

REGIONE SICILIA  
PROVINCIA DI PALERMO  
**COMUNE DI MONREALE**

LOCALITÀ MALVELLO

Oggetto:

**PROGETTO DEFINITIVO PER LA COSTRUZIONE E L'ESERCIZIO DI UN IMPIANTO AGRO-FOTOVOLTAICO AVENTE POTENZA DI PICCO PARI A 35,94 MW E POTENZA DI IMMISSIONE 33,13 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE**

Sezione:

**SEZIONE A - RELAZIONI GENERALI**

Elaborato:

**STIMA DI PRODUCIBILITA'**

Nome file stampa:

**FV.MNR03.PD.A.15.pdf**

Codifica Regionale:

RS06REL0009A0

Scala:

-

Formato di stampa:

**A4**

Nome elaborato:

**FV.MNR03.PD.A.15**

Tipologia:

R

Proponente:

**E-WAY 2 S.r.l.**

Piazza di San Lorenzo in Lucina, 4

00186 ROMA (RM)

P.IVA. 16647311006



**E-WAY 2 S.R.L.**  
P.zza di San Lorenzo in Lucina, 4  
00186 - Roma  
S.E.P. Iva 16647311006  
PEC: e-way2srl@legalmail.it

Progettista:

**E-WAY 2 S.r.l.**

Piazza di San Lorenzo in Lucina, 4

00186 ROMA (RM)

P.IVA. 16647311006



CODICE

REV. n.

DATA REV.

REDAZIONE

VERIFICA

VALIDAZIONE

FV.MNR03.PD.A.15

00

07/2023

C.Amorevole

A. Bottone

A. Bottone

E-WAY 2 S.r.l.

Sede legale  
Piazza di San Lorenzo in Lucina, 4  
00186 ROMA (RM)  
PEC: e-way2srl@legalmail.it tel. +39 0694414500





**STIMA DI PRODUCIBILITA'**

CODICE	FV.MNR03.PD.A.15
REVISIONE n.	00
DATA REVISIONE	07/2023
PAGINA	2 di 13

**INDICE**

---

<b>1</b>	<b>PREMESSA.....</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>INTRODUZIONE .....</b>	<b>6</b>
<b>3</b>	<b>DATI CLIMATICI .....</b>	<b>8</b>
<b>4</b>	<b>RISULTATI.....</b>	<b>10</b>
<b>5</b>	<b>RICADUTE AMBIENTALI DEL PROGETTO .....</b>	<b>11</b>
<b>6</b>	<b>ALLEGATI.....</b>	<b>13</b>



**STIMA DI PRODUCIBILITA'**

CODICE	FV.MNR03.PD.A.15
REVISIONE n.	00
DATA REVISIONE	07/2023
PAGINA	3 di 13

**INDICE DELLE FIGURE**

---

*Figura 1: Schema funzionamento Back-Tracking..... 7*  
*Figura 2: Meteo per Monreale, Malvello - Typical Metereological Year ..... 9*



## STIMA DI PRODUCIBILITA'

CODICE FV.MNR03.PD.A.15

REVISIONE n. 00

DATA REVISIONE 07/2023

PAGINA 4 di 13

### INDICE DELLE TABELLE

---

<i>Tabella 1: Dati metereologici di irraggiamento.....</i>	<i>9</i>
<i>Tabella 2: Principali caratteristiche di potenza installata ed energia prodotta.....</i>	<i>10</i>
<i>Tabella 3: Bilancio di emissione di CO<sub>2</sub> .....</i>	<i>11</i>

## 1 PREMESSA

IL PRESENTE ELABORATO È RIFERITO AL PROGETTO PER LA COSTRUZIONE E L'ESERCIZIO DI UN IMPIANTO AGRO-FOTOVOLTAICO, SITO IN MONREALE (PA), LOCALITÀ MALVELLO.

In particolare, l'impianto in progetto ha una potenza di picco pari a 35,94 MW e una potenza nominale di 33,13 MW e presenta la seguente configurazione:

1. Un generatore fotovoltaico suddiviso in 9 sottocampi, costituiti da moduli fotovoltaici bifacciali aventi potenza unitaria pari a 710 Wp cadauno ed installati su strutture ad inseguimento solare mono-assiali (tracker);
2. Una stazione integrata per la conversione e trasformazione dell'energia elettrica detta "Power Station" per ogni sottocampo dell'impianto;
3. Una Cabina di Raccolta e Misura;
4. Elettrodotto interno in cavo interrato per l'interconnessione delle Power Station di cui al punto 2, con la Cabina di Raccolta e Misura;
5. Elettrodotto esterno a 36 kV in cavo interrato per l'interconnessione della Cabina di Raccolta e Misura con la sezione a 36 kV di una nuova stazione elettrica di smistamento della RTN a 220/36 kV in doppia sbarra da collegare in entra – esce sulla linea a 220 kV della RTN "Partinico – Ciminna".

Titolare dell'iniziativa proposta è la società E-Way 2 S.R.L., avente sede legale in Piazza di San Lorenzo in Lucina, 4 – 00186 Roma (RM), P.IVA 16647311006

## 2 INTRODUZIONE

Il presente documento costituisce la relazione di stima di producibilità energetica dell'impianto agro-fotovoltaico proposto.

Tale stima è stata ottenuta caratterizzando l'impianto all'interno del **software per sistemi fotovoltaici PVSyst**.

Il progetto prevede l'installazione di **50624 moduli fotovoltaici** di marca Mysolar, modello GOLD N-Type HJY BIFACIAL e potenza pari a **710 W**. I moduli sono installati su strutture atte a garantire la massima captazione di irraggiamento seguendo il percorso solare e consentendo, di conseguenza, ai moduli di essere sempre nella posizione ottimale di lavoro. Tali strutture sono dette "tracker" o "inseguitori solari", proprio per questa loro caratteristica funzionale.

I moduli vengono alloggiati in numero di 28 per ogni tracker in modo tale da far coincidere la singola struttura con la stringa elettrica, l'unità minima elettrica di impianto. I tracker/stringhe vengono quindi a loro volta raccolti in quadri di stringhe o "combiner box", i quali semplificano il collegamento con le Power Station, sede dei principali componenti elettrici quali inverter, trasformatore, quadri di misura e controllo, protezioni principali.

La struttura elettrica dell'impianto è chiaramente esposta ed approfondita nell'apposita documentazione dello schema unifilare.

Si vuole evidenziare il ricorso ad un ulteriore sistema di efficientamento produttivo del campo fotovoltaico: il sistema di Back Tracking, il quale consente di ridurre le perdite per auto-ombreggiamento, cioè le perdite da ombreggiamento indotto dai tracker stessi alle file retrostanti. Ciò avviene per mezzo di un sistema logico-adattivo che gestisce contemporaneamente piccoli gruppi di tracker, al fine di ottimizzare dunque le prestazioni del campo FV.

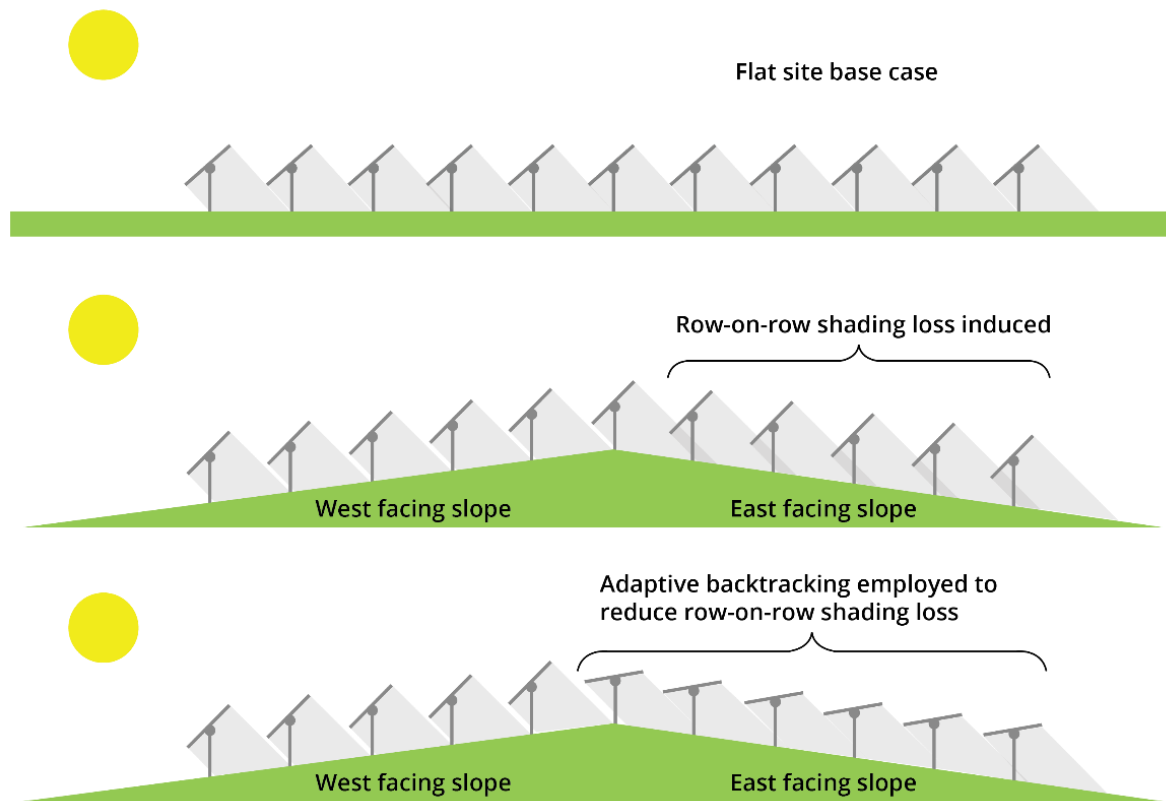


Figura 1: Schema funzionamento Back-Tracking



### 3 DATI CLIMATICI

Il **PVGIS – PhotoVoltaic Geographical Information System** è un sistema sviluppato dal JRC (Joint Research Centre) della Commissione Europea a partire dal 2001. Gli obiettivi principali del progetto sono:

- La ricerca scientifica ai fini della valutazione della risorsa energetica solare;
- Effettuare studi sui miglioramenti di performance dei sistemi fotovoltaici;
- La diffusione di conoscenze e dati riguardanti l'irraggiamento solare e le performance fotovoltaiche ad esso collegate.

Il PVGIS consente un accesso libero e gratuito ad una grande serie di dati:

- Dati TMY – Typical Meteorological Year per 9 differenti parametri climatici;
- Potenziale fotovoltaico per diverse tecnologie e configurazioni di impianto, sia questo un impianto stand-alone che connesso alla rete;
- Dati di temperatura e radiazione solare, sia in forma di medie mensili che di profili giornalieri;
- Serie storiche dei valori orari di radiazione solare e performance FV;
- Mappe stampabili dell'irraggiamento solare e della potenzialità fotovoltaica.

In particolare secondo il Joint Research Centre, un Typical Meteorological Year è una raccolta di dati meteorologici con valori ottenuti per ogni ora di un anno per una data località geografica. Partendo da una base temporale più larga (generalmente maggiore di 10 anni), i dati sono selezionati dall'anno considerato meglio rappresentativo per quel mese. Per cui ad esempio, gennaio potrebbe essere del 2007, febbraio del 2012 e così via. I dati sulla radiazione solare utilizzati per il TMY sono stati calcolati da dati satellitari dalla collaborazione tra il Joint Research Centre e il CM SAF. La selezione dei mesi per il TMY è stata effettuata utilizzando il metodo descritto nella norma internazionale ISO 15927-4 e il criterio di scelta dei mesi più rappresentativi è eseguito basandosi sui parametri della temperatura dell'aria, irraggiamento globale orizzontale e umidità relativa.

L'attendibilità dei dati PVGIS è internazionalmente riconosciuta, questi possono essere dunque utilizzati per l'elaborazione statistica della stima di radiazione solare del sito in progetto.

CODICE	FV.MNR03.PD.A.15
REVISIONE n.	00
DATA REVISIONE	07/2023
PAGINA	9 di 13

Si riportano di seguito i dati meteorologici assunti:

	<b>GlobHor</b> kWh/m <sup>2</sup>	<b>DiffHor</b> kWh/m <sup>2</sup>	<b>T_Amb</b> °C	<b>GlobInc</b> kWh/m <sup>2</sup>	<b>GlobEff</b> kWh/m <sup>2</sup>
<b>January</b>	80.0	29.98	8.44	114.2	106.5
<b>February</b>	78.4	39.57	6.53	105.7	99.9
<b>March</b>	145.5	55.25	8.81	197.6	189.5
<b>April</b>	180.3	63.36	12.28	241.2	232.7
<b>May</b>	189.1	76.91	15.27	245.3	236.7
<b>June</b>	224.7	72.90	20.54	293.6	284.4
<b>July</b>	254.2	54.84	25.33	343.7	334.0
<b>August</b>	225.0	58.73	25.01	307.3	297.4
<b>September</b>	137.2	55.50	18.71	182.2	174.9
<b>October</b>	125.6	48.59	15.79	173.8	165.8
<b>November</b>	87.9	33.26	12.82	126.8	119.0
<b>December</b>	63.1	30.84	8.76	86.9	80.0
<b>Year</b>	1790.8	619.73	14.91	2418.4	2320.7

Tabella 1: Dati meteorologici di irraggiamento

Meteo for Perciata - Typical Meteorological Year (TMY)

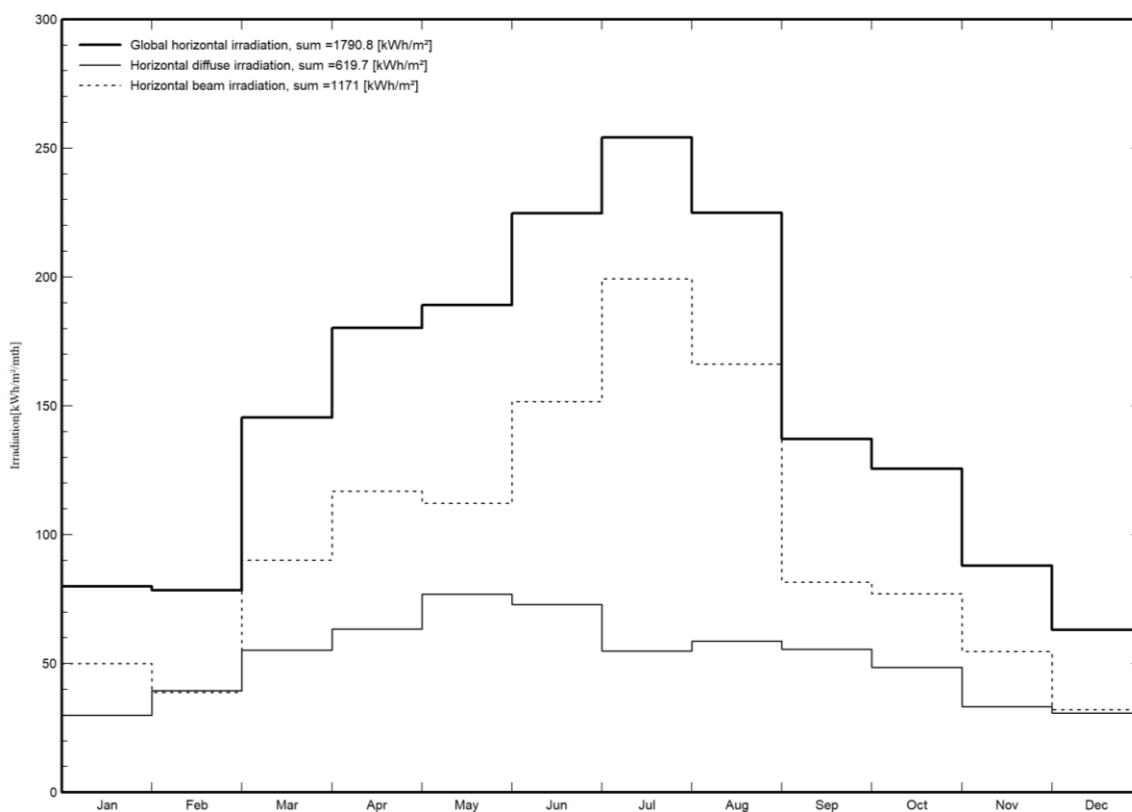


Figura 2: Meteo per Monreale, Malvello - Typical Meteorological Year

## 4 RISULTATI

I risultati completi dell'analisi di producibilità svolta sono mostrati nei report allegati alla presente relazione.

Si riportano qui, brevemente, i risultati complessivi di produzione dell'impianto:

POTENZA DI PICCO (MWp)	35,94
POTENZA AC (MW <sub>AC</sub> )	33,13
ENERGIA PRODOTTA P50 (MWh/anno)	75920
PRODUZIONE SPECIFICA P50 (kWh/kWp/anno)	2112,41
ENERGIA PRODOTTA P90 (MWh/anno)	72920
PRODUZIONE SPECIFICA P90 (kWh/kWp/anno)	2028,94

Tabella 2: Principali caratteristiche di potenza installata ed energia prodotta

I valori tabellati rappresentano:

- Potenza di picco: essa è la potenza installata d'impianto intesa, in questo progetto, come somma complessiva della potenza dei pannelli che lo costituiscono;
- Potenza AC: intesa come potenza nominale d'impianto, che nel progetto in esame coincide con la potenza complessiva degli inverter costituenti il campo fotovoltaico;
- Energia prodotta P50: rappresenta il valore di energia prodotta in un anno che ha la probabilità del 50% di essere superata;
- Produzione specifica P50: rappresenta il valore di produzione specifica in un anno che ha la probabilità del 50% di essere superato;
- Energia prodotta P90: rappresenta il valore di energia prodotta in un anno che ha la probabilità del 90% di essere superata;
- Produzione specifica P90: rappresenta il valore di produzione specifica in un anno che ha la probabilità del 90% di essere superato.

I valori P90 e P50 sono risultati da un'analisi probabilistico/statistica. Questo approccio presuppone che, nell'arco di diversi anni di funzionamento, la distribuzione delle rese annuali segua una legge che si assume essere la distribuzione gaussiana (o "normale"). Essa è funzione di due parametri, ossia il valore medio e la deviazione standard (denominata sigma o RMS) principalmente funzione dell'incertezza e della variabilità dei dati meteo.

Altri risultati legati all'analisi di producibilità dell'impianto sono consultabili nei documenti in allegato.

## 5 RICADUTE AMBIENTALI DEL PROGETTO

Un utile indicatore per definire il risparmio di combustibile derivante dall'utilizzo di fonti energetiche rinnovabili è il **Life Cycle Emissions (LCE)**. Esso rappresenta le potenziali emissioni di CO<sub>2</sub> associate a un dato componente installativo o ammontare energetico nell'arco di tutto il ciclo di vita dell'impianto, e può comprendere le fasi di produzione, messa in opera, gestione, dismissione, ecc. Nel calcolare tale parametro si può ricorrere alle **T.E.P.** ossia le **Tonnellate Equivalenti di Petrolio** necessarie per la realizzazione di 1 MWh di energia da fonte rinnovabile fotovoltaica, ovvero alla **Grey Energy** intesa come l'energia impiegata per la produzione di un componente seguito da un fattore di conversione per trasformare l'energia in un valore LCE.

Il LCE è un parametro fondamentale per il calcolo del **bilancio di emissione del carbonio totale** per un impianto PV. Quest'ultimo rappresenta la differenza tra le emissioni di CO<sub>2</sub> risparmiate e prodotte, e dipende da 4 fattori chiave:

- Energia immessa in rete (E Grid): la produzione energetica, o rendimento energetico, dell'impianto PV per il primo anno (può essere stimato anche per gli anni successivi al 1°);
- Ciclo di vita del sistema (Project lifetime): è la durata di vita dell'impianto PV data in anni;
- LCE della rete (LCE Grid): è dato in gCO<sub>2</sub>/kWh e rappresenta l'ammontare medio di emissioni di CO<sub>2</sub> per unità di Energia elettrica prodotta dalla rete;
- LCE dell'impianto PV (LCE System): è dato in gCO<sub>2</sub>/kWh e rappresenta l'ammontare medio di emissioni di CO<sub>2</sub> causate dalla costruzione e messa in opera dell'impianto fotovoltaico.

Emissioni generate	66159,14 tCO <sub>2</sub>
Emissioni risparmiate	802883,3 tCO <sub>2</sub>
Produzione annuale	75922,8 GWh/yr
LCE di rete	423 gCO <sub>2</sub> /kWh
Ciclo di vita d'impianto	25 anni
Degradazione annuale stimata	1,0 %

Tabella 3: Bilancio di emissione di CO<sub>2</sub>

Di seguito si riporta l'equazione utile al calcolo del bilancio di carbonio totale dell'impianto:

$$E \text{ Grid} \cdot \text{Project lifetime} \cdot LCE \text{ Grid} - LCE \text{ System} = \text{Carbon balance}$$

I valori dei termini dell'equazione sono di seguito specificati:

$$75923,3 \text{ MWh} \cdot 25 \text{ years} \cdot 423 \frac{\text{gCO}_2}{\text{kWh}} - 66159,1 \text{ tCO}_2 = 647379,8 \text{ tCO}_2$$

(È importante ricordare che il calcolo sopra riportato considera la degradazione annuale stimata pari a 1%).

Il calcolo dei valori di LCE inoltre, dipende dalle categorie per le quali viene calcolato e da scelte progettuali.

Nel calcolo appena descritto le categorie sono suddivisibili in 3 macro: **produzione dei moduli PV, bilancio del sistema impianto (BoS: Balance of System) ed eventuali apporti aggiuntivi (manutenzione, dismissione, ecc.)**. Naturalmente è preferibile utilizzare valori di LCE messi direttamente a disposizione dal produttore o dal fornitore o ricorrendo a banche dati riconosciute (ECOINVENT, Carbon Trust, ecc). Tali valori del LCE sono ottenuti a partire da:

- Caratteristiche e quantità di moduli impiegati;
- modalità di spostamento dei moduli che generalmente sono il trasporto via mare e via terra. Per il progetto in esame è stato previsto che il paese di produzione sia la Cina, regione contraddistinta per essere tra i principali produttori di pannelli;
- caratteristiche e quantità degli elementi di supporto dei pannelli, dei fabbricati quali cabine di raccolta e misura, delle strutture per ospitare inverter, trasformatori, combiner box, ed altri elementi elettromeccanici dell'impianto;
- Caratteristiche e quantità degli inverter, dei cavi e di tutti quegli elementi essenziali per il funzionamento del sistema impianto (Balance of System);
- apporti aggiuntivi dati dalle operazioni di manutenzione (generalmente considerata nulla perché di piccola entità) e dismissione (riciclaggio, smaltimento, rinaturalizzazione dell'area d'impianto, ecc). Per il progetto in esame non sono stati considerati apporti aggiuntivi in quanto considerati non significativi o in seguito alla consultazione dei vari database scientifici riconosciuti a livello internazionale, non sono stati ritrovati valori utili alla definizione esatta della loro entità.

Altri risultati legati al bilancio sulle emissioni di Carbonio dell'impianto sono consultabili nei documenti in allegato.



## STIMA DI PRODUCIBILITA'

CODICE

FV.MNR03.PD.A.15

REVISIONE n.

00

DATA REVISIONE

07/2023

PAGINA

13 di 13

## 6 ALLEGATI

---