



Azienda Sanitaria Provinciale di Trapani

- Settore Gestione Tecnica

COMUNE DI ERICE – CASA SANTA - Via Cosenza

LAVORI DI REALIZZAZIONE
DEL SERVIZIO DI RADIOTERAPIA ED AMPLIAMENTO
DELL'OSPEDALE "S. ANTONIO ABATE" DI TRAPANI
CIG: 673939330A CUP: G58I16000020005

PROGETTO ESECUTIVO



Committente:
A.S.P. di TRAPANI
Via Mazzini 1 –
Trapani (TP)

R.U.P.:
Ing. Francesco
Costa

Francesco
Costa
25.02.2026
15:25:05
GMT+00:00



GRUPPO DI PROGETTAZIONE



CAPOGRUPPO

Integrazione prestazioni specialistiche: Ing. Dino Bonadies
Responsabile P&CM: Ing. Marco Rasimelli
Responsabile qualità: Ing. Luca Bonadies

Dott. Marco Menichini
Dott.ssa Daniela Provani
Arch. Maurizio Cirimbilli
Arch. Omar Cristallini
Arch. Stefano Galli
Arch. Alice Pazzaglia
Arch. Enrica Rasimelli
Arch. Francesco Toscano
Arch. Viola Tortoioli
Arch. Massimiliano Venditti
Ing. Nicola Arcelli
Ing. Daniele Azzaroli

Ing. Valentina Brasili
Ing. Benedetto Ceccarini
Ing. Salvatore Corliano
Ing. Chiara Falcone
Ing. Marco Galazzo
Ing. Giulio Galli
Ing. :Luigi Iovine
Ing. Pasquale Lospennato
Ing. Valerio Mastroianni
Ing. Simone Pellegrini
Ing. Mattia Procacci
Ing. Antonio Luca Russo

Ing. Maria Gabriela Sorci
Ing. Luigi Spinozzi
Ing. Numa Tondini
Ing. Viviana Valentini
P.I. Massimo Bricca
Geom. Daniele Capannelli
Geom. Leonardo Chiappini
Geom. Luca Gagliardini
Geom. Antonio Santagà
Geom. Carlo Rosi
Geol. Stefano Piazzoli

RPA S.r.l.I



MANDANTE

Responsabile e Coord. sicurezza in
fase di progettazione: Ing. Ruggero
Cassata

Ing. Giovanni Cassata
Ing. Giuseppe Genovese
Arch. Bruna Sampino
Geom. Giuseppe Cardella

Assessorato delle Infrastrutture e della Mobilità Dipartimento Regionale Tecnico

REGIONE SICILIANA

COMMISSIONE REGIONALE DEI LAVORI PUBBLICI

Regione Siciliana

Copia conforme all'elaborato esaminato nella seduta

del 12 novembre 2025

Parere n. 142

Il Relatore: Ing. Giuseppe Alessandro Marino

Ingegnere Capo dell'Ufficio Regionale del Genio Civile - Servizio di Trapani

RGM S.r.l.I

Pratica 17014_BZD	Pagine	IMPIANTI ELETTRICI E SPECIALI Relazione tecnico descrittiva impianto fotovoltaico
	1 a 58	
Identificativo 04_0_ELE_rl_002_A		

A	Settembre 2023	PRIMA EMISSIONE	SORCI M.G.	SORCI M.G.	VALENTINI	BONADIES
Rev	Data	Motivazione	Redatto	Verificato	Approvato	Autorizzato

Questo documento é di proprietà esclusiva. È proibita la riproduzione anche parziale e la cessione a terzi senza la nostra autorizzazione

INDICE

DATI GENERALI DELL'IMPIANTO	3
SITO DI INSTALLAZIONE	3
DIMENSIONAMENTO DELL'IMPIANTO	3
DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO	4
EMISSIONI	4
RADIAZIONE SOLARE	5
ESPOSIZIONI	6
Generatore Copertura	19
GRUPPO DI CONVERSIONE	19
DIMENSIONAMENTO	24
CAVI ELETTRICI E CABLAGGI	26
QUADRI ELETTRICI	26
VERIFICHE	27
Generatore facciata Est	29
GRUPPO DI CONVERSIONE	29
DIMENSIONAMENTO	32
CAVI ELETTRICI E CABLAGGI	34
QUADRI ELETTRICI	35
VERIFICHE	36
Generatore facciata Sud	37
GRUPPO DI CONVERSIONE	37
DIMENSIONAMENTO	40
CAVI ELETTRICI E CABLAGGI	42
QUADRI ELETTRICI	43
VERIFICHE	44
Generatore facciata Ovest	45
GRUPPO DI CONVERSIONE	45
DIMENSIONAMENTO	48
CAVI ELETTRICI E CABLAGGI	50
QUADRI ELETTRICI	51
VERIFICHE	52
PLANIMETRIA DELL'IMPIANTO	53
SCHEMA UNIFILARE DELL'IMPIANTO	54
RIFERIMENTI NORMATIVI	55
CONCLUSIONI	58

AZIENDA SANITARIA PROVINCIALE di TRAPANI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL SERVIZIO DI RADIOTERAPIA ED AMPLIAMENTO DELL'OSPEDALE "S. ANTONIO ABATE" DI TRAPANI PROGETTO ESECUTIVO Relazione tecnico descrittiva impianto fotovoltaico	04_0_ELE_rl_002_A Data: settembre 2023 Pag. 3 di 58
--	--

DATI GENERALI DELL'IMPIANTO

Il presente progetto è relativo alla realizzazione di un impianto di produzione di energia elettrica tramite conversione fotovoltaica, avente una potenza di picco di 278,38 kWp.

COMMITTENTE	
Committente:	AZIENDA SANITARIA PROVINCIALE di TRAPANI
Indirizzo:	Via Mazzini 1 - Trapani

SITO DI INSTALLAZIONE

L'impianto Nuovo Ospedale Trapani presenta le seguenti caratteristiche: .

DATI RELATIVI ALLA LOCALITÀ DI INSTALLAZIONE	
Località:	Erice - Via Cosenza
Latitudine:	038°02'18"N
Longitudine:	012°35'11"E
Altitudine:	751 m
Fonte dati climatici:	UNI 10349
Albedo:	20 % Erba secca

DIMENSIONAMENTO DELL'IMPIANTO

La quantità di energia elettrica producibile sarà calcolata sulla base dei dati radiometrici di cui alla norma UNI 10349 e utilizzando i metodi di calcolo illustrati nella norma UNI 10349-1:2016.

Per gli impianti verranno rispettate le seguenti condizioni (*da effettuare per ciascun "generatore fotovoltaico", inteso come insieme di moduli fotovoltaici con stessa inclinazione e stesso orientamento*):

in fase di avvio dell'impianto fotovoltaico, il rapporto fra l'energia o la potenza prodotta in corrente alternata e l'energia o la potenza producibile in corrente alternata (determinata in funzione dell'irraggiamento solare incidente sul piano dei moduli, della potenza nominale dell'impianto e della temperatura di funzionamento dei moduli) sia almeno superiore a 0,78 nel caso di utilizzo di inverter di potenza fino a 20 kW e 0,8 nel caso di utilizzo di inverter di potenza superiore, nel rispetto delle condizioni di misura e dei metodi di calcolo descritti nella medesima Guida CEI 82-25.

Non sarà ammesso il parallelo di stringhe non perfettamente identiche tra loro per esposizione, e/o marca, e/o modello, e/o numero dei moduli impiegati. Ciascun modulo, infine, sarà dotato di diodo di by-pass.

Sarà, inoltre, sempre rilevabile l'energia prodotta (cumulata) e le relative ore di funzionamento.

DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO

L'impianto fotovoltaico è costituito da n° 4 generatori fotovoltaici composti da n° 540 moduli fotovoltaici in copertura e 788 mq di facciate fotovoltaiche (110 W/mq) e da n° 16 inverter.

La potenza di picco è di 278,38 kWp per una produzione di 334.457,5 kWh annui distribuiti su una superficie di 2.057 m².

Modalità di connessione alla rete Trifase in Media tensione con tensione di fornitura 20.000 V.

EMISSIONI

L'impianto riduce le emissioni inquinanti in atmosfera secondo la seguente tabella annuale:

Equivalenti di produzione termoelettrica	
Anidride solforosa (SO ₂):	234,40 kg
Ossidi di azoto (NO _x):	295,08 kg
Polveri:	10,47 kg
Anidride carbonica (CO ₂):	174,43 t

Equivalenti di produzione geotermica	
Idrogeno solforato (H ₂ S) (fluido geotermico):	10,25 kg
Anidride carbonica (CO ₂):	1,97 t
Tonnellate equivalenti di petrolio (TEP):	62,54 TEP

RADIAZIONE SOLARE

La valutazione della risorsa solare disponibile è stata effettuata in base alla Norma UNI 10349, prendendo come riferimento la località che dispone dei dati storici di radiazione solare nelle immediate vicinanze di Erice.

TABELLA DI RADIAZIONE SOLARE SUL PIANO ORIZZONTALE

Mese	Totale giornaliero [MJ/m ²]	Totale mensile [MJ/m ²]
Gennaio	7,4	229,4
Febbraio	9,8	274,4
Marzo	14,14	438,34
Aprile	18,46	553,8
Maggio	22,35	692,85
Giugno	24,46	733,8
Luglio	25,01	775,31
Agosto	21,86	677,66
Settembre	16,2	486
Ottobre	12,8	396,8
Novembre	9,75	292,5
Dicembre	6,75	209,25

TABELLA PRODUZIONE ENERGIA

Mese	Totale giornaliero [kWh]	Totale mensile [kWh]
Gennaio	437,314	13556,739
Febbraio	577,548	16171,334
Marzo	833,16	25827,972
Aprile	1074,368	32231,046
Maggio	1281,839	39737,014
Giugno	1392,589	41777,669
Luglio	1427,718	44259,247
Agosto	1264,616	39203,098
Settembre	949,717	28491,497
Ottobre	759,718	23551,243
Novembre	578,907	17367,213
Dicembre	396,24	12283,443

ESPOSIZIONI

L'impianto fotovoltaico è composto da 4 generatori distribuiti su 5 esposizioni come di seguito definite:

Descrizione	Tipo realizzazione	Tipo installazione	Orient.	Inclin.	Omr.
Espos. incl. 1° orient. -99°	[Non assegnato]	Inclinazione fissa	-99,3°	1°	0 %
Espos. incl. 1° orient. 81°	[Non assegnato]	Inclinazione fissa	80,7°	1°	0 %
Esposizione facciata est (-99,3°)	[Non assegnato]	Inclinazione fissa	-99,3°	90°	0 %
Esposizione facciata ovest (80,7°)	[Non assegnato]	Inclinazione fissa	80,7°	90°	0 %
Esposizione facciata sud (-18,6°)	[Non assegnato]	Inclinazione fissa	-18,6°	90°	0 %

Espos. incl. 1° orient. -99° (generatore copertura)

Espos. incl. 1° orient. -99° sarà esposta con un orientamento di -99,30° (azimut) rispetto al sud ed avrà un'inclinazione rispetto all'orizzontale di 1,00° (tilt).

La produzione di energia dell'esposizione Espos. incl. 1° orient. -99° è condizionata da alcuni fattori di ombreggiamento che determinano una riduzione della radiazione solare nella misura del 0 %.

DIAGRAMMA DI OMBREGGIAMENTO

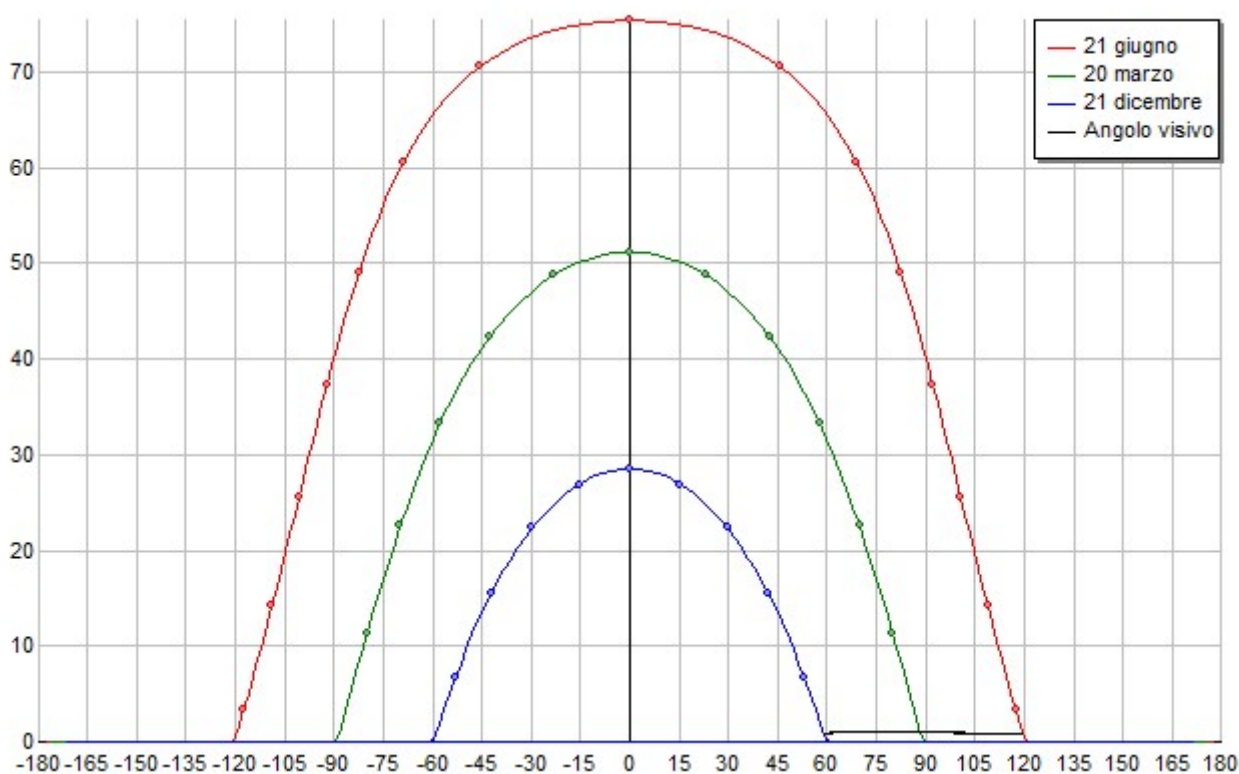


DIAGRAMMA RADIAZIONE SOLARE

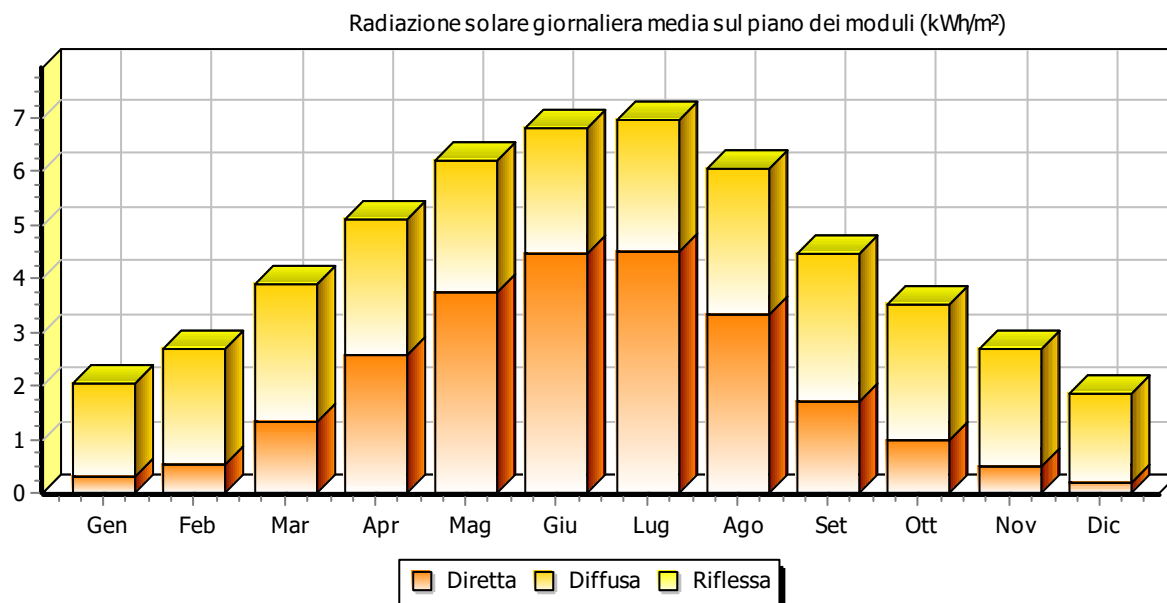


TABELLA DI RADIAZIONE SOLARE

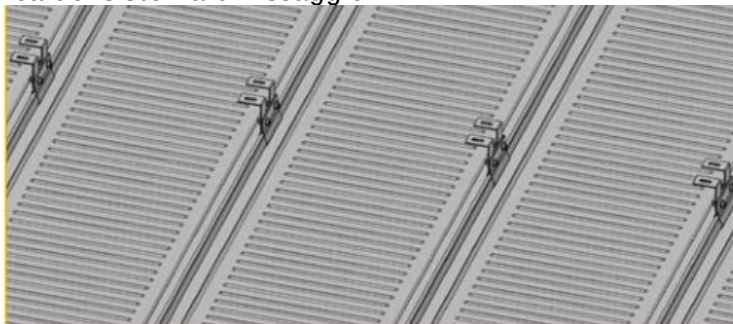
Mese	Radiazione Diretta [kWh/m ²]	Radiazione Diffusa [kWh/m ²]	Radiazione Riflessa [kWh/m ²]	Totale giornaliero [kWh/m ²]	Totale mensile [kWh/m ²]
Gennaio	0,291	1,75	0	2,041	63,266
Febbraio	0,517	2,18	0	2,697	75,513
Marzo	1,321	2,569	0	3,89	120,595
Aprile	2,579	2,514	0	5,093	152,796
Maggio	3,75	2,444	0	6,194	192,017
Giugno	4,45	2,347	0,000	6,797	203,907
Luglio	4,511	2,43	0,000	6,941	215,175
Agosto	3,333	2,708	0	6,042	187,289
Settembre	1,683	2,778	0	4,461	133,816
Ottobre	0,993	2,528	0	3,52	109,135
Novembre	0,478	2,208	0	2,687	80,598
Dicembre	0,197	1,667	0	1,864	57,774

STRUTTURE DI SOSTEGNO

il sistema di fissaggio dei pannelli fotovoltaici sarà costituito da staffe in acciaio inox agganciate al sistema di copertura realizzato con lastre metalliche ad elementi continui.

I moduli fotovoltaici saranno fissati tramite le staffe alla struttura di copertura.
Di seguito la scheda tecnica del sistema di fissaggio:

Il sistema di copertura Elysium 574 è la soluzione ideale per l'installazione di tutti gli impianti fotovoltaici con moduli in policristallino e in monocristallino costituiti da celle e da nastri flessibili a film sottile, vetro, silicio amorfo e pannelli solari. Prevede 3 tipologie di staffe per garantire la massima flessibilità nell'alloggiamento dei più svariati sistemi tecnologici.



ELYSUN 1 (staffa per fotovoltaico) - singola - h 43 mm

ELYSUN 1 è una delle staffe nate per alloggiare impianti fotovoltaici per il sistema Elysium 574. E' composta da 2 elementi: un morsetto di aggancio alla copertura e una staffa per il fissaggio dell'impianto fotovoltaico, provvista di due asolature. E' realizzata in acciaio inox (AISI 304) con uno spessore di 2 mm e altezza pari a 43 mm.



ELYSUN 2 (staffa per fotovoltaico) - doppia - h 43 mm

ELYSUN 2 è una delle staffe nate per alloggiare impianti fotovoltaici per il sistema Elysium 574. E' composta da 3 elementi: un morsetto di aggancio alla copertura e 2 staffe per il fissaggio dell'impianto fotovoltaico, provviste di asolature. E' realizzata in acciaio inox (AISI 304) con uno spessore di 2 mm e altezza pari a 43 mm.



ELYSUN 3 (staffa per fotovoltaico) - doppia - h 63 mm

ELYSUN 3 è una delle staffe nate per alloggiare impianti fotovoltaici per il sistema Elysium 574. E' composta da 3 elementi: un morsetto di aggancio alla copertura e 2 staffe per il fissaggio dell'impianto fotovoltaico, provviste di asolature. E' realizzata in acciaio inox (AISI 304) con uno spessore di 2 mm e altezza pari a 63 mm.

Espos. incl. 1° orient. 81° (generatore copertura)

Espos. incl. 1° orient. 81° sarà esposta con un orientamento di 80,70° (azimut) rispetto al sud ed avrà un'inclinazione rispetto all'orizzontale di 1,00° (tilt).

La produzione di energia dell'esposizione Espos. incl. 1° orient. 81° è condizionata da alcuni fattori di ombreggiamento che determinano una riduzione della radiazione solare nella misura del 0 %.

DIAGRAMMA DI OMBREGGIAMENTO

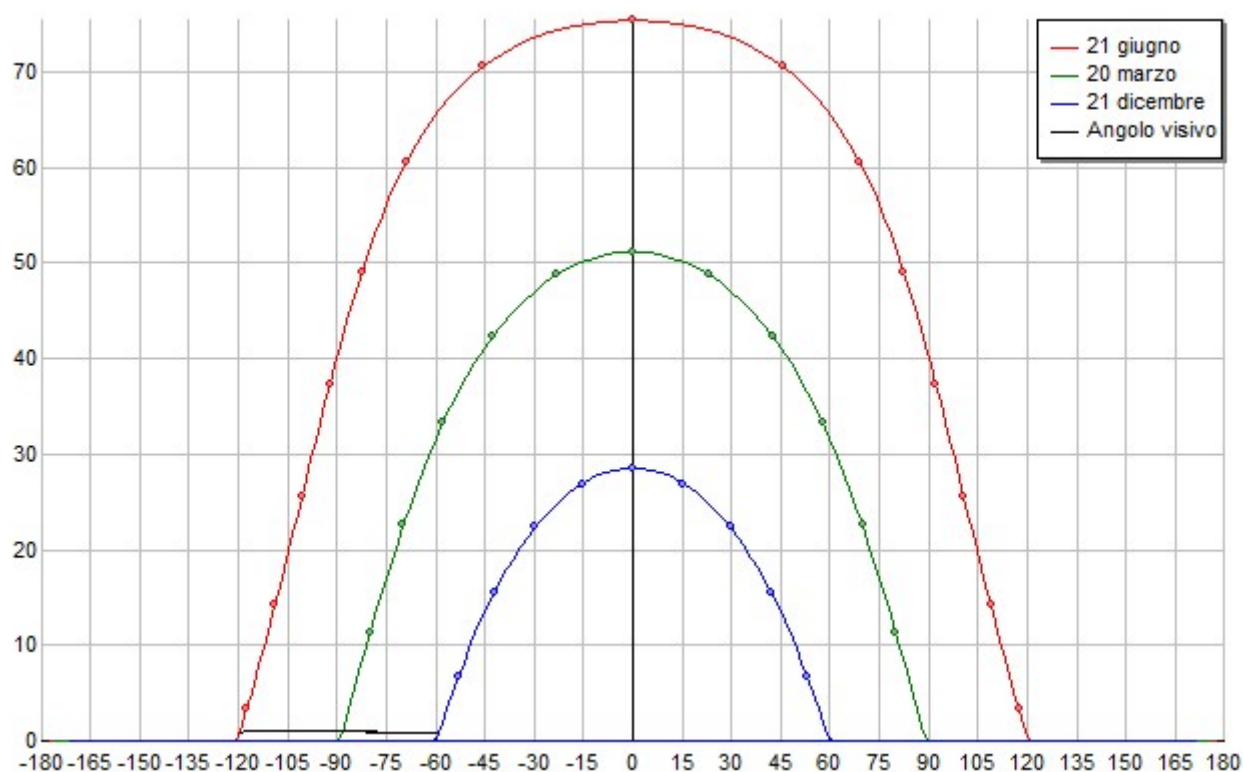


DIAGRAMMA RADIAZIONE SOLARE

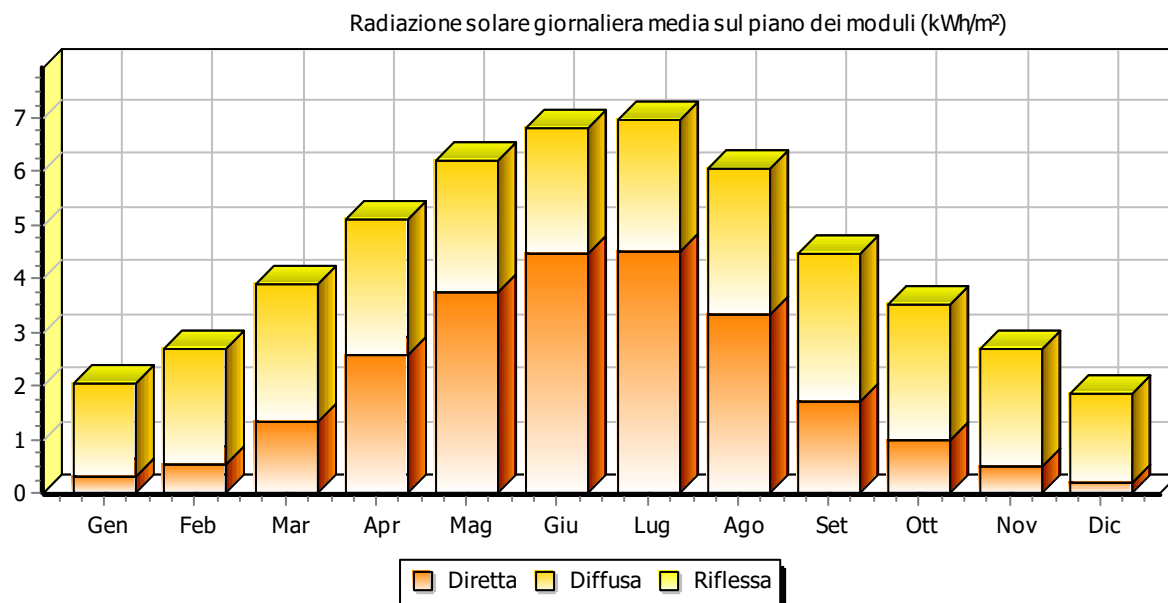


TABELLA DI RADIAZIONE SOLARE

Mese	Radiazione Diretta [kWh/m ²]	Radiazione Diffusa [kWh/m ²]	Radiazione Riflessa [kWh/m ²]	Totale giornaliero [kWh/m ²]	Totale mensile [kWh/m ²]
Gennaio	0,294	1,75	0	2,044	63,349
Febbraio	0,52	2,18	0	2,701	75,617
Marzo	1,327	2,569	0	3,897	120,797
Aprile	2,586	2,514	0	5,1	152,996
Maggio	3,753	2,444	0	6,198	192,124
Giugno	4,451	2,347	0,000	6,798	203,933
Luglio	4,513	2,43	0,000	6,943	215,246
Agosto	3,339	2,708	0	6,048	187,48
Settembre	1,69	2,778	0	4,467	134,017
Ottobre	0,999	2,528	0	3,527	109,338
Novembre	0,483	2,208	0	2,691	80,726
Dicembre	0,199	1,667	0	1,865	57,828

STRUTTURE DI SOSTEGNO

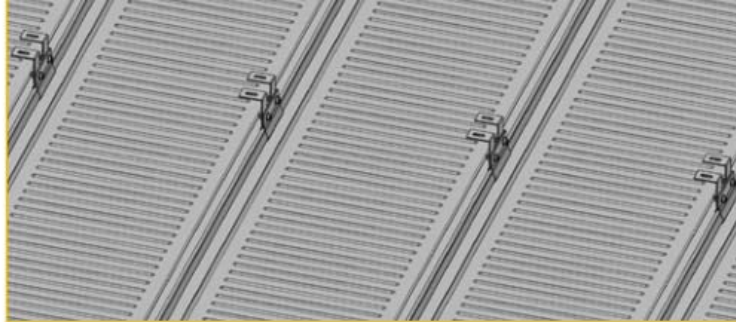
il sistema di fissaggio dei pannelli fotovoltaici sarà costituito da staffe in acciaio inox agganciate al sistema di copertura realizzato con lastre metalliche ad

elementi continui.

I moduli fotovoltaici saranno fissati tramite le staffe alla struttura di copertura.

Di seguito la scheda tecnica del sistema di fissaggio:

Il sistema di copertura Elysium 574 è la soluzione ideale per l'installazione di tutti gli impianti fotovoltaici con moduli in policristallino e in monocristallino costituiti da celle e da nastri flessibili a film sottile, vetro, silicio amorfo e pannelli solari. Prevede 3 tipologie di staffe per garantire la massima flessibilità nell'alloggiamento dei più svariati sistemi tecnologici.



ELYSUN 1 (staffa per fotovoltaico) - singola - h 43 mm

ELYSUN 1 è una delle staffe nate per alloggiare impianti fotovoltaici per il sistema Elysium 574. E' composta da 2 elementi: un morsetto di aggancio alla copertura e una staffa per il fissaggio dell'impianto fotovoltaico, provvista di due asolature. E' realizzata in acciaio inox (AISI 304) con uno spessore di 2 mm e altezza pari a 43 mm.



ELYSUN 2 (staffa per fotovoltaico) - doppia - h 43 mm

ELYSUN 2 è una delle staffe nate per alloggiare impianti fotovoltaici per il sistema Elysium 574. E' composta da 3 elementi: un morsetto di aggancio alla copertura e 2 staffe per il fissaggio dell'impianto fotovoltaico, provviste di asolature. E' realizzata in acciaio inox (AISI 304) con uno spessore di 2 mm e altezza pari a 43 mm.



ELYSUN 3 (staffa per fotovoltaico) - doppia - h 63 mm

ELYSUN 3 è una delle staffe nate per alloggiare impianti fotovoltaici per il sistema Elysium 574. E' composta da 3 elementi: un morsetto di aggancio alla copertura e 2 staffe per il fissaggio dell'impianto fotovoltaico, provviste di asolature. E' realizzata in acciaio inox (AISI 304) con uno spessore di 2 mm e altezza pari a 63 mm.

Esposizione facciata est (-99,3°)

Esposizione facciata est (-99,3°) sarà esposta con un orientamento di -99,30° (azimut) rispetto al sud ed avrà un'inclinazione rispetto all'orizzontale di 90,00° (tilt).

La produzione di energia dell'esposizione Esposizione facciata est (-99,3°) è condizionata da alcuni fattori di ombreggiamento che determinano una riduzione della radiazione solare nella misura del 0 %.

DIAGRAMMA DI OMBREGGIAMENTO

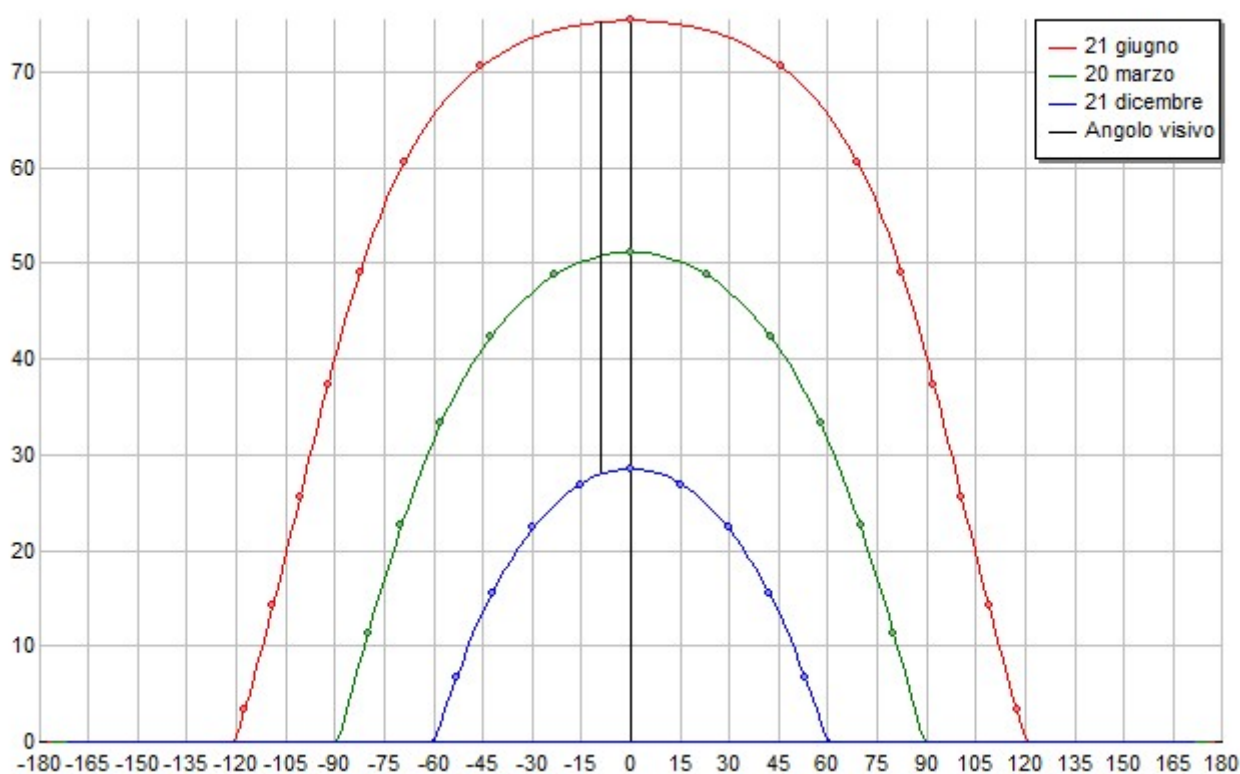


DIAGRAMMA RADIAZIONE SOLARE

Radiazione solare giornaliera media sul piano dei moduli (kWh/m²)

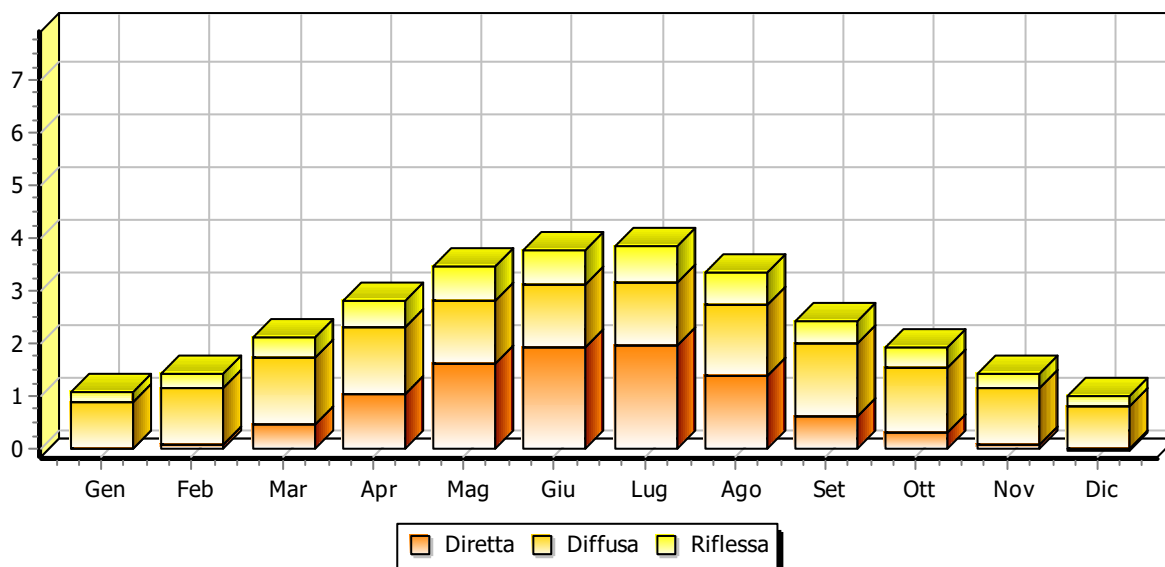


TABELLA DI RADIAZIONE SOLARE

Mese	Radiazione Diretta [kWh/m ²]	Radiazione Diffusa [kWh/m ²]	Radiazione Riflessa [kWh/m ²]	Totale giornaliero [kWh/m ²]	Totale mensile [kWh/m ²]
Gennaio	0,013	0,875	0,204	1,092	33,845
Febbraio	0,092	1,09	0,27	1,452	40,651
Marzo	0,456	1,285	0,389	2,13	66,027
Aprile	1,06	1,257	0,51	2,826	84,795
Maggio	1,616	1,222	0,62	3,458	107,205
Giugno	1,942	1,174	0,68	3,796	113,865
Luglio	1,968	1,215	0,694	3,877	120,195
Agosto	1,407	1,354	0,605	3,365	104,329
Settembre	0,614	1,389	0,446	2,45	73,491
Ottobre	0,302	1,264	0,352	1,918	59,467
Novembre	0,072	1,104	0,269	1,445	43,349
Dicembre	-0,03	0,833	0,186	0,99	30,69

STRUTTURE DI SOSTEGNO

I moduli sono integrati nella facciata esterna ventilata.

Esposizione facciata ovest (80,7°)

Esposizione facciata ovest (80,7°) sarà esposta con un orientamento di 80,70° (azimut) rispetto al sud ed avrà un'inclinazione rispetto all'orizzontale di 90,00° (tilt).

La produzione di energia dell'esposizione Esposizione facciata ovest (80,7°) è condizionata da alcuni fattori di ombreggiamento che determinano una riduzione della radiazione solare nella misura del 0 %.

DIAGRAMMA DI OMBREGGIAMENTO

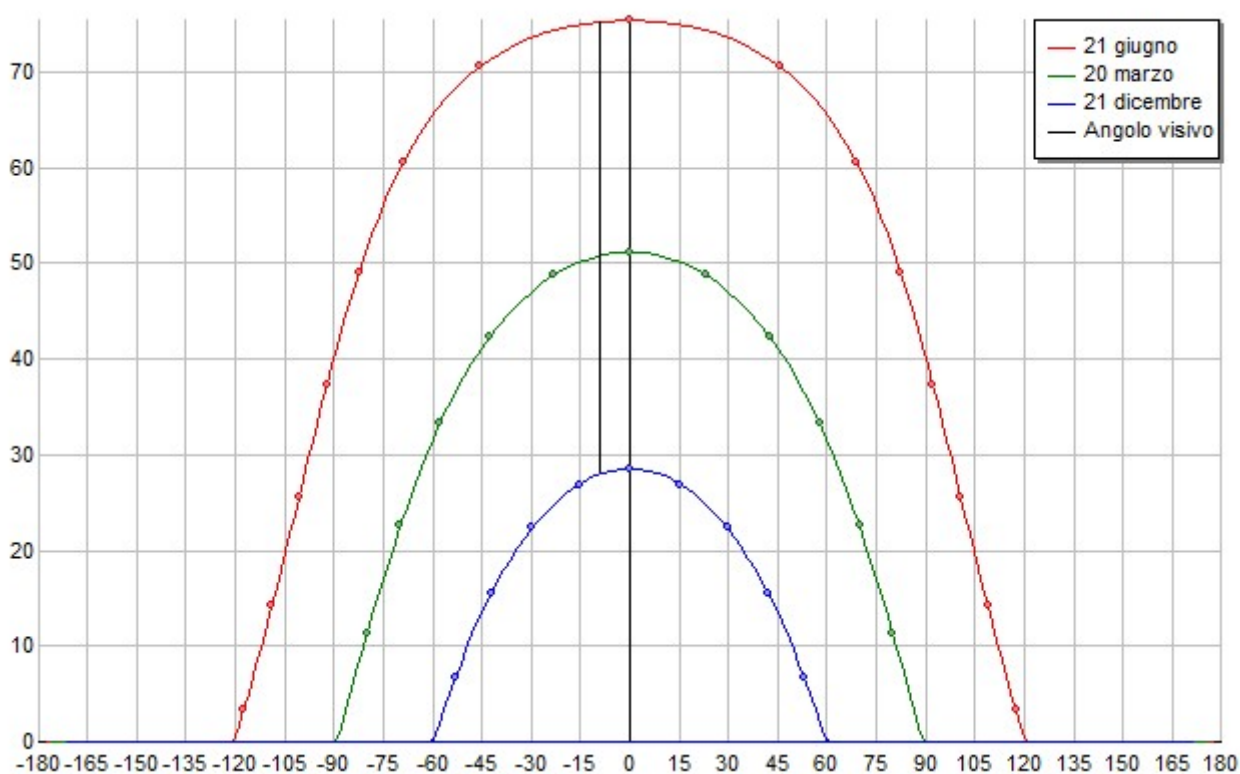


DIAGRAMMA RADIAZIONE SOLARE

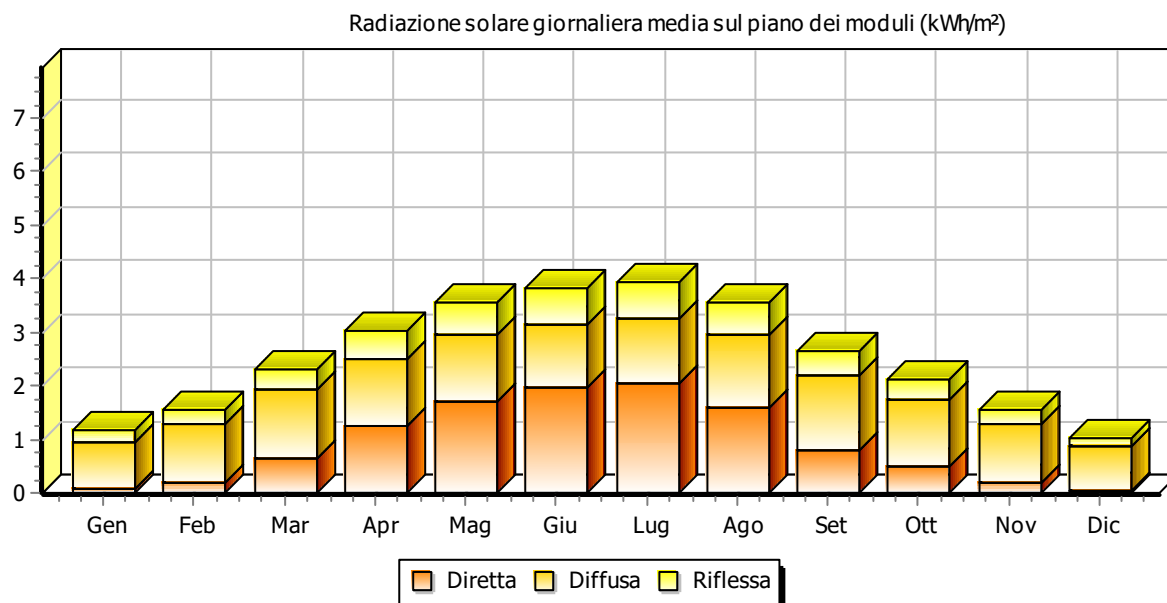


TABELLA DI RADIAZIONE SOLARE

Mese	Radiazione Diretta [kWh/m ²]	Radiazione Diffusa [kWh/m ²]	Radiazione Riflessa [kWh/m ²]	Totale giornaliero [kWh/m ²]	Totale mensile [kWh/m ²]
Gennaio	0,088	0,875	0,204	1,168	36,197
Febbraio	0,198	1,09	0,27	1,558	43,625
Marzo	0,643	1,285	0,389	2,317	71,814
Aprile	1,25	1,257	0,51	3,017	90,496
Maggio	1,714	1,222	0,62	3,556	110,227
Giugno	1,965	1,174	0,68	3,819	114,56
Luglio	2,032	1,215	0,694	3,941	122,174
Agosto	1,582	1,354	0,605	3,541	109,763
Settembre	0,806	1,389	0,446	2,641	79,24
Ottobre	0,49	1,264	0,352	2,106	65,288
Novembre	0,194	1,104	0,269	1,567	47,017
Dicembre	0,02	0,833	0,186	1,039	32,22

STRUTTURE DI SOSTEGNO

I moduli sono integrati nella facciata esterna ventilata.

Esposizione facciata sud (-18,6°)

Esposizione facciata sud (-18,6°) sarà esposta con un orientamento di -18,60° (azimut) rispetto al sud ed avrà un'inclinazione rispetto all'orizzontale di 90,00° (tilt).

La produzione di energia dell'esposizione Esposizione facciata sud (-18,6°) è condizionata da alcuni fattori di ombreggiamento che determinano una riduzione della radiazione solare nella misura del 0 %.

DIAGRAMMA DI OMBREGGIAMENTO

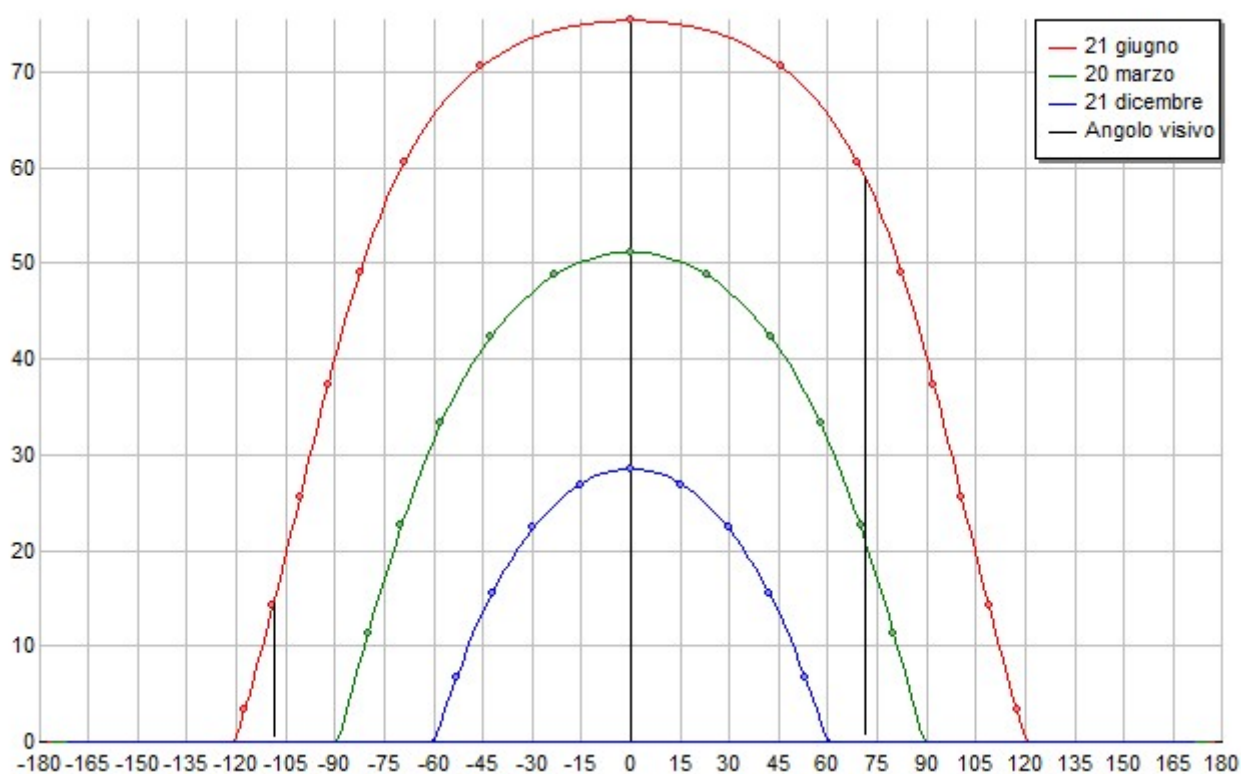


DIAGRAMMA RADIAZIONE SOLARE

Radiazione solare giornaliera media sul piano dei moduli (kWh/m²)

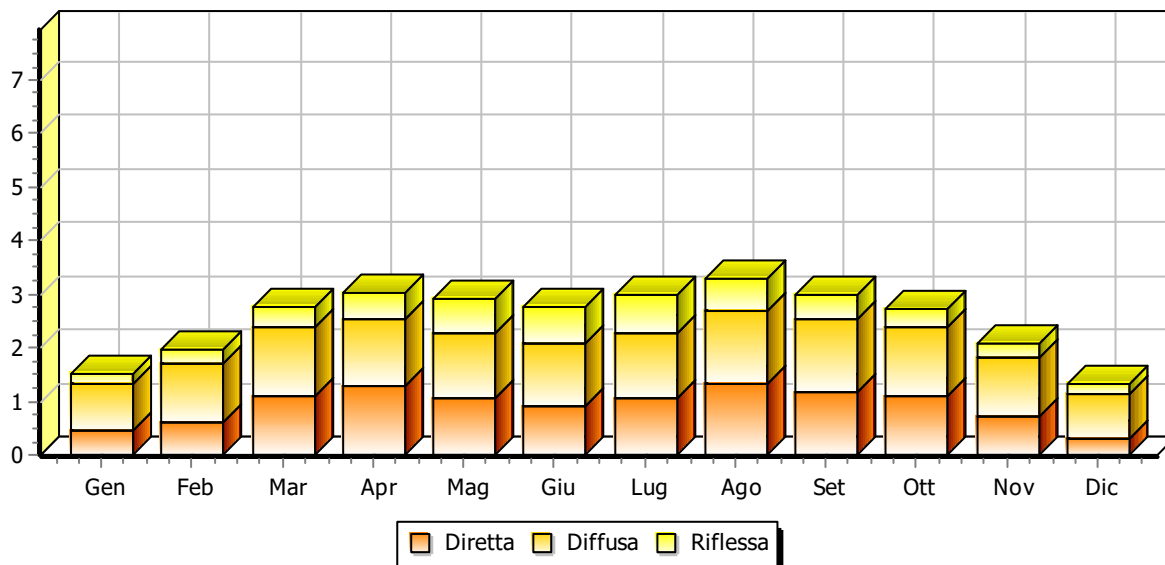


TABELLA DI RADIAZIONE SOLARE

Mese	Radiazione Diretta [kWh/m ²]	Radiazione Diffusa [kWh/m ²]	Radiazione Riflessa [kWh/m ²]	Totale giornaliero [kWh/m ²]	Totale mensile [kWh/m ²]
Gennaio	0,445	0,875	0,204	1,524	47,254
Febbraio	0,623	1,09	0,27	1,983	55,522
Marzo	1,105	1,285	0,389	2,779	86,144
Aprile	1,274	1,257	0,51	3,041	91,216
Maggio	1,058	1,222	0,62	2,9	89,892
Giugno	0,901	1,174	0,68	2,755	82,642
Luglio	1,065	1,215	0,694	2,975	92,227
Agosto	1,323	1,354	0,605	3,281	101,723
Settembre	1,159	1,389	0,446	2,994	89,833
Ottobre	1,101	1,264	0,352	2,717	84,229
Novembre	0,717	1,104	0,269	2,09	62,707
Dicembre	0,289	0,833	0,186	1,309	40,584

STRUTTURE DI SOSTEGNO

I moduli sono integrati nella facciata esterna ventilata.

Generatore Copertura

Il generatore è composto da n° 540 moduli del tipo Film sottile con una vita utile stimata di oltre 20 anni e degradazione della produzione dovuta ad invecchiamento del 0,8 % annuo.

CARATTERISTICHE DEL GENERATORE FOTOVOLTAICO	
Tipo di realizzazione:	Incentivo 1
Numero di moduli:	540
Numero inverter:	10
Potenza nominale:	170 kW
Potenza di picco:	191,7 kWp
Performance ratio:	87,1 %

DATI COSTRUTTIVI DEI MODULI	
Costruttore:	Eterbright
Serie / Sigla:	CIGS-3000A1 3550A1
Tecnologia costruttiva:	Film sottile
Caratteristiche elettriche	
Potenza massima:	355 Wp
Rendimento:	15,1 %
Tensione nominale:	56,3 V
Tensione a vuoto:	74 V
Corrente nominale:	6,3 A
Corrente di corto circuito:	7 A
Dimensioni	
Dimensioni:	1237 mm x 1901 mm
Peso:	33,3 kg

I valori di tensione alle varie temperature di funzionamento (minima, massima e d'esercizio) rientrano nel range di accettabilità ammesso dall'inverter.

La linea elettrica proveniente dai moduli fotovoltaici è messa a terra mediante appositi scaricatori di sovratensione con indicazione ottica di fuori servizio, al fine di garantire la protezione dalle scariche di origine atmosferica.

GRUPPO DI CONVERSIONE

Il gruppo di conversione è composto dai convertitori statici (Inverter).

Il convertitore c.c./c.a. utilizzato è idoneo al trasferimento della potenza dal campo fotovoltaico alla rete del distributore, in conformità ai requisiti normativi tecnici e di sicurezza applicabili. I valori della tensione e della corrente di ingresso di questa apparecchiatura sono compatibili con quelli del rispettivo campo fotovoltaico, mentre i valori della tensione e della frequenza in uscita sono compatibili con quelli della rete alla quale viene connesso l'impianto.

Le caratteristiche principali del gruppo di conversione sono:

- ☐ Inverter a commutazione forzata con tecnica PWM (pulse-width modulation), senza clock e/o riferimenti interni di tensione o di corrente, assimilabile a "sistema non idoneo a sostenere la tensione e frequenza nel campo normale", in conformità a quanto prescritto per i sistemi di produzione dalla norma CEI 0-21 e dotato di funzione MPPT (inseguimento della massima potenza)
- ☐ Ingresso lato cc da generatore fotovoltaico gestibile con poli non connessi a terra, ovvero con sistema IT.
- ☐ Rispondenza alle norme generali su EMC e limitazione delle emissioni RF: conformità norme CEI 110-1, CEI 110-6, CEI 110-8.
- ☐ Protezioni per la sconnessione dalla rete per valori fuori soglia di tensione e frequenza della rete e per sovracorrente di guasto in conformità alle prescrizioni delle norme CEI 0-21 ed a quelle specificate dal distributore elettrico locale. Reset automatico delle protezioni per predisposizione ad avviamento automatico.
- ☐ Conformità marchio CE.
- ☐ Grado di protezione adeguato all'ubicazione in prossimità del campo fotovoltaico (IP65).
- ☐ Dichiarazione di conformità del prodotto alle normative tecniche applicabili, rilasciato dal costruttore, con riferimento a prove di tipo effettuate sul componente presso un organismo di certificazione abilitato e riconosciuto.
- ☐ Campo di tensione di ingresso adeguato alla tensione di uscita del generatore FV.
- ☐ Efficienza massima $\geq 90\%$ al 70% della potenza nominale.

Il gruppo di conversione è composto da 10 inverter.

Dati costruttivi degli inverter	
Costruttore:	ZCS AZZURRO
Serie / Sigla:	TL-V3 3PH 17000TL-V3
Inseguitori:	2
Ingressi per inseguitore:	2
Caratteristiche elettriche	

Potenza nominale:	17 kW
Potenza massima:	17,3 kW
Potenza massima per inseguitore:	8,7 kW
Tensione nominale:	650 V
Tensione massima:	1100 V
Tensione minima per inseguitore:	140 V
Tensione massima per inseguitore:	1000 V
Tensione nominale di uscita:	400 Vac
Corrente nominale:	52 A
Corrente massima:	52 A
Corrente massima per inseguitore:	26 A
Rendimento:	0,98

Inverter 1	MPPT 1	MPPT 2
Moduli in serie:	9	9
Stringhe in parallelo:	3	3
Esposizioni:	Espos. incl. 1° orient. 81°	Espos. incl. 1° orient. 81°
Tensione di MPP (STC):	506,7 V	506,7 V
Numero di moduli:	27	27

Inverter 2	MPPT 1	MPPT 2
Moduli in serie:	9	9
Stringhe in parallelo:	3	3
Esposizioni:	Espos. incl. 1° orient. 81°	Espos. incl. 1° orient. 81°
Tensione di MPP (STC):	506,7 V	506,7 V
Numero di moduli:	27	27

Inverter 3	MPPT 1	MPPT 2
Moduli in serie:	9	9
Stringhe in parallelo:	3	3
Esposizioni:	Espos. incl. 1° orient.	Espos. incl. 1° orient.

	81°	81°
Tensione di MPP (STC):	506,7 V	506,7 V
Numero di moduli:	27	27

Inverter 4	MPPT 1	MPPT 2
Moduli in serie:	9	9
Stringhe in parallelo:	3	3
Esposizioni:	Espos. incl. 1° orient. 81°	Espos. incl. 1° orient. 81°
Tensione di MPP (STC):	506,7 V	506,7 V
Numero di moduli:	27	27

Inverter 5	MPPT 1	MPPT 2
Moduli in serie:	9	9
Stringhe in parallelo:	3	3
Esposizioni:	Espos. incl. 1° orient. 81°	Espos. incl. 1° orient. 81°
Tensione di MPP (STC):	506,7 V	506,7 V
Numero di moduli:	27	27

Inverter 6	MPPT 1	MPPT 2
Moduli in serie:	9	9
Stringhe in parallelo:	3	3
Esposizioni:	Espos. incl. 1° orient. - 99°	Espos. incl. 1° orient. - 99°
Tensione di MPP (STC):	506,7 V	506,7 V
Numero di moduli:	27	27

Inverter 7	MPPT 1	MPPT 2
Moduli in serie:	9	9
Stringhe in parallelo:	3	3
Esposizioni:	Espos. incl. 1° orient. - 99°	Espos. incl. 1° orient. - 99°
Tensione di MPP (STC):	506,7 V	506,7 V
Numero di moduli:	27	27

Inverter 8	MPPT 1	MPPT 2
Moduli in serie:	9	9
Stringhe in parallelo:	3	3
Esposizioni:	Espos. incl. 1° orient. - 99°	Espos. incl. 1° orient. - 99°
Tensione di MPP (STC):	506,7 V	506,7 V
Numero di moduli:	27	27

Inverter 9	MPPT 1	MPPT 2
Moduli in serie:	9	9
Stringhe in parallelo:	3	3
Esposizioni:	Espos. incl. 1° orient. - 99°	Espos. incl. 1° orient. - 99°
Tensione di MPP (STC):	506,7 V	506,7 V
Numero di moduli:	27	27

Inverter 10	MPPT 1	MPPT 2
Moduli in serie:	9	9
Stringhe in parallelo:	3	3
Esposizioni:	Espos. incl. 1° orient. - 99°	Espos. incl. 1° orient. - 99°
Tensione di MPP (STC):	506,7 V	506,7 V
Numero di moduli:	27	27

DIMENSIONAMENTO

La potenza di picco del generatore è data da:

$$P = P_{\text{modulo}} * N^{\circ} \text{moduli} = 355 \text{ Wp} * 540 = 191,7 \text{ kWp}$$

L'energia totale prodotta dall'impianto alle condizioni STC (irraggiamento dei moduli di 1000 W/m² a 25°C di temperatura) si calcola come:

Esposizione	N° moduli	Radiazione solare [kWh / m ²]	Energia [kWh]
Espos. incl. 1° orient. -99°	270	1.591,88	152.582,03
Espos. incl. 1° orient. 81°	270	1.593,45	152.732,3

$$E = E_n * (1 - \text{Disp}) = 270513,7 \text{ kWh}$$

dove

Disp = Perdite di potenza ottenuta da

Perdite per ombreggiamento:	0,0 %
Perdite per aumento di temperatura:	-1,5 %
Perdite di mismatching:	5,0 %
Perdite in corrente continua:	1,5 %
Altre perdite (sporcizia, tolleranze...):	5,0 %
Perdite per conversione:	1,8 %
Perdite totali:	11,4 %

TABELLA PERDITE PER OMBREGGIAMENTO

Mese	Senza ostacoli [kWh]	Produzione reale [kWh]	Perdita [kWh]
Gennaio	10752,8	10752,8	0,0 %
Febbraio	12834,7	12834,7	0,0 %
Marzo	20500,2	20500,2	0,0 %
Aprile	25969,3	25969,3	0,0 %
Maggio	32623,1	32623,1	0,0 %
Giugno	34635,8	34635,8	0,0 %
Luglio	36553,4	36553,4	0,0 %

Agosto	31827,2	31827,2	0,0 %
Settembre	22745,7	22745,7	0,0 %
Ottobre	18553,8	18553,8	0,0 %
Novembre	13700,4	13700,4	0,0 %
Dicembre	9817,4	9817,4	0,0 %
Anno	270513,7	270513,7	0,0 %

CAVI ELETTRICI E CABLAGGI

Il cablaggio elettrico avverrà per mezzo di cavi con conduttori isolati in rame con le seguenti prescrizioni:

- ☐ Sezione delle anime in rame calcolate secondo norme CEI-UNEL/IEC
- ☐ Tipo FG21 se in esterno o FG16 se in cavidotti su percorsi interrati
- ☐ Tipo FS17 se all'interno di cavidotti di edifici

Inoltre i cavi saranno a norma CEI 20-13, CEI20-22II e CEI 20-37 I, marchiatura I.M.Q., colorazione delle anime secondo norme UNEL.

Per non compromettere la sicurezza di chi opera sull'impianto durante la verifica o l'adeguamento o la manutenzione, i conduttori avranno la seguente colorazione:

- ☐ Conduttori di protezione: giallo-verde (obbligatorio)
- ☐ Conduttore di neutro: blu chiaro (obbligatorio)
- ☐ Conduttore di fase: grigio / marrone
- ☐ Conduttore per circuiti in C.C.: chiaramente siglato con indicazione del positivo con "+" e del negativo con "-"

Come è possibile notare dalle prescrizioni sopra esposte, le sezioni dei conduttori degli impianti fotovoltaici sono sicuramente sovradimensionate per le correnti e le limitate distanze in gioco.

Con tali sezioni la caduta di potenziale viene contenuta entro il 2% del valore misurato da qualsiasi modulo posato al gruppo di conversione.

QUADRI ELETTRICI

- ☐ **Quadro di campo lato corrente continua**
Si prevede di installare un quadro a monte di ogni convertitore per il collegamento in parallelo delle stringhe, il sezionamento, la misurazione e il controllo dei dati in uscita dal generatore.
- ☐ **Quadro di parallelo lato corrente alternata**
Si prevede di installare un quadro di parallelo in alternata all'interno di una cassetta posta a valle dei convertitori statici per la misurazione, il collegamento e il controllo delle grandezze in uscita dagli inverter.

SEPARAZIONE GALVANICA E MESSA A TERRA

Deve essere prevista la separazione galvanica tra la parte in corrente continua dell'impianto e la rete; tale separazione può essere sostituita da una protezione sensibile alla corrente continua se la potenza complessiva di produzione non supera i 20 kW.

Soluzioni tecniche diverse da quelle sopra suggerite, sono adottabili, purché nel rispetto delle norme vigenti e della buona regola dell'arte.

Il campo fotovoltaico sarà gestito come sistema IT, ovvero con nessun polo connesso a terra. Le stringhe saranno, costituite dalla serie di singoli moduli fotovoltaici e singolarmente sezionabili, provviste di diodo di blocco e di protezioni contro le sovratensioni.

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

La struttura di sostegno verrà regolarmente collegata all'impianto di terra esistente.

SISTEMA DI CONTROLLO E MONITORAGGIO (SCM)

Il sistema di controllo e monitoraggio, permette per mezzo di un computer ed un software dedicato, di interrogare in ogni istante l'impianto al fine di verificare la funzionalità degli inverter installati con la possibilità di visionare le indicazioni tecniche (Tensione, corrente, potenza etc..) di ciascun inverter.

E' possibile inoltre leggere nella memoria eventi del convertitore tutte le grandezze elettriche dei giorni passati.

VERIFICHE

Al termine dei lavori l'installatore dell'impianto effettuerà le seguenti verifiche tecnico-funzionali:

- ☐ corretto funzionamento dell'impianto fotovoltaico nelle diverse condizioni di potenza generata e nelle varie modalità previste dal gruppo di conversione (accensione, spegnimento, mancanza rete, ecc.);
- ☐ continuità elettrica e connessioni tra moduli;
- ☐ messa a terra di masse e scaricatori;
- ☐ isolamento dei circuiti elettrici dalle masse;

L'impianto deve essere realizzato con componenti che in fase di avvio dell'impianto fotovoltaico, il rapporto fra l'energia o la potenza prodotta in corrente alternata e l'energia o la potenza producibile in corrente alternata (determinata in funzione dell'irraggiamento solare incidente sul piano dei moduli, della potenza nominale dell'impianto e della temperatura di funzionamento dei moduli) sia almeno superiore a 0,78 nel caso di utilizzo di inverter di potenza fino a 20 kW e 0,8 nel caso di utilizzo di inverter di potenza superiore, nel rispetto delle condizioni di misura e dei metodi di calcolo descritti nella medesima Guida CEI 82-25.

Il generatore Generatore Copertura soddisfa le seguenti condizioni:

Limiti in tensione

Tensione minima V_n a 70,00 °C (425,8 V) maggiore di V_{mpp} min. (140,0 V)

Tensione massima V_n a $-10,00\text{ }^{\circ}\text{C}$ (569,6 V) inferiore a $V_{mpp\text{ max.}}$ (1000,0 V)

Tensione a vuoto V_o a $-10,00\text{ }^{\circ}\text{C}$ (728,9 V) inferiore alla tensione max. dell'inverter (1100,0 V)

Tensione a vuoto V_o a $-10,00\text{ }^{\circ}\text{C}$ (728,9 V) inferiore alla tensione max. di isolamento (1000,0 V)

Limiti in corrente

Corrente massima di ingresso riferita a I_{sc} (20,9 A) inferiore alla corrente massima inverter (36,0 A)

Limiti in potenza

Dimensionamento in potenza (110,8%) compreso tra 80,0% e il 120,0% [INV. 1/MPPT 1]

Generatore facciata Est

Il generatore è composto da n° 228 mq di moduli del tipo Film sottile integrati nella facciata ventilata con una vita utile stimata di oltre 20 anni e degradazione della produzione dovuta ad invecchiamento del 0,8 % annuo.

CARATTERISTICHE DEL GENERATORE FOTOVOLTAICO	
Tipo di realizzazione:	Incentivo 1
Numero di moduli:	228
Numero inverter:	2
Potenza nominale:	24 kW
Potenza di picco:	25,08 kWp
Performance ratio:	87,1 %

DATI COSTRUTTIVI DEI MODULI	
Costruttore:	BIPV
Serie / Sigla:	Facade Panel FacadePanel110wp
Tecnologia costruttiva:	Film sottile
Caratteristiche elettriche	
Potenza massima:	110 Wp
Rendimento:	11,0 %
Tensione nominale:	17,1 V
Tensione a vuoto:	21,4 V
Corrente nominale:	6,2 A
Corrente di corto circuito:	6,9 A
Dimensioni	
Dimensioni:	1000 mm x 1000 mm
Peso:	28 kg

I valori di tensione alle varie temperature di funzionamento (minima, massima e d'esercizio) rientrano nel range di accettabilità ammesso dall'inverter.

La linea elettrica proveniente dai moduli fotovoltaici è messa a terra mediante appositi scaricatori di sovratensione con indicazione ottica di fuori servizio, al fine di garantire la protezione dalle scariche di origine atmosferica.

GRUPPO DI CONVERSIONE

Il gruppo di conversione è composto dai convertitori statici (Inverter).
Il convertitore c.c./c.a. utilizzato è idoneo al trasferimento della potenza dal campo fotovoltaico alla rete del distributore, in conformità ai requisiti normativi tecnici e di sicurezza applicabili. I valori della tensione e della corrente di ingresso di questa apparecchiatura sono compatibili con quelli del rispettivo campo fotovoltaico, mentre i valori della tensione e della frequenza in uscita sono compatibili con quelli della rete alla quale viene connesso l'impianto.

Le caratteristiche principali del gruppo di conversione sono:

- ☐ Inverter a commutazione forzata con tecnica PWM (pulse-width modulation), senza clock e/o riferimenti interni di tensione o di corrente, assimilabile a "sistema non idoneo a sostenere la tensione e frequenza nel campo normale", in conformità a quanto prescritto per i sistemi di produzione dalla norma CEI 0-21 e dotato di funzione MPPT (inseguimento della massima potenza)
- ☐ Ingresso lato cc da generatore fotovoltaico gestibile con poli non connessi a terra, ovvero con sistema IT.
- ☐ Rispondenza alle norme generali su EMC e limitazione delle emissioni RF: conformità norme CEI 110-1, CEI 110-6, CEI 110-8.
- ☐ Protezioni per la sconnessione dalla rete per valori fuori soglia di tensione e frequenza della rete e per sovracorrente di guasto in conformità alle prescrizioni delle norme CEI 0-21 ed a quelle specificate dal distributore elettrico locale. Reset automatico delle protezioni per predisposizione ad avviamento automatico.
- ☐ Conformità marchio CE.
- ☐ Grado di protezione adeguato all'ubicazione in prossimità del campo fotovoltaico (IP65).
- ☐ Dichiarazione di conformità del prodotto alle normative tecniche applicabili, rilasciato dal costruttore, con riferimento a prove di tipo effettuate sul componente presso un organismo di certificazione abilitato e riconosciuto.
- ☐ Campo di tensione di ingresso adeguato alla tensione di uscita del generatore FV.
- ☐ Efficienza massima $\geq 90\%$ al 70% della potenza nominale.

Il gruppo di conversione è composto da 2 inverter.

Dati costruttivi degli inverter	
Costruttore:	ZCS AZZURRO
Serie / Sigla:	TL-V3 3PH 12KTL-V3
Inseguitori:	2
Ingressi per inseguitore:	2

Caratteristiche elettriche	
Potenza nominale:	12 kW
Potenza massima:	12,2 kW
Potenza massima per inseguitore:	8,2 kW
Tensione nominale:	650 V
Tensione massima:	1100 V
Tensione minima per inseguitore:	140 V
Tensione massima per inseguitore:	1000 V
Tensione nominale di uscita:	400 Vac
Corrente nominale:	39 A
Corrente massima:	39 A
Corrente massima per inseguitore:	26 A
Rendimento:	0,98

Inverter 1	MPPT 1	MPPT 2
Moduli in serie:	15	14
Stringhe in parallelo:	4	4
Esposizioni:	Esposizione facciata est (-99,3°)	Esposizione facciata est (-99,3°)
Tensione di MPP (STC):	256,5 V	239,4 V
Numero di moduli:	60	56

Inverter 2	MPPT 1	MPPT 2
Moduli in serie:	14	14
Stringhe in parallelo:	4	4
Esposizioni:	Esposizione facciata est (-99,3°)	Esposizione facciata est (-99,3°)
Tensione di MPP (STC):	239,4 V	239,4 V
Numero di moduli:	56	56

DIMENSIONAMENTO

La potenza di picco del generatore è data da:

$$P = P_{\text{modulo}} * N^{\circ} \text{moduli} = 110 \text{ Wp} * 228 = 25,08 \text{ kWp}$$

L'energia totale prodotta dall'impianto alle condizioni STC (irraggiamento dei moduli di 1000 W/m² a 25°C di temperatura) si calcola come:

Esposizione	N° moduli	Radiazione solare [kWh / m ²]	Energia [kWh]
Esposizione facciata est (-99,3°)	228	877,91	22.017,98

$$E = E_n * (1 - \text{Disp}) = 17788,9 \text{ kWh}$$

dove

Disp = Perdite di potenza ottenuta da

Perdite per ombreggiamento:	0,0 %
Perdite per aumento di temperatura:	7,3 %
Perdite di mismatching:	5,0 %
Perdite in corrente continua:	1,5 %
Altre perdite (sporcizia, tolleranze...):	5,0 %
Perdite per conversione:	2,0 %
Perdite totali:	19,2 %

TABELLA PERDITE PER OMBREGGIAMENTO

Mese	Senza ostacoli [kWh]	Produzione reale [kWh]	Perdita [kWh]
Gennaio	685,8	685,8	0,0 %
Febbraio	823,7	823,7	0,0 %
Marzo	1337,9	1337,9	0,0 %
Aprile	1718,2	1718,2	0,0 %
Maggio	2172,3	2172,3	0,0 %
Giugno	2307,2	2307,2	0,0 %
Luglio	2435,5	2435,5	0,0 %
Agosto	2114,0	2114,0	0,0 %
Settembre	1489,1	1489,1	0,0 %

AZIENDA SANITARIA PROVINCIALE di TRAPANI
LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL SERVIZIO DI RADIOTERAPIA
ED AMPLIAMENTO DELL'OSPEDALE "S. ANTONIO ABATE" DI TRAPANI
PROGETTO ESECUTIVO
Relazione tecnico descrittiva impianto fotovoltaico

04_0_ELE_rl_002_A
Data: settembre 2023
Pag. 33 di 58

Ottobre	1205,0	1205,0	0,0 %
Novembre	878,4	878,4	0,0 %
Dicembre	621,9	621,9	0,0 %
Anno	17788,9	17788,9	0,0 %

CAVI ELETTRICI E CABLAGGI

Il cablaggio elettrico avverrà per mezzo di cavi con conduttori isolati in rame con le seguenti prescrizioni:

- ☐ Sezione delle anime in rame calcolate secondo norme CEI-UNEL/IEC
- ☐ Tipo FG21 se in esterno o FG16 se in cavidotti su percorsi interrati
- ☐ Tipo FS17 se all'interno di cavidotti di edifici

Inoltre i cavi saranno a norma CEI 20-13, CEI20-22II e CEI 20-37 I, marchiatura I.M.Q., colorazione delle anime secondo norme UNEL.

Per non compromettere la sicurezza di chi opera sull'impianto durante la verifica o l'adeguamento o la manutenzione, i conduttori avranno la seguente colorazione:

- ☐ Conduttori di protezione: giallo-verde (obbligatorio)
- ☐ Conduttore di neutro: blu chiaro (obbligatorio)
- ☐ Conduttore di fase: grigio / marrone
- ☐ Conduttore per circuiti in C.C.: chiaramente siglato con indicazione del positivo con "+" e del negativo con "-"

Come è possibile notare dalle prescrizioni sopra esposte, le sezioni dei conduttori degli impianti fotovoltaici sono sicuramente sovradimensionate per le correnti e le limitate distanze in gioco.

Con tali sezioni la caduta di potenziale viene contenuta entro il 2% del valore misurato da qualsiasi modulo posato al gruppo di conversione.

QUADRI ELETTRICI

- **Quadro di campo lato corrente continua**
Si prevede di installare un quadro a monte di ogni convertitore per il collegamento in parallelo delle stringhe, il sezionamento, la misurazione e il controllo dei dati in uscita dal generatore.

- **Quadro di parallelo lato corrente alternata**
Si prevede di installare un quadro di parallelo in alternata all'interno di in una cassetta posta a valle dei convertitori statici per la misurazione, il collegamento e il controllo delle grandezze in uscita dagli inverter. All'interno di tale quadro, sarà inserito il sistema di interfaccia alla rete e il contatore in uscita della Società distributrice dell'energia elettrica e-Distribuzione SpA.

SEPARAZIONE GALVANICA E MESSA A TERRA

Deve essere prevista la separazione galvanica tra la parte in corrente continua dell'impianto e la rete; tale separazione può essere sostituita da una protezione sensibile alla corrente continua se la potenza complessiva di produzione non supera i 20 kW.

Soluzioni tecniche diverse da quelle sopra suggerite, sono adottabili, purché nel rispetto delle norme vigenti e della buona regola dell'arte.

Il campo fotovoltaico sarà gestito come sistema IT, ovvero con nessun polo connesso a terra. Le stringhe saranno, costituite dalla serie di singoli moduli fotovoltaici e singolarmente sezionabili, provviste di diodo di blocco e di protezioni contro le sovratensioni.

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

La struttura di sostegno verrà regolarmente collegata all'impianto di terra esistente.

SISTEMA DI CONTROLLO E MONITORAGGIO (SCM)

Il sistema di controllo e monitoraggio, permette per mezzo di un computer ed un software dedicato, di interrogare in ogni istante l'impianto al fine di verificare la funzionalità degli inverter installati con la possibilità di visionare le indicazioni tecniche (Tensione, corrente, potenza etc..) di ciascun inverter.

E' possibile inoltre leggere nella memoria eventi del convertitore tutte le grandezze elettriche dei giorni passati.

VERIFICHE

Al termine dei lavori l'installatore dell'impianto effettuerà le seguenti verifiche tecnico-funzionali:

- ☐ corretto funzionamento dell'impianto fotovoltaico nelle diverse condizioni di potenza generata e nelle varie modalità previste dal gruppo di conversione (accensione, spegnimento, mancanza rete, ecc.);
- ☐ continuità elettrica e connessioni tra moduli;
- ☐ messa a terra di masse e scaricatori;
- ☐ isolamento dei circuiti elettrici dalle masse;

L'impianto deve essere realizzato con componenti che in fase di avvio dell'impianto fotovoltaico, il rapporto fra l'energia o la potenza prodotta in corrente alternata e l'energia o la potenza producibile in corrente alternata (determinata in funzione dell'irraggiamento solare incidente sul piano dei moduli, della potenza nominale dell'impianto e della temperatura di funzionamento dei moduli) sia almeno superiore a 0,78 nel caso di utilizzo di inverter di potenza fino a 20 kW e 0,8 nel caso di utilizzo di inverter di potenza superiore, nel rispetto delle condizioni di misura e dei metodi di calcolo descritti nella medesima Guida CEI 82-25.

Il generatore Generatore facciata Est soddisfa le seguenti condizioni:

Limiti in tensione

Tensione minima V_n a 70,00 °C (199,0 V) maggiore di $V_{mpp \text{ min.}}$ (140,0 V)

Tensione massima V_n a -10,00 °C (290,2 V) inferiore a $V_{mpp \text{ max.}}$ (1000,0 V)

Tensione a vuoto V_o a -10,00 °C (354,7 V) inferiore alla tensione max. dell'inverter (1100,0 V)

Tensione a vuoto V_o a -10,00 °C (354,7 V) inferiore alla tensione max. di isolamento (1000,0 V)

Limiti in corrente

Corrente massima di ingresso riferita a I_{sc} (27,6 A) inferiore alla corrente massima inverter (36,0 A)

Limiti in potenza

Dimensionamento in potenza (104,3%) compreso tra 80,0% e il 120,0% [INV. 1]

Generatore facciata Sud

Il generatore è composto da n° 312 moduli del tipo Film sottile integrati nella facciata esterna ventilata con una vita utile stimata di oltre 20 anni e degradazione della produzione dovuta ad invecchiamento del 0,8 % annuo.

CARATTERISTICHE DEL GENERATORE FOTOVOLTAICO	
Tipo di realizzazione:	Incentivo 1
Numero di moduli:	312
Numero inverter:	2
Potenza nominale:	34 kW
Potenza di picco:	34,32 kWp
Performance ratio:	87,1 %

DATI COSTRUTTIVI DEI MODULI	
Costruttore:	BIPV
Serie / Sigla:	Facade Panel FacadePanel110wp
Tecnologia costruttiva:	Film sottile
Caratteristiche elettriche	
Potenza massima:	110 Wp
Rendimento:	11,0 %
Tensione nominale:	17,1 V
Tensione a vuoto:	21,4 V
Corrente nominale:	6,2 A
Corrente di corto circuito:	6,9 A
Dimensioni	
Dimensioni:	1000 mm x 1000 mm
Peso:	28 kg

I valori di tensione alle varie temperature di funzionamento (minima, massima e d'esercizio) rientrano nel range di accettabilità ammesso dall'inverter.

La linea elettrica proveniente dai moduli fotovoltaici è messa a terra mediante appositi scaricatori di sovratensione con indicazione ottica di fuori servizio, al fine di garantire la protezione dalle scariche di origine atmosferica.

GRUPPO DI CONVERSIONE

Il gruppo di conversione è composto dai convertitori statici (Inverter).
Il convertitore c.c./c.a. utilizzato è idoneo al trasferimento della potenza dal campo fotovoltaico alla rete del distributore, in conformità ai requisiti normativi tecnici e di sicurezza applicabili. I valori della tensione e della corrente di ingresso di questa apparecchiatura sono compatibili con quelli del rispettivo campo fotovoltaico, mentre i valori della tensione e della frequenza in uscita sono compatibili con quelli della rete alla quale viene connesso l'impianto.

Le caratteristiche principali del gruppo di conversione sono:

- ☐ Inverter a commutazione forzata con tecnica PWM (pulse-width modulation), senza clock e/o riferimenti interni di tensione o di corrente, assimilabile a "sistema non idoneo a sostenere la tensione e frequenza nel campo normale", in conformità a quanto prescritto per i sistemi di produzione dalla norma CEI 0-21 e dotato di funzione MPPT (inseguimento della massima potenza)
- ☐ Ingresso lato cc da generatore fotovoltaico gestibile con poli non connessi a terra, ovvero con sistema IT.
- ☐ Rispondenza alle norme generali su EMC e limitazione delle emissioni RF: conformità norme CEI 110-1, CEI 110-6, CEI 110-8.
- ☐ Protezioni per la sconnessione dalla rete per valori fuori soglia di tensione e frequenza della rete e per sovracorrente di guasto in conformità alle prescrizioni delle norme CEI 0-21 ed a quelle specificate dal distributore elettrico locale. Reset automatico delle protezioni per predisposizione ad avviamento automatico.
- ☐ Conformità marchio CE.
- ☐ Grado di protezione adeguato all'ubicazione in prossimità del campo fotovoltaico (IP65).
- ☐ Dichiarazione di conformità del prodotto alle normative tecniche applicabili, rilasciato dal costruttore, con riferimento a prove di tipo effettuate sul componente presso un organismo di certificazione abilitato e riconosciuto.
- ☐ Campo di tensione di ingresso adeguato alla tensione di uscita del generatore FV.
- ☐ Efficienza massima $\geq 90\%$ al 70% della potenza nominale.

Il gruppo di conversione è composto da 2 inverter.

Dati costruttivi degli inverter	
Costruttore:	ZCS AZZURRO
Serie / Sigla:	TL-V3 3PH 17000TL-V3
Inseguitori:	2
Ingressi per inseguitore:	2

Caratteristiche elettriche	
Potenza nominale:	17 kW
Potenza massima:	17,3 kW
Potenza massima per inseguitore:	8,7 kW
Tensione nominale:	650 V
Tensione massima:	1100 V
Tensione minima per inseguitore:	140 V
Tensione massima per inseguitore:	1000 V
Tensione nominale di uscita:	400 Vac
Corrente nominale:	52 A
Corrente massima:	52 A
Corrente massima per inseguitore:	26 A
Rendimento:	0,98

Inverter 1	MPPT 1	MPPT 2
Moduli in serie:	20	19
Stringhe in parallelo:	4	4
Esposizioni:	Esposizione facciata sud (-18,6°)	Esposizione facciata sud (-18,6°)
Tensione di MPP (STC):	342 V	324,9 V
Numero di moduli:	80	76

DIMENSIONAMENTO

La potenza di picco del generatore è data da:

$$P = P_{\text{modulo}} * N^{\circ} \text{moduli} = 110 \text{ Wp} * 312 = 34,32 \text{ kWp}$$

L'energia totale prodotta dall'impianto alle condizioni STC (irraggiamento dei moduli di 1000 W/m² a 25°C di temperatura) si calcola come:

Esposizione	N° moduli	Radiazione solare [kWh / m ²]	Energia [kWh]
Esposizione facciata sud (-18,6°)	312	923,97	31.710,72

$$E = E_n * (1 - \text{Disp}) = 25809,5 \text{ kWh}$$

dove

Disp = Perdite di potenza ottenuta da

Perdite per ombreggiamento:	0,0 %
Perdite per aumento di temperatura:	6,8 %
Perdite di mismatching:	5,0 %
Perdite in corrente continua:	1,5 %
Altre perdite (sporcizia, tolleranze...):	5,0 %
Perdite per conversione:	1,8 %
Perdite totali:	18,6 %

TABELLA PERDITE PER OMBREGGIAMENTO

Mese	Senza ostacoli [kWh]	Produzione reale [kWh]	Perdita [kWh]
Gennaio	1320,0	1320,0	0,0 %
Febbraio	1550,9	1550,9	0,0 %
Marzo	2406,3	2406,3	0,0 %
Aprile	2548,0	2548,0	0,0 %
Maggio	2511,0	2511,0	0,0 %
Giugno	2308,4	2308,4	0,0 %
Luglio	2576,2	2576,2	0,0 %
Agosto	2841,4	2841,4	0,0 %
Settembre	2509,3	2509,3	0,0 %

AZIENDA SANITARIA PROVINCIALE di TRAPANI
LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL SERVIZIO DI RADIOTERAPIA
ED AMPLIAMENTO DELL'OSPEDALE "S. ANTONIO ABATE" DI TRAPANI
PROGETTO ESECUTIVO
Relazione tecnico descrittiva impianto fotovoltaico

04_0_ELE_rl_002_A
Data: settembre 2023
Pag. 41 di 58

Ottobre	2352,8	2352,8	0,0 %
Novembre	1751,6	1751,6	0,0 %
Dicembre	1133,6	1133,6	0,0 %
Anno	25809,5	25809,5	0,0 %

CAVI ELETTRICI E CABLAGGI

Il cablaggio elettrico avverrà per mezzo di cavi con conduttori isolati in rame con le seguenti prescrizioni:

- ☐ Sezione delle anime in rame calcolate secondo norme CEI-UNEL/IEC
- ☐ Tipo FG21 se in esterno o FG16 se in cavidotti su percorsi interrati
- ☐ Tipo FS17 se all'interno di cavidotti di edifici

Inoltre i cavi saranno a norma CEI 20-13, CEI20-22II e CEI 20-37 I, marchiatura I.M.Q., colorazione delle anime secondo norme UNEL.

Per non compromettere la sicurezza di chi opera sull'impianto durante la verifica o l'adeguamento o la manutenzione, i conduttori avranno la seguente colorazione:

- ☐ Conduttori di protezione: giallo-verde (obbligatorio)
- ☐ Conduttore di neutro: blu chiaro (obbligatorio)
- ☐ Conduttore di fase: grigio / marrone
- ☐ Conduttore per circuiti in C.C.: chiaramente siglato con indicazione del positivo con "+" e del negativo con "-"

Come è possibile notare dalle prescrizioni sopra esposte, le sezioni dei conduttori degli impianti fotovoltaici sono sicuramente sovradimensionate per le correnti e le limitate distanze in gioco.

Con tali sezioni la caduta di potenziale viene contenuta entro il 2% del valore misurato da qualsiasi modulo posato al gruppo di conversione.

QUADRI ELETTRICI

- **Quadro di campo lato corrente continua**
Si prevede di installare un quadro a monte di ogni convertitore per il collegamento in parallelo delle stringhe, il sezionamento, la misurazione e il controllo dei dati in uscita dal generatore.

- **Quadro di parallelo lato corrente alternata**
Si prevede di installare un quadro di parallelo in alternata all'interno di in una cassetta posta a valle dei convertitori statici per la misurazione, il collegamento e il controllo delle grandezze in uscita dagli inverter. All'interno di tale quadro, sarà inserito il sistema di interfaccia alla rete e il contatore in uscita della Società distributrice dell'energia elettrica e-Distribuzione SpA.

SEPARAZIONE GALVANICA E MESSA A TERRA

Deve essere prevista la separazione galvanica tra la parte in corrente continua dell'impianto e la rete; tale separazione può essere sostituita da una protezione sensibile alla corrente continua se la potenza complessiva di produzione non supera i 20 kW.

Soluzioni tecniche diverse da quelle sopra suggerite, sono adottabili, purché nel rispetto delle norme vigenti e della buona regola dell'arte.

Il campo fotovoltaico sarà gestito come sistema IT, ovvero con nessun polo connesso a terra. Le stringhe saranno, costituite dalla serie di singoli moduli fotovoltaici e singolarmente sezionabili, provviste di diodo di blocco e di protezioni contro le sovratensioni.

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

La struttura di sostegno verrà regolarmente collegata all'impianto di terra esistente.

SISTEMA DI CONTROLLO E MONITORAGGIO (SCM)

Il sistema di controllo e monitoraggio, permette per mezzo di un computer ed un software dedicato, di interrogare in ogni istante l'impianto al fine di verificare la funzionalità degli inverter installati con la possibilità di visionare le indicazioni tecniche (Tensione, corrente, potenza etc..) di ciascun inverter.

E' possibile inoltre leggere nella memoria eventi del convertitore tutte le grandezze elettriche dei giorni passati.

VERIFICHE

Al termine dei lavori l'installatore dell'impianto effettuerà le seguenti verifiche tecnico-funzionali:

- ☐ corretto funzionamento dell'impianto fotovoltaico nelle diverse condizioni di potenza generata e nelle varie modalità previste dal gruppo di conversione (accensione, spegnimento, mancanza rete, ecc.);
- ☐ continuità elettrica e connessioni tra moduli;
- ☐ messa a terra di masse e scaricatori;
- ☐ isolamento dei circuiti elettrici dalle masse;

L'impianto deve essere realizzato con componenti che in fase di avvio dell'impianto fotovoltaico, il rapporto fra l'energia o la potenza prodotta in corrente alternata e l'energia o la potenza producibile in corrente alternata (determinata in funzione dell'irraggiamento solare incidente sul piano dei moduli, della potenza nominale dell'impianto e della temperatura di funzionamento dei moduli) sia almeno superiore a 0,78 nel caso di utilizzo di inverter di potenza fino a 20 kW e 0,8 nel caso di utilizzo di inverter di potenza superiore, nel rispetto delle condizioni di misura e dei metodi di calcolo descritti nella medesima Guida CEI 82-25.

Il generatore Generatore facciata Sud soddisfa le seguenti condizioni:

Limiti in tensione

Tensione minima V_n a 70,00 °C (270,0 V) maggiore di V_{mpp} min. (140,0 V)

Tensione massima V_n a -10,00 °C (386,9 V) inferiore a V_{mpp} max. (1000,0 V)

Tensione a vuoto V_o a -10,00 °C (472,9 V) inferiore alla tensione max. dell'inverter (1100,0 V)

Tensione a vuoto V_o a -10,00 °C (472,9 V) inferiore alla tensione max. di isolamento (1000,0 V)

Limiti in corrente

Corrente massima di ingresso riferita a I_{sc} (27,6 A) inferiore alla corrente massima inverter (36,0 A)

Limiti in potenza

Dimensionamento in potenza (101,7%) compreso tra 80,0% e il 120,0% [INV. 1/MPPT 1]

Generatore facciata Ovest

Il generatore è composto da n° 248 moduli del tipo Film sottile integrati nella facciata esterna ventilata con una vita utile stimata di oltre 20 anni e degradazione della produzione dovuta ad invecchiamento del 0,8 % annuo.

CARATTERISTICHE DEL GENERATORE FOTOVOLTAICO	
Tipo di realizzazione:	Incentivo 1
Numero di moduli:	248
Numero inverter:	2
Potenza nominale:	24 kW
Potenza di picco:	27,28 kWp
Performance ratio:	87,1 %

DATI COSTRUTTIVI DEI MODULI	
Costruttore:	BIPV
Serie / Sigla:	Facade Panel FacadePanel110wp
Tecnologia costruttiva:	Film sottile
Caratteristiche elettriche	
Potenza massima:	110 Wp
Rendimento:	11,0 %
Tensione nominale:	17,1 V
Tensione a vuoto:	21,4 V
Corrente nominale:	6,2 A
Corrente di corto circuito:	6,9 A
Dimensioni	
Dimensioni:	1000 mm x 1000 mm
Peso:	28 kg

I valori di tensione alle varie temperature di funzionamento (minima, massima e d'esercizio) rientrano nel range di accettabilità ammesso dall'inverter.

La linea elettrica proveniente dai moduli fotovoltaici è messa a terra mediante appositi scaricatori di sovratensione con indicazione ottica di fuori servizio, al fine di garantire la protezione dalle scariche di origine atmosferica.

GRUPPO DI CONVERSIONE

Il gruppo di conversione è composto dai convertitori statici (Inverter).
Il convertitore c.c./c.a. utilizzato è idoneo al trasferimento della potenza dal campo fotovoltaico alla rete del distributore, in conformità ai requisiti normativi tecnici e di sicurezza applicabili. I valori della tensione e della corrente di ingresso di questa apparecchiatura sono compatibili con quelli del rispettivo campo fotovoltaico, mentre i valori della tensione e della frequenza in uscita sono compatibili con quelli della rete alla quale viene connesso l'impianto.

Le caratteristiche principali del gruppo di conversione sono:

- ☐ Inverter a commutazione forzata con tecnica PWM (pulse-width modulation), senza clock e/o riferimenti interni di tensione o di corrente, assimilabile a "sistema non idoneo a sostenere la tensione e frequenza nel campo normale", in conformità a quanto prescritto per i sistemi di produzione dalla norma CEI 0-21 e dotato di funzione MPPT (inseguimento della massima potenza)
- ☐ Ingresso lato cc da generatore fotovoltaico gestibile con poli non connessi a terra, ovvero con sistema IT.
- ☐ Rispondenza alle norme generali su EMC e limitazione delle emissioni RF: conformità norme CEI 110-1, CEI 110-6, CEI 110-8.
- ☐ Protezioni per la sconnessione dalla rete per valori fuori soglia di tensione e frequenza della rete e per sovracorrente di guasto in conformità alle prescrizioni delle norme CEI 0-21 ed a quelle specificate dal distributore elettrico locale. Reset automatico delle protezioni per predisposizione ad avviamento automatico.
- ☐ Conformità marchio CE.
- ☐ Grado di protezione adeguato all'ubicazione in prossimità del campo fotovoltaico (IP65).
- ☐ Dichiarazione di conformità del prodotto alle normative tecniche applicabili, rilasciato dal costruttore, con riferimento a prove di tipo effettuate sul componente presso un organismo di certificazione abilitato e riconosciuto.
- ☐ Campo di tensione di ingresso adeguato alla tensione di uscita del generatore FV.
- ☐ Efficienza massima $\geq 90\%$ al 70% della potenza nominale.

Il gruppo di conversione è composto da 2 inverter.

Dati costruttivi degli inverter	
Costruttore:	ZCS AZZURRO
Serie / Sigla:	TL-V3 3PH 12KTL-V3
Inseguitori:	2
Ingressi per inseguitore:	2

Caratteristiche elettriche	
Potenza nominale:	12 kW
Potenza massima:	12,2 kW
Potenza massima per inseguitore:	8,2 kW
Tensione nominale:	650 V
Tensione massima:	1100 V
Tensione minima per inseguitore:	140 V
Tensione massima per inseguitore:	1000 V
Tensione nominale di uscita:	400 Vac
Corrente nominale:	39 A
Corrente massima:	39 A
Corrente massima per inseguitore:	26 A
Rendimento:	0,98

Inverter 1	MPPT 1	MPPT 2
Moduli in serie:	16	15
Stringhe in parallelo:	4	4
Esposizioni:	Esposizione facciata ovest (80,7°)	Esposizione facciata ovest (80,7°)
Tensione di MPP (STC):	273,6 V	256,5 V
Numero di moduli:	64	60

Inverter 2	MPPT 1	MPPT 2
Moduli in serie:	16	15
Stringhe in parallelo:	4	4
Esposizioni:	Esposizione facciata ovest (80,7°)	Esposizione facciata ovest (80,7°)
Tensione di MPP (STC):	273,6 V	256,5 V
Numero di moduli:	64	60

DIMENSIONAMENTO

La potenza di picco del generatore è data da:

$$P = P_{\text{modulo}} * N^{\circ} \text{moduli} = 110 \text{ Wp} * 248 = 27,28 \text{ kWp}$$

L'energia totale prodotta dall'impianto alle condizioni STC (irraggiamento dei moduli di 1000 W/m² a 25°C di temperatura) si calcola come:

Esposizione	N° moduli	Radiazione solare [kWh / m ²]	Energia [kWh]
Esposizione facciata ovest (80,7°)	248	922,62	25.169,14

$$E = E_n * (1 - \text{Disp}) = 20345,4 \text{ kWh}$$

dove

Disp = Perdite di potenza ottenuta da

Perdite per ombreggiamento:	0,0 %
Perdite per aumento di temperatura:	7,2 %
Perdite di mismatching:	5,0 %
Perdite in corrente continua:	1,5 %
Altre perdite (sporcizia, tolleranze...):	5,0 %
Perdite per conversione:	2,0 %
Perdite totali:	19,2 %

TABELLA PERDITE PER OMBREGGIAMENTO

Mese	Senza ostacoli [kWh]	Produzione reale [kWh]	Perdita [kWh]
Gennaio	798,2	798,2	0,0 %
Febbraio	962,0	962,0	0,0 %
Marzo	1583,6	1583,6	0,0 %
Aprile	1995,6	1995,6	0,0 %
Maggio	2430,7	2430,7	0,0 %
Giugno	2526,2	2526,2	0,0 %
Luglio	2694,1	2694,1	0,0 %
Agosto	2420,5	2420,5	0,0 %
Settembre	1747,4	1747,4	0,0 %

Ottobre	1439,7	1439,7	0,0 %
Novembre	1036,8	1036,8	0,0 %
Dicembre	710,5	710,5	0,0 %
Anno	20345,4	20345,4	0,0 %

CAVI ELETTRICI E CABLAGGI

Il cablaggio elettrico avverrà per mezzo di cavi con conduttori isolati in rame con le seguenti prescrizioni:

- ☐ Sezione delle anime in rame calcolate secondo norme CEI-UNEL/IEC
- ☐ Tipo FG21 se in esterno o FG16 se in cavidotti su percorsi interrati
- ☐ Tipo FS17 se all'interno di cavidotti di edifici

Inoltre i cavi saranno a norma CEI 20-13, CEI20-22II e CEI 20-37 I, marchiatura I.M.Q., colorazione delle anime secondo norme UNEL.

Per non compromettere la sicurezza di chi opera sull'impianto durante la verifica o l'adeguamento o la manutenzione, i conduttori avranno la seguente colorazione:

- ☐ Conduttori di protezione: giallo-verde (obbligatorio)
- ☐ Conduttore di neutro: blu chiaro (obbligatorio)
- ☐ Conduttore di fase: grigio / marrone
- ☐ Conduttore per circuiti in C.C.: chiaramente siglato con indicazione del positivo con "+" e del negativo con "-"

Come è possibile notare dalle prescrizioni sopra esposte, le sezioni dei conduttori degli impianti fotovoltaici sono sicuramente sovradimensionate per le correnti e le limitate distanze in gioco.

Con tali sezioni la caduta di potenziale viene contenuta entro il 2% del valore misurato da qualsiasi modulo posato al gruppo di conversione.

QUADRI ELETTRICI

- **Quadro di campo lato corrente continua**
Si prevede di installare un quadro a monte di ogni convertitore per il collegamento in parallelo delle stringhe, il sezionamento, la misurazione e il controllo dei dati in uscita dal generatore.

- **Quadro di parallelo lato corrente alternata**
Si prevede di installare un quadro di parallelo in alternata all'interno di in una cassetta posta a valle dei convertitori statici per la misurazione, il collegamento e il controllo delle grandezze in uscita dagli inverter. All'interno di tale quadro, sarà inserito il sistema di interfaccia alla rete e il contatore in uscita della Società distributrice dell'energia elettrica e-Distribuzione SpA.

SEPARAZIONE GALVANICA E MESSA A TERRA

Deve essere prevista la separazione galvanica tra la parte in corrente continua dell'impianto e la rete; tale separazione può essere sostituita da una protezione sensibile alla corrente continua se la potenza complessiva di produzione non supera i 20 kW.

Soluzioni tecniche diverse da quelle sopra suggerite, sono adottabili, purché nel rispetto delle norme vigenti e della buona regola dell'arte.

Il campo fotovoltaico sarà gestito come sistema IT, ovvero con nessun polo connesso a terra. Le stringhe saranno, costituite dalla serie di singoli moduli fotovoltaici e singolarmente sezionabili, provviste di diodo di blocco e di protezioni contro le sovratensioni.

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

La struttura di sostegno verrà regolarmente collegata all'impianto di terra esistente.

SISTEMA DI CONTROLLO E MONITORAGGIO (SCM)

Il sistema di controllo e monitoraggio, permette per mezzo di un computer ed un software dedicato, di interrogare in ogni istante l'impianto al fine di verificare la funzionalità degli inverter installati con la possibilità di visionare le indicazioni tecniche (Tensione, corrente, potenza etc..) di ciascun inverter.

E' possibile inoltre leggere nella memoria eventi del convertitore tutte le grandezze elettriche dei giorni passati.

VERIFICHE

Al termine dei lavori l'installatore dell'impianto effettuerà le seguenti verifiche tecnico-funzionali:

- ☐ corretto funzionamento dell'impianto fotovoltaico nelle diverse condizioni di potenza generata e nelle varie modalità previste dal gruppo di conversione (accensione, spegnimento, mancanza rete, ecc.);
- ☐ continuità elettrica e connessioni tra moduli;
- ☐ messa a terra di masse e scaricatori;
- ☐ isolamento dei circuiti elettrici dalle masse;

L'impianto deve essere realizzato con componenti che in fase di avvio dell'impianto fotovoltaico, il rapporto fra l'energia o la potenza prodotta in corrente alternata e l'energia o la potenza producibile in corrente alternata (determinata in funzione dell'irraggiamento solare incidente sul piano dei moduli, della potenza nominale dell'impianto e della temperatura di funzionamento dei moduli) sia almeno superiore a 0,78 nel caso di utilizzo di inverter di potenza fino a 20 kW e 0,8 nel caso di utilizzo di inverter di potenza superiore, nel rispetto delle condizioni di misura e dei metodi di calcolo descritti nella medesima Guida CEI 82-25.

Il generatore Generatore facciata Ovest soddisfa le seguenti condizioni:

Limiti in tensione

Tensione minima V_n a 70,00 °C (213,2 V) maggiore di $V_{mpp \text{ min.}}$ (140,0 V)

Tensione massima V_n a -10,00 °C (309,6 V) inferiore a $V_{mpp \text{ max.}}$ (1000,0 V)

Tensione a vuoto V_o a -10,00 °C (378,4 V) inferiore alla tensione max. dell'inverter (1100,0 V)

Tensione a vuoto V_o a -10,00 °C (378,4 V) inferiore alla tensione max. di isolamento (1000,0 V)

Limiti in corrente

Corrente massima di ingresso riferita a I_{sc} (27,6 A) inferiore alla corrente massima inverter (36,0 A)

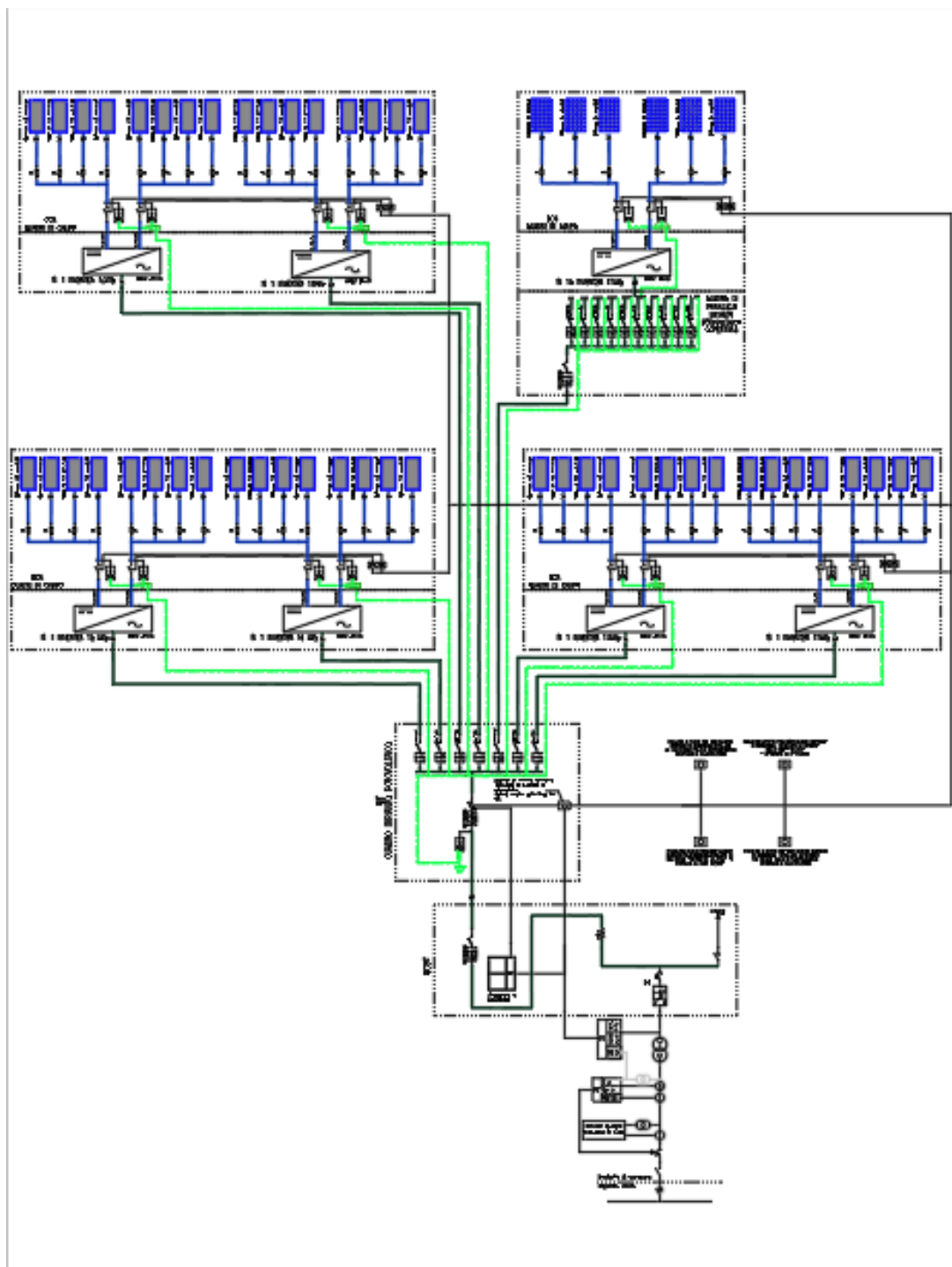
Limiti in potenza

Dimensionamento in potenza (111,4%) compreso tra 80,0% e il 120,0% [INV. 1]

PLANIMETRIA DELL'IMPIANTO



SCHEMA UNIFILARE DELL'IMPIANTO



RIFERIMENTI NORMATIVI

La normativa e le leggi di riferimento da rispettare per la progettazione e realizzazione degli impianti fotovoltaici sono:

1) Moduli fotovoltaici

- CEI EN 61215 (CEI 82-8): Moduli fotovoltaici in silicio cristallino per applicazioni terrestri. Qualifica del progetto e omologazione del tipo;
- CEI EN 61646 (CEI 82-12): Moduli fotovoltaici (FV) a film sottile per usi terrestri - Qualifica del progetto e approvazione di tipo;
- CEI EN 62108 (CEI 82-30): Moduli e sistemi fotovoltaici a concentrazione (CPV) - Qualifica di progetto e approvazione di tipo;
- 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 60904: Dispositivi fotovoltaici – Serie;
- 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 UNI EN ISO/IEC 17025:2008 Requisiti generali per la competenza dei laboratori di prova e di taratura.

2) Altri componenti degli impianti fotovoltaici

- CEI EN 62093 (CEI 82-24): Componenti di sistemi fotovoltaici - moduli esclusi (BOS) – Qualifica di progetto in condizioni ambientali naturali;
- 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 62116 Test procedure of islanding prevention measures for utility-interconnected photovoltaic inverters;

3) Progettazione fotovoltaica

- CEI 82-25: Guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa tensione;

- CEI 0-2: Guida per la definizione della documentazione di progetto per impianti elettrici;
- UNI 10349-1:2016: Riscaldamento e raffrescamento degli edifici. Dati climatici;
-

4) Impianti elettrici e fotovoltaici

- CEI EN 61724 (CEI 82-15): Rilievo delle prestazioni dei sistemi fotovoltaici - Linee guida per la misura, lo scambio e l'analisi dei dati;
- EN 62446 (CEI 82-38) Grid connected photovoltaic systems - Minimum requirements for system documentation, commissioning tests and inspection;
- 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 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 ≤ 16 A per fase);
- CEI 13-4: Sistemi di misura dell'energia elettrica - Composizione, precisione e verifica;
- CEI EN 62053-21 (CEI 13-43): Apparat 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): Apparat 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) Apparat per la misura dell'energia elettrica (c.a.) - Parte 1: Prescrizioni generali, prove e condizioni di prova - Apparat di misura (indici di classe A, B e C)
- CEI EN 50470-3 (CEI 13-54) Apparat 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): Protezione contro i fulmini, serie;

- CEI 81-3: Valori medi del numero di fulmini a terra per anno e per chilometro quadrato;
- CEI EN 60099-1 (CEI 37-1): Scaricatori - Parte 1: Scaricatori a resistori non lineari con spinterometri per sistemi a corrente alternata;
- CEI EN 60439 (CEI 17-13): Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT), serie;
- 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 20-91 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.

5) Connessione degli impianti fotovoltaici alla rete elettrica

- CEI 0-16 : Regola tecnica di riferimento per la connessione di utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica;
- CEI 0-21: Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti BT delle imprese distributrici di energia elettrica;
- CEI EN 50438 (CEI 311-1) Prescrizioni per la connessione di micro-generatori in parallelo alle reti di distribuzione pubblica in bassa tensione;

Per la connessione degli impianti fotovoltaici alla rete elettrica si applica quanto prescritto nella deliberazione n. 99/08 (Testi integrato delle connessioni attive) dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas e successive modificazioni. Si applicano inoltre, per quanto compatibili con le norme sopra citate, i documenti tecnici emanati dai gestori di rete.

CONCLUSIONI

Dovranno essere emessi e rilasciati dall'installatore i seguenti documenti:

- ❑ manuale di uso e manutenzione, inclusivo della pianificazione consigliata degli interventi di manutenzione;
- ❑ progetto esecutivo in versione "come costruito", corredato di schede tecniche dei materiali installati;
- ❑ dichiarazione attestante le verifiche effettuate e il relativo esito;
- ❑ dichiarazione di conformità ai sensi del DM 37/2008;
- ❑ certificazione rilasciata da un laboratorio accreditato circa la conformità alla norma CEI EN 61215, per moduli al silicio cristallino, e alla CEI EN 61646 per moduli a film sottile;
- ❑ certificazione rilasciata da un laboratorio accreditato circa la conformità del convertitore c.c./c.a. alle norme vigenti;
- ❑ certificati di garanzia relativi alle apparecchiature installate;
- ❑ garanzia sull'intero impianto e sulle relative prestazioni di funzionamento.

La ditta installatrice, oltre ad eseguire scrupolosamente quanto indicato nel presente progetto, dovrà eseguire tutti i lavori nel rispetto della REGOLA DELL'ARTE.