



REGIONE SICILIANA
Libero consorzio dei comuni di Enna
COMUNE DI PIAZZA ARMERINA

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO DENOMINATO "PIAZZA ARMERINA 1" DELLA POTENZA NOMINALE DI 65.677 kW E POTENZA DI IMMISSIONE 53.500 kW E DELLE RELATIVE OPERE CONNESSE NEL COMUNE DI PIAZZA ARMERINA (EN)

COMMITTENTE



Iberdrola Renovables Italia S.p.A.

Sede Legale Piazzale dell'Industria n. 40
ROMA (RM) CAP 00144
CF/P.IVA 06977481008

SVILUPPATORE






Fabroen s.r.l

Sede legale Via Brunetto Latini n. 11
Palermo (PA) CAP 90141
CF/P.IVA 05052720827
Legale rappresentante
Avv. Fabrizio Romeo



CALCOLO DI PRODUCIBILITA' IMPIANTO

Data	Formato	Scala	Cod Elaborato	Cod TERNA	Livello Progettazione	REV	Visto
11/12/2023			RS06REL0010A0	202202304	definitivo		

STRUTTURA DI PROGETTAZIONE	COMMITTENTE	Iberdrola Renovables S.p.A 	REDAZIONE	Dr. Arch. Calogero Morreale
	REDAZIONE	Dr. Geol. Francesco La Mendola 	REDAZIONE	Dr. Agr. Salvatore Puleri
	REDAZIONE	Ing. Elett. Giuseppe Lo Presti 	REDAZIONE	Arch. P.P. Alessandro Terrana

Iberdrola Renovables S.p.A.	CALCOLO PRODUCIBILITA' IMPIANTO	ID TERNA 202202304
RSO6REL0010A0	PROGETTO IMPIANTO AGRIVOLTAICO PIAZZA ARMERINA (EN)	Pn 65.677 KW

Sommario

1. PARCO FOTOVOLTAICO	3
1.1 <i>Premessa</i>	3
1.2 <i>Descrizione</i>	6
1.3 <i>Generatore fotovoltaico</i>	8
2. Caratteristiche dell'opera	10
3. Produzione di energia elettrica attesa	11
3.1 <i>Stime mensili dell'irraggiamento solare</i>	12
3.2 <i>Compatibilità tra moduli e inverter</i>	15
4. Risultati delle Verifiche Elettriche	17
5. APPENDICE	21
5.1 <i>Stime mensili dell'irraggiamento solare</i>	22
5.2 <i>Rapporto medio mensile diffuso/globale</i>	23
5.3 <i>Temperature medie mensili</i>	24

Iberdrola Renovables S.p.A.	CALCOLO PRODUCIBILITA' IMPIANTO	ID TERNA 202202304
RSO6REL0010A0	PROGETTO IMPIANTO AGRIVOLTAICO PIAZZA ARMERINA (EN)	Pn 65.677 KW

1. PARCO FOTOVOLTAICO

1.1 Premessa

Il progetto di cui è parola è finalizzato alla realizzazione di un impianto agrivoltaico del tipo a struttura fissa per la produzione di energia elettrica, sito in località Polino nel territorio del Comune di Armerina (EN) della potenza nominale di 65.677 kW.

L'energia prodotta dall'impianto sarà immessa nella rete RTN direttamente alla potenza di 53.500 kW.

La realizzazione dell'opera è inserita in un programma di pianificazione per l'utilizzazione accorta e razionale delle risorse naturali, solari e agricole, rispettando gli indicatori sociali, ambientali e territoriali, in particolare la tutela e miglioramento della qualità dell'ambiente, della protezione della salute umana.

Il sito, ove è prevista la realizzazione dell'impianto agrivoltaico, è relativo ad un'area attualmente utilizzata ai fini agricoli avente estensione di circa 149 ha.

L'area di studio si trova ad un'altitudine tra i 400/500 mt s.l.m. -presenta una pendenza variegata, che ha consentito di inclinare i moduli verso sud, al fine di ottenere una esposizione ottimale per lo sfruttamento dell'irraggiamento solare.

L'impianto è distribuito su due aree di forma irregolare, le cui coordinate sono quelle indicate nelle seguenti immagini:

Sistemi di riferimento

CTR Sicilia 631160

GaussBoaga: 2455361 4140014

WGS84: 37,406405 14,270265

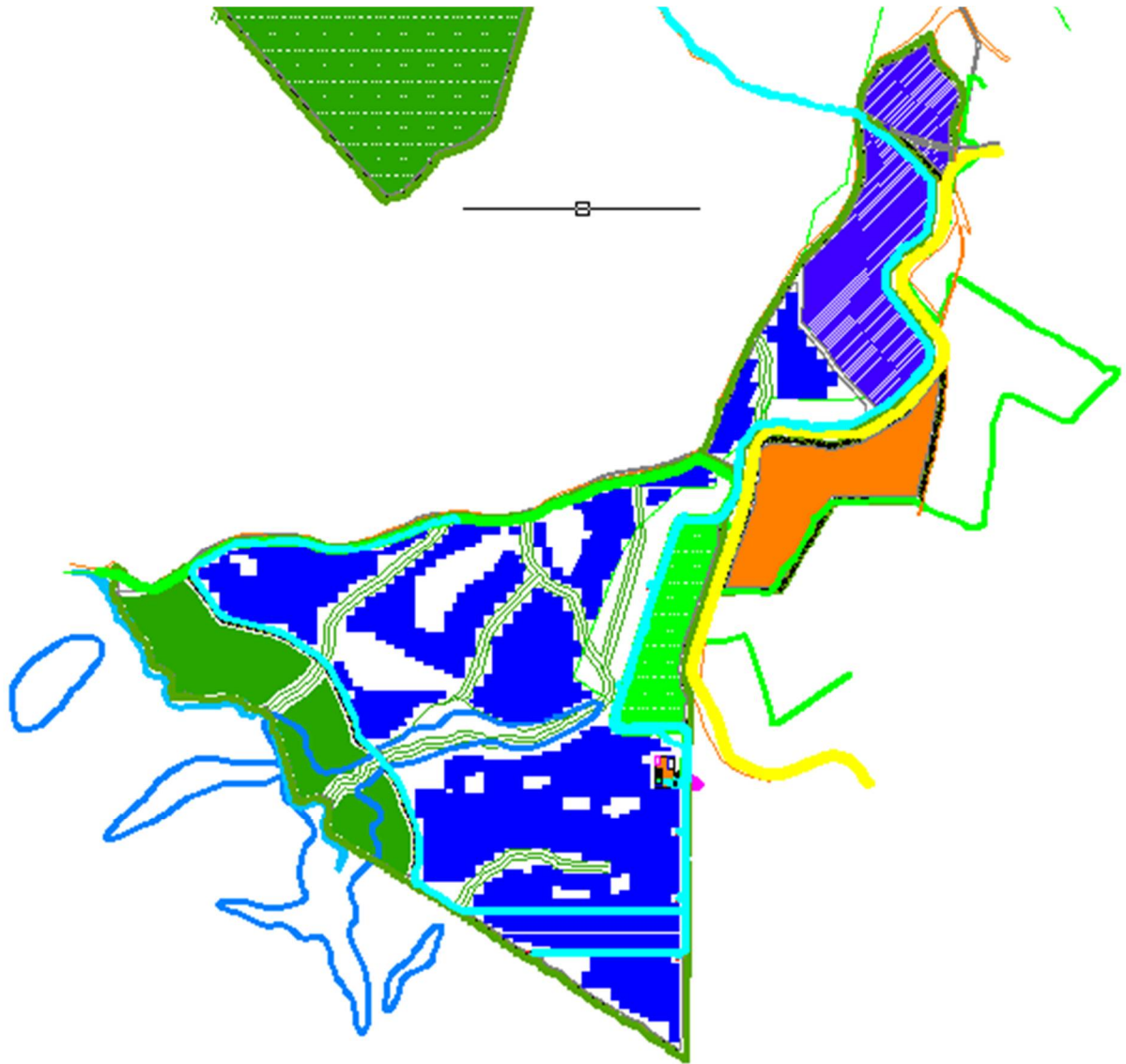
UTM 33N: N 4137525,15 E 435571,18

Iberdrola Renovables S.p.A.	CALCOLO PRODUCIBILITA' IMPIANTO	ID TERNA 202202304
RSO6RELO010A0	PROGETTO IMPIANTO AGRIVOLTAICO PIAZZA ARMERINA (EN	Pn 65.677 KW



Area 1

Iberdrola Renovables S.p.A.	CALCOLO PRODUCIBILITA' IMPIANTO	ID TERNA 202202304
RSO6RELO010A0	PROGETTO IMPIANTO AGRIVOLTAICO PIAZZA ARMERINA (EN)	Pn 65.677 KW



Area 2

Iberdrola Renovables S.p.A.	CALCOLO PRODUCIBILITA' IMPIANTO	ID TERNA 202202304
RSO6REL0010A0	PROGETTO IMPIANTO AGRIVOLTAICO PIAZZA ARMERINA (EN	Pn 65.677 KW

L'impianto è composto da 19 sottocampi sotto altrettante cabine di conversione e trasformazione (UP) della potenza di 3,437 kVA.

Ciascuno sottocampo alla tensione di 36 kV si connette al quadro AT su 5 scomparti AT posti in un edificio sito nel piazzale di stazione per poi connettersi ad una nuova stazione RTN attraverso 2 terne di cavo interrati da 630 mm².

TERNA SPA ha rilasciato il preventivo di connessione (STMG) il quale indica Tale preventivo indica che "l'allacciamento alla RTN prevede che la centrale venga collegata in antenna a 36 kV con una nuova stazione elettrica (SE) di trasformazione 150/36 kV della RTN, da inserire in entra - esce sulle linee RTN l'a 150 kV "Terrapelata - Barrafranca" e "Caltanissetta CP – Butera SE", previa realizzazione dell'elettrodotto RTN a 150 kV "Licodia Eubea SE – nuova SE Vizzini 380/150 kV", di cui al Piano di Sviluppo Terna (int. 616 P).

TERNA, in atto, è in fase decisionale per realizzare la nuova stazione presso un sito individuato da un precedente preventivo, per cui si attende la formalizzazione della realizzazione della citata stazione, per i dettagli di connessione.

Alla luce di quanto sopra, lo scenario assume la configurazione che l'energia prodotta, dal presente impianto, sarà immessa sulla rete RTN a 36 kV, con una doppia terna di cavi interrati lungo le esistenti strade (SP10 ed SP12) e stradelle interpoderali per una lunghezza non esattamente definibile di circa 10/15 Km fino allo stallo AT 36 kV, della nuova stazione, che sarà indicato da Terna, in un sito in fase decisionale.

La potenza nominale del presente campo fotovoltaico è di 65.677 kWp e 53.500 kW in immissione al punto di consegna.

1.2 Descrizione

L'impianto fotovoltaico è costituito da:

- 97.300 generatori (moduli fotovoltaici) da 675 W;
- una struttura di sostegno dei moduli infissa direttamente sul terreno su cui sono posizionati i moduli.
- un sistema di conversione, trasformazione e di controllo della potenza generata
- un sistema di generazione elettrica di emergenza
- quadri elettrici BT, AT

Iberdrola Renovables S.p.A.	CALCOLO PRODUCIBILITA' IMPIANTO	ID TERNA 202202304
RSO6REL0010A0	PROGETTO IMPIANTO AGRIVOLTAICO PIAZZA ARMERINA (EN	Pn 65.677 KW

- un sistema di apparecchiature di manovra-protezione
- cavi di collegamento tra moduli, Inverter, Unità di Potenza, fino alle apparecchiature di immissione alla RTN.

L'impianto assumerà la seguente configurazione:

- 97.300 moduli da 675 W
- 19 sottocampi con altrettanti UP distribuite sulle due aree geografiche
- 19 UP della potenza di 3.437 kVA
- 133 quadri parallelo (StringBox)
- 3.060 stringhe della potenza di 18,760 kW
-

In particolare l'impianto è distribuito su 2 aree geografiche così configurate:

nell'Area1

- 35.364 moduli da 675 W
- 7 sottocampi con altrettanti UP distribuite sulle due aree geografiche
- 7 UP della potenza di 3.437 kVA
- 49 quadri parallelo (StringBox)
- 1.263 stringhe della potenza di 18,9 kW

nell'Area2

- 61.936 moduli da 675 W
- 12 sottocampi con altrettanti UP distribuite sulle due aree geografiche
- 12 UP della potenza di 3.437 kVA
- 84 quadri parallelo (StringBox)
- 2.212 stringhe della potenza di 18,9 kW

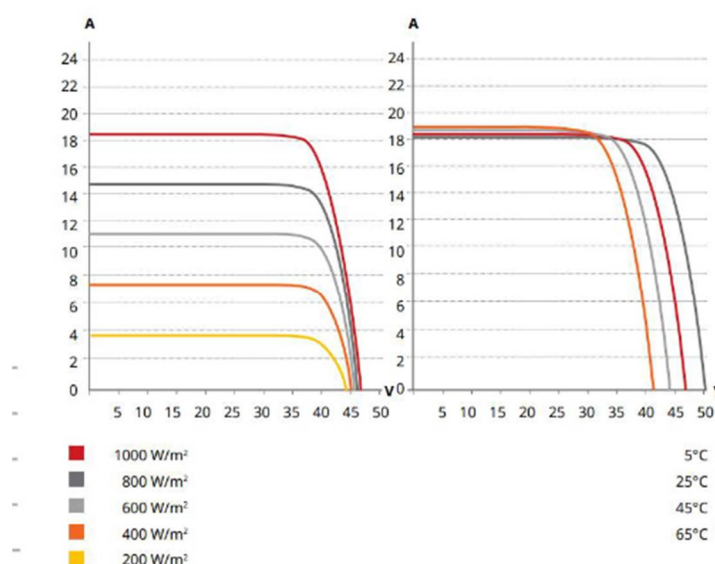
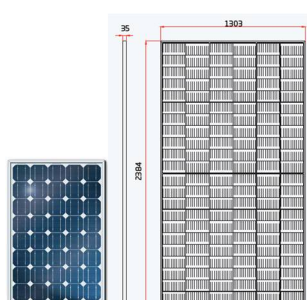
Iberdrola Renovables S.p.A.	CALCOLO PRODUCIBILITA' IMPIANTO	ID TERNA 202202304
RSO6REL0010A0	PROGETTO IMPIANTO AGRIVOLTAICO PIAZZA ARMERINA (EN	Pn 65.677 KW

1.3 Generatore fotovoltaico

Il generatore fotovoltaico è costituito dal modulo fotovoltaico che contiene le celle fotovoltaiche (elemento di semiconduttore al silicio (fetta) opportunamente drogato)

È utile indicare che una cella fotovoltaica, in condizioni ambientali standard (25 °, irraggiamento 1 kW/mq, produce energia ad una potenza di picco fino a 5 Wp.

Nella fattispecie il presente impianto fotovoltaico è costituito da moduli fotovoltaici al cui interno sono contenute 132 celle fotovoltaiche che producono energia alla potenza di 675 Wp su una struttura delle dimensioni 2384*1303*35 mm



$$P_m = 675 \text{ Wp} = I_m * V_m$$

Curva caratteristica di produzione Potenza/tensione nelle varie condizioni di irraggiamento

I dati caratteristici del modulo fotovoltaico vengono di seguito riassunti:

Isc corrente di corto circuito =	18,24A
Voc tensione a vuoto=	46,90 V
Pm potenza massima prodotta in condizioni standard (STC)=	675 Wp;
Imp corrente prodotta nel punto di massima potenza=	17,31 A;

Iberdrola Renovables S.p.A.	CALCOLO PRODUCIBILITA' IMPIANTO	ID TERNA 202202304
RSO6REL0010A0	PROGETTO IMPIANTO AGRIVOLTAICO PIAZZA ARMERINA (EN	Pn 65.677 KW

Vmp tensione nel punto di massima potenza= 39,00 V

Efficienza = 21,7%

FF Fattore di riempimento (fill factor) 0,789

L'ideale è il Fill-Factor prossimo all'unità.

[FF= è un parametro che determinala forma della curva caratteristica V-I ed è il rapporto tra la potenza massima ed il prodotto (Voc. Isc) della tensione a vuoto per la corrente di corto circuito].

Fill Factor (FF) [Vmpp Imp/ Vo Isc] = 0,781

È evidente che il pannello fotovoltaico migliore è quello che riesce ad erogare una corrente costante al variare del voltaggio. L'allontanamento da questa situazione ideale viene quantificato dal Fill-Factor. Più questo indice è elevato, più il modulo è di qualità.

Inoltre tali valori sono influenzati dalle temperature di funzionamento

Coefficiente di temperatura di Pmax= -0,34%/°C

Coefficiente di temperatura di Voc = -0,25%/°C

Coefficiente di temperatura di Isc = 0,04%/°C

A questi valori bisogna considerare che la potenza è incrementabile fino al 20 % in considerazione del fatto che i moduli sono del tipo bifacciale, e che pertanto assumerebbe, i valori massimi di cui alla seguente tabella.

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	46.9 V	19.15 A	22.8%
	10%	743 W	39.0 V	19.04 A	46.9 V	20.06 A	23.9%
	20%	810 W	39.0 V	20.77 A	46.9 V	21.89 A	26.1%

Iberdrola Renovables S.p.A.	CALCOLO PRODUCIBILITA' IMPIANTO	ID TERNA 202202304
RSO6REL0010A0	PROGETTO IMPIANTO AGRIVOLTAICO PIAZZA ARMERINA (EN	Pn 65.677 KW

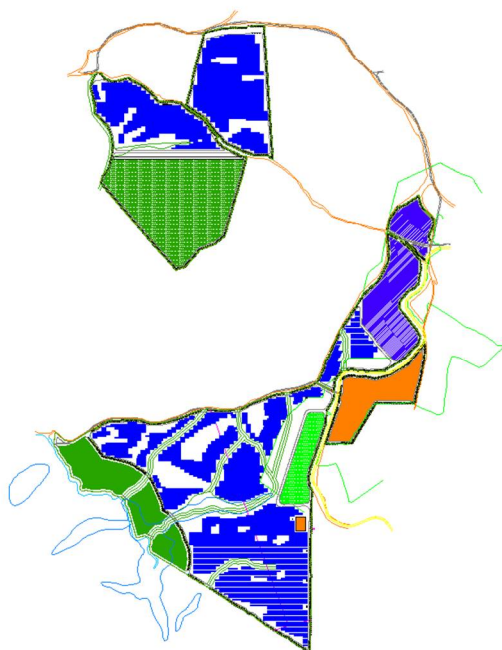
Inoltre tali valori sono influenzati dalle temperature di funzionamento

Coefficiente di temperatura di Pmax= -0,34%/°C

Coefficiente di temperatura di Voc = -0,25%/°C

Coefficiente di temperatura di Isc = 0,04%/°C

2. Caratteristiche dell'opera



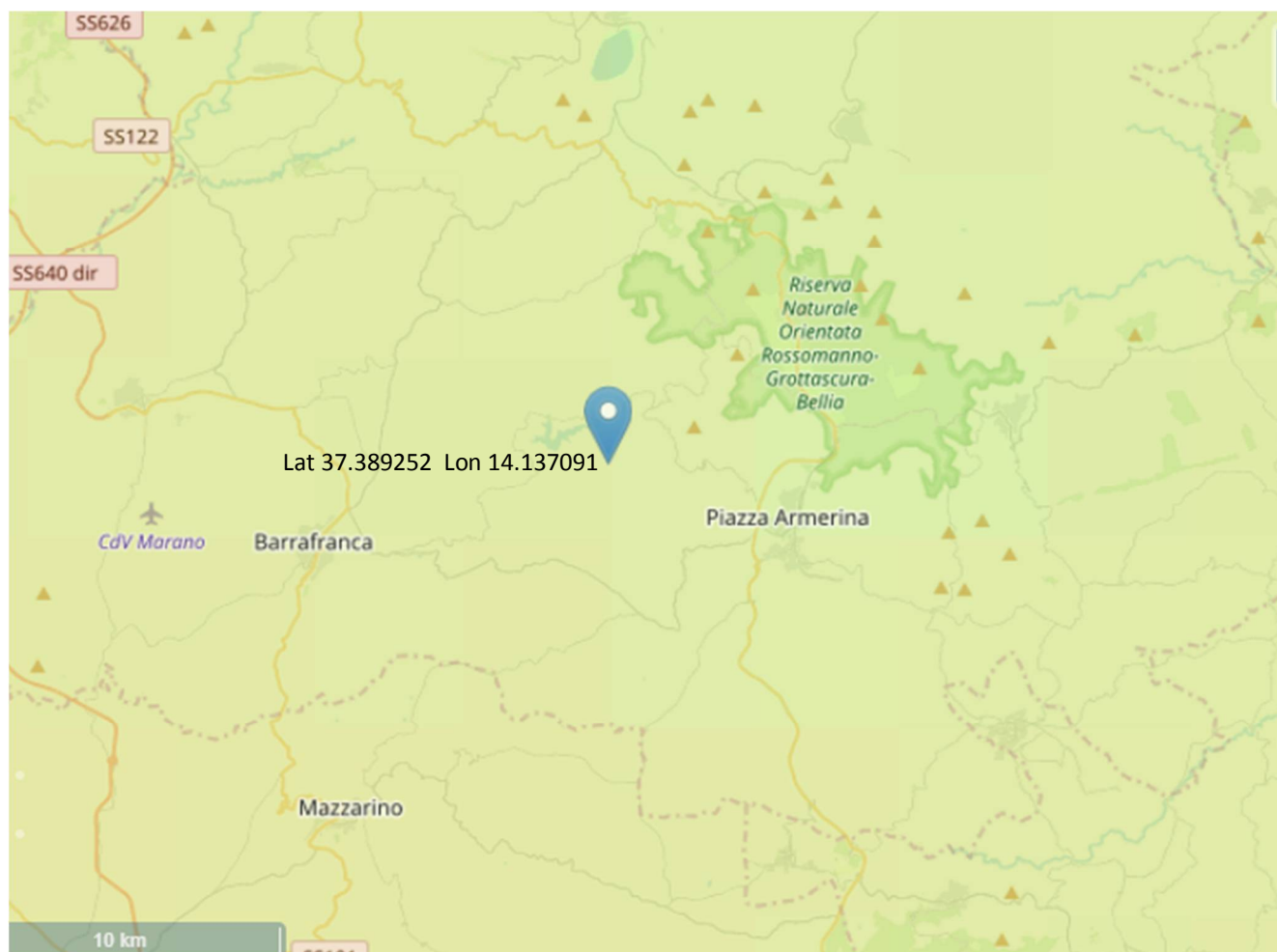
DATI IMPIANTO	
NOME IMPIANTO	PIAZZA ARMERINA 1
COMUNE	PIAZZA ARMERINA
PROVINCIA	ENNA
COORDINATE	37°24'23.09"N 14°16'1.23"E
QUOTA MEDIA	470 m.s.l.m.
TIPOLOGIA IMPIANTO	IMPIANTO FISSO
VIABILITA'	SP N° 12
AREA IMPIANTO TOTALE	148 HA
ZONA P.R.G.	ZONA "E"
COLLEGAMENTO	CAVIDOTTO INTERRATO 36 KV
CONFIGURAZIONE IMPIANTO FISSO	
POTENZA	65.677 kWp
POTENZA MODULO	675 Wp
NUMERO MODULI	97.300
NUMERO MODULI PER STRINGA	28
NUMERO DI STRINGHE	3.475
NUMERO UP	19
DISTANZE TRA STRUTTURE N-S	4.10 mt
PITCH	8.24 mt
DISTANZE TRA STRUTTURE E-W	0.50 mt
DIMENSIONE STRUTTURA 1X28	18.50 mt X 4.14 mt
SUPERFICIE CAPTANTE	302.248,049 MQ

Iberdrola Renovables S.p.A.	CALCOLO PRODUCIBILITA' IMPIANTO	ID TERNA 202202304
RSO6REL0010A0	PROGETTO IMPIANTO AGRIVOLTAICO PIAZZA ARMERINA (EN)	Pn 65.677 KW

3. Produzione di energia elettrica attesa

Rendere efficiente l'impianto è quello di massimizzare la captazione e minimizzare le perdite di potenza fino al punto di immissione in rete.

La disponibilità della radiazione solare nel sito di installazione, ha il valore di 1947 Kw/mq, valore prelevato dal sistema PVGIS e compatibile con i valori medi pubblicati da UNI 10349.



Inquadramento geografico

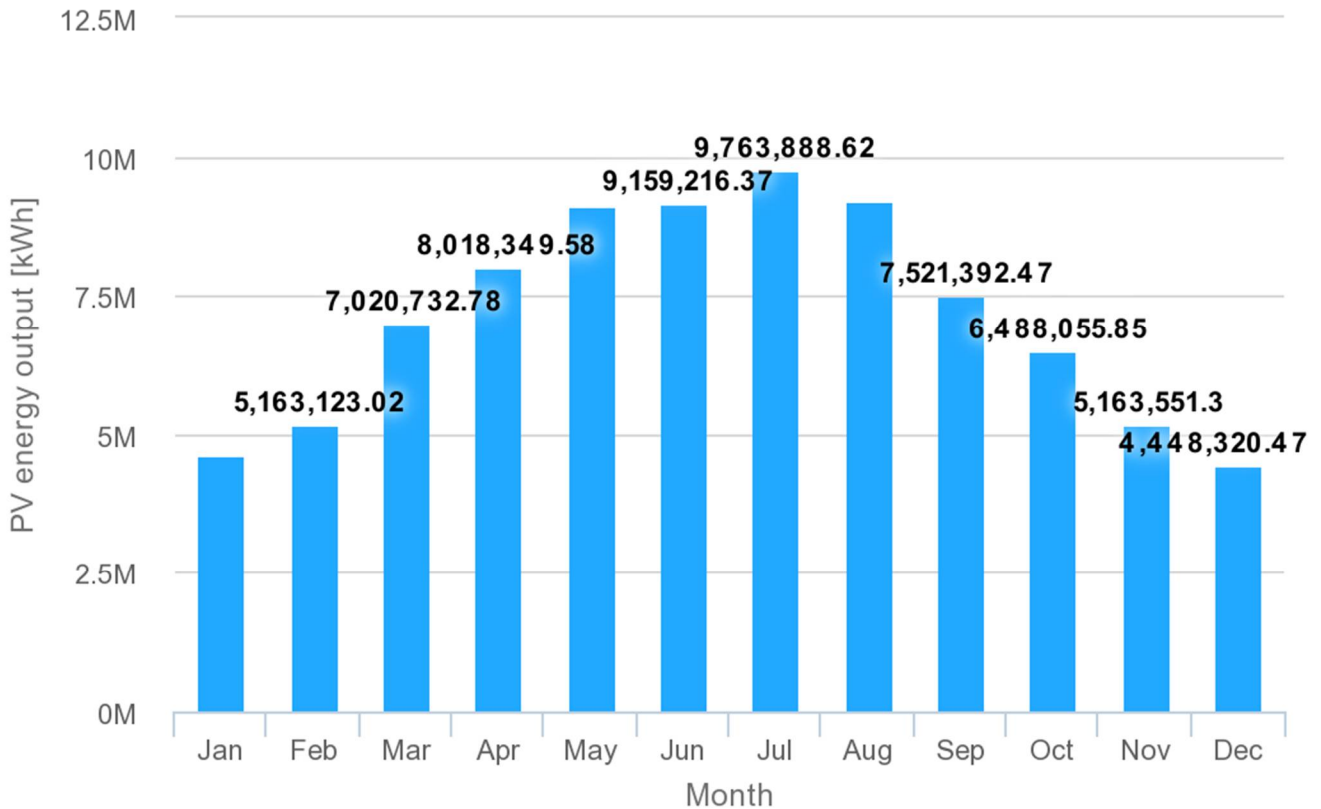
Iberdrola Renovables S.p.A.	CALCOLO PRODUCIBILITA' IMPIANTO	ID TERNA 202202304
RSO6RELO010A0	PROGETTO IMPIANTO AGRIVOLTAICO PIAZZA ARMERINA (EN	Pn 65.677 KW

(

3.1 Stime mensili dell'irraggiamento solare

Monthly energy output from fix-angle PV system

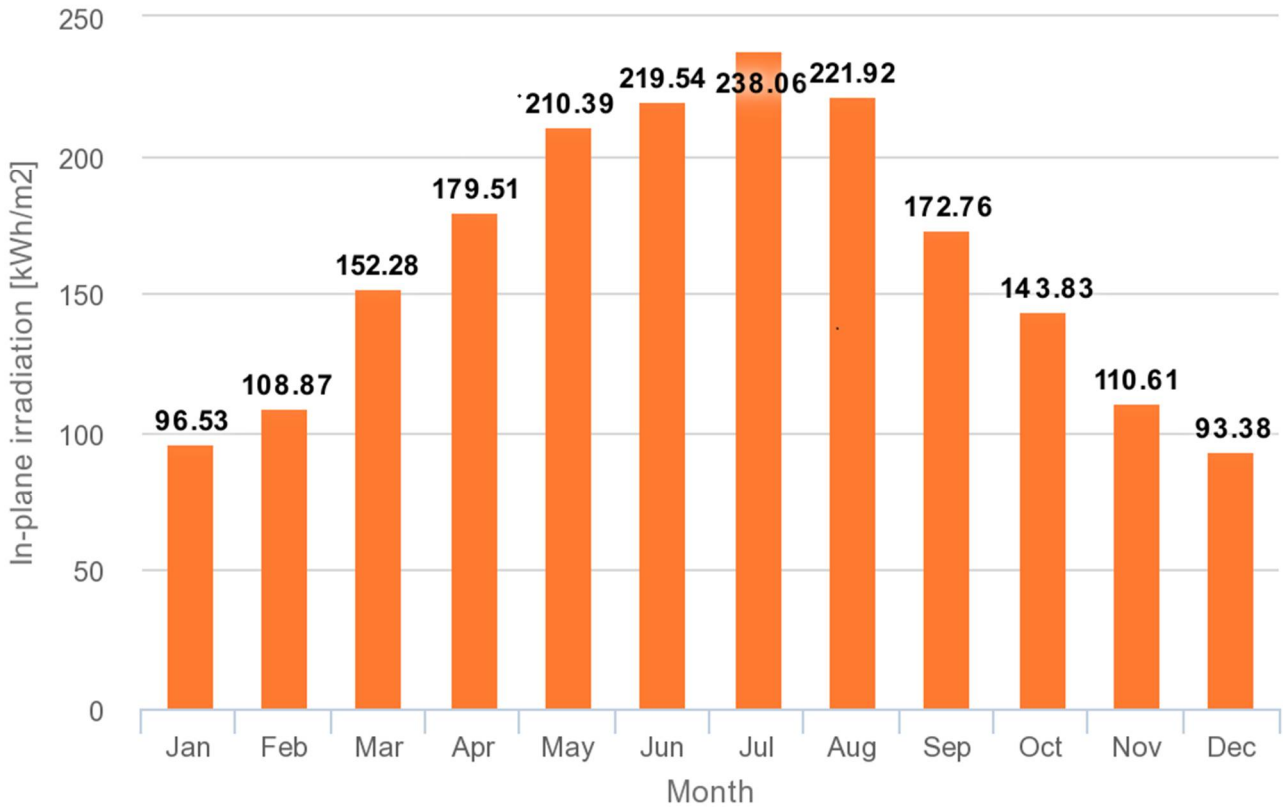
(C) PVGIS, 2023



Iberdrola Renovables S.p.A.	CALCOLO PRODUCIBILITA' IMPIANTO	ID TERNA 202202304
RSO6RELO010A0	PROGETTO IMPIANTO AGRIVOLTAICO PIAZZA ARMERINA (EN	Pn 65.677 KW

Monthly in-plane irradiation for fixed angle

(C) PVGIS, 2023



Provided inputs:

Location [Lat/Lon]:	37.400,14.304
Horizon:	Calculated
Database used:	PVGIS-SARAH2
PV technology:	Crystalline silicon
PV installed [kWp]:	65677.5
System loss [%]:	10

Simulation outputs:

Slope angle [°]:	23
Azimuth angle [°]:	0
Yearly PV energy production [kWh]:	101960804.79
Yearly in-plane irradiation [kWh/m²]:	1937.66
Year-to-year variability [kWh]:	3068362.17
Changes in output due to:	
Angle of incidence [%]:	-2.83
Spectral effects [%]:	0.7
Temperature and low irradiance [%]:	-9.02
Total loss [%]:	-19.88

Iberdrola Renovables S.p.A.	CALCOLO PRODUCIBILITA' IMPIANTO	ID TERNA 202202304
RSO6REL0010A0	PROGETTO IMPIANTO AGRIVOLTAICO PIAZZA ARMERINA (EN	Pn 65.677 KW

Prestazioni del fotovoltaico connesso alla rete (Stime PVGIS-5 della produzione di elettricità solare)

Dati:

Latitudine/Longitudine: 37.400,14.304
 Orizzonte: calcolato (Database utilizzato: PVGIS-SARAH2)
 Tecnologia fotovoltaica: Silicio cristallino
 FV installato: 65.677 kWp
 Perdita di sistema: 10%

Risultati della simulazione

Angolo di inclinazione: 23°
 Angolo di azimut: 0°
 Produzione annua di energia fotovoltaica: 101960028,56 kWh
 Irraggiamento annuale in aereo: 1937,66 kWh/m²
 Variabilità di anno in anno: 3.068.338,81 kWh
 Variazioni della produzione dovute a: Angolo di incidenza: -2,83 %
 Effetti spettrali: 0,7 %
 Temperatura e basso irraggiamento: -9,02 %
 Perdita totale: -19,88 %

Energia prodotta mensilmente da un impianto fotovoltaico ad angolo fisso:

Irraggiamento mensile nel piano per un impianto fotovoltaico ad angolo fisso:

Energia fotovoltaica mensile e irraggiamento solare

Mese	E_m H	$(i)_m$	SD_m
Gennaio	5861598.7	100.5	819366.4
Febbraio	6528037.1	113.5	999620.5
Marzo	8556485.8	154.1	960979.6
Aprile	9505506.6	177.8	909046.2
Maggio	10636364.	1207.6	673890.7
Giugno	10513686.8	214.2	555278.1
Luglio	11405799.9	236.3	435840.7
Agosto	10718063.2	218.8	722757.0
Settembre	9024468.8	173.3	510945.8
Ottobre	7683113.8	140.8	669242.0
Novembre	6054121.3	106.6	683783.4
Dicembre	5472782.4	94.2	646912.4

E_m : Produzione media mensile di energia elettrica dal sistema definito [kWh].

$H(i)_m$: Somma media mensile dell'irradiazione globale per m² ricevuta dai moduli del sistema considerato [kWh/m²].

Iberdrola Renovables S.p.A.	CALCOLO PRODUCIBILITA' IMPIANTO	ID TERNA 202202304
RSO6RELO010A0	PROGETTO IMPIANTO AGRIVOLTAICO PIAZZA ARMERINA (EN	Pn 65.677 KW

SD_m: deviazione standard della produzione mensile di energia elettrica dovuta alla variazione di anno in anno [kWh].

La producibilità è stata calcolata valutata assumendo l'inclinazione (tilt) dei moduli nel piano orizzontale attraverso la relazione

$$\alpha = 90^\circ - lat + \delta$$

dove:

lat è il valore in gradi della latitudine del sito d'installazione dei moduli;

δ è l'angolo di declinazione solare [23,45°]

Tuttavia conoscere l'angolo α non è sufficiente per determinare l'orientamento ottimale dei moduli. Occorre tenere in considerazione anche il percorso solare nella volta celeste nei diversi periodi dell'anno, per cui l'angolo di tilt dovrebbe essere mediato considerando tutti i giorni dell'anno. Ciò consente di ottenere una radiazione complessiva annuale captata dai moduli (e quindi una produzione energetica annuale) maggiore di quella che si avrebbe nella condizione di **irraggiamento perpendicolare ai moduli durante il solstizio**.

La disponibilità della radiazione solare nel sito di installazione, ha il valore di 1937 Kw/m², valore prelevato dal sistema PVGIS e compatibile con i valori medi pubblicati da UNI 10349.

[ore equivalenti]: $N = (1937 \text{ kWh/mq}) / (1 \text{ kWh/mq}) = 1937 \text{ ore (5,30 ore/die)}$

[La produzione dipende, anche, dall'orientamento e dalla inclinazione dei moduli e dalle perdite di energia nell'impianto (20%)].

In conto tondo si ha:

$(1.937 * 65.677 * -20\% = [101.961 \text{ MWh/anno}]$

3.2 Compatibilità tra moduli e inverter

Nella tabella seguente sono stati riportati i calcoli di verifica di compatibilità di accoppiamento stringa-inverter al variare della temperatura dei moduli fotovoltaici, quindi della temperatura d'ambiente.

Iberdrola Renovables S.p.A.	CALCOLO PRODUCIBILITA' IMPIANTO	ID TERNA 202202304
RSO6REL0010A0	PROGETTO IMPIANTO AGRIVOLTAICO PIAZZA ARMERINA (EN	Pn 65.677 KW

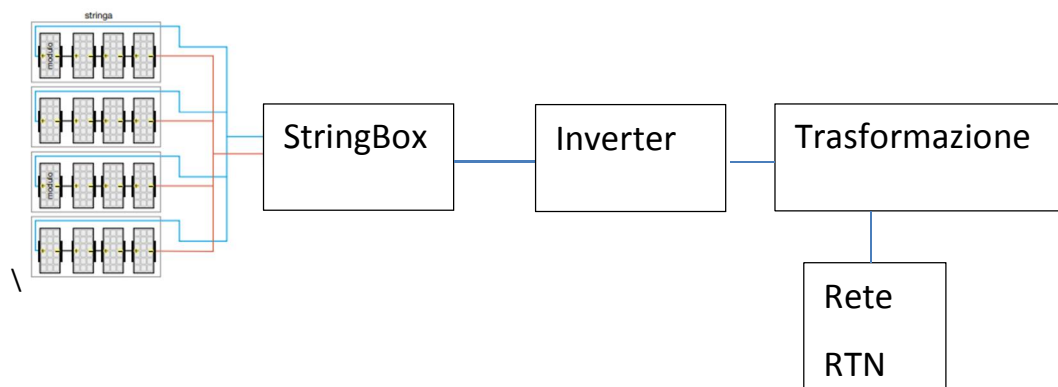
Ciò perché all'aumentare della temperatura dei moduli fotovoltaici, la corrente prodotta resta praticamente invariata, mentre decresce la tensione e con essa si ha una riduzione delle prestazioni dei moduli in termini di potenza elettrica prodotta.

La variazione della tensione a vuoto V_{oc} di un modulo fotovoltaico, rispetto alle condizioni standard $V_{oc, stc}$, in funzione della temperatura di lavoro delle celle T_{cell} , è espressa dalla formula seguente (guida CEI 82-25 II ed.):

$$V_{oc}(T) = V_{oc, stc} - NS \cdot \beta \cdot (25 - T_{cella})$$

dove: β è il coefficiente di variazione della tensione con la temperatura e dipende dalla tipologia del modulo fotovoltaico (-2.5 mV/°C/cella per il modulo da 670 Wp di progetto)

NS è il numero di celle in serie nel modulo (nel nostro caso 1 stringa).



Iberdrola Renovables S.p.A.	CALCOLO PRODUCIBILITA' IMPIANTO	ID TERNA 202202304
RSO6RELO010A0	PROGETTO IMPIANTO AGRIVOLTAICO PIAZZA ARMERINA (EN)	Pn 65.677 KW

Le verifiche hanno condotto ai seguenti risultati

$V_{min\ stringa} \geq U_{MPPT\ min\ inverter}$

$V_{oc\ max\ stringa} \leq U_{MAX\ inverter}$

$V_{max\ stringa} \leq U_{MPPT\ max\ inverter}$

COMPATIBILITA' STRINGA INVERETR	
$V_{MPP\ min\ di\ stringa} > U_{MPPT\ min\ di\ inverter}$ 964,236 > 875	VERO
$V_{oMAX\ di\ stringa} < U_{MAX\ ingr\ inverter}$ 1398,558 < 1500	VERO
$V_{MPP\ max\ di\ stringa} < U_{MPPT\ max\ dell'inverter}$ 1162,98 < 1500	VERO

dove

U_{min} è la tensione del campo fotovoltaico con irraggiamento standard, in corrispondenza della temperatura massima di lavoro prevista per i moduli fotovoltaici nel sito di installazione

U_{max} è la tensione del campo fotovoltaico con irraggiamento standard, in corrispondenza della temperatura minima di lavoro prevista per i moduli fotovoltaici nel sito di installazione

$U_{oc\ max}$ è la tensione a vuoto del campo fotovoltaico, in corrispondenza della temperatura minima di lavoro prevista per i moduli fotovoltaici nel sito di installazione

U_{MPPT} è la min tensione di funzionamento minima in ingresso ammessa dall'inverter

U_{MPPT} è la max tensione di funzionamento massima in ingresso ammessa dall'inverter

U_{MAX} è la tensione massima in ingresso sopportabile dall'inverter.

4. Risultati delle Verifiche Elettriche

Iberdrola Renovables S.p.A.	CALCOLO PRODUCIBILITA' IMPIANTO	ID TERNA 202202304
RSO6RELO010A0	PROGETTO IMPIANTO AGRIVOLTAICO PIAZZA ARMERINA (EN	Pn 65.677 KW

COSMOTECK SRL

Pagina 1

Verifica Compatibilit 

Piazza Armerina PV475		MOD.675 Canadian		2384x1303x35 mm	
Potenza nominale del mdulo	Pmp			675	W
Efficienza del modulo	eff			21,7%	
Tensione alla max potenza	Vmpp			39,00	V
Corrente alla mx potenza	Imp			17,31	A
Tensione a circuito aperto	Voc			46,90	V
Corrente di cto cto	Isc			18,24	A
Max Tensione sistema	MxT			1.500	V
T° max del modulo	Tcell max			70	°C
T° minima el modulo	Tcell min			0	°C
numero delle celle del modulo	Ns			132	
Voc(T) = Voc,STC - NS . β . (25-Tcella) - (guida CEI 82-25 II ed.)					
T° Riferimento del modulo (STC)				25	°C
Coeff. di temperatura T° Isc % Cisc				0,05	%
Coefficiente di temperatura a T° Voc % Cvoc				-0,26	%
Coefficiente di temperatura T° Pmax % Cpm				-0,34	%
Coefficiente . di temperatura T° Vmax % β				-0,26	%
Corrente inversa	Cinv			35	A
V a vuoto max con T° minima 0	VOCmax			49,95	V
Tensione MPPmax con T° min 0	VMPPTmin			41,54	V
Tensione MPP min. con T°max pari a 70	VMPPTmax			34,44	V
Temperatura STC di riferimento 25°	VSTC	VSTC			V
Valore cautelativo parametro	Voct	5%		49,25	V
Tensione max di riferimento	Vxrif			49,95	V
STRINGA					
	n moduli	Nstringa		28	
Tensione MPP di stringa (in ingresso)		V _{MPP}		1092,00	V
Tensione di stringa in ingresso ammessa dall'inverter alla T° minima		V _{MPPmin}		1162,98	V
Corrente MPP (in ingresso)		I _{MPP}		17,31	A
Corrente ctocto max		I _{sc max}		22,80	A
Tensione a Vuoto max		Vomax		1398,56	V
Tensione MPP min		V _{mpmin}		1162,98	V
Tensione MPP min. con T°max pari a 70		V _{MPPmax}		964,24	V
Tensione max 1,2*Vmppmax					
Potenza di stringa		Pstr		18,900	kW

COSMOTECK_42 Verifica Elettrica PZ Armerina

Iberdrola Renovables S.p.A.	CALCOLO PRODUCIBILITA' IMPIANTO	ID TERNA 202202304
RSO6RELO010A0	PROGETTO IMPIANTO AGRIVOLTAICO PIAZZA ARMERINA (EN)	Pn 65.677 KW

COSMOTECK SRL

Pagina 2

Verifica Compatibilità

INVERTER dati di TARGA		ingeteam UP+INVERTER	
Ingresso			
Pnominale ingresso	Pni_i	3.437,0	kW
U funzionamento MPPT minima	U _{MPPTmin}	875	V
U funzionamento MPPT massima	U _{MPPTmax}	1.300	V
U max ammessa sopportabile	U _{MAX}	1.500	V
Vmax sistema	UxT	1.500	V
Imax cc MPPT ingresso per ogni MPPT	IxMp	3997	A
Imax ctocto ingresso	Ixcx	10000	A
tensione di avviamento	Uavv	875	V
N. ingressi disponibili	Ningr	28	
U standard, a T° max	U _{min}	1080	V
U standard, a T° minima	U _{smax}	1500,0	V
U a vuoto , a T° minima	Uoc _{max}	1398,56	V
Uscita			
P uscita c.a	Wusc	3437	kW
P uscita c.a	Vausc	3437	kVA
V c.a trifase	Uca	800	V
Corrente nominale c.a	Ica	3308,00	A
Imax Corrente c.a	Ixca	155,2	A
f	f	50	Hz
fatt pot	cosφ	1,00	
Rend EU	ηe	98,7%	
Rend max	ηx	99,0%	
Numero max ingressi per StringBox		32	
Unità di potenza (UP)			
Potenza AC a 40°	Pup40	3.437	KVA
Potenza AC a 50°	Pup50	3.125	KVA
Num ingressi inverter	NiUP	28	
Tensione max in ingresso	VxUP	915	V
			A
Tensione in uscita	VusUP	36	kV
Tensione Serv-Aux	Vsa	400	V
Ridefinizione n moduli			
Numero Moduli teorici		97.300	
Numero Moduli effettivi		97.300	
Potenza totale =		65.677 kWp	

COSMOTECK_62.Verifica Elettrica PZ Armerina

Pag. 19

Iberdrola Renovables S.p.A.	CALCOLO PRODUCIBILITA' IMPIANTO	ID TERNA 202202304
RSO6REL0010A0	PROGETTO IMPIANTO AGRIVOLTAICO PIAZZA ARMERINA (EN	Pn 65.677 KW

COSMOTECK SRL

Pagina 3

Verifica Compatibilità

RISULTATI		
Pot. nominale [kWp]	<u>65.677,50</u>	65.677,50
	perdita % sistema	18,5%
Potenz in immissione [kW]		<u>53526,00</u>
	Moduli per stringa	<u>28</u>
	Numero Stringhe reali	3475
Potenza di stringa [kWp]		18,900
	Numero Moduli Totali	97.300
	Numero Unità di potenza	19
Potenza totale disponibile dalle UP kVA		65.303
numero tot. ingressi disponibili per gli inverter nelle UP		<u>532</u>
	numero inverter =	19
	Numero totale StringBox	133
	Numero Moduli	97.300
	numero delle dorsali	5
Distribuzione dei 49 StringBox in Area1		
Distribuzione dei 84 StringBox in Area2		
Distribuzione dei 0 StringBox in Area3		
Totale = 133 StringBox distribuiti sui 19 UP/Inverter		
COMPATIBILITA' STRINGA INVERETR		
V_{MPPmin} di stringa > $U_{MPPTmin}$ di inverter		VERO
964,236 > 875		
V_{oMAX} di stringa < $U_{MAXingr}$ inverter		VERO
1398,558 < 1500		
V_{MPPmax} di stringa < $U_{MPPTmax}$ dell'inverter		VERO
1162,98 < 1300		
$Voc(T) = Voc, stc - NS \cdot \beta \cdot (25 - T_{cel})$		

COSMOTECK_62.Verifica Elettrica PZ Armerina

Pag. 20

Iberdrola Renovables S.p.A.	CALCOLO PRODUCIBILITA' IMPIANTO	ID TERNA 202202304
RSO6RELO010A0	PROGETTO IMPIANTO AGRIVOLTAICO PIAZZA ARMERINA (EN	Pn 65.677 KW

Palermo 11/12/2023

Ing. Giuseppe Lo Presti

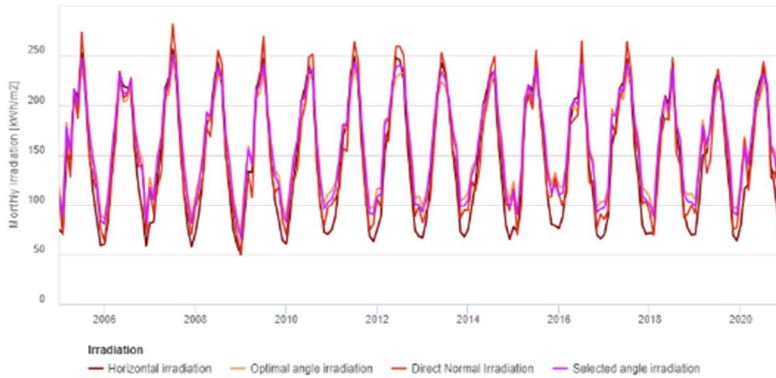
5. APPENDICE

Iberdrola Renovables S.p.A.	CALCOLO PRODUCIBILITA' IMPIANTO	ID TERNA 202202304
RSO6RELU010A0	PROGETTO IMPIANTO AGRIVOLTAICO PIAZZA ARMERINA (EN)	Pn 65.677 KW

5.1 Stime mensili dell'irraggiamento solare

Monthly solar irradiation estimates

--- Sun height, December



Global horizontal irradiation

Month	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
January	74.98	60.24	81.25	70.86	49.77	60.62	74.56	74.61	66.53	74.69	77.57	75.94	70.06	71.44	70.23	79.1
February	71.15	83.76	82.34	92.82	89.56	88.87	88.07	87.98	84.11	98.74	72.31	87.57	88.1	71.15	101.81	116.64
March	149.8	132.23	126.36	127.68	134	127.81	126.14	151.96	120.51	123.19	114.78	124.12	160.09	127.77	150.2	120.9
April	145.81	175.6	158.34	181.26	133.14	156.86	168.21	176.36	170.43	160.99	192.29	183.98	176.97	174.05	152.37	161.99
May	216.11	231.75	216.75	189.61	214.97	204.5	182.6	219.28	217.28	200.33	220.31	206.13	216.8	209.48	180.62	209.49
June	207.64	219.15	227.39	225.39	229.84	218.3	231.75	247.67	242.66	215.67	214.21	207.74	223.29	201.67	221.07	223.47
July	252.47	217.62	255.97	243.27	246.84	239.85	248.55	245.14	231.17	233.86	243.36	247.12	246.76	242.61	233.35	236.55
August	208.36	215.53	223.52	219.67	192.51	225.44	220.93	225.65	198.39	224.4	197.34	196.58	217.99	175.71	205.97	210.69
September	152.21	154.9	160.25	152.12	142.35	147.46	156.14	161.67	152	164.86	155.36	137.79	159.05	147.94	157.05	140.33
October	113.57	118.07	112.35	113.88	104.99	101.9	107.22	117.98	120.44	122.64	108.58	111.84	125.72	91.61	117.49	116.41
November	84.44	93.19	76.49	74.73	85.56	72.14	68.6	74.12	72.67	79.09	80.2	69.63	79.43	78.19	68.99	84.99
December	58.79	58.31	57.86	59.5	64.13	70.21	62.87	68.17	67.56	65.32	78.81	65.64	70.34	69.46	63.75	58.25

Direct Normal Irradiation

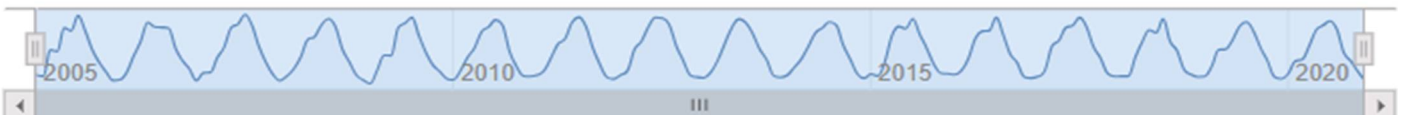
Month	2005	2006	2007	2008
January	109.9	63.24	117.38	98.06
February	69.85	92.29	91.51	108.93
March	166.44	130.45	117.75	126.4
April	128.37	167.63	132.9	177.06
May	213.71	234.02	203.65	168.82
June	186.91	207.59	223.54	216.31
July	272.74	210.55	280.66	254.83
August	223.5	227.4	243.03	241.68
September	149.03	160.75	164.86	153.91
October	127.18	138.68	113.72	122.36
November	114.9	139.72	91.13	93.25
December	75.1	71.13	70.25	68.5

Global irradiation optimum angle

Month	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
January	118.86	85.2	127.55	109.01	69.49	88.09	114.4	116.57	98.87	112.63	123.7	119.04	103.53	107.43	105.89	125.88
February	92.16	113.64	110.43	126.6	119.56	120	122.62	117.21	113	137.68	94.16	118.2	117.55	91.68	143.95	168.84
March	182.37	156.25	149.99	152.33	159.1	150.08	147.81	185.27	139.48	144.62	132.98	144.54	196.26	150.53	185.07	143.68
April	151.75	189.31	167	192.18	139.99	165.72	180.67	187.14	181.84	169.9	206.21	196.36	188.34	186.89	157.99	172.39
May	209.36	225.19	209.7	183.71	207.87	198.5	175.95	212.63	210.73	193.6	214.47	199.06	210.74	202.54	174.9	202.47
June	192.33	203.29	210.3	208.17	211.95	202	215.03	228.54	223.58	200.09	198.51	192.67	205.91	186.18	204.99	206.33
July	237.95	205.39	241.12	230.02	232.55	226.24	234.74	231.23	218.36	220.37	229.74	232.97	232.67	229.21	219.41	223.05
August	212.63	222.03	230.89	226	197.56	232.36	227.36	233.15	202.65	231.72	203.66	201.27	223.97	179.37	210.42	218.01
September	174.97	178.48	184.85	173.66	161.85	169.33	180.49	188.6	176.52	190.83	179.36	155.64	184.48	168.25	183.1	160.58
October	148.5	156.72	142.78	146.45	135.17	128.12	138.05	154.72	159.66	163.09	138.33	145.81	168.53	115.19	153.53	154.32
November	127.61	145.37	110.5	109.33	129.69	101.35	96.58	106.5	104.16	117.84	120.04	97.54	117.49	110.56	97.35	127.49
December	90.51	88.09	87.19	88.19	99.36	111.31	96.83	109.26	107.29	105.25	132.87	103.37	114.22	111.7	95.95	85.12

Global irradiation at angle

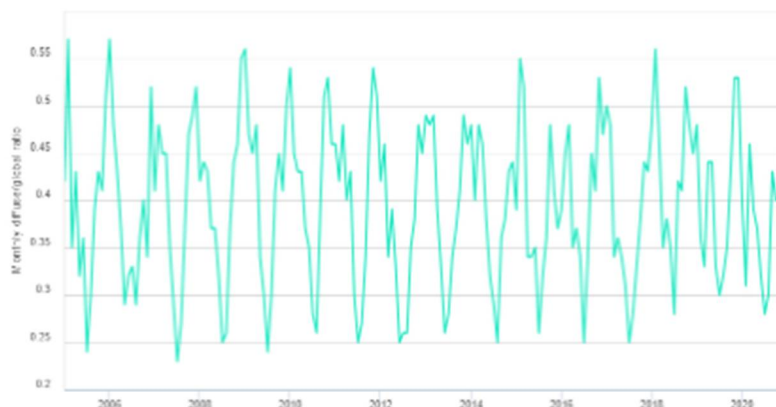
Month	2005	2006	2007	2008
January	109.97	80.35	118.22	101.39
February	88.42	108.14	105.32	120.39
March	177.72	153.11	146.79	148.96
April	152.81	189.51	167.88	193.11
May	215.06	231.5	215.6	188.8
June	200.14	211.6	219.14	216.91
July	246.94	212.76	250.29	238.43
August	215.83	225.04	233.92	229.24
September	172.56	176.02	182.24	171.62
October	142.42	149.91	137.68	140.91
November	119.06	134.97	103.88	102.57
December	84.09	82.11	81.31	82.47



Iberdrola Renovables S.p.A.	CALCOLO PRODUCIBILITA' IMPIANTO	ID TERNA 202202304
RSO6REL0010A0	PROGETTO IMPIANTO AGRIVOLTAICO PIAZZA ARMERINA (EN)	Pn 65.677 KW

5.2 Rapporto medio mensile diffuso/globale

Monthly average diffuse to global ratio



Diffuse/global ratio

Month	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
January	0.42	0.57	0.41	0.42	0.56	0.54	0.46	0.42	0.49	0.48	0.39	0.39	0.5	0.48	0.48	0.4
February	0.57	0.48	0.48	0.44	0.47	0.45	0.42	0.46	0.48	0.4	0.55	0.45	0.48	0.56	0.36	0.31
March	0.35	0.43	0.45	0.43	0.45	0.43	0.48	0.34	0.49	0.48	0.52	0.48	0.34	0.46	0.33	0.46
April	0.43	0.37	0.45	0.37	0.48	0.43	0.4	0.39	0.39	0.46	0.34	0.35	0.36	0.35	0.44	0.39
May	0.32	0.29	0.35	0.37	0.34	0.37	0.43	0.33	0.33	0.38	0.34	0.37	0.34	0.38	0.44	0.37
June	0.36	0.32	0.29	0.32	0.3	0.35	0.3	0.25	0.26	0.32	0.35	0.34	0.31	0.35	0.33	0.32
July	0.24	0.33	0.23	0.25	0.24	0.28	0.25	0.26	0.28	0.29	0.26	0.25	0.25	0.28	0.3	0.28
August	0.3	0.29	0.27	0.26	0.3	0.26	0.27	0.26	0.34	0.25	0.32	0.34	0.28	0.42	0.32	0.3
September	0.39	0.36	0.37	0.37	0.41	0.39	0.34	0.35	0.37	0.36	0.36	0.45	0.33	0.41	0.35	0.43
October	0.43	0.4	0.47	0.44	0.45	0.51	0.47	0.38	0.41	0.38	0.48	0.41	0.38	0.52	0.43	0.4
November	0.41	0.34	0.49	0.46	0.41	0.53	0.54	0.48	0.49	0.43	0.41	0.53	0.44	0.48	0.53	0.4
December	0.51	0.52	0.52	0.55	0.5	0.46	0.51	0.45	0.46	0.44	0.37	0.47	0.43	0.45	0.53	0.57

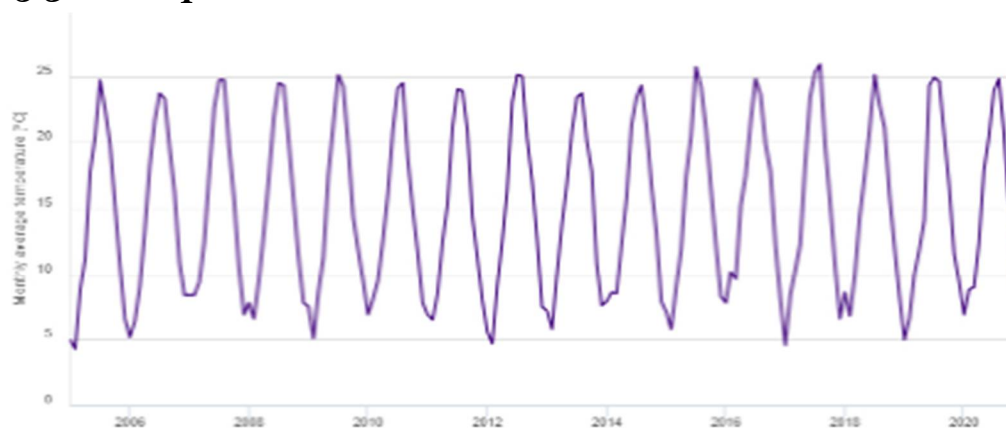
Monthly average temperature

Month	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
January	5	5.2	8.4	7.8	7.5	6.9	6.9	5.6	7.2	7.9	7.1	7.8	4.6	8.6	5	6.9
February	4.3	6.4	8.4	6.6	5.1	8.1	6.5	4.7	5.8	8.6	5.8	10.2	8.4	6.8	6.6	8.8
March	8.8	9	9.4	9.5	8.6	9.5	8.5	9.1	10	8.5	9	9.6	10.3	9.9	10	9
April	11.2	13.3	12.5	13.2	11.3	12.6	12.5	12.5	13.8	12.3	11.9	15.2	12.3	14.4	11.9	12.4
May	17.8	18.2	17.7	17.3	17.5	16.1	15.3	16.4	16.9	15.8	17.4	17.5	18.3	17.5	14.1	17.9
June	20.4	21.6	22.6	21.8	21.3	20.9	21.1	23	20.8	21.3	20.5	21.5	23.4	21	24.3	20.4
July	24.7	23.7	24.7	24.5	25.1	24.1	24	25.1	23.4	23.4	25.7	24.8	25.3	25.1	24.9	23.9
August	22.5	23.3	24.7	24.3	24.2	24.5	23.9	25	23.7	24.3	24.2	23.6	25.9	22.8	24.6	24.8
September	19.9	19.6	19.6	20.1	19.8	18.8	20.9	20.3	20.1	21.2	21	19.9	19.9	21.1	20.6	20.8
October	15.3	16.2	15.7	15.7	14.4	15	14.4	17.1	17.8	16.8	16.5	17.8	15.6	16	16.7	15.3
November	10.7	10.9	10.5	11.3	11.9	11.7	11.3	12.7	10.8	13.2	12.3	12.3	10.8	12.1	11.6	12
December	6.6	8.4	6.9	7.8	9.5	7.8	8	7.5	7.6	7.9	8.3	8.1	6.6	8.3	9.4	8.1



Iberdrola Renovables S.p.A.	CALCOLO PRODUCIBILITA' IMPIANTO	ID TERNA 202202304
RSO6REL0010A0	PROGETTO IMPIANTO AGRIVOLTAICO PIAZZA ARMERINA (EN)	Pn 65.677 KW

5.3 Temperature medie mensili

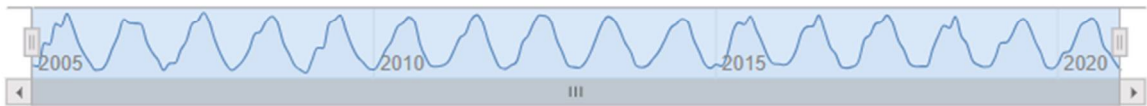
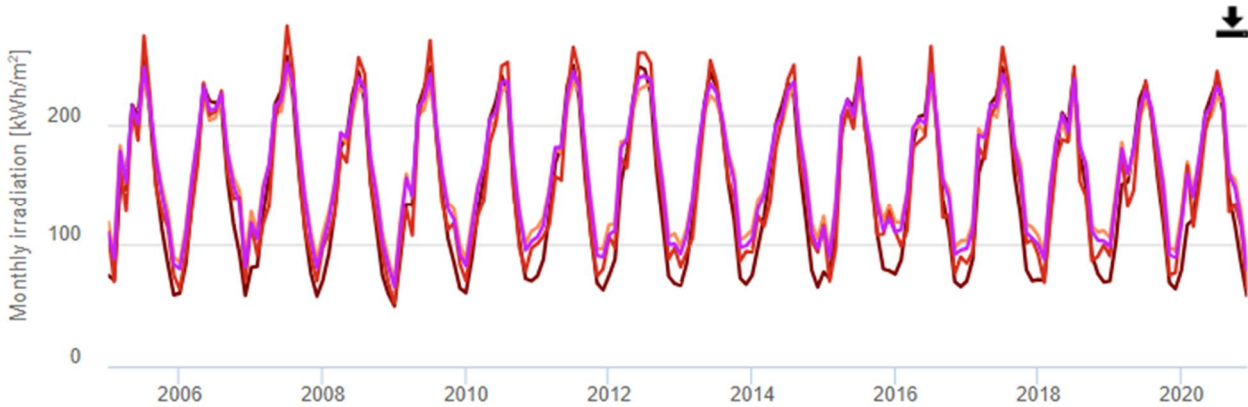


Monthly average temperature

Month	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
January	5	5.2	8.4	7.8	7.5	6.9	6.9	5.6	7.2	7.9	7.1	7.8	4.6	8.8	5	6.9
February	4.3	6.4	8.4	6.6	5.1	8.1	6.5	4.7	5.8	8.6	5.8	10.2	8.4	6.8	6.6	8.8
March	8.8	9	9.4	9.5	8.6	9.5	8.5	9.1	10	8.5	9	9.6	10.3	9.9	10	9
April	11.2	13.3	12.5	13.2	11.3	12.6	12.5	12.5	13.8	12.3	11.9	15.2	12.3	14.4	11.9	12.4
May	17.8	18.2	17.7	17.3	17.5	16.1	15.3	16.4	16.9	15.8	17.4	17.5	18.3	17.5	14.1	17.9
June	20.4	21.6	22.6	21.8	21.3	20.9	21.1	23	20.8	21.3	20.5	21.5	23.4	21	24.3	20.4
July	24.7	23.7	24.7	24.5	25.1	24.1	24	25.1	23.4	23.4	25.7	24.8	25.3	25.1	24.9	23.9
August	22.5	23.3	24.7	24.3	24.2	24.5	23.9	25	23.7	24.3	24.2	23.6	25.9	22.8	24.6	24.8
September	19.9	19.6	19.6	20.1	19.8	18.8	20.9	20.3	20.1	21.2	21	19.9	19.9	21.1	20.6	20.8
October	15.3	16.2	15.7	15.7	14.4	15	14.4	17.1	17.8	16.8	16.5	17.8	15.6	16	16.7	15.3
November	10.7	10.9	10.5	11.3	11.9	11.7	11.3	12.7	10.8	13.2	12.3	12.3	10.8	12.1	11.6	12
December	6.6	8.4	6.9	7.8	9.5	7.8	8	7.5	7.6	7.9	8.3	8.1	6.6	8.3	9.4	8.1

Iberdrola Renovables S.p.A.	CALCOLO PRODUCIBILITA' IMPIANTO	ID TERNA 202202304
RSO6REL0010A0	PROGETTO IMPIANTO AGRIVOLTAICO PIAZZA ARMERINA (EN)	Pn 65.677 KW

Monthly solar irradiation estimates



Irradiation

(Click on series to hide)

- Horizontal irradiation
- Direct Normal Irradiation
- Optimal angle irradiation
- Selected angle irradiation

Monthly average diffuse to global ratio

