

COSA CI OFFRE IL SOLE



Potremmo essere romantici e dedicarci alle belle giornate di sole con la natura tutta tesa a utilizzare i benefici che dall'astro provengono, ma dobbiamo limitarci a questioni più prosaiche, tuttavia non meno importanti.

Il Sole ci offre onde elettromagnetiche con una gamma di lunghezza d'onda che va da 0,1 nm a 10 km. La banda quindi comprende ultravioletto, visibile e infrarosso. Il tutto per una densità di potenza, misurata fuori dall'atmosfera, di 1.367 W/m². Tutta questa energia, giunta sulla superficie terrestre, si riduce già, quando va bene, a 1.100 W/m². Destinati a diminuire ulteriormente se il pulviscolo presente in atmosfera aumenterà.

Inoltre tale valore dipende da altri parametri come le stagioni, l'ora del giorno, la collocazione geografica del sito in cui viene ricevuta la radiazione, dal modo in cui viene esposta la superficie di captazione rispetto al sole, dalle condizioni meteorologiche. Difficile quindi azzardare previsioni su quanta energia si potrà recuperare. In fase di installazione dei pannelli bisogna quindi valutare attentamente questi parametri. Certo, alcune condizioni preliminari sono importanti. Ad esempio le ipotesi di massima - un utile compromesso - indicano che l'orientamento è verso l'equatore, l'inclinazione corrisponde all'angolo di lati-

tudine (diminuito di qualche grado per tener conto dell'"altezza" del sole durante le varie stagioni) del luogo di installazione. Se però il luogo è particolarmente nuvoloso e quindi si capta non la radiazione diretta ma piuttosto quella diffusa, è necessario diminuire l'angolo di inclinazione di una decina di gradi. L'angolo di inclinazione va variato anche se si vuole tener in maggior conto l'irraggiamento estivo o quello invernale. Un caso tipico è quello delle installazioni in abitazioni di vacanza invernale dove l'energia solare è utilizzata solo d'inverno e quindi sarebbe non corretto posizionare il pannello in modo che assumi il massimo dell'energia durante il periodo estivo, bisogna piuttosto considerare, appunto, le condizioni per ottenere il massimo di energia recuperabile in questo periodo. Insomma, non basta quindi considerare il luogo: è necessario anche considerare l'uso, anche se ciò comporta solo variazioni non così rilevanti dell'energia captata.

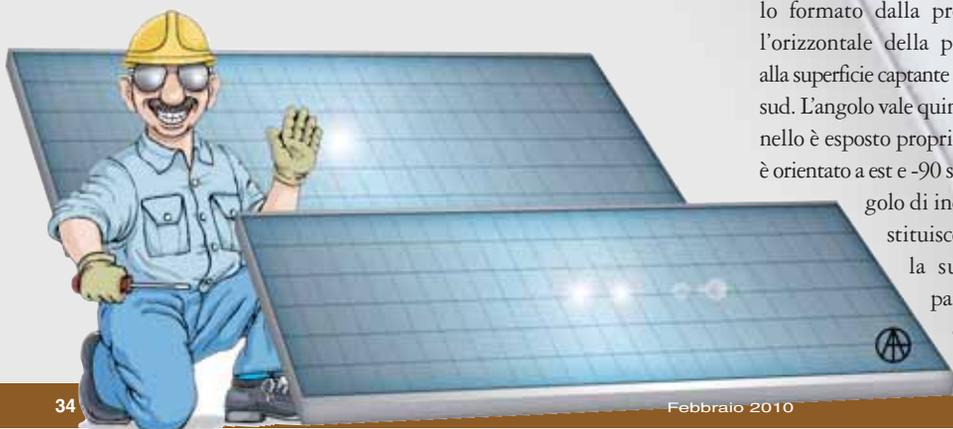
Parametri geometrici

Comunque sono tre i parametri geometrici da considerare: latitudine, angolo di azimut e angolo di inclinazione. Chiariamo meglio il significato. La latitudine del luogo è l'angolo con cui la retta che congiunge il luogo con il centro della terra forma con il piano equatoriale. L'angolo di azimut superficiale è quello formato dalla proiezione sull'orizzontale della perpendicolare alla superficie captante con il semiasse sud. L'angolo vale quindi 0 se il pannello è esposto proprio a Sud, 90 se è orientato a est e -90 se a ovest. L'angolo di inclinazione costituisce l'angolo che la superficie del pannello forma con la superfi-

cie orizzontale. Chi fosse interessato all'argomento troverà facilmente dei grafici che, per ogni città offrono il valore di radiazione solare annuale globale in base all'inclinazione e all'azimut. Le varie curve (delle specie di campane l'una nell'altra che via via diventano delle curve chiuse a forma di uovo) permettono di determinare in base ad un angolo di inclinazione e ad un angolo di azimut, il valore dell'irradiazione solare annua globale.

Altri parametri importanti

Altri parametri sono importanti per definire meglio il contesto di progettazione. La declinazione solare, ad esempio, rappresenta l'angolo formato tra la congiungente centro della terra - centro del sole con il piano equatoriale. Ovvio che con le stagioni varia (circa 47° tra il valore massimo e il valore minimo), tuttavia durante lo stesso giorno considerarlo costante è possibile con una buona approssimazione. Una curiosità, facilmente verificabile: nel giorno dell'equinozio, cioè il giorno in cui il dì dura quanto la notte, la declinazione solare vale 0. Il valore dell'angolo quindi caratterizza ogni singolo giorno. Per angolo orario si intende l'angolo che contiene l'asse terrestre passante per il sole con il piano meridiano che passa sul sito di installazione. Vale 0 a mezzogiorno e aumenta di 15 gradi ogni ora (-15 andando verso le ore del mattino). L'elevazione solare (o angolo di altezza) è l'angolo formato tra la congiungente il sole con il punto di applicazione del pannello e il piano orizzontale. I sacri testi offrono formule per la sua determinazione, formule che dipendono dall'angolo orario e dalla declinazione solare, e dalla latitudine del sito, e "arricchite" da seni, coseni e arccoseni. Lasciamo al letto-



Alcune indicazioni teoriche su quali parametri considerare per installare un pannello. Senza tuttavia che esse siano una remora che ci allontani dallo sfruttare l'energia che viene dal sole.

■ Angelo Cianfarelli

re appassionato di trigonometria il piacere della scoperta.

Un altro parametro è l'angolo zenitale, cioè l'angolo formato dalla retta che congiunge il punto di installazione con il sole e la retta verticale. In sostanza si tratta dell'angolo complementare all'elevazione solare. Insomma, basta fare 90 meno l'elevazione solare e abbiamo l'angolo zenitale. L'azimut è l'angolo tra la proiezione sul piano orizzontale della retta che congiunge la terra col sole e il semiasse sud. Vale zero a mezzogiorno (ora solare) e assume valori negativi o positivi a seconda che siamo nel mattino o nel pomeriggio. Anche in questo caso, per chi volesse, sarà necessario affrontare una formula in cui compaiono tre seni, due cose e un arcocoseno. Per chi non amasse la trigonometria, vengono in aiuto particolari grafici da cui desumere con una certa facilità il valore cercato.

Per angolo di incidenza si intende l'angolo tra la retta di incidenza e la perpendicolare alla superficie in cui è inserito il punto di incidenza. Anche in questo caso la trigonometria fa da padrona, se si tratta di un caso in cui la radiazione è diretta. Nel caso di radiazione diffusa o riflessa possiamo semplificarci la vita considerando l'angolo di incidenza pari a 60°.

La radiazione solare

Detto tutto questo possiamo calcolare la totalità della radiazione solare derivante dai tre contributi della radiazione diretta, diffusa e riflessa (Norma Uni 8477). Non è però un calcolo facile. Tanto che in genere si preferisce utilizzare algoritmi pre-costituiti e calcoli altrettanto pre-costituiti. Fidandoci. In ogni caso il calcolo o l'algoritmo derivano da una più possibile attenta valutazione

dell'irradianza oraria totale, derivante a sua volta dall'irradianza oraria sul piano orizzontale calcolata nei diversi giorni dell'anno. Riportiamo la formula perché si tratta di una "semplice" somma di prodotti:

$$I_t = I_{dir}R_{dir} + I_{diff}F_v + kIF_c$$

E analizziamo i singoli contributi:

- I_{dir} è la componente diretta dell'irradianza;
- R_{dir} è il rapporto tra l'irradianza solare diretta oraria media mensile sull'orizzontale e l'irradianza sulla superficie sotto calcolo;
- I_{diff} è la componente derivante dalla diffusione;
- F_v è il fattore di vista della volta celeste;
- k è il coefficiente di albedo;
- I_t è l'irradianza oraria sul piano orizzontale;
- F_c è il fattore di vista del contesto.

I fattori di vista dipendono dall'angolo di inclinazione della superficie con il piano orizzontale (anche qui il coseno spunta).

Il coefficiente di albedo deriva dal contesto in cui viene inserito il pannello e varia da 0 a 1 (asfalto: 0,1, neve: 0,75). C'è da immaginare che il lettore si trovi un poco perplesso rispetto a queste innumerevoli variabili che complicano la vita del progettista.

Solo matematica?

A ciò si aggiungono alcune indicazioni derivati dalla Uni 10349 che fornisce la radiazione solare giornaliera diretta e diffusa sul piano orizzontale nei capoluoghi di provincia, basata su rilievi climatici al suolo nel periodo 1974-1985 e successive elaborazioni e la base dati Enea sulla radiazione solare globale sul piano orizzontale. Quest'ultima si riferisce alle rilevazioni in 1.600 comuni italiani oltre i 5.000 abitanti ed è basata su un campionamento delle

aree abitate secondo una griglia di 10 x 10 km effettuata negli anni tra il 1995 e il 1999. Un altro documento in cui è possibile trovare questi dati è l'atlante solare europeo Pvgis. Ora, è chiaro che non tutti i punti sono stati considerati per cui i dati di un certo comune possono essere ricavati per interpolazione rispetto ai comuni adiacenti, ma con forti dubbi sull'attendibilità. E inoltre i dati sono di un decennio fa: sono ancora validi o sono intervenute delle modifiche climatiche tali da compromettere le precedenti indicazioni. E infine non possiamo nascondere che è necessario considerare perdite per ombreggiamenti, per la deriva termica dei moduli, per mismatch. Perdite in continua, quelle sugli inverter, derivanti dalla polvere che si depositerà sulle superfici ecc.

Un progetto difficile?

Difficile, quindi, il progetto? Facile non è, o almeno si tratta di una "procedura" indispensabile da cui si evince anche la qualità del progettista. Come si vede siamo partiti dalle difficoltà legate alla trigonometria per passare a difficoltà di altro tipo meno matematicamente risolvibili e più destinate a valutazioni anche di tipo aleatorio. L'importante è però riconoscere la necessità del recuperare energia proveniente dal sole e non farsi abbattere dalle difficoltà progettuali prima indicate. Anche perché un grado di differenza nell'installazione di un pannello non è certo un errore progettuale che inficerà il progetto. Se avete tempo provate con due progetti che si differenziano proprio per questo grado. Meglio, se proprio si vuole, fare la massima attenzione alla presenza di ombre. Ed escludere l'ipotesi.

■