



**REGIONE SARDEGNA
COMUNE DI CARBONIA**
Provincia del Sud Sardegna



Titolo del Progetto

PROGETTO DEFINITIVO

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGRO FOTOVOLTAICO
DENOMINATO "GREEN AND BLUE MALADEDU" DELLA POTENZA DI 28 507.500 KW
IN LOCALITÀ "MALADEDU" NEL COMUNE DI CARBONIA

Identificativo Documento

01_ACB

ID Progetto	GBM	Tipologia	R	Formato	A4	Disciplina	AMB
-------------	-----	-----------	---	---------	----	------------	-----

Titolo

ANALISI COSTI E BENEFICI

FILE: 01_ACB.pdf

IL PROGETTISTA
Arch. Andrea Casula



GRUPPO DI PROGETTAZIONE
Arch. Andrea Casula
Geom. Fernando Porcu
Dott. in Arch. J. Alessia Manunza
Geom. Vanessa Porcu
Dott. Agronomo Giuseppe Vacca
Archeologo Marco Cabras
Geol. Marta Camba
Ing. Antonio Dedoni

COMMITTENTE

INNOVO DEVELOPMENT 4 SRL

Rev.	Data Revisione	Descrizione Revisione	Redatto	Controllato	Approvato
Rev.	Settembre 2023	Prima Emissione	Blu Island Energy	Innov Development 4 Srl	Innov Development 4 Srl

PROCEDURA

Valutazione di Impatto Ambientale ai sensi dell'art.23 del D.Lgs.152/2006

GREEN ISLAND ENERGY SAS
Via S.Mele, N 12 - 09170 Oristano
tel&fax(+39) 0783 211692-3932619836
email: greenislandenergysas@gmail.com

NOTA LEGALE: Il presente documento non può tassativamente essere diffuso o copiato su qualsiasi formato e tramite qualsiasi mezzo senza preventiva autorizzazione formale da parte di Green Island Energy SaS



Provincia del Sud Sardegna

COMUNE DI CARBONIA

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO

AGRO-FOTOVOLTAICO

DENOMINATO "GREEN AND BLUE MALADEDU"

*DELLA POTENZA DI **28 507.500 kW***

IN LOCALITÀ "MALADEDU" NEL COMUNE DI CARBONIA

ANALISI COSTI BENEFICI

INDICE

1	PREMESSA	3
2	CARATTERISTICHE PROGETTUALI.....	3
3	DETTAGLI TECNICI DEI MODULI FOTOVOLTAICI (IN CONDIZIONI STANDARD)	4
4	RADIAZIONE SOLARE MEDIA ANNUA SU BASE GIORNALIERA	7
5	STUDIO DEI BENEFICI ENERGETICI	7
6	RISPARMIO DI ENERGIA PRIMARIA E RIDUZIONE DELLE EMISSIONI DI GAS SERRA...	11
7	ATTENUAZIONE DEI PICCHI DI PRODUZIONE ENERGETICA CONVENZIONALE	12
8	ANALISI DELLE INTERFERENZE.....	13
9	CONCLUSIONI	16

1 PREMESSA

Di seguito si riporta l'analisi dei costi e dei benefici energetici ed ambientali, derivanti dalla realizzazione dell'impianto fotovoltaico a terra, avente una potenza di picco (teoricamente raggiungibile nelle migliori condizioni climatiche e solari prospettabili) pari a **28 507.500 kW** in località "**Maladeddu**" nel territorio del Comune di Carbonia (SU) e delle relative opere connessione Carbonia e Gonnese (SU).

2 CARATTERISTICHE PROGETTUALI

La quota di energia luminosa costituisce all'incirca il 75% dell'energia complessiva emessa dal sole. La realizzazione di un impianto fotovoltaico permette di trasformare questa energia radiante in elettricità senza produrre emissioni (CO₂).

La componente base di un impianto fotovoltaico è la cella fotovoltaica, che è in grado di produrre circa 1,5 Watt di potenza in condizioni standard, ovvero quando si trova ad una temperatura di 25 °C ed è sottoposta ad una potenza della radiazione pari a 1.000 W/m².

La potenza in uscita da un dispositivo fotovoltaico, quando lavora in condizioni standard, prende il nome di potenza di picco (Wp) ed è il valore che viene usato come riferimento teorico. L'output elettrico reale in esercizio è minore del valore di picco, a causa delle diverse condizioni di temperatura e di radiazione solare.

La componente principale di un impianto fotovoltaico è il modulo o pannello fotovoltaico; più moduli possono essere collegati in serie a formare una "stringa".

Le stringhe sono collegate tra loro per formare un sottocampo a cui è sotteso un inverter. Il generatore fotovoltaico, o campo fotovoltaico, produce energia elettrica in corrente continua, che per poter essere normalmente utilizzata deve essere trasformata in corrente alternata tramite un'apparecchiatura denominata "inverter". I sottocampi compongono l'impianto e generano la potenza di picco.

I moduli producono corrente in bassa tensione, pertanto, per allacciare l'impianto alla rete, la corrente viene innalzata in media tensione mediante un trasformatore.

L'impianto di progetto sarà costituito da:

- pannelli fotovoltaici in serie, per formare le stringhe connesse tra di loro in parallelo;

- inverter (gruppi di conversione), per trasformare l'energia elettrica da corrente continua,
- prodotta dai moduli fotovoltaici, in corrente alternata per poter essere immessa nella rete elettrica di distribuzione;
- trasformatori, per innalzare la bassa tensione alla media tensione;
- quadri elettrici;
- unità di misurazione, per il computo dell'energia prodotta e conferita in rete;
- cablaggi ed altri componenti minori.

L'impianto sarà costituito da un generatore fotovoltaico e da **40 725** moduli in silicio monocristallino da 700 W, per un totale di 28 507.500 kW. La disposizione dei moduli fotovoltaici è prevista in file ordinate parallele con andamento Nord Sud, atto a massimizzare l'efficienza energetica degli impianti.

3 DETTAGLI TECNICI DEI MODULI FOTOVOLTAICI (IN CONDIZIONI STANDARD)

DATI GENERALI

Marca	Canadian Solar Inc.
Serie	BiHiKu7 CS7N-675-705 TB-AG
Modello	CS7N-700 TB-AG
Tipo materiale	Si monocristallino

CARATTERISTICHE ELETTRICHE IN CONDIZIONI STC

Potenza di picco	700.0 W
Im	17.32 A
Isc	18.55 A
Efficienza	21.60 %
Vm	38.70 V
Voc	45.80 V

ALTRE CARATTERISTICHE ELETTRICHE

Coeff. Termico Voc	-0.2600 %/°C
Coeff. Termico Isc	0.050 %/°C
NOCT	41±3 °C
Vmax	1 500.00 V

CARATTERISTICHE MECCANICHE

Lunghezza	2 384 mm
Larghezza	1 303 mm
Superficie	3.106 m ²
Spessore	35 mm
Peso	37.90 kg
Numero celle	132








TOPBiHiKu7

N-type Bifacial TOPCon Technology



675 W ~ 705 W

CS7N-675 | 680 | 685 | 690 | 695 | 700 | 705TB-AG

MORE POWER

-  Module power up to 705 W
Module efficiency up to 22.7 %
-  Up to 85% Power Bifaciality,
more power from the back side
-  Excellent anti-LeTID & anti-PID performance.
Low power degradation, high energy yield
-  Lower temperature coefficient (Pmax): -0.29%/°C,
increases energy yield in hot climate
-  Lower LCOE & system cost

MORE RELIABLE

-  Minimizes micro-crack impacts
-  Heavy snow load up to 5400 Pa,
wind load up to 2400 Pa*

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

 **Linear Power Performance Warranty***

**1st year power degradation no more than 1%
Subsequent annual power degradation no more than 0.4%**

*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
ISO 45001: 2018 / International standards for occupational health & safety
IEC 62941: 2019 / Photovoltaic module manufacturing quality system

PRODUCT CERTIFICATES*

IEC 61215 / IEC 61730 / CE / INMETRO / MCS / UKCA / CGC
CEC listed (US California) / FSEC (US Florida)
UL 61730 / IEC 61701 / IEC 62716 / IEC 60068-2-68
Take-e-way



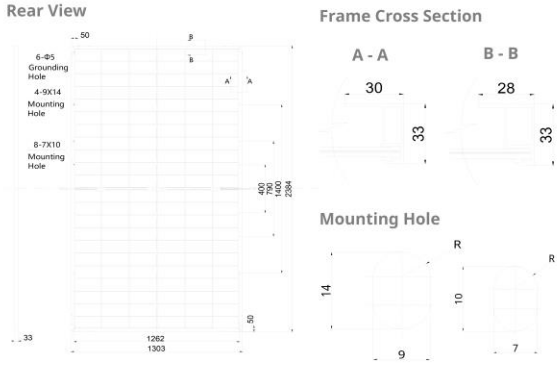
* The specific certificates applicable to different module types and markets will vary, and therefore not all of the certifications listed herein will simultaneously apply to the products you order or use. Please contact your local Canadian Solar sales representative to confirm the specific certificates available for your Product and applicable in the regions in which the products will be used.

CSI Solar Co., Ltd. is committed to providing high quality solar photovoltaic modules, solar energy and battery storage solutions to customers. The company was recognized as the No. 1 module supplier for quality and performance/price ratio in the IHS Module Customer Insight Survey. Over the past 22 years, it has successfully delivered around 100 GW of premium-quality solar modules across the world.

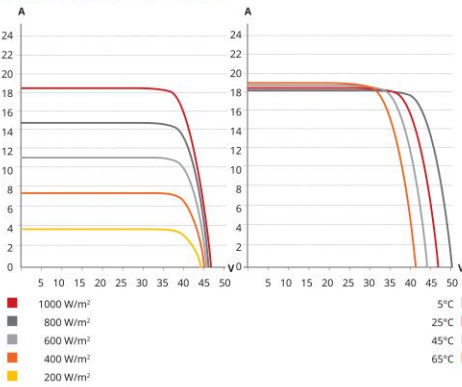
* For detailed information, please refer to the Installation Manual.

CSI Solar Co., Ltd.
199 Lushan Road, SND, Suzhou, Jiangsu, China, 215129, www.csisolar.com, support@csisolar.com

ENGINEERING DRAWING (mm)



CS7N-680TB-AG / I-V CURVES



ELECTRICAL DATA | STC*

	Nominal Max. Power (Pmax)	Opt. Operating Voltage (Vmp)	Opt. Operating Current (Imp)	Open Circuit Voltage (Voc)	Short Circuit Current (Isc)	Module Efficiency
CS7N-675TB-AG	675 W	39.0 V	17.31 A	46.9 V	18.24 A	21.7%
Bifacial Gain**	5%	709 W	39.0 V	18.19 A	19.15 A	22.8%
	10%	743 W	39.0 V	19.04 A	20.06 A	23.9%
	20%	810 W	39.0 V	20.77 A	21.89 A	26.1%
CS7N-680TB-AG	680 W	39.2 V	17.35 A	47.1 V	18.29 A	21.9%
Bifacial Gain**	5%	714 W	39.2 V	18.22 A	19.20 A	23.0%
	10%	748 W	39.2 V	19.09 A	20.12 A	24.1%
	20%	816 W	39.2 V	20.82 A	21.95 A	26.3%
CS7N-685TB-AG	685 W	39.4 V	17.39 A	47.3 V	18.34 A	22.1%
Bifacial Gain**	5%	719 W	39.4 V	18.26 A	19.26 A	23.1%
	10%	754 W	39.4 V	19.14 A	20.17 A	24.3%
	20%	822 W	39.4 V	20.87 A	22.01 A	26.5%
CS7N-690TB-AG	690 W	39.6 V	17.43 A	47.5 V	18.39 A	22.2%
Bifacial Gain**	5%	725 W	39.6 V	18.31 A	19.31 A	23.3%
	10%	759 W	39.6 V	19.17 A	20.23 A	24.4%
	20%	828 W	39.6 V	20.92 A	22.07 A	26.7%
CS7N-695TB-AG	695 W	39.8 V	17.47 A	47.7 V	18.44 A	22.4%
Bifacial Gain**	5%	730 W	39.8 V	18.34 A	19.36 A	23.5%
	10%	765 W	39.8 V	20.18 A	20.28 A	24.6%
	20%	834 W	39.8 V	20.96 A	22.13 A	26.8%
CS7N-700TB-AG	700 W	40.0 V	17.51 A	47.9 V	18.49 A	22.5%
Bifacial Gain**	5%	735 W	40.0 V	18.39 A	19.41 A	23.7%
	10%	770 W	40.0 V	20.22 A	20.34 A	24.8%
	20%	840 W	40.0 V	21.01 A	22.19 A	27.0%
CS7N-705TB-AG	705 W	40.2 V	17.55 A	48.1 V	18.54 A	22.7%
Bifacial Gain**	5%	740 W	40.2 V	18.43 A	19.47 A	23.8%
	10%	776 W	40.2 V	20.27 A	20.39 A	25.0%
	20%	846 W	40.2 V	21.06 A	22.25 A	27.2%

* Under Standard Test Conditions (STC) of irradiance of 1000 W/m², spectrum AM 1.5 and cell temperature of 25°C.
 ** Bifacial Gain: The additional gain from the back side compared to the power of the front side at the standard test condition. It depends on mounting (structure, height, tilt angle etc.) and albedo of the ground.

ELECTRICAL DATA | NMOT*

	Nominal Max. Power (Pmax)	Opt. Operating Voltage (Vmp)	Opt. Operating Current (Imp)	Open Circuit Voltage (Voc)	Short Circuit Current (Isc)
CS7N-675TB-AG	510 W	36.9 V	13.84 A	44.4 V	14.71 A
CS7N-680TB-AG	514 W	37.1 V	13.88 A	44.6 V	14.75 A
CS7N-685TB-AG	518 W	37.2 V	13.91 A	44.8 V	14.79 A
CS7N-690TB-AG	522 W	37.4 V	13.94 A	45.0 V	14.83 A
CS7N-695TB-AG	526 W	37.6 V	13.97 A	45.2 V	14.87 A
CS7N-700TB-AG	529 W	37.8 V	14.00 A	45.4 V	14.91 A
CS7N-705TB-AG	533 W	38.0 V	14.03 A	45.5 V	14.95 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	TOPCon cells
Cell Arrangement	132 [2 x (11 x 6)]
Dimensions	2384 x 1303 x 33 mm (93.9 x 51.3 x 1.30 in)
Weight	37.8 kg (83.3 lbs)
Front Glass	2.0 mm heat strengthened glass with anti-reflective coating
Back Glass	2.0 mm heat strengthened glass
Frame	Anodized aluminium alloy
J-Box	IP68, 3 bypass diodes
Cable	4.0 mm² (IEC), 12 AWG (UL)
Cable Length (Including Connector)	410 mm (16.1 in) (+) / 250 mm (9.8 in) (-) or customized length*
Connector	T6 or MC4-EVO2 or MC4-EVO2A
Per Pallet	33 pieces
Per Container (40' HQ)	594 pieces or 495 pieces (only for US & Canada)

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

ELECTRICAL DATA

Operating Temperature	-40°C ~ +85°C
Max. System Voltage	1500 V (IEC/UL) or 1000 V (IEC/UL)
Module Fire Performance	TYPE 29 (UL 61730) or CLASS C (IEC61730)
Max. Series Fuse Rating	35 A
Application Classification	Class A
Power Tolerance	0 ~ + 10 W
Power Bifaciality*	80 %

* Power Bifaciality = $P_{max_{rear}} / P_{max_{front}}$, both $P_{max_{rear}}$ and $P_{max_{front}}$ are tested under STC, Bifaciality Tolerance: ± 5 %

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

CSI Solar Co., Ltd.
 199 Lushan Road, SND, Suzhou, Jiangsu, China, 215129, www.csisolar.com, support@csisolar.com

June 2023. All rights reserved, PV Module Product Datasheet V1.5C6_EN

TEMPERATURE CHARACTERISTICS

Specification	Data
Temperature Coefficient (Pmax)	-0.29 % / °C
Temperature Coefficient (Voc)	-0.25 % / °C
Temperature Coefficient (Isc)	0.05 % / °C
Nominal Module Operating Temperature	41 ± 3°C

PARTNER SECTION



Figure 1-2: Scheda Tecnica Moduli Impiegati

La disposizione dei moduli fotovoltaici è prevista in file ordinate parallele con andamento Nord Sud, atto a massimizzare l'efficienza energetica degli impianti.

4 RADIAZIONE SOLARE MEDIA ANNUA SU BASE GIORNALIERA

Il sito di installazione appartiene all'area sarda, che dispone di dati climatici storici riportati in diversi database. Tra questi, il database internazionale MeteoNorm rende disponibili i dati meteorologici per la località di progetto la cui l'attendibilità dei dati contenuti nel database è internazionalmente riconosciuta, pertanto in questa sede possono essere utilizzati per l'elaborazione statistica relativa alla stima della radiazione solare per il sito oggetto di interesse.

5 STUDIO DEI BENEFICI ENERGETICI

Per la località sede dell'intervento, ovvero il comune di Carbonia (SU) avente latitudine 39°.1667 N, longitudine 8°.5233 E ed altitudine di 111 m.s.l.m.m., i valori dell'irradiazione solare sul piano orizzontale sono pari a:

Irradiazione oraria media mensile (diretta) [MJ/m²]

Mese	h 05	h 06	h 07	h 08	h 09	h 10	h 11	h 12	h 13	h 14	h 15	h 16	h 17	h 18	h 19
Gen				0.120	0.331	0.549	0.712	0.771	0.712	0.549	0.331	0.120			
Feb			0.045	0.270	0.554	0.829	1.027	1.099	1.027	0.829	0.554	0.270	0.045		
Mar			0.196	0.514	0.878	1.212	1.448	1.533	1.448	1.212	0.878	0.514	0.196		
Apr		0.100	0.371	0.717	1.087	1.417	1.644	1.725	1.644	1.417	1.087	0.717	0.371	0.100	
Mag	0.014	0.266	0.610	1.013	1.423	1.777	2.018	2.103	2.018	1.777	1.423	1.013	0.610	0.266	0.014
Giu	0.088	0.404	0.810	1.268	1.724	2.112	2.373	2.465	2.373	2.112	1.724	1.268	0.810	0.404	0.088
Lug	0.059	0.386	0.808	1.289	1.768	2.177	2.453	2.550	2.453	2.177	1.768	1.289	0.808	0.386	0.059
Ago		0.239	0.658	1.155	1.662	2.102	2.402	2.508	2.402	2.102	1.662	1.155	0.658	0.239	
Set		0.027	0.323	0.716	1.145	1.530	1.798	1.894	1.798	1.530	1.145	0.716	0.323	0.027	
Ott			0.092	0.367	0.699	1.014	1.239	1.320	1.239	1.014	0.699	0.367	0.092		
Nov				0.172	0.424	0.678	0.863	0.931	0.863	0.678	0.424	0.172			
Dic				0.120	0.363	0.613	0.798	0.867	0.798	0.613	0.363	0.120			

Irradiazione oraria media mensile (diffusa) [MJ/m²]

Mese	h 05	h 06	h 07	h 08	h 09	h 10	h 11	h 12	h 13	h 14	h 15	h 16	h 17	h 18	h 19
Gen				0.138	0.289	0.404	0.477	0.502	0.477	0.404	0.289	0.138			
Feb			0.053	0.231	0.385	0.502	0.576	0.601	0.576	0.502	0.385	0.231	0.053		

Mar			0.180	0.373	0.539	0.667	0.747	0.774	0.747	0.667	0.539	0.373	0.180		
Apr		0.105	0.306	0.494	0.655	0.778	0.856	0.882	0.856	0.778	0.655	0.494	0.306	0.105	
Mag	0.013	0.197	0.380	0.552	0.699	0.811	0.882	0.907	0.882	0.811	0.699	0.552	0.380	0.197	0.013
Giu	0.056	0.220	0.384	0.537	0.669	0.769	0.833	0.854	0.833	0.769	0.669	0.537	0.384	0.220	0.056
Lug	0.035	0.197	0.359	0.509	0.638	0.737	0.800	0.821	0.800	0.737	0.638	0.509	0.359	0.197	0.035
Ago		0.125	0.292	0.447	0.580	0.682	0.746	0.768	0.746	0.682	0.580	0.447	0.292	0.125	
Set		0.024	0.217	0.398	0.553	0.672	0.746	0.772	0.746	0.672	0.553	0.398	0.217	0.024	
Ott			0.096	0.286	0.449	0.575	0.653	0.680	0.653	0.575	0.449	0.286	0.096		
Nov				0.160	0.310	0.425	0.498	0.522	0.498	0.425	0.310	0.160			
Dic				0.107	0.252	0.362	0.432	0.456	0.432	0.362	0.252	0.107			

Irradiazione oraria media mensile (totale) [MJ/m²]

Mese	h 05	h 06	h 07	h 08	h 09	h 10	h 11	h 12	h 13	h 14	h 15	h 16	h 17	h 18	h 19
Gen				0.258	0.620	0.953	1.189	1.273	1.189	0.953	0.620	0.258			
Feb			0.098	0.501	0.939	1.331	1.603	1.700	1.603	1.331	0.939	0.501	0.098		
Mar			0.376	0.887	1.417	1.879	2.195	2.307	2.195	1.879	1.417	0.887	0.376		
Apr		0.205	0.677	1.211	1.742	2.195	2.500	2.607	2.500	2.195	1.742	1.211	0.677	0.205	
Mag	0.027	0.463	0.990	1.565	2.122	2.588	2.900	3.010	2.900	2.588	2.122	1.565	0.990	0.463	0.027
Giu	0.144	0.624	1.194	1.805	2.393	2.881	3.206	3.319	3.206	2.881	2.393	1.805	1.194	0.624	0.144
Lug	0.094	0.583	1.167	1.798	2.406	2.914	3.253	3.371	3.253	2.914	2.406	1.798	1.167	0.583	0.094
Ago		0.364	0.950	1.602	2.242	2.784	3.148	3.276	3.148	2.784	2.242	1.602	0.950	0.364	
Set		0.051	0.540	1.114	1.698	2.202	2.544	2.666	2.544	2.202	1.698	1.114	0.540	0.051	
Ott			0.188	0.653	1.148	1.589	1.892	2.000	1.892	1.589	1.148	0.653	0.188		
Nov				0.332	0.734	1.103	1.361	1.453	1.361	1.103	0.734	0.332			
Dic				0.227	0.615	0.975	1.230	1.323	1.230	0.975	0.615	0.227			

Irradiazione giornaliera media mensile sul piano orizzontale [MJ/m²]

Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
7.31	10.65	15.82	19.67	24.32	27.81	27.80	25.45	18.96	12.94	8.52	7.42

Fonte dati: Photovoltaic Geographical Information System (PVGIS)

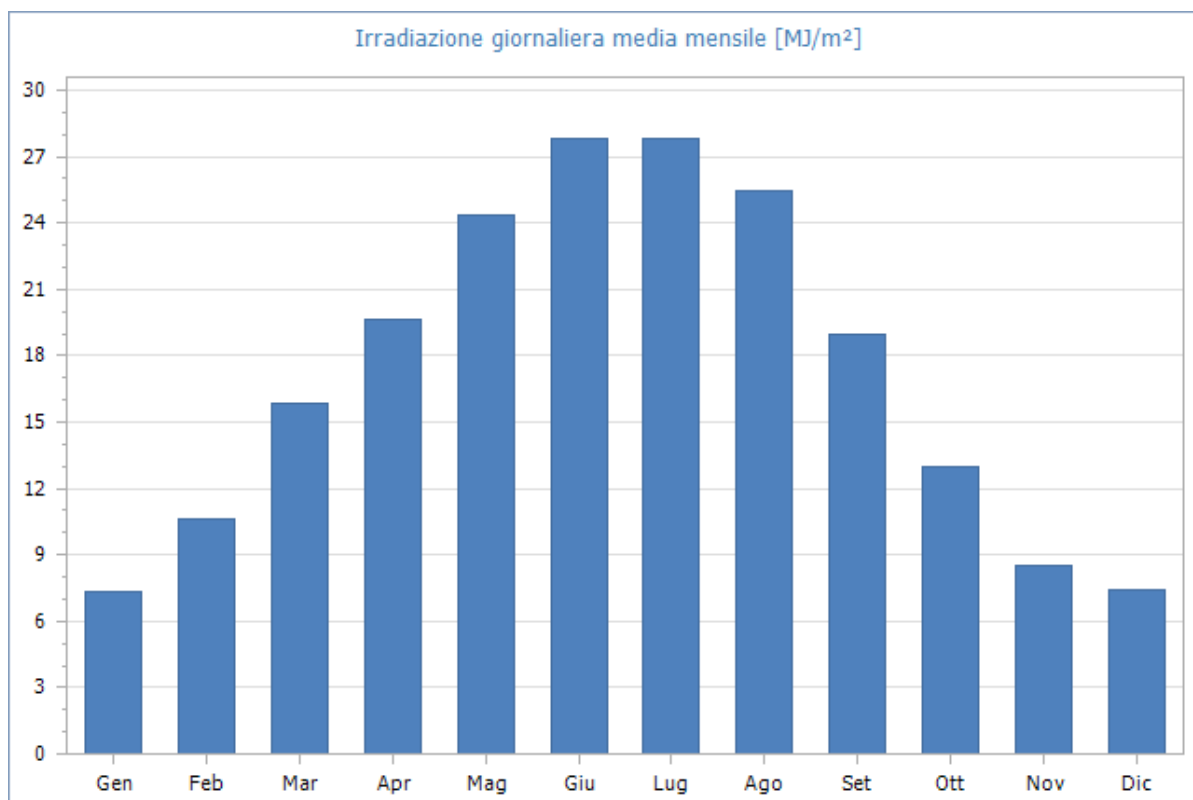


Figura 3: Irradiazione giornaliera media mensile sul piano orizzontale [MJ/m²]- Fonte dati: Photovoltaic Geographical Information System (PVGIS)

Quindi, i valori della irradiazione solare annua sul piano orizzontale sono pari a 6 299.69 MJ/m² (Fonte dati: Photovoltaic Geographical Information System (PVGIS)).

6 IL FOTOVOLTAICO COME FONTE DI ENERGIA

L'impianto impiega la tecnologia fotovoltaica per convertire l'energia solare in energia elettrica. In quanto fonte di energia rinnovabile (FER), l'energia solare presenta vantaggi fondamentali in termini di benefici energetici, primi tra tutti la sua inesauribilità e la completa assenza di emissioni inquinanti durante il periodo di funzionamento degli impianti. L'incentivazione della produzione di energia elettrica da FER è contemplata da accordi internazionali (COP 21) e nella legislazione nazionale (D.lgs. 79/1999, D.lgs. 387/2003 Decreti MAP Conto Energia 28/07/2005, 6/2/2006 e Decreto Ministeriale 19/02/2007) e si inserisce nelle politiche nazionali e regionali di programmazione energetica in integrazione con risparmio energetico e uso razionale dell'energia.

Gli obiettivi di queste politiche prevedono:

- la riduzione della dipendenza dai combustibili fossili;
- il contenimento delle emissioni di gas serra e quindi degli impatti dei sistemi energetici sui cambiamenti climatici;
- l'abbattimento dei tassi di emissione di inquinanti nocivi per la salute umana e dell'ambiente;
- la diversificazione del mix energetico.

Il recente pacchetto clima-energia è finalizzato a conseguire gli obiettivi che l'UE si è fissata per il 2030, ovvero

- una riduzione almeno del 40% delle emissioni di gas a effetto serra (rispetto ai livelli del 1990)
- una quota almeno del 32% di energia rinnovabile
- un miglioramento almeno del 32,5% dell'efficienza energetica.

L'obiettivo della riduzione del 40% dei gas serra è attuato mediante il sistema di scambio di quote di emissione dell'UE, il regolamento sulla condivisione degli sforzi con gli obiettivi di riduzione delle emissioni degli Stati membri, e il regolamento sull'uso del suolo, il cambiamento di uso del suolo e la silvicoltura. In tal modo tutti i settori contribuiranno al conseguimento dell'obiettivo del 40% riducendo le emissioni e aumentando gli assorbimenti.

Il fotovoltaico risponde a tutti gli obiettivi menzionati: l'energia elettrica prodotta dal sole sostituisce l'energia altrimenti prodotta attraverso fonti convenzionali non rinnovabili ed inquinanti e contribuisce alla diversificazione delle fonti, a favore della linea di sviluppo della generazione energetica distribuita.

Infine lo stesso Piano Energetico Regionale (Regione Sardegna), recependo gli indirizzi internazionali e nazionali, promuove lo sviluppo di fonti rinnovabili.

7 RISPARMIO DI ENERGIA PRIMARIA E RIDUZIONE DELLE EMISSIONI DI GAS SERRA

È possibile valutare le quantità di combustibili fossili necessaria a generare la stessa energia elettrica prodotta da un impianto fotovoltaico e stimare quindi l'energia primaria risparmiata e le emissioni di gas serra evitate.

Per procedere in questa stima, si ipotizza inizialmente che l'energia elettrica che sarà sostituita da quella fotovoltaica, sia ora prodotta da un mix rappresentativo dei combustibili fossili mediamente utilizzati in Italia per la produzione di energia elettrica.

Tenuto conto dell'efficienza media degli impianti termoelettrici funzionanti attualmente in Italia si calcola che sono necessari 2,56 kWh di energia primaria (fossile) per produrre 1 kWh di energia elettrica (dati ISES Italia).

Il fattore di emissione medio del mix di combustibili considerato è invece pari a 0,53 kg CO₂/kWhE (dati ISES Italia).

La produzione di energia elettrica in corrente alternata dell'impianto fotovoltaico in studio, di potenza **28 507.500 kW**, viene calcolata a partire dai dati di producibilità annua, considerando la durata dell'impianto pari a 30 anni e ipotizzando un tasso di decadimento delle prestazioni in funzione delle garanzie dichiarate dei moduli.

Ad oggi, la produzione di energia elettrica è per la quasi totalità proveniente da impianti termoelettrici che utilizzano combustibili sostanzialmente di origine fossile. Quindi, considerando l'energia stimata come produzione del primo anno, **49 187 455.95 kWh** e la perdita di efficienza annuale, 0.90 %, le considerazioni successive valgono per il tempo di vita dell'impianto pari a 20 anni.

8 RISPARMIO COMBUSTIBILE

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

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

Risparmio di combustibile

Risparmio di combustibile in	TEP
Fattore di conversione dell'energia elettrica in energia primaria [TEP/MWh]	0.187
TEP risparmiate in un anno	9 198.05
TEP risparmiate in 20 anni	169 050.19

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

8.1 EMISSIONI EVITATE IN ATMOSFERA

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

Emissioni evitate in atmosfera

Emissioni evitate in atmosfera di	CO ₂	SO ₂	NO _x	Polveri
Emissioni specifiche in atmosfera [g/kWh]	474.0	0.373	0.427	0.014
Emissioni evitate in un anno [kg]	23 314 854.12	18 346.92	21 003.04	688.62
Emissioni evitate in 20 anni [kg]	428 501 546.52	337 196.36	386 013.00	12 656.16

Fonte dati: Rapporto ambientale ENEL 2013

9 ATTENUAZIONE DEI PICCHI DI PRODUZIONE ENERGETICA CONVENZIONALE

L'impianto fotovoltaico raggiunge i picchi di produzione durante gli intervalli temporali costituiti dalle ore centrali dei giorni del periodo estivo. All'interno di questi stessi intervalli temporali si verificano anche i picchi massimi di fabbisogno elettrico nazionale. Questo fenomeno, dovuto soprattutto all'utilizzo sempre più intenso e diffuso degli impianti di raffrescamento degli edifici nella realtà italiana, ha registrato una crescita costante negli

ultimi anni. Il dimensionamento della potenza totale installata nonché della capacità totale di trasporto della rete, per il Paese, è determinato dai picchi massimi di fabbisogno.

È inoltre da considerare che l'energia di picco viene tipicamente fornita da centrali termoelettriche alimentate a combustibili fossili, per via della programmabilità del loro funzionamento. La riduzione dei picchi comporta quindi una riduzione della necessità strutturale di impianti termoelettrici e infrastrutture di trasporto, insieme ad una maggiore sicurezza della rete.

La sovrapposizione temporale tra picchi di produzione dell'impianto fotovoltaico e picchi di fabbisogno nazionale comporta un effettivo smorzamento di questi ultimi. L'impianto, quindi, persegue pienamente i benefici energetici, in termini di investimenti su opere e infrastrutture, appena menzionati.

10 ANALISI DELLE INTERFERENZE

Di seguito si riporta una breve sintesi non esaustiva delle potenziali interferenze dell'impianto, durante le diverse fasi di progetto. Per la trattazione completa delle interferenze e degli impatti si rimanda allo Studio di Impatto Ambientale.

10.1 ANALISI DELLE INTERFERENZE IN FASE DI CANTIERE E DISMISSIONE

Vengono di seguito analizzate le differenti azioni di progetto che si verificano sia in fase di cantiere (considerato sia come realizzazione che come dismissione) che di esercizio. Esse sono, in ogni caso, dettagliate all'interno del SIA.

Per quanto concerne le emissioni, durante le fasi di cantiere per l'allestimento del parco fotovoltaico e di dismissione dello stesso, le emissioni gassose in atmosfera sono imputabili al traffico veicolare e prevedono l'utilizzo di circa 120 mezzi lungo tutta la durata del cantiere, per il trasporto delle strutture, dei moduli e delle altre utilities.

Il rumore prodotto è relativo alla preparazione del terreno, al montaggio delle strutture e ai mezzi meccanici utilizzati.

Il consumo di risorse si verifica come occupazione di suolo per l'installazione del parco fotovoltaico.

L'occupazione di suolo in fase di installazione dell'impianto sarà dovuta sia allo stoccaggio dei materiali quali tubazioni, moduli, cavi e materiali da costruzione che dei rifiuti prodotti (imballaggi). In fase di dismissione dell'impianto saranno rimosse tutte le strutture facendo attenzione a non asportare il suolo e verranno ripristinate le condizioni esistenti.

I rifiuti prodotti in fase di cantiere, dovuti agli imballaggi, saranno essenzialmente costituiti da cartone, legno, plastica e polistirolo che verranno inviati al recupero.

In fase di dismissione le principali componenti dei rifiuti risulteranno: pali in acciaio zincato (TRAKERS), profili in alluminio, viti, dadi, morsetti, cavi in rame, moduli fotovoltaici, cabine, inverter e trasformatori, materiale elettrico e materiale inerte; anch'essi verranno inviati a recupero. Le componenti metalliche posseggono di fatto un grosso valore di mercato e i moduli fotovoltaici solitamente vengono ritirate dalla ditta produttrice. Sia durante la fase di cantiere che di dismissione dell'impianto non si richiederà la fornitura di servizi quali trattamento acque reflue e raccolta rifiuti particolari.

Le interferenze con la componente vegetazione sono riconducibili all'occupazione del sito, che modifica parzialmente le condizioni ecologiche per l'accrescimento della vegetazione, tuttavia non considerabile di pregio, essendo il sito caratterizzato da sviluppo della vegetazione arbustiva rado e disomogeneo a seconda del settore dell'impianto. Le interferenze con la fauna sono imputabili al disturbo generato in fase di cantiere ed alla limitata sottrazione di habitat non di pregio.

10.2 ANALISI DELLE INTERFERENZE IN FASE DI ESERCIZIO

La durata di vita di un impianto fotovoltaico si aggira in media intorno ai 30 anni. Le potenziali interferenze durante la fase di esercizio sono relative esclusivamente alla manutenzione dell'impianto, peraltro di minima entità data la tipologia dello stesso, ed alla sua presenza come elemento sul territorio.

Durante la fase di esercizio non si genereranno rumore ed emissioni in atmosfera poiché non vi sono sorgenti significative. Al contrario, la realizzazione di un impianto per lo sfruttamento fotovoltaico dell'energia solare dal punto di vista ambientale ha

un'interferenza positiva in atmosfera, contribuendo alla diminuzione dei consumi di combustibili non rinnovabili (petrolio e gas) e delle relative emissioni inquinanti e di gas serra, in sintonia con le richieste del Protocollo di Kyoto redatto e sottoscritto nel 1997 dall'Italia (ogni kWh prodotto dal sistema FV evita l'emissione di circa 0,53 kg di anidride carbonica).

Interferenze dell'impianto con la componente di paesaggio si manifesta nell'occupazione di suolo dovuta alla presenza stessa del parco fotovoltaico.

Il consumo di risorse in fase di esercizio prevede lo sfruttamento di risorse idriche per la pulizia dei pannelli. A tale scopo sarà utilizzata solamente acqua senza detersivi. La quantità di acqua necessaria dipende dalle condizioni climatiche e dal livello di inquinamento dei luoghi. In particolare, ipotizzando che i fenomeni piovosi all'anno siano scarsi e che lo strato erbaceo sotto i moduli eviti l'ulteriore movimentazione di polveri, si prevede l'utilizzo di circa 350 m³ all'anno di acqua per la pulizia dei pannelli. La stessa acqua utilizzata per la pulizia, poiché priva di detersivi, sarà usata per irrigare qualora necessario le aree erbacee e arbustive previste nel progetto.

La produzione di rifiuti in questa fase è nulla o limitata esclusivamente alla manutenzione dell'impianto, come nel caso di sostituzione delle apparecchiature (imballaggi, ecc.).

Le interferenze potenziali sul paesaggio derivano dalla presenza sul territorio della struttura tecnologica che crea parziali alterazioni visive, in particolare dai recettori lineari dai quali si avrà la percezione maggiore, che tuttavia verranno ampiamente limitate grazie all'inserimento delle fasce di mitigazione, mentre non sarà visibile da nessuno dei centri abitati perché risultano molto distanti dall'area di progetto. L'impianto prevede inoltre una riqualifica ambientale (mascheratura vegetale) con la piantumazione di elementi arborei ed arbustivi allo scopo di realizzare una barriera verde ed armonizzare l'inserimento dell'impianto.

Per quanto concerne le radiazioni non ionizzanti l'interferenza sarà dovuta ai soli campi elettromagnetici correlati alla trasmissione dell'energia elettrica, che avviene mediante:

- linee di bassa tensione continua che collegheranno i moduli ai quadri e all'inverter;
- il cavo di media tensione alternata che collega l'inverter alla cabina di consegna;
- il cavo di collegamento della cabina di consegna al primo palo di linea aerea;
- l'elettrodotto di collegamento alla linea aerea esistente.

I campi elettromagnetici prodotti dai cavi in canaletta fuori terra e quelli prodotti dalle cabine di trasformazione sono da considerarsi poco significativi, in particolare questi ultimi si mantengono solo entro qualche metro di distanza dal perimetro della cabina stessa.

11 CONCLUSIONI

L'area identificata per il Progetto di realizzazione dell'impianto fotovoltaico a terra avente potenza di picco pari a **28 507.500 kW** ricade nella circoscrizione comunale di Carbonia (SU) "**Maladeddu**" e delle relative opere di connessione, ricadenti nel territorio dei comuni di (Gonnesa e Carbonia).

Sulla base dell'analisi condotta nei capitoli precedenti, il progetto in esame si caratterizza per il fatto che molte delle interferenze sono a carattere temporaneo, principalmente legate alle attività di cantiere necessarie alle fasi di costruzione e successiva dismissione dell'impianto fotovoltaico. Le restanti interferenze sono quelle legate alla fase di esercizio, ovvero alla "vita" dell'impianto, e sono legate ad azioni relative esclusivamente alla manutenzione, peraltro di minima entità, ed alla presenza dell'impianto come elemento sul territorio.

Relativamente al beneficio energetico immediato, nel corso del primo anno di vita si ravvisa un risparmio di **9 198.05 TEP** di energia primaria e la conseguente mancata emissione annua di CO₂ pari a **23 314 854.12 kg**.

Le valutazioni effettuate sono conservative e sottostimano i benefici energetici, in quanto non sono stati considerati gli aggravii energetici ed emissivi connessi all'approvvigionamento (ricerca, estrazione, raffinazione, trasporto) dei combustibili fossili. Deve essere considerato, per raffronto, che l'approvvigionamento dell'energia solare è invece, per sua natura, a costo zero.

Sulla base di quanto riportato nei paragrafi precedenti, l'area interessata dallo sviluppo dell'impianto fotovoltaico risulta particolarmente idonea a questo tipo di utilizzo in quanto caratterizzata da un irraggiamento solare tra le più alte del Paese, la quasi totale assenza di rischi legati a fenomeni quali calamità naturali e la valorizzazione di un suolo che, anche in ragione delle attività pregresse, risulta attualmente di scarsa appetibilità.

Focalizzando l'attenzione sulla sola scala locale, le considerazioni precedentemente riportate mostrano come l'iniziativa proposta non presenti significative ricadute negative

sull'ambiente e il territorio, altresì permetta una rivalutazione in termini di utilizzo maggiormente sostenibile di un'area che altrimenti avrebbe un potenziale di ripristino molto limitato.