

Assorbimento dei raggi solari: effetto dell'atmosfera



Lisboa 15 Febbraio, 2006.

Effetto dell'atmosfera sull'attenuazione dei raggi solari

I raggi solari sono attenuati dall'atmosfera che li trasmette, li riflette o li rifrange. In queste note sono presentate le equazioni di base per calcolare l'attenuazione dei raggi solari dovuta all'assorbimento dell'atmosfera.



L'atmosfera assorbe la radiazione solare. L'assorbimento della radiazione è proporzionale alla massa d'aria attraversata. La massa d'aria attraversata è

proporzionale alla direzione del sole: quando il sole è direttamente a picco sulle nostre teste la radiazione solare deve attraversare una massa d'aria relativamente piccola. Quando il sole 'e basso sull'orizzonte, per esempio al tramonto, i suoi raggi devono attraversare una massa d'aria molto grande che ne assorbe quasi totalmente l'energia.

La massa d'aria che i raggi solari attraversano quando il sole è direttamente perpendicolare alla superficie terrestre viene chiamata **massa aria = 1** o anche **AM1**.

La radiazione solare appena fuori dall'atmosfera terrestre, nello spazio interplanetario è di $I = 1367 \text{ W/m}^2$ e la massa d'aria attraversata viene chiamata **AM0** (la massa d'aria attraversata è zero).

Quando invece i raggi solari cadono direttamente a picco sulla nostra testa, con un angolo di 90° rispetto alla superficie terrestre, possiamo dire che la radiazione solare si riduce al 70% del suo valore iniziale. In linea di massima l'assorbimento della radiazione solare a causa dell'atmosfera può essere espresso come:

$$I = 1367 \times (0.7)^{AM}$$

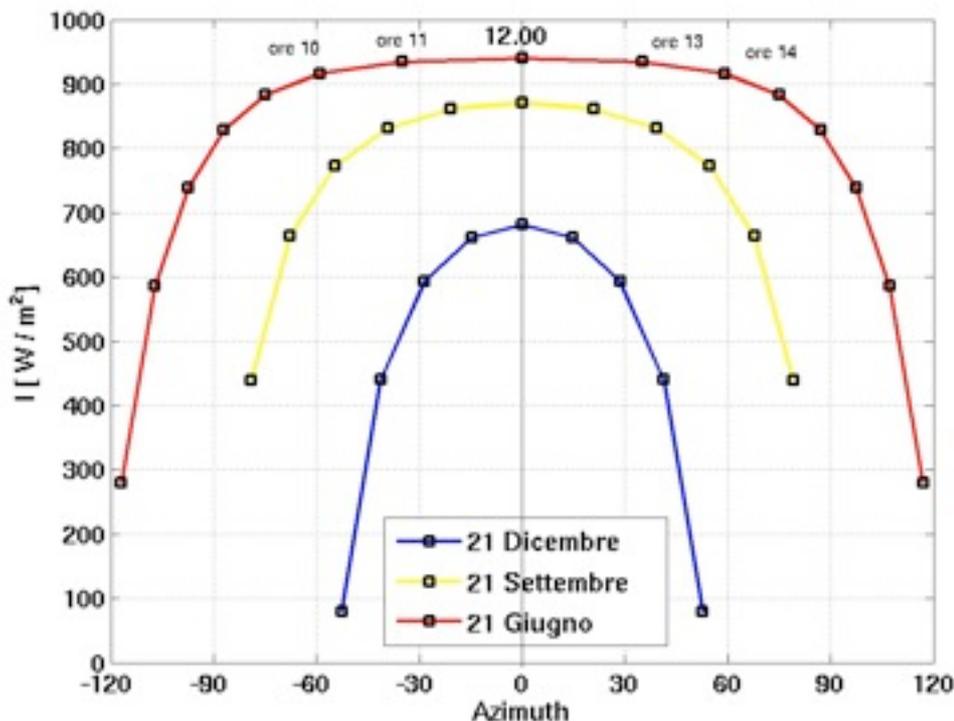
Questa formula funziona bene per il caso in cui $AM = 1$, ma negli altri casi è meno precisa. Possiamo utilizzare una forma migliore e scrivere che:

$$I = 1367 \times (0.7)^{AM^{0.678}}$$

Definizioni

La radiazione solare che arriva direttamente a noi senza essere riflessa è definita come **radiazione diretta**.

La radiazione solare che viene riflessa e che è responsabile per la luce che entra nelle stanze rivolte a nord quando il sole è a sud si chiama **radiazione riflessa**.



La radiazione che viene assorbita dalla terra durante il giorno e che viene riemessa durante il giorno o la notte viene chiamata **albedo**.

La luce solare che arriva dal sole è composta per lunghezze d'onda molto corte. Questo perché il sole è molto caldo, e ed emette la radiazione caratteristica di un corpo a 5000 gradi Kelvin. La terra invece emette una radiazione molto corta perché la sua temperatura è in media intorno ai 300 K (25°C).

Effetto serra

Il problema dell'effetto serra è dovuto al fatto che la radiazione emessa dalla superficie terrestre, che è ad onde lunghe anche chiamate infrarossi, viene facilmente riflessa nuovamente contro la superficie della Terra dalle molecole di CO₂ o di metano presenti nell'atmosfera. In questo modo l'equilibrio di assorbimento della radiazione solare durante il giorno ed emissione durante la notte viene cambiato e il nostro pianeta si scalda.

Attenuazione solare

La massa d'aria che la radiazione solare deve attraversare prima di giungere sino a noi è proporzionale all'angolo di zenit o, in altri termini, all'elevazione solare α .

In base alle regole presentate nella newsletter Vol. 1, N. 1, possiamo scrivere che la massa d'aria attraversata dai raggi solari può essere espressa come:

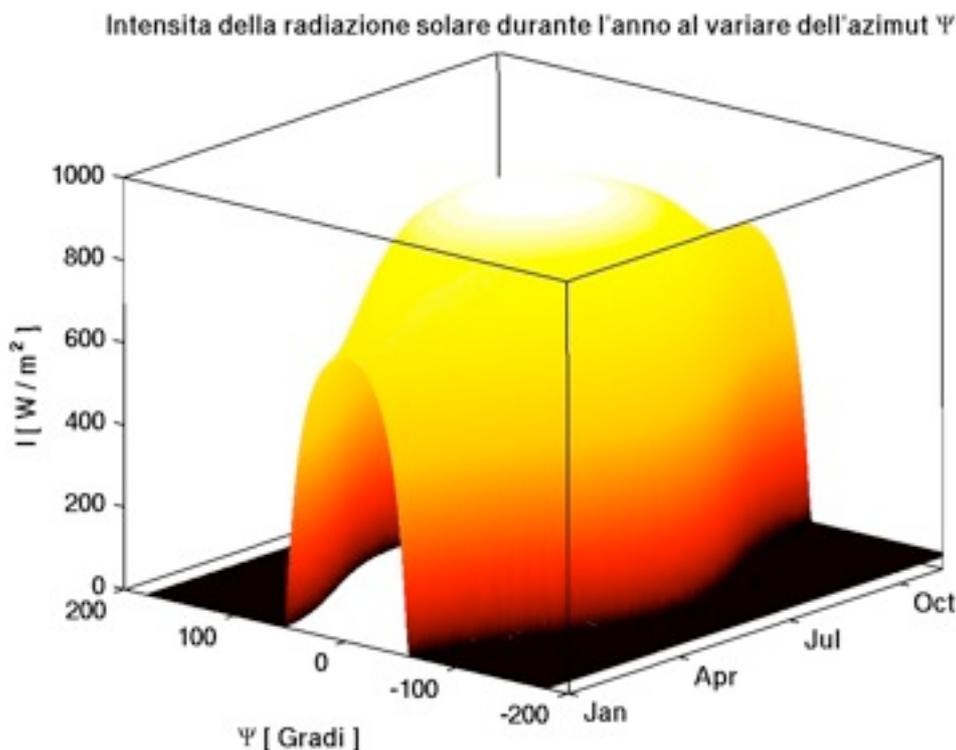
$$AM = AM1 \times \csc \alpha$$

dove noi conosciamo l'elevazione solare α come calcolata nella newsletter N.1.

Potenza Utilizzabile

Come abbiamo visto sino ad ora, la radiazione solare è profondamente attenuata dall'atmosfera e la potenza irradiata varia dai 1367 W/m² dello spazio ai 1000 W/m² quando la massa d'aria attraversata equivale a AM1. Nella figura sovrastante è presentata la variazione dell'intensità dei raggi solari nella zona di Saluzzo, provincia di Cuneo. Chiaramente la potenza irradiata ha un massimo nella stagione estiva, quando i raggi devono attraversare una massa inferiore di atmosfera, rimanendo molto elevata dal 21 marzo al 21 settembre (la potenza irradiata il primo giorno di primavera è identica alla potenza irradiata il primo giorno d'autunno).

La figura sovrastante mostra anche chiaramente come in estate, già dalle prime ore del giorno, la



potenza irradiata che raggiunge la superficie di un tetto sito in Saluzzo abbia una intensità confrontabile, se non maggiore, rispetto alla intensità misurabile a mezzogiorno durante l'inverno.

Progettazione

La progettazione di una centrale fotovoltaica deve essere ottimizzata in base alla sua utilizzazione e in base al periodo di maggior produzione. In termini pratici, questo significa che l'orientazione dei pannelli, l'inclinazione degli specchi, i sistemi di inseguimento e le ombre devono essere calcolati tenendo conto del periodo di maggiore produzione. Una centrale fotovoltaica produce l'80% dell'energia elettrica d'estate e quindi deve essere ottimizzata per il funzionamento in questo periodo.

Riferimenti

Le note raccolte in questa newsletter sono state redatte utilizzando informazioni presenti sui libri di testo che trattano le problematiche relative allo sviluppo dei sistemi energetici da fonte rinnovabile. In particolare si consigliano le seguenti referenze:

I. Photovoltaic Systems Engineering, seconda edizione, Roger A. Messenger e Jerry Ventre, CRC Press, 2003.

II. Renewable Energy, its physics, engineering, environmental impacts, economic and planning, terza edizione, Bent Sorensen, Elsevier Academic Press, London, UK.

ISCAT s.r.l.

ISCAT s.r.l. è una società di ricerca e sviluppo.

ISCAT s.r.l. esegue studi di fattibilità, progetta, richiede le licenze, vende e costruisce sistemi e impianti di produzione energetica sia di piccole (1 kW) che di medie dimensioni (< 50 kW).

ISCAT s.r.l. progetta sistemi e modelli innovativi per i clienti più esigenti e garantisce uno standard unico sul mercato utilizzando solo materiali di ultima generazione.

Chi acquista una centrale energetica solare ISCAT compra qualità, competenza, affidabilità e innovazione.

I modelli più avanzati, il design unico, la ricerca dell'efficienza più elevata per un ambiente migliore.

Contatti:

*Geom. Mauro Bellino Roci,
Div. Amministrazione e Logistica.
mauro.bellino@iscat.com*

*Dr. Ing. Gian Luca Delzanno,
Div. Ricerca e Sviluppo.
delzanno@iscat.com*

*Dr. Ing. Gianfranco Sorasio,
Div. Sistemi Energetici.
sorasio@iscat.com*

Redatto da:

Prof. Dr. Gianfranco Sorasio

Lisbona, 15 Febbraio, 2006.