

# Documento Descrittivo: Modelli Teorici e Matematici/Logici per la Simulazione della Produzione Annuale e Distribuzione Oraria di Energia Fotovoltaica

## 1. Introduzione

Questo documento descrive i modelli teorici e matematici impiegati per simulare la produzione energetica annuale di un impianto fotovoltaico e la relativa distribuzione oraria della produzione media giornaliera. Il modello prende in considerazione variabili come l'efficienza dei pannelli, l'inclinazione e l'orientamento dei moduli fotovoltaici, nonché la produzione annuale media per kW installato in diverse regioni d'Italia (nord, centro e sud). L'obiettivo del modello è di stimare sia la produzione annua sia la distribuzione oraria della produzione energetica media in una giornata tipica.

## 2. Modello di Produzione Annuale Corretto

La produzione annuale di riferimento per ogni regione è definita dai seguenti valori:

$P_{ref} \text{ (kW)}$	=
<b>1050</b>	(Nord)
<b>1250</b>	(Centro)
<b>1450</b>	(Sud)

(Produzione in kWh/anno per ogni kW installato)

La produzione annua viene corretta per tenere conto dell'inclinazione e dell'orientamento dei moduli rispetto alla posizione ottimale. Le correzioni sono calcolate tramite le seguenti formule:

$$\Delta P_{inclinazione} = 0.005 \times | inclinazione - 30 |$$

$$\Delta P_{orientamento} = 0.002 \times | orientamento - 180 |$$

La produzione annuale corretta diventa quindi:

$$P_{\text{annual}} = P_{\text{ref}} \times (1 - \Delta P_{\text{inclinazione}} - \Delta P_{\text{orientamento}})$$

Dove l'inclinazione ottimale è 30° e l'orientamento ottimale è 180°, corrispondente all'equatore.

### 3. Produzione Media Giornaliera

La produzione media giornaliera,  $P_{\text{daily}}$ , è calcolata dividendo la produzione annuale corretta per 365:

$$P_{\text{daily}} = P_{\text{annual}} / 365$$

Questo rappresenta la quantità media di energia prodotta quotidianamente da un impianto fotovoltaico.

### 4. Distribuzione Oraria Normalizzata della Produzione Giornaliera

La distribuzione oraria della produzione in una giornata media è rappresentata da una distribuzione normalizzata. I valori di questa distribuzione indicano la frazione di energia prodotta in ogni ora rispetto alla produzione giornaliera totale.

Ora	Frazione relativa della produzione
0	0.0000
1	0.0000
2	0.0000
3	0.0000
4	0.0000
5	0.0000
6	0.0000

7	0.0099
8	0.0198
9	0.0594
10	0.0891
11	0.1188
12	0.1485
13	0.1485
14	0.1386
15	0.1188
16	0.0792
17	0.0396
18	0.0198
19	0.0099
20	0.0000
21	0.0000
22	0.0000
23	0.0000

Questa distribuzione normalizzata mostra come l'energia prodotta durante il giorno sia suddivisa nelle diverse ore. La somma di tutte le frazioni è pari a 1:

$$\sum f(h) = 1$$

Dove f(h) rappresenta la frazione di produzione dell'ora h. La produzione assoluta per ogni ora è quindi calcolata come:

$$P_{\text{hourly}}(h) = f(h) \times P_{\text{daily}}$$

## 5. Superficie Minima Necessaria per i Moduli Fotovoltaici

La superficie minima necessaria per i moduli fotovoltaici dipende dalla potenza nominale totale installata, dall'efficienza dei moduli e dall'inclinazione. La formula per calcolare la superficie totale è:

$$S_{\text{totale}} = P_{\text{nominale}} / \text{efficienza}$$

Dove:

- **P<sub>nominale</sub>**: Potenza nominale totale (in kW).
- **Efficienza**: Rendimento dei moduli fotovoltaici.

Per tener conto dell'inclinazione dei pannelli, l'area effettiva di ciascun modulo viene corretta:

$$S_{\text{effettiva}} = A_{\text{modulo}} / \cos(\theta)$$

Dove  $\theta$  è l'inclinazione in gradi e  $A_{\text{modulo}}$  è l'area del modulo fotovoltaico (altezza × larghezza).

## 6. Conclusione

Il modello presentato consente di stimare la produzione annuale e la distribuzione oraria media di un impianto fotovoltaico, tenendo conto di parametri geometrici e ambientali come l'inclinazione e l'orientamento dei pannelli. Attraverso una distribuzione normalizzata delle ore di produzione, è possibile simulare accuratamente il rendimento energetico su base giornaliera e ottimizzare le installazioni per massimizzare l'energia prodotta.