battipali.

Questi pali saranno piantati nel terreno per una **profondità presunta di circa 1,5 m** dal piano campagna e serviranno come punto di ancoraggio per le strutture di supporto dei pannelli. Tali strutture, realizzate per mezzo di profili in acciaio zincato tra loro collegati, andranno a creare un telaio di appoggio per i pannelli fotovoltaici.

La fondazione su pali infissi minimizza le perturbazioni indotte nel terreno durante le fasi di cantierizzazione dell'opera e, conseguentemente, l'impatto ambientale della struttura (di fatto viene ridotto a zero l'utilizzo di cemento armato). La profondità di infissione verrà verificata mediante calcoli statici, tenendo conto dei carichi di esercizio della struttura portante e delle caratteristiche meccaniche del terreno derivate da analisi geologiche e test in loco.

- CARATTERISTICHE DEL SISTEMA DI INSEGUIMENTO SOLARE – TRACKER

Sistema di tracker:	0° asse nord sud - orizzontale - monoasse
Range di inseguimento est-ovest massimo:	120° (60° per lato) – nel nostro caso $\pm 13^\circ$
Distanza tra le file:	Liberamente definibile – nel nostro caso 9,00 m
GCR-rapporto di copertura del suolo:	Configurabile, tipicamente 30-60%
Numero moduli FV:	109.200
Tolleranza pendenza Est-Ovest:	Nessun limite
Tolleranza pendenza Nord-Sud:	Fino a $\pm 8,5^\circ$
Altezza minima di installazione dal suolo	0,4 m
Sistema di azionamento:	Motore (attuatore elettrico lineare) in AC
Consumo	< 0,03 kWh/giorno per tracker
Specifiche Meccaniche	
Materiale:	Acciaio rivestito
Fondazioni:	Profilo Omega con rinforzo aggiuntivo per speronamento diretto, preforatura
Standard di protezione dalla corrosione:	C3
Rivestimenti:	Secondo ISO 1461:2009

Committente: MARMARIA SOLARE 3 S.R.L. Via TEVERE, 41 – 00198 ROMA		Progettazione: Mate System S.r.l. Via G.Mameli n.5, Cassano delle Murge (BA)	
Cod. elab.: R 2.1 04	Relazione specialistica impianto fotovoltaico e rete di terra		Formato: A4
Data: 20/12/2023			Scala: n.a.

Infissione:	È necessario solo un basso fondamento (1,2 - 1,6 m); notevole risparmio di materiale
Configurazione tracker	
Design:	2 x 30 moduli fotovoltaici in configurazione 2x verticale
Montaggio Moduli FV:	Moduli montabili direttamente sulla struttura dell'inseguitore senza guide di montaggio o morsetti aggiuntivi
Sistema di controllo:	<ul style="list-style-type: none"> • Sistema di controllo del monitoraggio: algoritmo astronomico • Backtracking: backtracking individuale • Tecnologia dei sensori: inclinazione, vento, neve, temperatura • Posizione notturna: inclinata in qualsiasi grado richiesto per evitare lo sporco (pioggia, sabbia) • Comunicazione: wireless oppure via cavo RS485
Vantaggi del Tracker:	<p>Inseguimento senza usura dei manovellismi zero stress sui moduli</p> <p>Pulizia facile e veloce estremamente adattabile al terreno</p> <p>Basso punto di equilibrio per ridurre efficacemente i carichi sulle fondazioni</p>

8. CAVIDOTTI MT

Come detto, l'impianto fotovoltaico è previsto nel comune di Mores (SS) mentre la relativa sottostazione nel comune di Bonora (SS) : la distanza tra la sottostazione utente e la cabina di ricezione-consegna del campo fotovoltaico è di circa 7,9 km..

I cavidotti, in caso di posa non direttamente interrata, saranno del tipo corrugato con doppia parete liscia internamente in polietilene alta densità (PEAD) con dimensioni specificate nelle tavole allegate alla presente e dovranno costituire un cavidotto per il passaggio di cavi tra manufatti; dovranno contenere il filo guida in rame isolato per un eventuale reinfilaggio dei cavi, filo che rimarrà anche dopo la posa dei conduttori di alimentazione.

La posa delle linee in cavo in cavidotto è classificata come posa tipo 61 nella norma CEI 64-8 con tali caratteristiche:

- Temperatura di posa: -30/+60°C
- Resistenza allo schiacciamento: $\geq 450\text{N}$
- Resistenza dielettrica: $> 800\text{kV/cm}$
- Resistenza d'isolamento: $> 100\text{M}\Omega$

Saranno realizzati:

- Cavidotto Perimetrale per la videosorveglianza e l'illuminazione;
- I cavidotti per la parte in corrente continua, dai gruppi di stringhe agli inverter distribuiti
- I cavidotti per la parte in corrente alternata BT 800 V, in uscita dagli inverter fino alle cabine di trasformazione;

Committente: MARMARIA SOLARE 3 S.R.L. Via TEVERE, 41 – 00198 ROMA		Progettazione: Mate System S.r.l. Via G.Mameli n.5, Cassano delle Murge (BA)	
Cod. elab.: R 2.1 04	Relazione specialistica impianto fotovoltaico e rete di terra		Formato: A4
Data: 20/12/2023			Scala: n.a.

- I cavidotti per la parte in corrente alternata MT 30 kV che collegheranno le cabine di trasformazione alla cabina di ricezione in entra-esce;
- Il cavidotto in MT 30 kV dalla cabina MT sino alla stazione utente di trasformazione 36/30 kV;
- Cavidotto in AT dalla stazione utente di raccolta AT fino al punto di connessione della Rete RTN (Stallo in SE Terna).

9. ILLUMINAZIONE ORDINARIA

L'illuminazione ordinaria artificiale dei vari ambienti e l'illuminazione perimetrale esterna sarà realizzata impiegando corpi illuminanti ad alta efficienza idonee al conseguimento del risparmio energetico. L'illuminazione artificiale sarà realizzata in conformità alle prescrizioni della norma UNI 10380.

10. IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE DI SICUREZZA

L'illuminazione di sicurezza sarà garantita da apparecchi autoalimentati. L'impianto di sicurezza sarà indipendente da qualsiasi altro impianto elettrico del sito. I dispositivi di protezione contro le sovracorrenti saranno installati in modo da evitare che una sovracorrente in un circuito comprometta il corretto funzionamento degli altri circuiti di sicurezza. Tutti i corpi illuminanti impiegati presenteranno grado di protezione IP65 e saranno realizzati in materiale isolante in esecuzione a doppio isolamento. L'autonomia minima di funzionamento dell'impianto di illuminazione di sicurezza dovrà essere di un'ora.

11. TUBAZIONI

La posa dei cavi elettrici costituenti gli impianti in oggetto è stata prevista in canalizzazioni distinte o comunque dotate di setti separatori interni per quanto riguarda le seguenti tipologie di circuiti:

- energia elettrica;
- segnalazione e speciali.

Le caratteristiche dimensionali ed i percorsi delle canalizzazioni sono riportati negli schemi planimetrici di progetto.

Le tubazioni impiegate per realizzare gli impianti saranno dei seguenti tipi:

- tubo flessibile in PVC autoestinguente, serie pesante, con Marchio di Qualità, conforme alle Norme EN 50086, con colorazione differenziata in base all'impiego, posato entro cavedio/parete prefabbricata o incassato a parete/pavimento
- tubo flessibile corrugato a doppia parete in polietilene alta densità, o tubo rigido in PVC serie pesante, conforme alle norme EN50086 per posa interrata 450N; caratteristiche dello scavo e la profondità di interrimento sono dettagliatamente riportate negli elaborati grafici di progetto.

Committente: MARMARIA SOLARE 3 S.R.L. Via TEVERE, 41 – 00198 ROMA		Progettazione: Mate System S.r.l. Via G.Mameli n.5, Cassano delle Murge (BA)	
Cod. elab.: R 2.1 04	Relazione specialistica impianto fotovoltaico e rete di terra		Formato: A4
Data: 20/12/2023			Scala: n.a.

12. CAVI ELETTRICI

Il trasporto dell'energia generata dai pannelli fotovoltaici agli inverter avverrà per mezzo di cavi tipo H1Z2Z2-K (Al) massimo da 10 mm² posati all'interno di passerelle metalliche posizionate sotto ai pannelli o all'interno dei cavidotti sopraccitati fino ai rispettivi inverter.

Dagli inverter fino alla relativa cabina di trasformazione saranno impiegati cavi tipo ARG16R16 di sezione variabile, in accordo con il dimensionamento elettrico.

La rete di MT 30 kV di tutto il campo fotovoltaico sarà realizzata mediante il cavo tipo ARE4H1R avente sezioni variabili.

La scelta delle sezioni dei cavi è stata effettuata in base alla loro portata nominale (calcolata in base ai criteri di unificazione e di dimensionamento riportati nelle Tabelle CEI-UNEL), alle condizioni di posa e di temperatura, al limite ammesso dalle Norme per quanto riguarda le cadute di tensione massime ammissibili (inferiori al 4%) ed alle caratteristiche di intervento delle protezioni secondo quanto previsto dalle vigenti Norme CEI 64-8. La portata delle condutture sarà commisurata alla potenza totale che si prevede di installare. Nei circuiti trifase i conduttori di neutro potranno avere sezione inferiore a quella dei corrispondenti conduttori di fase, purché il carico sia sostanzialmente equilibrato ed il conduttore di neutro sia protetto per un cortocircuito in fondo alla linea; in tutti gli altri casi al conduttore di neutro verrà data la stessa sezione dei conduttori di fase.

La sezione del conduttore di protezione non sarà inferiore al valore determinato con la seguente formula:

$$S_p = \frac{\sqrt{I^2 T}}{K}$$

dove:

- Sp = sezione del conduttore di protezione (mm);
- I = valore efficace della corrente di guasto che percorre il conduttore di protezione per un guasto franco a massa (A);
- T = tempo di interruzione del dispositivo di protezione (s);
- K = fattore il cui valore per i casi più comuni è dato nelle tabelle VI, VII, VIII e IX delle norme C.E.I. 64-8 e che per gli altri casi può essere calcolato come indicato nell'Appendice H delle stesse norme.

I cavi unipolari e le anime dei cavi multipolari saranno contraddistinti mediante le seguenti colorazioni:

- nero, grigio e marrone (conduttori di fase);
- blu chiaro (conduttore di neutro);
- bicolore giallo-verde (conduttori di terra, di protezione o equipotenziali).

La rilevazione delle sovracorrenti è stata prevista per tutti i conduttori di fase. In ogni caso il conduttore di neutro non verrà mai interrotto prima del conduttore di fase o richiuso dopo la chiusura dello stesso. Nella scelta e nella installazione dei cavi si è tenuto presente quanto segue:

- per i circuiti a tensione nominale non superiore a 230/400 V i cavi avranno tensione nominale non

Committente: MARMARIA SOLARE 3 S.R.L. Via TEVERE, 41 – 00198 ROMA		Progettazione: Mate System S.r.l. Via G.Mameli n.5, Cassano delle Murge (BA)	
Cod. elab.: R 2.1 04	Relazione specialistica impianto fotovoltaico e rete di terra		Formato: A4
Data: 20/12/2023			Scala: n.a.

inferiore a 450/750 V;

- per i circuiti di segnalazione e di comando è ammesso l'impiego di cavi con tensione nominale non inferiore a 300/500 V, qualora posti in canalizzazioni distinte dai circuiti con tensioni superiori.

Le condutture non saranno causa di innesco o di propagazione d'incendio: saranno usati cavi, tubi protettivi e canali aventi caratteristiche di non propagazione della fiamma nelle condizioni di posa. Tutti i cavi appartenenti ad uno stesso circuito seguiranno lo stesso percorso e saranno quindi infilati nella stessa canalizzazione, cavi di circuiti a tensioni diverse saranno inseriti in tubazioni separate e faranno capo a scatole di derivazione distinte; qualora facessero capo alle stesse scatole, queste avranno diaframmi divisorii. I cavi che seguono lo stesso percorso ed in special modo quelli posati nelle stesse tubazioni, verranno chiaramente contraddistinti mediante opportuni contrassegni applicati alle estremità. Il collegamento dei cavi in partenza dai quadri e le derivazioni degli stessi cavi all'interno delle cassette di derivazione saranno effettuate mediante appositi morsetti. I cavi non trasmetteranno nessuna sollecitazione meccanica ai morsetti delle cassette, delle scatole, delle prese a spina, degli interruttori e degli apparecchi utilizzatori. I terminali dei cavi da inserire nei morsetti e nelle apparecchiature in genere, saranno muniti di capicorda oppure saranno stagnati. I cavi saranno sempre protetti contro la possibilità di danneggiamenti meccanici fino ad un'altezza di 2,5 m dal pavimento.

13. CONNESSIONE E DERIVAZIONI

Tutte le derivazioni e le giunzioni dei cavi saranno effettuate entro apposite cassette di derivazione di caratteristiche congruenti al tipo di canalizzazione impiegata. Negli impianti saranno pertanto utilizzate:

- cassette da incasso in materiale isolante autoestinguente (resistente fino 650°C alla prova a filo incandescente CEI 23-19), con Marchio di Qualità, in esecuzione IP40, posate ad incasso nelle pareti;
- cassette da esterno in pressofusione di alluminio, con Marchio di Qualità, in esecuzione IP55, posate in vista a parete/soffitto.

Tutte le cassette disporranno di coperchio rimovibile soltanto mediante l'uso di attrezzo. Per tutte le connessioni verranno impiegati morsetti da trafilato o morsetti volanti a cappuccio con vite isolati a 500 V.

Per quanto riguarda lo smistamento e l'ispezionabilità delle tubazioni interrate verranno impiegati pozzetti prefabbricati in cemento vibrato o (in casi particolari) in muratura di mattoni pieni o in cemento armato. I chiusini saranno carrabili (ove previsto) costituiti dai seguenti materiali:

- cemento, per aree verdi o comunque non soggette a traffico veicolare;
- ghisa classe D400, per carreggiate stradali;

I pozzetti saranno installati in corrispondenza di ogni punto di deviazione delle tubazioni rispetto all'andamento rettilineo, in ogni punto di incrocio o di derivazione di altra tubazione e comunque ad una interdistanza non superiore a 25 m.

Committente: MARMARIA SOLARE 3 S.R.L. Via TEVERE, 41 – 00198 ROMA		Progettazione: Mate System S.r.l. Via G.Mameli n.5, Cassano delle Murge (BA)	
Cod. elab.: R 2.1 04	Relazione specialistica impianto fotovoltaico e rete di terra		Formato: A4
Data: 20/12/2023			Scala: n.a.

14. IMPIANTO DI TERRA

L'impianto di terra è costituito dai seguenti elementi:

- Dispersore di terra;
- Corda nuda in rame;
- Cavi isolati di colore giallo-verde per connessioni apparati alla maglia di terra.

L'impianto di terra sarà unico e costituito da una corda in rame nudo da 95 mm², ampiamente dimensionata, interrata con posa diretta nel terreno a circa 0,8 m di profondità (1,2 m in prossimità del perimetro del lotto), integrata da picchetti infissi nel terreno entro pozzetti ispezionabili. Tutti locali tecnici saranno dotati di una maglia formata due anelli concentrici in corda di rame nudo della sezione di 50 mm² (che costituisce il dispersore orizzontale) installato a 0,80 cm dal piano di calpestio, integrato con n° 4 picchetti (che costituiscono dispersore verticale) in acciaio zincato, della lunghezza di 1,5 mt, infissi nel terreno, collegati all'impianto di terra. Per le strutture di sostegno sarà utilizzata la corda in rame nudo da 35 mm². Inoltre le cabine prefabbricate (o realizzate in opera) di distribuzione e impianto di irrigazione, faranno parte integrante del sistema di dispersione le reti in acciaio annegate nel pavimento dei locali tecnici per rendere detti locali equipotenziali.

Saranno direttamente collegati all'impianto di terra:

- tutti gli apparati installati nei locali tecnici/power station;
- le strutture di sostegno dei moduli fotovoltaici;
- i cancelli di ingresso al sito.

Tutti i conduttori di protezione ed equipotenziali presenti nell'impianto saranno identificati con guaina isolante di colore giallo-verde e saranno in parte contenuti all'interno dei cavi multipolari impiegati per l'alimentazione delle varie utenze, in parte costituiranno delle dorsali comuni a più circuiti.

L'impianto di terra è stato dimensionato tenendo conto dei valori più comuni della corrente di guasto monofase a terra e del tempo di eliminazione del guasto per impianti fv analoghi, adoperando inoltre ampi coefficienti di sicurezza. Ad ogni buon conto, sarà necessario richiedere al Distributore il valore della corrente di guasto monofase a terra e del tempo di eliminazione del guasto e, ai sensi dell'articolo 2 del D.P.R. 22 Ottobre 2001 n. 462, prima dell'entrata in servizio dell'impianto, sarà effettuata da parte di un tecnico abilitato la verifica dell'impianto di terra.

15. PROTEZIONI DALLE SCARICHE ATMOSFERICHE

Un campo fotovoltaico correttamente collegato a massa, non altera in alcun modo l'indice ceraunico della località di montaggio, e quindi la probabilità di essere colpito da un fulmine. I moduli fotovoltaici sono in alto grado insensibili alle sovratensioni atmosferiche, che invece possono risultare pericolose per le apparecchiature elettroniche di condizionamento della potenza. Per ridurre i danni dovuti ad eventuali sovratensioni, i quadri di parallelo sono muniti di varistori su entrambe le polarità dei cavi d'uscita. I varistori, per prevenire eventuali incendi, saranno segregati in appositi scomparti antideflagranti. In caso di

Committente: MARMARIA SOLARE 3 S.R.L. Via TEVERE, 41 – 00198 ROMA		Progettazione: Mate System S.r.l. Via G.Mameli n.5, Cassano delle Murge (BA)	
Cod. elab.: R 2.1 04	Relazione specialistica impianto fotovoltaico e rete di terra		Formato: A4
Data: 20/12/2023			Scala: n.a.

sovratensioni i varistori collegano una od entrambe le polarità dei cavi a massa e provocano l'immediato spegnimento degli inverter e l'emissione di un segnale d'allarme.

16. QUALITÀ DEI MATERIALI

Gli impianti sono progettati con riferimento a materiali/componenti di Fornitori primari, dotati di Marchio di Qualità, di marchiatura o di autocertificazione del Costruttore attestanti la costruzione a regola d'arte secondo la Normativa tecnica e la Legislazione vigente. Tutti i materiali/componenti rientranti nel campo di applicazione delle Direttive 73/23/CEE ("Bassa Tensione") e 89/336/CEE ("Compatibilità Elettromagnetica") e successive modifiche/aggiornamenti saranno conformi ai requisiti essenziali in esse contenute e saranno contrassegnati dalla marcatura CE.

Tutti i materiali/componenti presenteranno caratteristiche idonee alle condizioni ambientali e lavorative dei luoghi in cui risulteranno installati.

17. PRODUCIBILITÀ DEL SITO

La stima del potenziale energetico da fonte solare - fotovoltaica è generalmente un esercizio piuttosto complicato qualora siano presenti fonti di ombreggiamento vicine e/o da orizzonte; vista l'ubicazione dell'intervento (aperta campagna) e l'orografia del territorio, è possibile ipotizzare l'assenza di fenomeni di ombreggiamento.

La disponibilità di "sole" costituisce il fattore determinante per la sostenibilità economica, energetica ed ambientale di un parco fotovoltaico, e può essere valutata, su un intervento di larga scala come quello in oggetto, sulla base dei dati di irraggiamento disponibili sul portale del Photovoltaic Geographical Information System (PVGIS).

La producibilità di energia elettrica stimata al primo anno per il parco fotovoltaico in oggetto, di potenza attiva nominale in immissione pari a 70.000 MVA, ha un valore prossimo a 115.196,82 MWh/anno, con una producibilità unitaria di 1.586 kWh/kWp/anno.

Si riportano i dettagli nell'Allegato VI – Producibilità impianto.

18. ALLEGATI

Allegato I	Terminologia
Allegato II	Normativa di riferimento
Allegato III	Caratteristiche pannelli
Allegato IV	Caratteristiche power station
Allegato V	Caratteristiche tracker
Allegato VI	Producibilità impianto
Elaborato grafico	Layout collegamenti e cavidotti impianto
Elaborato grafico	Schema elettrico unifilare

Committente: MARMARIA SOLARE 3 S.R.L. Via TEVERE, 41 – 00198 ROMA		Progettazione: Mate System S.r.l. Via G.Mameli n.5, Cassano delle Murge (BA)	
Cod. elab.: R 2.1 04	Relazione specialistica impianto fotovoltaico e rete di terra		Formato: A4
Data: 20/12/2023			Scala: n.a.

Cassano delle Murge, li 23/12/2023

Il Progettista

Ing. Francesco Ambron

Committente: MARMARIA SOLARE 3 S.R.L. Via TEVERE, 41 – 00198 ROMA		Progettazione: Mate System S.r.l. Via G.Mameli n.5, Cassano delle Murge (BA)	
Cod. elab.: R 2.1 04	Relazione specialistica impianto fotovoltaico e rete di terra	Formato: A4	
Data: 20/12/2023		Scala: n.a.	

Allegato I – Terminologia

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

- **Angolo di azimut:** angolo esistente tra la normale al piano di captazione solare (modulo fotovoltaico) e il piano del meridiano terrestre che interseca il piano di captazione in un punto centrale. L'angolo è positivo per orientamenti verso Est, negativo per orientamenti verso Ovest.
- **Angolo di inclinazione:** angolo formato dal modulo fotovoltaico con l'orizzontale (piano tangente alla superficie terrestre in quel punto). L'angolo è positivo per inclinazioni rivolte verso l'equatore, negativo per inclinazioni rivolte verso il polo.
- **Blocco o sottocampo o subcampo fotovoltaico:** una o più stringhe fotovoltaiche associate e distinte in base a determinate caratteristiche, così come può essere l'occupazione geometrica del suolo, oppure le cui stringhe sono interconnesse elettricamente per dare la potenza nominale al sistema di condizionamento della potenza (PCS).
- **Campo fotovoltaico:** l'insieme di tutti i blocchi o sottocampi che costituiscono l'impianto fotovoltaico.
- **Cella fotovoltaica:** dispositivo base allo stato solido che converte la radiazione solare direttamente in elettricità a corrente continua.
- **Condizioni Standard:** condizioni in cui l'irraggiamento della radiazione solare è pari a 1000 W/m², con distribuzione dello spettro solare di riferimento di AM=1,5 e temperatura delle celle di 25°C.
- **Convertitore statico c.c./c.a.:** apparecchiatura che rende possibile la conversione ed il trasferimento della potenza da una rete in corrente continua alla rete in corrente alternata. E' denominato pure invertitore statico (inverter).
- **Impianto fotovoltaico connesso alla rete:** sistema di produzione dell'energia elettrica costituito da un insieme di componenti ed apparecchiature destinate a convertire l'energia contenuta nella radiazione solare in energia elettrica da consegnare alla rete di distribuzione in corrente alternata monofase o trifase.

I componenti fondamentali dell'impianto sono:

- il generatore fotovoltaico vero e proprio, costituito dal campo fotovoltaico;
- il Sistema di Condizionamento della Potenza (PCS).
- **Modulo fotovoltaico:** insieme di celle fotovoltaiche, connesse elettricamente e sigillate meccanicamente dal costruttore in un'unica struttura (tipo piatto piano), o ricevitore ed ottica (tipo a concentrazione). Costituisce l'unità minima singolarmente maneggiabile e rimpiazzabile.
- **Potenza di picco:** è la potenza espressa in Wp (watt di picco), erogata nel punto di massima potenza nelle condizioni standard dal componente o sottosistema fotovoltaico.
- **Quadro di campo:** o anche di parallelo stringhe, è un quadro elettrico in cui sono convogliate le terminazioni di più stringhe per il loro collegamento in parallelo. In esso vengono installati anche dispositivi di sezionamento e protezione.

Committente: MARMARIA SOLARE 3 S.R.L. Via TEVERE, 41 – 00198 ROMA		Progettazione: Mate System S.r.l. Via G.Mameli n.5, Cassano delle Murge (BA)	
Cod. elab.: R 2.1 04	Relazione specialistica impianto fotovoltaico e rete di terra		Formato: A4
Data: 20/12/2023			Scala: n.a.

- **Quadro di consegna:** o anche d'interfaccia è un quadro elettrico in cui viene effettuato il collegamento elettrico del gruppo di conversione statica in parallelo alla rete elettrica in bassa tensione. Esso contiene apparecchiature per sezionamento, interruzione, protezione e misura.
- **Rete pubblica in bassa tensione (BT):** rete di distribuzione dedicata alla distribuzione pubblica in corrente alternata, di tipo monofase o trifase, con tensione nominale da oltre 50 V fino a 1000 V.
- **Sistema di Condizionamento della Potenza (PCS):** è costituito da un componente principale, il convertitore statico c.c./c.a. (inverter), e da un insieme di apparecchiature di comando, misura, controllo e protezione affinché l'energia venga trasferita alla rete con i necessari requisiti di qualità ed in condizioni di sicurezza sia per gli impianti che per le persone.
- **Società Elettrica:** soggetto titolare della gestione ed esercizio della rete BT di distribuzione dell'energia elettrica agli utenti.
- **Stringa:** un insieme di moduli connessi elettricamente in serie per raggiungere la tensione di utilizzo idonea per il sistema di condizionamento della potenza (PCS). I moduli a costituire la stringa possono far parte di diverse schiere.
- **Utente:** persona fisica o giuridica che usufruisce del servizio di fornitura dell'energia elettrica. Tale servizio è regolato da un contratto di fornitura stipulato con la Società elettrica.

Committente: MARMARIA SOLARE 3 S.R.L. Via TEVERE, 41 – 00198 ROMA		Progettazione: Mate System S.r.l. Via G.Mameli n.5, Cassano delle Murge (BA)	
Cod. elab.: R 2.1 04	Relazione specialistica impianto fotovoltaico e rete di terra	Formato: A4	
Data: 20/12/2023		Scala: n.a.	

Allegato II - Normativa di riferimento

NORME TECNICHE RILEVANTI AI FINI DELL'ART. 4, COMMA 1 DEL DECRETO ATTUATIVO DEL MINISTERO DELLE ATTIVITA' PRODUTTIVE DEL 28/7/2005, PUBBLICATO SULLA GAZZETTA UFFICIALE DEL 5/8/2005

CEI 64-8: Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua;

CEI 11-20: Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi a continuità collegati a reti di I e II categoria;

CEI EN 60904-1: Dispositivi fotovoltaici Parte 1: Misura delle caratteristiche fotovoltaiche tensione-corrente; CEI EN 60904-2: Dispositivi fotovoltaici - Parte 2: Prescrizione per le celle fotovoltaiche di riferimento;

CEI EN 60904-3: Dispositivi fotovoltaici - Parte 3: Principi di misura per sistemi solari fotovoltaici per uso terrestre e irraggiamento spettrale di riferimento;

CEI EN 61727: Sistemi fotovoltaici (FV) – Caratteristiche dell'interfaccia di raccordo con la rete;

CEI EN 61215: Moduli fotovoltaici in silicio cristallino per applicazioni terrestri. Qualifica del progetto e omologazione del tipo;

CEI EN 61000-3-2: Compatibilità elettromagnetica (EMC) - Parte 3: Limiti Sezione 2: Limiti per le emissioni di corrente armonica (apparecchiature con corrente di ingresso = 16 A per fase);

CEI EN 60555-1: Disturbi nelle reti di alimentazione prodotti da apparecchi elettrodomestici e da equipaggiamenti elettrici simili-Parte 1: Definizioni;

CEI EN 60439-1-2-3: Apparecchiature assiemate di protezione e manovra per bassa tensione;

CEI EN 60445: Individuazione dei morsetti e degli apparecchi e delle estremità dei conduttori designati e regole generali per un sistema alfanumerico;

CEI EN 60529: Gradi di protezione degli involucri (codice IP);

CEI EN 60099-1-2: Scaricatori; 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 81-1: Protezione delle strutture contro i fulmini;

CEI 81-3: Valori medi del numero di fulmini a terra per anno e per chilometro quadrato; CEI 81-4: Valutazione del rischio dovuto al fulmine;

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;

UNI 10349: Riscaldamento e raffrescamento degli edifici. Dati climatici.;

CEI EN 61724: Rilievo delle prestazioni dei sistemi fotovoltaici. Linee guida per la misura, lo scambio e l'analisi dei dati;

IEC 60364-7-712 Electrical installations of buildings - Part 7-712:

Requirements for special installations or locations Solar photovoltaic (PV) power supply systems.

Committente: MARMARIA SOLARE 3 S.R.L. Via TEVERE, 41 – 00198 ROMA		Progettazione: Mate System S.r.l. Via G.Mameli n.5, Cassano delle Murge (BA)	
Cod. elab.: R 2.1 04	Relazione specialistica impianto fotovoltaico e rete di terra		Formato: A4
Data: 20/12/2023			Scala: n.a.

Qualora le sopra elencate norme tecniche siano modificate o aggiornate, si applicano le norme più recenti. Si applicano inoltre, per quanto compatibili con le norme sopra elencate, i documenti tecnici emanati dalle società di distribuzione di energia elettrica riportanti disposizioni applicative per la connessione di impianti fotovoltaici collegati alla rete elettrica.

Committente: MARMARIA SOLARE 3 S.R.L. Via TEVERE, 41 – 00198 ROMA		Progettazione: Mate System S.r.l. Via G.Mameli n.5, Cassano delle Murge (BA)	
Cod. elab.: R 2.1 04	Relazione specialistica impianto fotovoltaico e rete di terra	Formato: A4	
Data: 20/12/2023		Scala: n.a.	

Allegato III - Caratteristiche pannelli



HiKu7 Mono

640 W ~ 665 W

CS7N-640 | 645 | 650 | 655 | 660 | 665MS

MORE POWER

-  Module power up to 665 W
Module efficiency up to 21.4 %
-  Up to 3.5 % lower LCOE
Up to 5.7 % lower system cost
-  Comprehensive LID / LeTID mitigation technology, up to 50% lower degradation
-  Compatible with mainstream trackers, cost effective product for utility power plant
-  Better shading tolerance

MORE RELIABLE

-  40 °C lower hot spot temperature, greatly reduce module failure rate
-  Minimizes micro-crack impacts
-  Heavy snow load up to 5400 Pa, wind load up to 2400 Pa*

* For detailed information, please refer to the Installation Manual.

 **CanadianSolar**



 **Enhanced Product Warranty on Materials and Workmanship***

 **Linear Power Performance Warranty***

1st year power degradation no more than 2%
Subsequent annual power degradation no more than 0.55%

*According to the applicable Canadian Solar Limited Warranty Statement.

MANAGEMENT SYSTEM CERTIFICATES*

ISO 9001:2015 / Quality management system
ISO 14001:2015 / Standards for environmental management system
OHSAS 18001:2007 / International standards for occupational health & safety

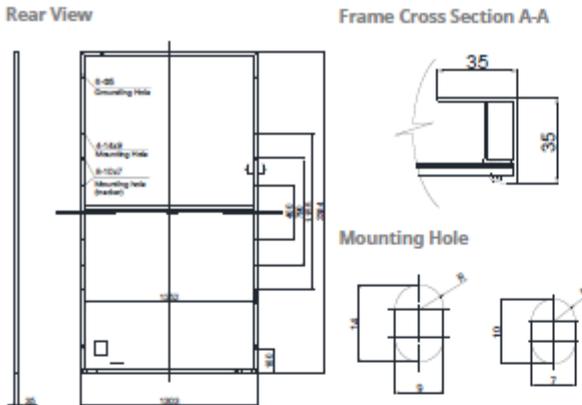
PRODUCT CERTIFICATES*

* As there are different certification requirements in different markets, please contact your local Canadian Solar sales representative for the specific certificates applicable to the products in the region in which the products are to be used.

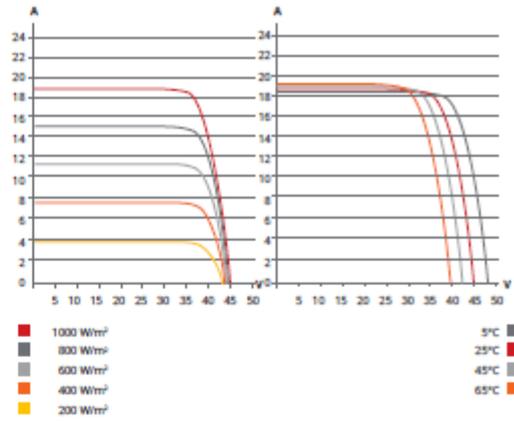
CANADIAN SOLAR INC. is committed to providing high quality solar products, solar system solutions and services to customers around the world. Canadian Solar was recognized as the No. 1 module supplier for quality and performance/price ratio in the IHS Module Customer Insight Survey, and is a leading PV project developer and manufacturer of solar modules, with over 46 GW deployed around the world since 2001.

CANADIAN SOLAR INC.
545 Speedvale Avenue West, Guelph, Ontario N1K 1E6, Canada, www.csisolar.com, support@csisolar.com

ENGINEERING DRAWING (mm)



C57N-650MS / I-V CURVES



ELECTRICAL DATA | STC*

C57N	640MS	645MS	650MS	655MS	660MS	665MS
Nominal Max. Power (Pmax)	640 W	645 W	650 W	655 W	660 W	665 W
Opt. Operating Voltage (Vmp)	37.5 V	37.7 V	37.9 V	38.1 V	38.3 V	38.5 V
Opt. Operating Current (Imp)	17.07 A	17.11 A	17.16 A	17.20 A	17.24 A	17.28 A
Open Circuit Voltage (Voc)	44.6 V	44.8 V	45.0 V	45.2 V	45.4 V	45.6 V
Short Circuit Current (Isc)	18.31 A	18.35 A	18.39 A	18.43 A	18.47 A	18.51 A
Module Efficiency	20.6%	20.8%	20.9%	21.1%	21.2%	21.4%
Operating Temperature	-40°C ~ +85°C					
Max. System Voltage	1500V (IEC) or 1000V (IEC)					
Module Fire Performance	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.

ELECTRICAL DATA | NMOT*

C57N	640MS	645MS	650MS	655MS	660MS	665MS
Nominal Max. Power (Pmax)	478 W	482 W	486 W	489 W	493 W	497 W
Opt. Operating Voltage (Vmp)	35.0 V	35.2 V	35.4 V	35.6 V	35.8 V	36.0 V
Opt. Operating Current (Imp)	13.66 A	13.70 A	13.73 A	13.75 A	13.78 A	13.81 A
Open Circuit Voltage (Voc)	42.0 V	42.2 V	42.4 V	42.6 V	42.8 V	43.0 V
Short Circuit Current (Isc)	14.77 A	14.80 A	14.84 A	14.87 A	14.90 A	14.93 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.

MECHANICAL DATA

Specification	Data
Cell Type	Mono-crystalline
Cell Arrangement	132 [2 x (11 x 6)]
Dimensions	2384 x 1303 x 35 mm (93.9 x 51.3 x 1.38 in)
Weight	35.7 kg (78.7 lbs)
Front Cover	3.2 mm tempered glass
Frame	Anodized aluminium alloy, crossbar enhanced
J-Box	IP68, 3 bypass diodes
Cable	4 mm² (IEC)
Cable Length (Including Connector)	460 mm (18.1 in) (+) / 340 mm (13.4 in) (-) or customized length*
Connector	T4 series or H4 UTX or MC4-EVO2
Per Pallet	30 pieces
Per Container (40' HQ)	480 pieces

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

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	42 ± 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. Canadian Solar Inc. 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.

CANADIAN SOLAR INC.

545 Speedvale Avenue West, Guelph, Ontario N1K 1E6, Canada, www.csisolar.com, support@csisolar.com

Committente: MARMARIA SOLARE 3 S.R.L. Via TEVERE, 41 – 00198 ROMA		Progettazione: Mate System S.r.l. Via G.Mameli n.5, Cassano delle Murge (BA)	
Cod. elab.: R 2.1 04	Relazione specialistica impianto fotovoltaico e rete di terra	Formato: A4	
Data: 20/12/2023		Scala: n.a.	

Allegato IV – Caratteristiche inverter

INGECON	SUN	PowerStation FSK C Series 1,500 Vdc
----------------	------------	--

**MEDIUM VOLTAGE
POWER STATION
CUSTOMIZED UP
TO 7.65 MVA,
WITH ALL THE
COMPONENTS
SUPPLIED ON TOP
OF THE SAME
SKID PLATFORM**

From 2500 up to 7650 kVA

This medium-voltage solution integrates all the necessary elements to develop a large-scale solar PV plant.

**Maximize your investment
with a minimal effort**

Ingeteam's FSK power station is a compact, customizable and flexible solution that can be configured to suit each customer's requirements. It is supplied together with up to two photovoltaic inverters. All the equipment is suitable for outdoor installation, so there is no need of any kind of housing.

Higher adaptability and power density

This power station is now more versatile, as it presents the MV transformer integrated into a steel platform together with the LV and MV components, including the PV inverters. Moreover, it features one of the market's greatest power densities.

Plug & Play technology

This MV solution integrates power conversion equipment (up to 7.65 MVA), liquid-filled hermetically sealed transformer up to 38 kV and

provision for low voltage equipment. The MV Skid is delivered pre-assembled for a fast on-site connection with up to two PV Inverters from Ingeteam's INGECON® SUN 3Power C Series Inverter family.

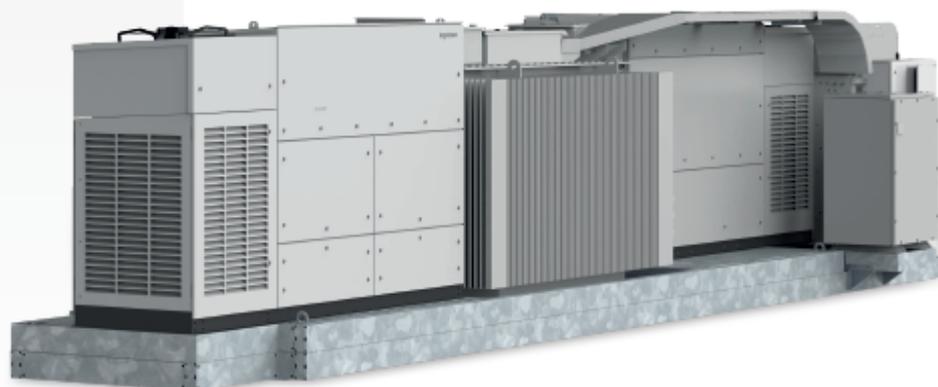
Complete accessibility

Thanks to the lack of housing, the inverters, the switchgear and the transformer can have immediate access. Furthermore, the design of the 3Power C Series central inverters has been conceived to facilitate maintenance and repair works.

Maximum protection

Ingeteam's 3Power C Series central inverters feature an IP65 protection class for their power stacks thanks to a combined water and air cooling system that optimises the operating temperature of the power electronics.

Apart from that, they feature the main electrical protections and they deploy grid support functionalities, such as low voltage ride-through capability, reactive power deliverance and active power injection control.



www.ingeteam.com
solar.energy@ingeteam.com

Ingeteam

INGECON

SUN

PowerStation FSK C Series 1,500 Vdc

CONSTRUCTION

- Steel base frame.
- Suitable for slab or piers mounting.
- Compact design, minimising freight costs.
- Minimum installation at project site.

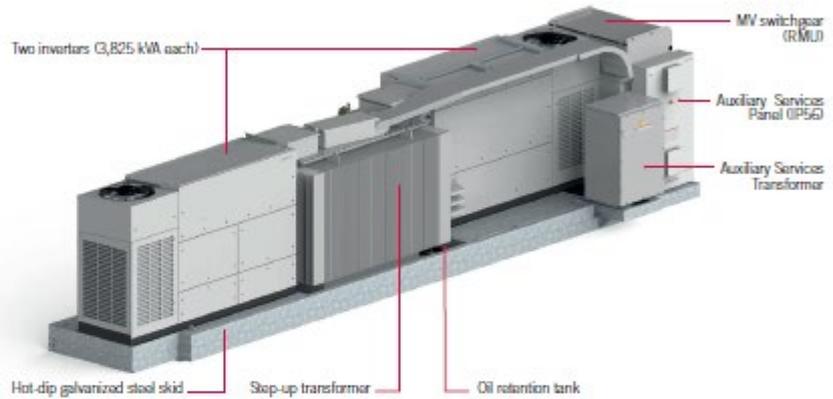
OPTIONAL ACCESSORIES

- Auxiliary services transformer (up to 60 kVA, Dyn11).
- MV Surge arresters.
- Auxiliary services panel (IP56)
- Power plant commissioning.
- High-speed Ethernet / fibre optic communication infrastructure for Plug & Play connection to the Power Plant Controller and/or SCADA systems.
- INGECON® SUN StringBox with 16 / 24 / 32 Input channels. Intelligent or passive string combiner box.
- Energy meter for auxiliary services and/or energy production.
- Insulation monitoring relay for continuous monitoring of IT systems insulation.
- Reactive power regulation when there is no PV power available.
- Ground connection of the PV array.

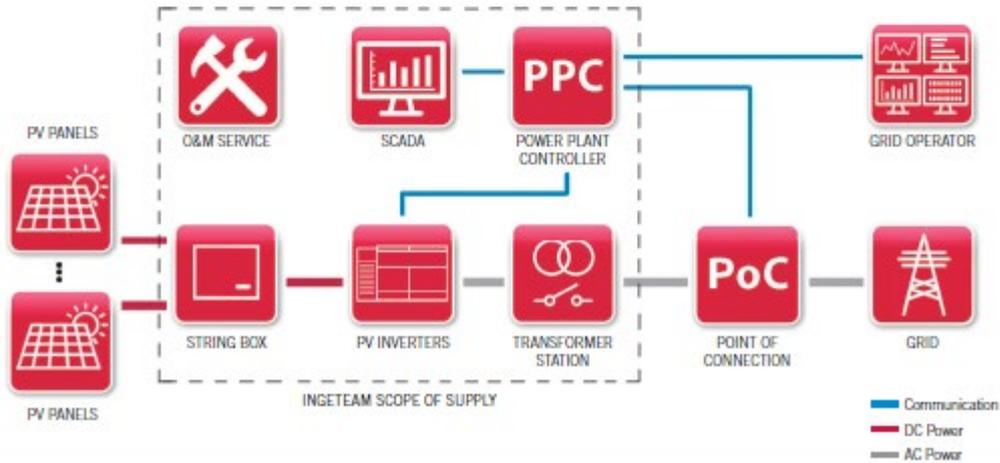
STANDARD EQUIPMENT

- Up to two inverters with an output power of 7.65 MVA.
- Liquid-filled hermetically-sealed transformer up to 36 kV.
- 11kV MV switchgear (21kV optional).
- Oil-retention tank.
- Metal frame for installation of LV equipment.

COMPONENTS



PLANT CONFIGURATION



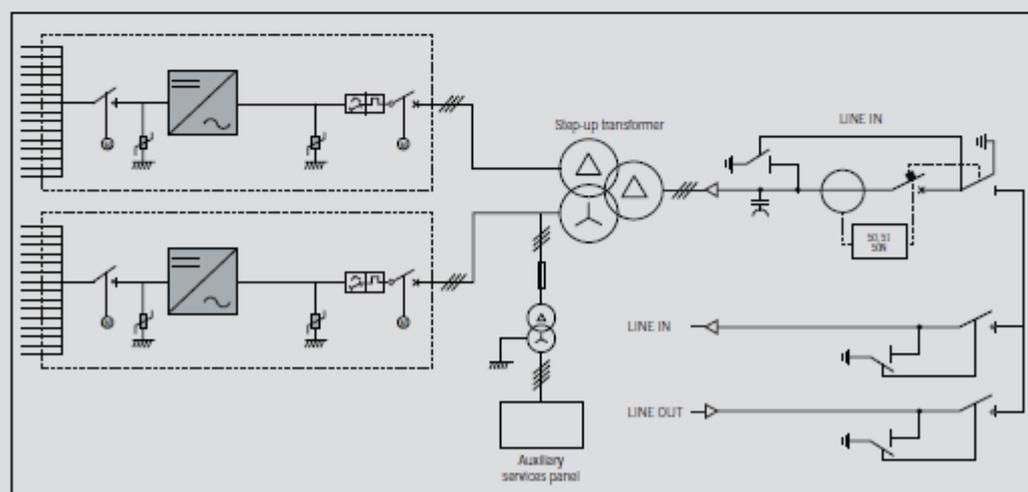
Ingeteam

INGECON SUN PowerStation FSK C Series 1,500 Vdc

	3825 FSK C Series	7650 FSK C Series
General Information		
Number of inverters	1	2
Max. power. @35 °C / 95 °F ¹⁾	3,824 kVA	7,648 kVA
Operating temperature range	from -5 °C to +50 °C	
Relative humidity (non condensing)	0 - 100%	
Maximum altitude	3,000 masl (power derating starting at 1,000 masl)	
LV/MV Transformer		
Medium voltage	From 20 kV up to 36 kV, 50-60 Hz	
Cooling system	ONAN (KNAN optional)	
Minimum PEI (Peak Efficiency Index) ²⁾	99.50%	
Protection degree	IP54	
MV Switchgear (RMU)		
Medium voltage	24 kV / 36 kV / 40.5 kV	
Rated current	630 A	
Cooling system	Natural air ventilation	
Protection degree	IP54 (IP55 optionally)	
Equipment		
Auxiliary services panel	Standard version (optional monitoring system)	
Step-up transformer	Oil-immersed hermetically sealed transformer	
MV Switchgear	11.1A cells (21.1A optional)	
Mechanical Information		
Structure type	Hot dip galvanized steel skid	
Dimensions Full Skid (W x D x H)	11,390 x 2,100 x 2,460 mm	11,390 x 2,100 x 2,460 mm
Full Skid	16 T	25 T
Standards	IEC 62271-212, IEC 62271-200, IEC 60076, IEC 61439-1	

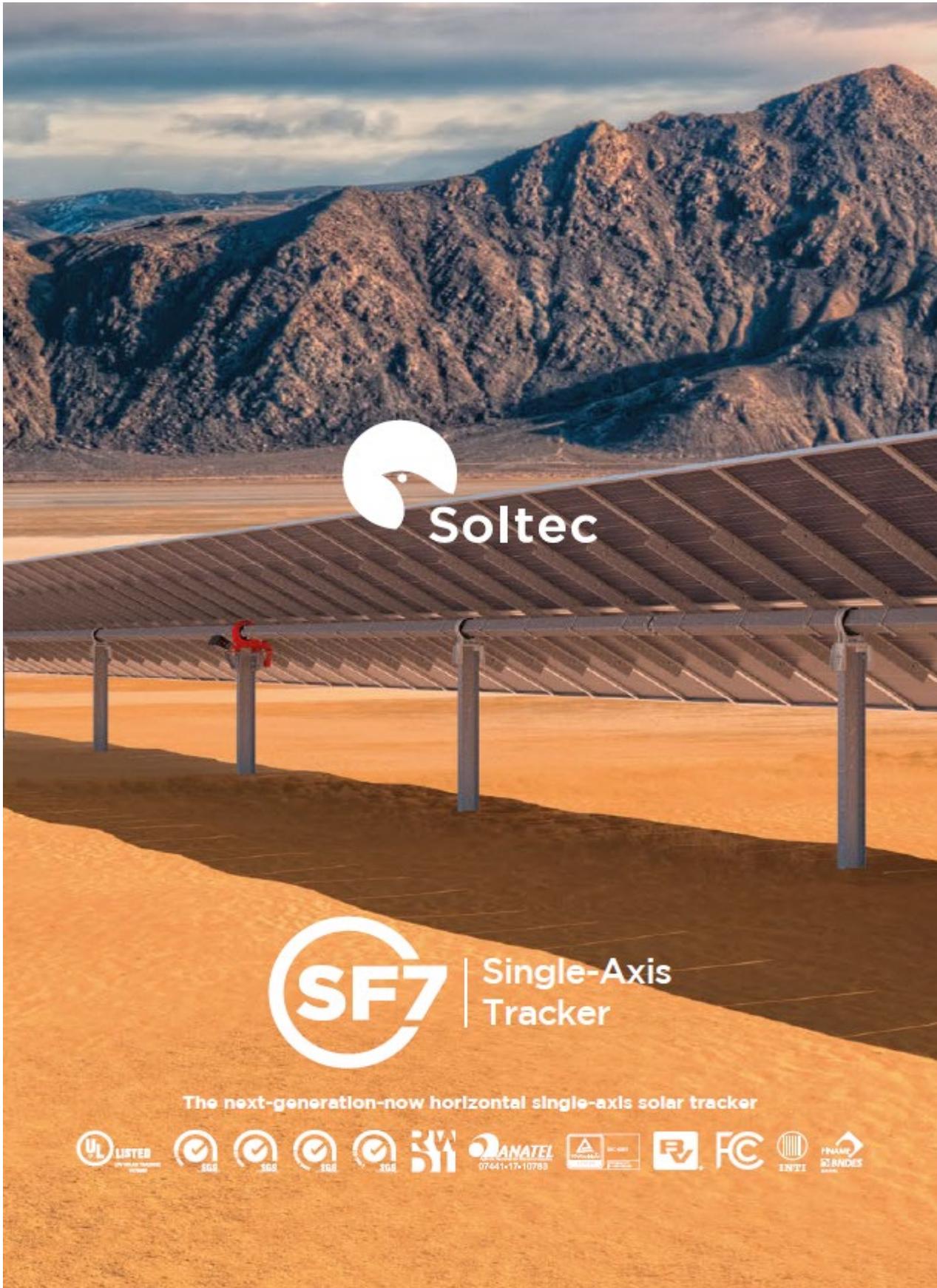
Notes: ¹⁾ Maximum power calculated with the inverter model INGECON® SUN 3825TL C690. For other inverter models, please contact Ingeteam's Solar sales department. ²⁾ For European installations, ECO design according to the EU 548/2014 and EU 2019/1783 standards.

Configuration with two C Series solar inverters



Committente: MARMARIA SOLARE 3 S.R.L. Via TEVERE, 41 – 00198 ROMA		Progettazione: Mate System S.r.l. Via G.Mameli n.5, Cassano delle Murge (BA)	
Cod. elab.: R 2.1 04	Relazione specialistica impianto fotovoltaico e rete di terra		Formato: A4
Data: 25/12/2023			Scala: n.a.

Allegato V – Caratteristiche tracker



Committente: MARMARIA SOLARE 3 S.R.L. Via TEVERE, 41 – 00198 ROMA		Progettazione: Mate System S.r.l. Via G.Mameli n.5, Cassano delle Murge (BA)	
Cod. elab.: R 2.1 04	Relazione specialistica impianto fotovoltaico e rete di terra		Formato: A4
Data: 25/12/2023			Scala: n.a.

TECHNICAL DATASHEET



MAIN FEATURES

Tracking System	Horizontal Single-Axis with independent rows
Tracking Range	± 55° Optional: ± 60°
Drive System	Enclosed Slewing Drive, DC Motor
Power Supply	Dedicated Panel Optional: 120/240 Vac or 24 Vdc power-cable
Tracking Algorithm	Astronomical with TeamTrack® Backtracking
Communication	Full Wireless Optional: RS-485 Full Wired RS-485 cable not included in Soltec scope
Open Thread	
Wind Resistance	Per Local Codes
Land Use Features	
Independent Rows	YES
Slope North-South	3% Optional: up to 15%
Slope East-West	10% (4% under the tracker)
Ground Coverage Ratio	Configurable. Typical range: 30-50%
Foundation	Driven Pile Ground Screw Concrete
Temperature Range	
Standard	- 4°F to +131°F -20°C to +55°C
Extended	-40°F to +131°F -40°C to +55°C
Availability	>99%
Modules	Standard: 72 / 78 cells Optional: 60 Cells; Crystalline, Thin Film (Solar Frontier, First Solar and others)

SPAIN / Headquarters
Pol. Ind. La Serreta
Gabriel Campillo, s/n, 30500
Molina de Segura, Murcia, Spain
info@soltec.com
+34 968 603 153

MADRID
Núñez de Balboa 33, 1ªA
28001 Madrid
emas@soltec.com
+34 91 449 72 03

UNITED STATES
usa@soltec.com
+1 510 440 9200

BRAZIL
brasil@soltec.com
+55 071 3026 4900

MEXICO
mexico@soltec.com
+52 1 55 5557 3144

CHILE
chile@soltec.com
+56 2 25738559

PERU
peru@soltec.com
+51 1422 7279

INDIA
india@soltec.com
+91 124 4568202

AUSTRALIA
australia@soltec.com
+61 2 9275 8806

CHINA
china@soltec.com
+86 21 66285799

ARGENTINA
argentina@soltec.com
+54 9 114 889 1476

EGYPT
egypt@soltec.com

B&V Bankability report
DNV GL Technology
Review available
RWDI WIND TUNNEL TESTED

MODULE CONFIGURATIONS Approximate Dimensions

	Length	Height	Width		Length	Height	Width
2x28	29.2 m (95' 10")			2x42	43.6 m (143')		
2x29	30.2 m (99' 1")	4.1 m (13' 4")	4.1 m (13' 4")	2x43.5	45.6 m (149' 7")	4.1 m (13' 4")	4.1 m (13' 4")
2x30	31.4 m (103')			2x45	46.7 m (153' 3")		

SERVICES

Pull Test Plan	Commissioning Plan
Factory Support Plan	Operation & Maintenance Plan
Onsite Advisory Plan	Tracker Monitoring System Plan
Construction Plan	Solmate Customer Care

MAINTENANCE ADVANTAGES

Self-lubricating Bearings
Face to Face Cleaning Mode
2x Wider Aisles

WARRANTY

Structure 10 years (extendable)
Motor 5 years (extendable)
Electronics 5 years (extendable)



soltec.com

Contents subject to change without prior notice © Soltec Energías Renovables • SF7.210705.V9
Monitoring & Control references on this document are subject to availability. Alternative electronics could be finally provided for your project if needed

Committente: MARMARIA SOLARE 3 S.R.L. Via TEVERE, 41 – 00198 ROMA		Progettazione: Mate System S.r.l. Via G.Mameli n.5, Cassano delle Murge (BA)	
Cod. elab.: R 2.1 04	Relazione specialistica impianto fotovoltaico e rete di terra	Formato: A4	
Data: 25/12/2023		Scala: n.a.	

Allegato VI – Producibilità del sito



Version 7.4.0

PVsyst - Simulation report

Grid-Connected System

Impianto agrivoltaico da ubicarsi in agro di Mores (SS)

Progetto definitivo

Tracking system with backtracking

System power: 72.62 MWp

Ittireddu - Italy

| Author

Committente: MARMARIA SOLARE 3 S.R.L. Via TEVERE, 41 – 00198 ROMA		Progettazione: Mate System S.r.l. Via G.Mameli n.5, Cassano delle Murge (BA)	
Cod. elab.: R 2.1 04	Relazione specialistica impianto fotovoltaico e rete di terra		Formato: A4
Data: 25/12/2023			Scala: n.a.



PVsyst V7.4.0

VC0, Simulation date:
25/12/23 23:32
with v7.4.0

Project: Impianto agrivoltaico integrato con produzione agricola da ubicarsi in agro di Mores (SS)

Variant: Progetto definitivo

Project summary

Geographical Site Ittireddu Italia	Situation Latitude 40.51 °N Longitude 8.86 °E Altitude 282 m Time zone UTC+1	Project settings Albedo 0.20
Meteo data Ittireddu PVGIS api TMY		

System summary

Grid-Connected System Simulation for year no 1	Tracking system with backtracking	
PV Field Orientation Orientation Tracking plane, tilted axis Avg axis tilt -1.8 ° Avg axis azim. 0 °	Tracking algorithm Irradiance optimization Backtracking activated	Near Shadings According to strings Electrical effect 100 % Diffuse shading Automatic
System information PV Array Nb. of modules 109200 units Pnom total 72.62 MWp	Inverters Nb. of units 19 units Pnom total 70.33 MWac Grid power limit 60.00 MWac Grid lim. Pnom ratio 1.210	
User's needs Unlimited load (grid)		

Results summary

Produced Energy	112713.00 MWh/year	Specific production	1552 kWh/kWp/year	Perf. Ratio PR	80.80 %
-----------------	--------------------	---------------------	-------------------	----------------	---------

Table of contents

Project and results summary	2
General parameters, PV Array Characteristics, System losses	3
Near shading definition - Iso-shadings diagram	8
Main results	9
Loss diagram	10
Predef. graphs	11
CO ₂ Emission Balance	12

Committente: MARMARIA SOLARE 3 S.R.L. Via TEVERE, 41 – 00198 ROMA		Progettazione: Mate System S.r.l. Via G.Mameli n.5, Cassano delle Murge (BA)	
Cod. elab.: R 2.1 04	Relazione specialistica impianto fotovoltaico e rete di terra		Formato: A4
Data: 25/12/2023			Scala: n.a.



PVsyst V7.4.0

VCO, Simulation date:
25/12/23 23:32
with v7.4.0

Project: Impianto agrivoltaico integrato con produzione agricola da ubicarsi in agro di Mores (SS)

Variant: Progetto definitivo

General parameters			
Grid-Connected System		Tracking system with backtracking	
PV Field Orientation		Tracking algorithm	Backtracking array
Orientation		Irradiance optimization	Nb. of trackers 1820 units
Tracking plane, tilted axis		Backtracking activated	Sizes
Avg axis tilt	-1.8 °		Tracker Spacing 9.00 m
Avg axis azim.	0 °		Collector width 4.78 m
			Ground Cov. Ratio (GCR) 53.1 %
			Phi min / max. -/+ 13.0 °
			Backtracking strategy
			Phi limits for BT -/+ 57.8 °
			Backtracking pitch 9.00 m
			Backtracking width 4.78 m
Models used		Near Shadings	User's needs
Transposition	Perez	According to strings	Unlimited load (grid)
Diffuse	Imported	Electrical effect 100 %	
Circumsolar	separate	Diffuse shading Automatic	
Horizon			
Free Horizon			
Grid power limitation			
Active power	60.00 MWac		
Pnom ratio	1.210		

PV Array Characteristics			
PV module		Inverter	
Manufacturer	CSI Solar	Manufacturer	Ingeteam
Model	CS7N-665MS 1500V	Model	INGECON SUN 3825TL C600
(Original PVsyst database)		(Custom parameters definition)	
Unit Nom. Power	665 Wp	Unit Nom. Power	3824 kWac
Number of PV modules	71520 units	Number of inverters	12 units
Nominal (STC)	47.56 MWp	Total power	45888 kWac
Array #1 - SC_1		Array #1 - SC_1	
Number of PV modules	11730 units	Number of inverters	2 units
Nominal (STC)	7800 kWp	Total power	7648 kWac
Modules	391 Strings x 30 In series	Operating voltage	979-1300 V
At operating cond. (50°C)		Pnom ratio (DC:AC)	1.02
Pmpp	7161 kWp		
U mpp	1034 V		
I mpp	6926 A		
Array #2 - SC_2		Array #2 - SC_2	
Number of PV modules	5850 units	Number of inverters	1 unit
Nominal (STC)	3890 kWp	Total power	3824 kWac
Modules	195 Strings x 30 In series	Operating voltage	979-1300 V
At operating cond. (50°C)		Pnom ratio (DC:AC)	1.02
Pmpp	3571 kWp		
U mpp	1034 V		
I mpp	3454 A		

Committente: MARMARIA SOLARE 3 S.R.L. Via TEVERE, 41 – 00198 ROMA		Progettazione: Mate System S.r.l. Via G.Mameli n.5, Cassano delle Murge (BA)	
Cod. elab.: R 2.1 04	Relazione specialistica impianto fotovoltaico e rete di terra		Formato: A4
Data: 25/12/2023			Scala: n.a.



PVsyst V7.4.0

VC0, Simulation date:
25/12/23 23:32
with v7.4.0

Project: Impianto agrivoltaico integrato con produzione agricola da ubicarsi in agro di Mores (SS)

Variant: Progetto definitivo

PV Array Characteristics

Array #6 - SC_6			
Number of PV modules	11550 units	Number of inverters	2 units
Nominal (STC)	7681 kWp	Total power	7648 kWac
Modules	385 Strings x 30 In series		
At operating cond. (50°C)		Operating voltage	979-1300 V
Pmpp	7051 kWp	Pnom ratio (DC:AC)	1.00
U mpp	1034 V		
I mpp	6820 A		
Array #7 - SC_7			
Number of PV modules	6030 units	Number of inverters	1 unit
Nominal (STC)	4010 kWp	Total power	3824 kWac
Modules	201 Strings x 30 In series		
At operating cond. (50°C)		Operating voltage	979-1300 V
Pmpp	3681 kWp	Pnom ratio (DC:AC)	1.05
U mpp	1034 V		
I mpp	3560 A		
Array #9 - SC_9			
Number of PV modules	12120 units	Number of inverters	2 units
Nominal (STC)	8060 kWp	Total power	7648 kWac
Modules	404 Strings x 30 In series		
At operating cond. (50°C)		Operating voltage	979-1300 V
Pmpp	7399 kWp	Pnom ratio (DC:AC)	1.05
U mpp	1034 V		
I mpp	7156 A		
Array #10 - SC_10			
Number of PV modules	12120 units	Number of inverters	2 units
Nominal (STC)	8060 kWp	Total power	7648 kWac
Modules	404 Strings x 30 In series		
At operating cond. (50°C)		Operating voltage	979-1300 V
Pmpp	7399 kWp	Pnom ratio (DC:AC)	1.05
U mpp	1034 V		
I mpp	7156 A		
Array #11 - SC_11			
Number of PV modules	12120 units	Number of inverters	2 units
Nominal (STC)	8060 kWp	Total power	7648 kWac
Modules	404 Strings x 30 In series		
At operating cond. (50°C)		Operating voltage	979-1300 V
Pmpp	7399 kWp	Pnom ratio (DC:AC)	1.05
U mpp	1034 V		
I mpp	7156 A		
PV module		Inverter	
Manufacturer	CSI Solar	Manufacturer	Ingeteam
Model	CS7N-665MS 1500V	Model	INGECON SUN 3825TL C630
(Original PVsyst database)		(Custom parameters definition)	
Unit Nom. Power	665 Wp	Unit Nom. Power	3492 kWac
Number of PV modules	37680 units	Number of inverters	7 units
Nominal (STC)	25.06 MWp	Total power	24444 kWac

Committente: MARMARIA SOLARE 3 S.R.L. Via TEVERE, 41 – 00198 ROMA		Progettazione: Mate System S.r.l. Via G.Mameli n.5, Cassano delle Murge (BA)	
Cod. elab.: R 2.1 04	Relazione specialistica impianto fotovoltaico e rete di terra		Formato: A4
Data: 25/12/2023			Scala: n.a.



PVsyst V7.4.0

VC0. Simulation date:
25/12/23 23:32
with v7.4.0

Project: Impianto agrivoltaico integrato con produzione agricola da ubicarsi in agro di Mores (SS)

Variant: Progetto definitivo

PV Array Characteristics

Array #3 - SC_3			
Number of PV modules	10680 units	Number of inverters	2 units
Nominal (STC)	7102 kWp	Total power	6984 kWac
Modules	356 Strings x 30 In series		
At operating cond. (50°C)		Operating voltage	895-1300 V
Pmpp	6520 kWp	Pnom ratio (DC:AC)	1.02
U mpp	1034 V		
I mpp	6306 A		
Array #4 - SC_4			
Number of PV modules	5310 units	Number of inverters	1 unit
Nominal (STC)	3531 kWp	Total power	3492 kWac
Modules	177 Strings x 30 In series		
At operating cond. (50°C)		Operating voltage	895-1300 V
Pmpp	3242 kWp	Pnom ratio (DC:AC)	1.01
U mpp	1034 V		
I mpp	3135 A		
Array #5 - SC_5			
Number of PV modules	10620 units	Number of inverters	2 units
Nominal (STC)	7062 kWp	Total power	6984 kWac
Modules	354 Strings x 30 In series		
At operating cond. (50°C)		Operating voltage	895-1300 V
Pmpp	6483 kWp	Pnom ratio (DC:AC)	1.01
U mpp	1034 V		
I mpp	6271 A		
Array #8 - SC_8			
Number of PV modules	11070 units	Number of inverters	2 units
Nominal (STC)	7362 kWp	Total power	6984 kWac
Modules	369 Strings x 30 In series		
At operating cond. (50°C)		Operating voltage	895-1300 V
Pmpp	6758 kWp	Pnom ratio (DC:AC)	1.05
U mpp	1034 V		
I mpp	6536 A		
Total PV power			
Nominal (STC)	72618 kWp	Total inverter power	
Total	109200 modules	Total power	70332 kWac
Module area	339214 m ²	Number of inverters	19 units
		Pnom ratio	1.03

Array losses

Array Soiling Losses		Thermal Loss factor		Serie Diode Loss	
Loss Fraction	2.5 %	Module temperature according to irradiance		Voltage drop	0.7 V
		Uc (const)	29.0 W/m ² K	Loss Fraction	0.1 % at STC
		Uv (wind)	0.0 W/m ² K/m/s		
LID - Light Induced Degradation		Module Quality Loss		Module mismatch losses	
Loss Fraction	2.0 %	Loss Fraction	-0.4 %	Loss Fraction	2.0 % at MPP
Strings Mismatch loss		Module average degradation			
Loss Fraction	0.2 %	Year no	1		
		Loss factor	0.4 %/year		
		Mismatch due to degradation			
		Imp RMS dispersion	0.4 %/year		
		Vmp RMS dispersion	0.4 %/year		

Committente: MARMARIA SOLARE 3 S.R.L. Via TEVERE, 41 – 00198 ROMA		Progettazione: Mate System S.r.l. Via G.Mameli n.5, Cassano delle Murge (BA)	
Cod. elab.: R 2.1 04	Relazione specialistica impianto fotovoltaico e rete di terra		Formato: A4
Data: 25/12/2023			Scala: n.a.



PVsyst V7.4.0
VCO, Simulation date:
25/12/23 23:32
with v7.4.0

Project: Impianto agrivoltaico integrato con produzione agricola da ubicarsi in agro di Mores (SS)

Variant: Progetto definitivo

Array losses

IAM loss factor

Incidence effect (IAM): User defined profile

10°	20°	30°	40°	50°	60°	70°	80°	90°
0.998	0.998	0.995	0.992	0.988	0.970	0.917	0.763	0.000

DC wiring losses

Global wiring resistance 0.26 mΩ
Loss Fraction 1.5 % at STC

Array #1 - SC_1

Global array res. 2.5 mΩ
Loss Fraction 1.5 % at STC

Array #3 - SC_3

Global array res. 2.7 mΩ
Loss Fraction 1.5 % at STC

Array #5 - SC_5

Global array res. 2.7 mΩ
Loss Fraction 1.5 % at STC

Array #7 - SC_7

Global array res. 4.8 mΩ
Loss Fraction 1.5 % at STC

Array #9 - SC_9

Global array res. 2.4 mΩ
Loss Fraction 1.5 % at STC

Array #11 - SC_11

Global array res. 2.4 mΩ
Loss Fraction 1.5 % at STC

Array #2 - SC_2

Global array res. 4.9 mΩ
Loss Fraction 1.5 % at STC

Array #4 - SC_4

Global array res. 5.4 mΩ
Loss Fraction 1.5 % at STC

Array #6 - SC_6

Global array res. 2.5 mΩ
Loss Fraction 1.5 % at STC

Array #8 - SC_8

Global array res. 2.6 mΩ
Loss Fraction 1.5 % at STC

Array #10 - SC_10

Global array res. 2.4 mΩ
Loss Fraction 1.5 % at STC

System losses

Auxiliaries loss

constant (fans) 10.00 kW
0.0 kW from Power thresh.
Night aux. cons. 10.00 kW

AC wiring losses

Inv. output line up to MV transfo

Inverter voltage 690 Vac tri
Loss Fraction 0.01 % at STC

Global System

Wire section Copper 3 x 50000 mm²
Wires length 2 m

MV line up to Injection

MV Voltage 30 kV
Wires Alu 3 x 1500 mm²
Length 7953 m
Loss Fraction 1.33 % at STC

Committente: MARMARIA SOLARE 3 S.R.L. Via TEVERE, 41 – 00198 ROMA		Progettazione: Mate System S.r.l. Via G.Mameli n.5, Cassano delle Murge (BA)	
Cod. elab.: R 2.1 04	Relazione specialistica impianto fotovoltaico e rete di terra		Formato: A4
Data: 25/12/2023			Scala: n.a.



PVsyst V7.4.0

VC0, Simulation date:
26/12/23 23:32
with v7.4.0

Project: Impianto agrivoltaico integrato con produzione agricola da ubicarsi in agro di Mores (SS)

Variant: Progetto definitivo

AC losses in transformers

MV transfo	
Medium voltage	30 kV
Transformer parameters	
Nominal power at STC	71.44 MVA
Iron Loss (24/24 Connexion)	70.01 kVA
Iron loss fraction	0.10 % at STC
Copper loss	725.82 kVA
Copper loss fraction	1.02 % at STC
Coils equivalent resistance	3 x 0.07 mΩ

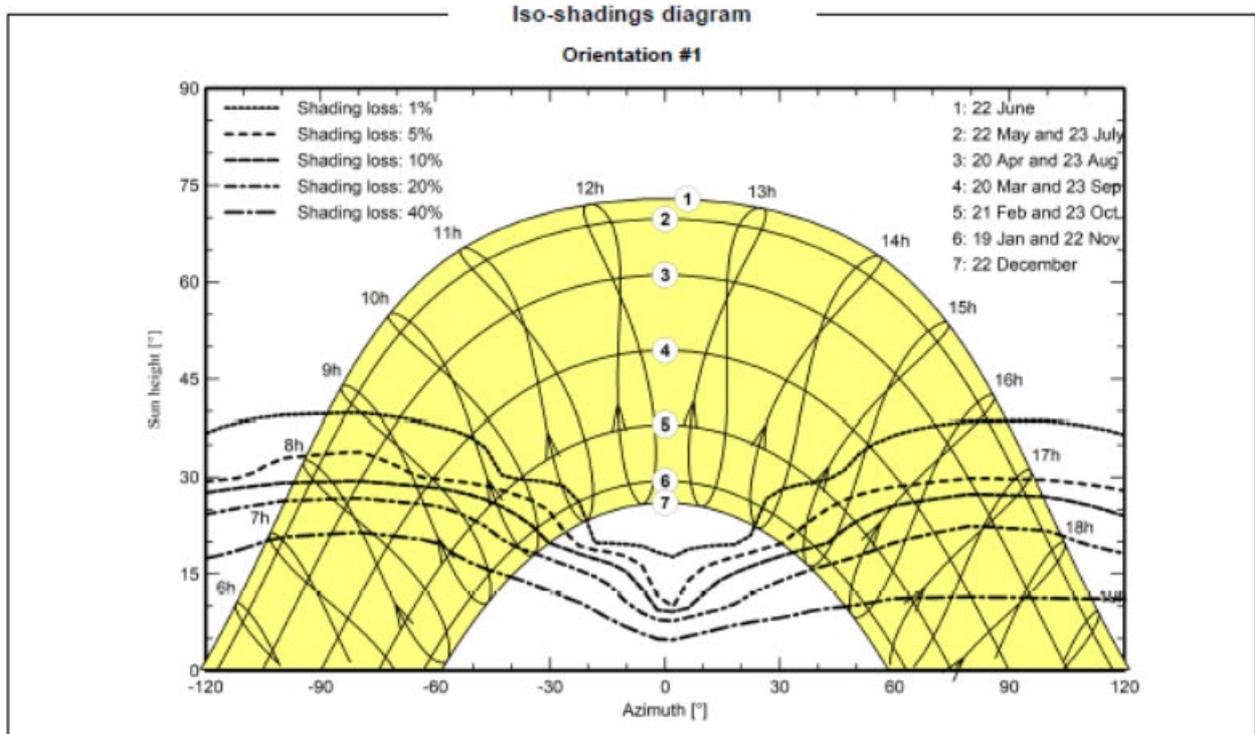
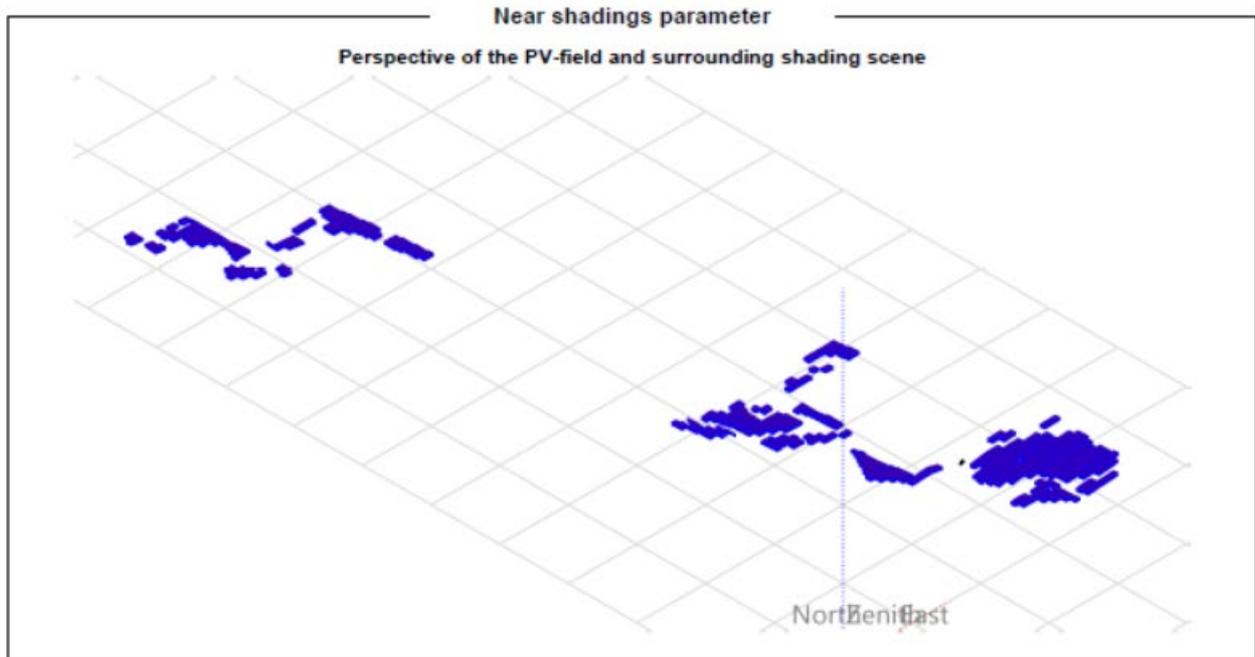
Committente: MARMARIA SOLARE 3 S.R.L. Via TEVERE, 41 – 00198 ROMA		Progettazione: Mate System S.r.l. Via G.Mameli n.5, Cassano delle Murge (BA)	
Cod. elab.: R 2.1 04	Relazione specialistica impianto fotovoltaico e rete di terra		Formato: A4
Data: 25/12/2023			Scala: n.a.



PVsyst V7.4.0
 VCO, Simulation date:
 25/12/23 23:32
 with v7.4.0

Project: Impianto agrivoltaico integrato con produzione agricola da ubicarsi in agro di Mores (SS)

Variant: Progetto definitivo



Committente: MARMARIA SOLARE 3 S.R.L. Via TEVERE, 41 – 00198 ROMA		Progettazione: Mate System S.r.l. Via G.Mameli n.5, Cassano delle Murge (BA)	
Cod. elab.: R 2.1 04	Relazione specialistica impianto fotovoltaico e rete di terra		Formato: A4
Data: 25/12/2023			Scala: n.a.



Project: Impianto agrivoltaico integrato con produzione agricola da ubicarsi in agro di Mores (SS)

PVsyst V7.4.0
VCO, Simulation date:
25/12/23 23:32
with v7.4.0

Variant: Progetto definitivo

Main results

System Production

Produced Energy

112713.00 MWh/year

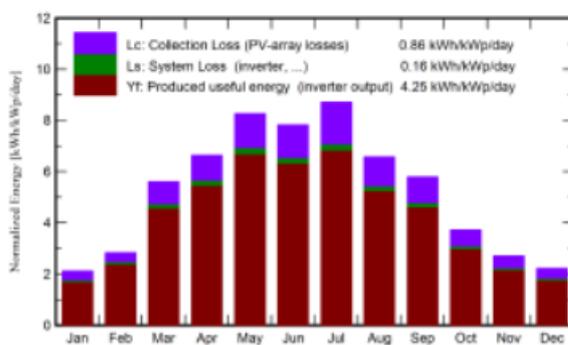
Specific production

1552 kWh/kWp/year

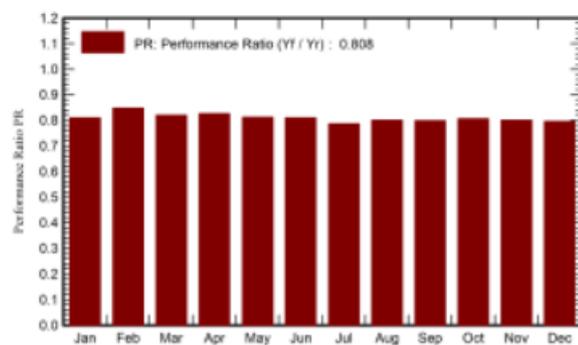
Perf. Ratio PR

80.80 %

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 MWh	E_Grid MWh	PR ratio
January	58.8	26.58	6.56	65.5	59.7	4022	3852	0.810
February	71.6	37.42	3.17	79.1	73.6	5058	4869	0.847
March	151.5	48.64	9.36	173.8	163.5	10707	10340	0.819
April	175.6	63.73	11.59	199.0	188.8	12361	11934	0.826
May	224.9	67.27	16.30	256.0	244.2	15645	15097	0.812
June	206.8	70.70	19.11	234.6	224.0	14296	13801	0.810
July	236.1	65.10	25.37	270.1	257.9	15973	15428	0.786
August	179.2	62.96	21.23	203.8	194.0	12283	11860	0.801
September	153.6	52.19	20.08	173.8	164.3	10443	10089	0.799
October	102.7	45.72	14.28	115.2	107.5	6999	6749	0.807
November	72.6	32.57	10.57	81.1	74.2	4899	4720	0.801
December	61.8	26.33	9.34	68.7	62.0	4144	3975	0.796
Year	1695.3	599.23	13.99	1921.0	1813.9	116830	112713	0.808

Legends

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

Committente: MARMARIA SOLARE 3 S.R.L. Via TEVERE, 41 – 00198 ROMA		Progettazione: Mate System S.r.l. Via G.Mameli n.5, Cassano delle Murge (BA)	
Cod. elab.: R 2.1 04	Relazione specialistica impianto fotovoltaico e rete di terra		Formato: A4
Data: 25/12/2023			Scala: n.a.

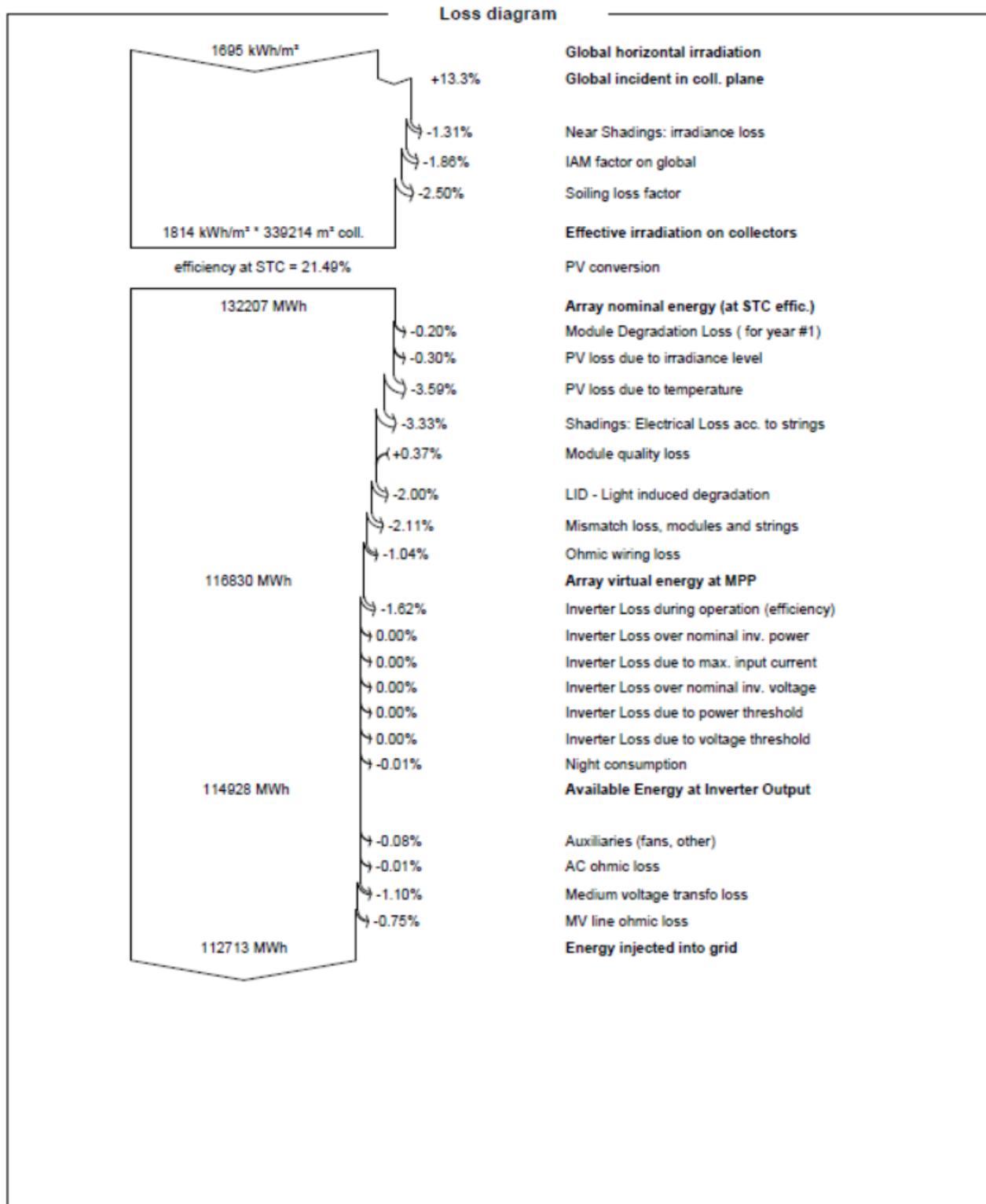


PVsyst V7.4.0

VC0, Simulation date:
25/12/23 23:32
with v7.4.0

Project: Impianto agrivoltaico integrato con produzione agricola da ubicarsi in agro di Mores (SS)

Variant: Progetto definitivo



Committente: MARMARIA SOLARE 3 S.R.L. Via TEVERE, 41 – 00198 ROMA		Progettazione: Mate System S.r.l. Via G.Mameli n.5, Cassano delle Murge (BA)	
Cod. elab.: R 2.1 04	Relazione specialistica impianto fotovoltaico e rete di terra		Formato: A4
Data: 25/12/2023			Scala: n.a.



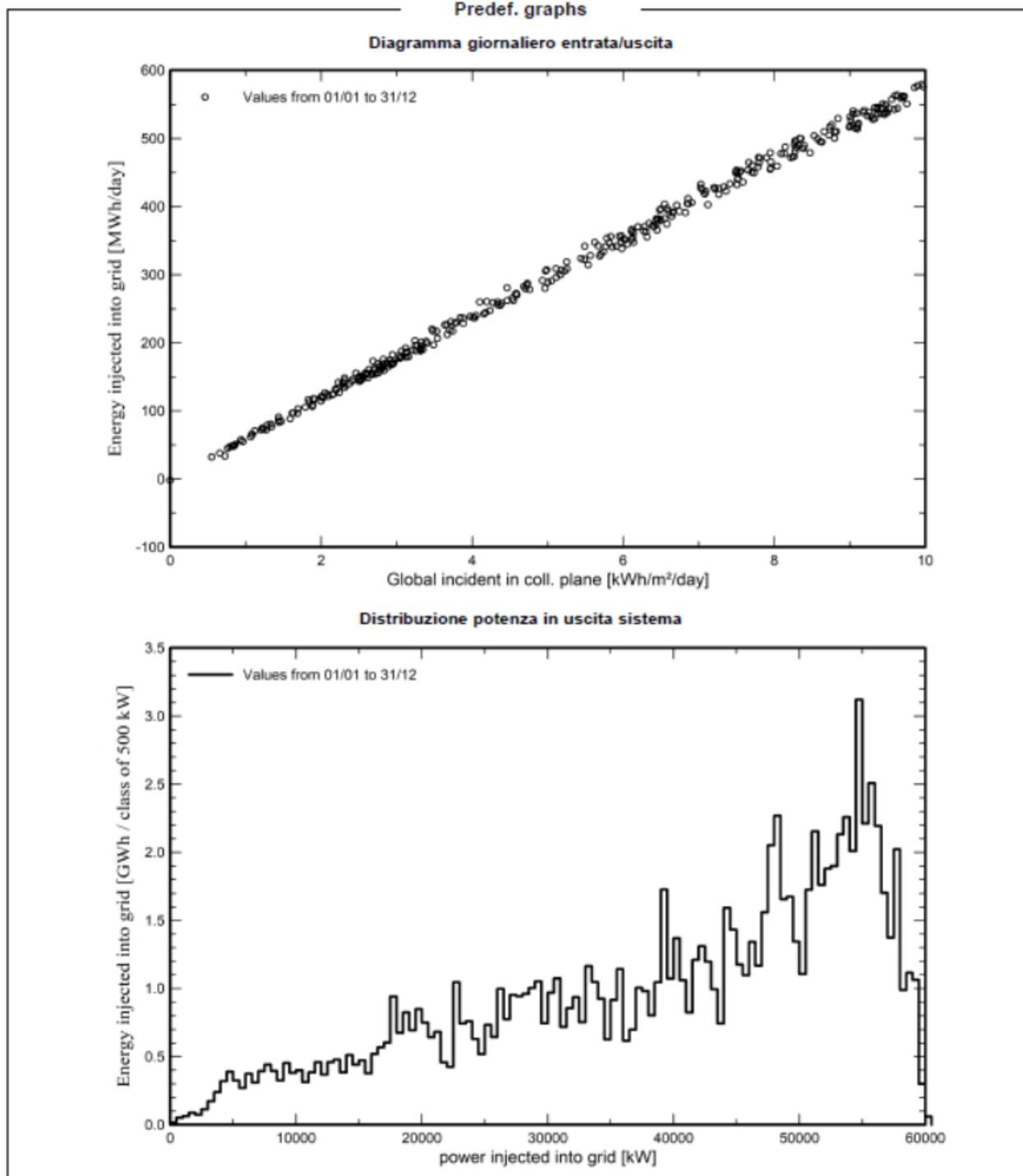
PVsyst V7.4.0

VCO, Simulation date:
25/12/23 23:32
with v7.4.0

Project: Impianto agrivoltaico integrato con produzione agricola da ubicarsi in agro di Mores (SS)

Variant: Progetto definitivo

Predef. graphs



Committente: MARMARIA SOLARE 3 S.R.L. Via TEVERE, 41 – 00198 ROMA		Progettazione: Mate System S.r.l. Via G.Mameli n.5, Cassano delle Murge (BA)	
Cod. elab.: R 2.1 04	Relazione specialistica impianto fotovoltaico e rete di terra		Formato: A4
Data: 25/12/2023			Scala: n.a.



PVsyst V7.4.0
 VCO, Simulation date:
 25/12/23 23:32
 with v7.4.0

Project: Impianto agrivoltaico integrato con produzione agricola da ubicarsi in agro di Mores (SS)

Variant: Progetto definitivo

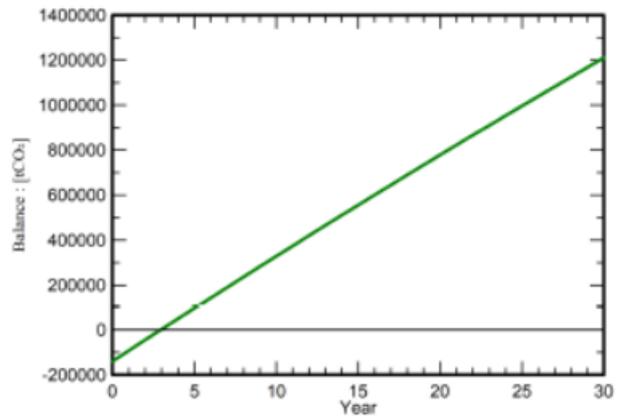
CO₂ Emission Balance

Total: 1210599.7 tCO₂

Generated emissions
Total: 139784.51 tCO₂
 Source: Detailed calculation from table below

Replaced Emissions
Total: 1430328.0 tCO₂
 System production: 112713.00 MWh/yr
 Grid Lifecycle Emissions: 423 gCO₂/kWh
 Source: IEA List
 Country: Italy
 Lifetime: 30 years
 Annual degradation: 0.4 %

Saved CO₂ Emission vs. Time



System Lifecycle Emissions Details

Item	LCE	Quantity	Subtotal
			[kgCO ₂]
Modules	1713 kgCO ₂ /kWp	72618 kWp	124374301
Supports	2.82 kgCO ₂ /kg	5460000 kg	15404899
Inverters	280 kgCO ₂ /units	19.0 units	5311