

APPENDICE - A2

Modello di Calcolo dell'illuminamento globale e diffuso di Perez et al.

Il modello presentato Perez R. et al. nel lavoro “*Modelling daylight Availability and Irradiance Components from Direct and Global Irradiance*” su Solar Energy nel 1990 viene qui riproposto con la simbologia adottata nel presente lavoro.

Il modello di Perez rappresenta un metodo di calcolo di tipo generale per il calcolo dell'illuminamento su superficie comunque orientata ed inclinata. Nel metodo si tiene conto dell'anisotropia della luce diffusa, interpretata come la somma di tre contributi, la componente circumsolare, proveniente da una porzione di cielo intorno al sole e colpende la superficie incidente con un angolo uguale a quello della luce diretta, una componente isotropa proveniente dal resto del cielo, ed una terza componente chiamata brillantezza dell'orizzonte, proveniente da una stretta fascia di cielo adiacente all'orizzonte:

Correlazioni di Perez

Illuminamento Globale diretto e diffuso su superficie orizzontale

L'efficacia luminosa della radiazione globale sul piano orizzontale è calcolabile con l'equazione:

$$K_g = a_i + b_i \cdot w + c_i \cdot \cos Z + d_i \cdot \ln \Delta$$

dove w è il contenuto di acqua precipitabile nell'atmosfera; z è l'angolo zenitale del sole, Δ è la brillantezza del cielo; a_i , b_i , c_i e d_i sono dei coefficienti calcolabili in funzione dell'indice di serenità ε del cielo (Perez *et al.*, 1990).

La brillantezza del cielo è così definita:

$$\Delta = \frac{E_{ed}}{E_e \cos Z} = m \frac{E_{ed}}{E_{e0}}$$

dove m è la massa d'aria relativa, E_{e0} la radiazione diffusa sul piano orizzontale ed E_e l'irraggiamento normale extratmosferico.

Il contenuto di acqua precipitabile è definito come:

$$w = e^{(0.07 \cdot T_r - 0.075)}$$

Con T_r temperatura di rugiada dell'aria esterna.

L'indice di serenità ε è così definito:

$$\varepsilon = \frac{\frac{E_{ed} + E_{es}}{E_{ed}} + 1,041 \cdot Z^3}{1 + 1,041 \cdot Z^3}$$

dove Z è l'angolo zenitale espresso in gradi sessagesimali.

L'efficacia luminosa della radiazione diffusa è calcolabile con l'equazione:

$$K_d = a_i + b_i \cdot w + c_i \cdot \cos Z + d_i \cdot \ln \Delta$$

L'efficacia luminosa della radiazione diretta è calcolabile con l'equazione:

$$K_b = a_i + b_i \cdot w + c_i \cdot \exp(5.73 \cdot Z - 5) + d_i \cdot \ln \Delta$$

I coefficienti a_i , b_i , c_i e d_i , diversi per il calcolo dell'illuminamento globale, diffuso e diretto, sono funzione dell'indice di serenità del cielo ϵ (Perez et al., 1990).

Tabella A1 – Coefficienti di calcolo per il Modello di Perez.

Radiazione Globale				
ϵ	a_i	b_i	c_i	d_i
1,000 – 1,065	96.63	-0.47	11.50	-9.16
1,065 – 1,230	107.54	0.79	1.79	-1.19
1,230 – 1,500	98.73	0.70	4.40	-6.95
1,500 – 1,950	92.72	0.56	8.36	-8.31
1,950 – 2,800	86.73	0.98	7.10	-10.94
2,800 – 4,500	88.34	1.39	6.06	-7.60
4,500 – 6,200	78.63	1.47	4.93	-11.37
6,200 - oltre	99.65	1.86	-4.46	-3.15
Radiazione Diffusa				
1,000 – 1,065	97.27	-0.46	12.00	-8.91
1,065 – 1,230	107.22	1.15	0.59	-3.95
1,230 – 1,500	104.97	2.96	-5.53	-8.77
1,500 – 1,950	102.39	5.59	-13.95	-13.90
1,950 – 2,800	100.71	5.94	-22.75	-23.74
2,800 – 4,500	106.42	3.83	-36.15	-28.83
4,500 – 6,200	141.88	1.90	-53.24	-14.03
6,200 - oltre	152.23	0.35	-45.27	-7.98
1,000 – 1,065	57.20	-4.55	-2.98	117.12
1,065 – 1,230	98.99	-3.46	-1.21	12.38
1,230 – 1,500	109.83	-4.90	-1.71	-8.81
1,500 – 1,950	110.34	-5.84	-1.99	-4.56
1,950 – 2,800	106.36	-3.97	-1.75	-6.16
2,800 – 4,500	107.19	-1.25	-1.51	26.73
4,500 – 6,200	105.75	0.77	-1.26	-34.44
6,200 - oltre	101.18	1.58	-1.10	-8.29

Correlazioni di Perez

Illuminamento Diffuso su superficie inclinata

Perez et al hanno proposto l'utilizzo di un metodo di calcolo generale per l'illuminamento globale su una superficie qualunque orientata ed inclinata basato sulla ricostruzione dell'illuminamento globale calcolato come somma dell'illuminamento diretto, dell'illuminamento diffuso e dell'illuminamento riflesso. Nella metodologia si tiene conto dell'anisotropia della luce diffusa interpretandola come somma di tre diversi contributi: la parte circumsolare, derivante da una regione di cielo nelle immediate vicinanze del sole e colpite la superficie inclinata con la stessa inclinazione della luce diretta, un contributo isotropo derivante dalla restante parte di cielo, ed un terzo contributo definito "brillanza dell'orizzonte", derivante da una stretta fascia adiacente all'orizzonte:

$$E = E_{bo}R_b + E_{do}(1 - F1) \left(\frac{1 + \cos\beta}{2} \right) + E_{do}F_1R_b + E_{do}F_2\sin\beta + (E_{bo} + E_{do})\rho \left(\frac{1 - \cos\beta}{2} \right)$$

Il primo termine dell'equazione di Perez rappresenta la componente diretta, il secondo termine è la componente isotropa, il terzo la componente circumsolare, il quarto il contributo della brillantezza dell'orizzonte ed il quinto termine la componente riflessa. R_b rappresenta il fattore di inclinazione della superficie, E_{bo} e E_{do} sono rispettivamente l'illuminamento diretto e diffuso sul piano orizzontale, ρ è il fattore di riflessione del terreno, $F1$ il coefficiente di brillantezza circumsolare, $F2$ il coefficiente di brillantezza dell'orizzonte. E_{bo} è ottenibile per proiezione della misura dell'illuminamento diretto sperimentale sul piano orizzontale oppure è calcolabile attraverso la conoscenza dell'irraggiamento diretto sul piano orizzontale moltiplicato per l'efficacia di Perez della radiazione diretta, mentre E_{do} è ottenibile o per misura diretta dell'illuminamento diffuso sul piano orizzontale, o per differenza tra l'illuminamento globale e diretto sullo stesso piano, o, ancora, moltiplicando l'efficacia luminosa della radiazione diffusa per l'irraggiamento diffuso.

I parametri $F1$ ed $F2$ sono funzione dell'indice di serenità e , della brillantezza del cielo, del contenuto di acqua precipitabile dell'atmosfera e dell'angolo zenitale Z .

Tabella A.2 – Coefficienti di calcolo di $F1$ ed $F2$.

ϵ	F11	F12	F13	F21	F22	F23
1.000-1.065	0.011	0.570	-0.081	-0.095	0.158	-0.018
1.065-1.230	0.429	0.363	-0.307	0.050	0.008	-0.065
1.230-1.500	0.809	-0.54	-0.442	0.181	-0.169	-0.092
1.500-1.950	1.014	-0.252	-0.531	0.275	-0.350	-0.096
1.950-2.800	1.282	-0.420	-0.689	0.380	-0.559	-0.114
2.800-4.500	1.426	-0.653	-0.779	0.425	-0.785	-0.097
4.500-6.200	1.485	-1.214	-0.784	0.411	-0.629	-0.082
6.200- ∞	1.170	-0.300	-0.165	0.518	-1.892	-0.055

$$F1 = F11 + \Delta \cdot F12 + Z \cdot F13$$

$$F2 = F21 + \Delta \cdot F22 + Z \cdot F23$$