

L'alternarsi delle stagioni è prevalentemente dovuto all'inclinazione dall'asse di rotazione della Terra (declinazione δ), per la quale il nostro pianeta si presenta diversamente inclinato rispetto ai raggi solari durante l'anno.

In particolare, l'asse terrestre è costantemente inclinato di 23° e 27' rispetto al piano formato dall'orbita intorno al Sole. Questo comporta, in un dato momento dell'anno, una forte differenza di irraggiamento del Sole tra l'emisfero nord (tropico del Cancro) e l'emisfero sud (Tropico del Capricorno).

La declinazione varia periodicamente ed in funzione del giorno dell'anno, assumendo, sinusoidalmente, un valore tra un minimo di -23° e 27' (-23,45°) ed un massimo di +23° e 27' (+23,45°).

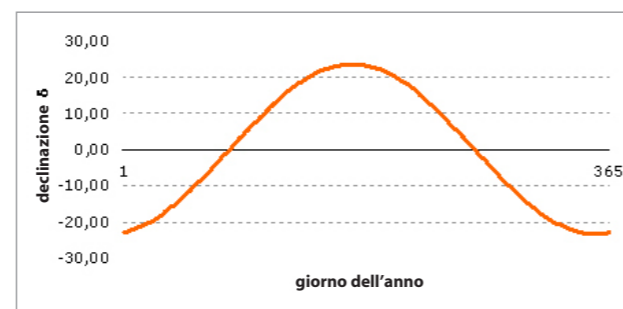
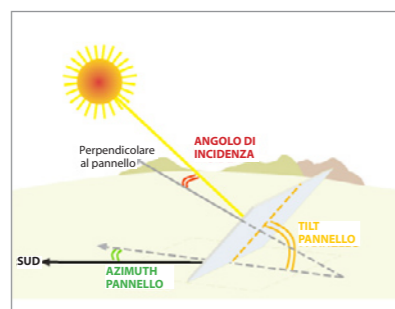
Per tale ragione, durante la stagione calda il Sole è più alto nel cielo ed è più lungo il tempo di "permanenza" nel cielo mentre durante la stagione fredda accade esattamente il contrario.

Considerando una superficie "captante" poggiata in orizzontale in un punto della Terra, occorre prendere in esame l'alba ed il tramonto su questa superficie per ricavare il "soleggiamento teorico".

Partendo dalla sua latitudine, il soleggiamento viene espresso con il numero di ore intercorrenti tra l'alba ed il tramonto (o comunque, il numero di ore di irraggiamento solare) su di una superficie piana, in assenza di ostacoli che possono causare ombreggiamento, ed in condizioni extratmosferiche, cioè senza considerare gli aspetti dovuti all'atmosfera ed al clima della zona.

In particolare, una superficie captante posta in posizione orizzontale (tilt=0°) è particolarmente adatta a ricevere l'irraggiamento diretto proveniente dai raggi del sole "verticali" e cioè durante la stagione estiva e nelle ore centrali del giorno, quando il sole è alto nel cielo.

Di contro, la stessa superficie captante posta in orizzontale, ha una bassissima capacità di intercettare le componenti diffusa e riflessa della radiazione solare, che, al contrario, è utile "catturare" nella stagione fredda.



L'angolo di Tilt o di inclinazione (cioè l'angolo che il pannello fotovoltaico forma con il piano orizzontale) influenza la radiazione incidente sulla superficie captante. Quindi, per ogni latitudine e per ogni angolo di Azimut (cioè l'angolo formato dalla normale alla superficie captante e la direzione del Sud) c'è un Tilt ottimale, giorno per giorno, che permette di massimizzare l'irraggiamento.

Lo studio dell'andamento annuo del potenziale energetico solare per unità di superficie al variare del Tilt può essere fatto utilizzando le formule UNI riportate nella Norma 8477/1 ed utilizzando i dati di irraggiamento UNI 10349, interpolati per le località non direttamente elencate nella Norma.

Poiché i valori ottimali di tilt mutano di giorno in giorno, una progettazione accurata deve sempre tenerne conto stabilendo un valore ottimale o introducendo un sistema (manuale o automatico) di rotazione della superficie captante attorno al suo asse orizzontale per massimizzare l'assorbimento di radiazione solare.

Si può elaborare una tabella "a campana", dove è evidenziato in rosso il dato di irraggiamento massimo mese per mese. Sulla colonna del "Totale Annuo" si può rilevare il valore massimo di irraggiamento annuo ottenibile con un'installazione fissa e con il relativo angolo di Tilt leggibile in corrispondenza nella colonna di sinistra. Lo studio, riportato nella pagina seguente, permette di capire con maggiore precisione il più corretto posizionamento dei pannelli.



ENERGETHICS: PROGETTAZIONE

Effettua la diagnosi energetica
Valuta la fattibilità dell'impianto

Progetta l'impianto
Propone soluzioni di finanziamento

Istruisce la pratica di incentivazione
Cura gli aspetti legali

ENERGETHICS: REALIZZAZIONE

Procura i materiali necessari
Realizza l'impianto

Effettua il collaudo
Controlla l'efficienza nel tempo
Effettua la manutenzione

Verifica la funzionalità con un sistema
di monitoraggio remoto

Andamento dell'irraggiamento captato al variare del Tilt

La tabella sottostante si riferisce alla località di Roma (RM), latitudine 41° e 54'.

Si è considerato un Azimut pari a 0° ed una riflettanza (Albedo) pari a 0,2 (Pietrisco).

E' stato ipotizzato un valore della Costante solare pari a 1367 W/mq (fonte: World Radiation Center di DavosDorf, Svizzera)

e modificato, per tenere conto dell'ellitticità dell'orbita terrestre, con la formula di Duffie e Beckman.

I dati, espressi in kWh/mq, sono stati calcolati sulla base della Norma UNI 8477/1 e dei dati climatici della Norma UNI 10349.

Tilt (°)	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC	TOTALE ANNO (kWh/mq)	Delta rispetto ottimo
0	54,17	71,33	117,44	156,32	202,06	212,82	232,31	199,67	146,13	104,61	60,56	46,39	1.604	10,80%
2	56,71	73,75	119,95	157,95	202,67	212,73	232,59	201,27	148,87	108,09	63,30	48,72	1.627	9,54%
4	59,20	76,10	122,36	159,45	203,13	212,51	232,72	202,70	151,48	111,47	65,98	51,02	1.648	8,34%
6	61,65	78,39	124,66	160,81	203,45	212,16	232,68	203,97	153,95	114,75	68,60	53,27	1.668	7,21%
8	64,04	80,61	126,84	162,04	203,62	211,66	232,48	205,06	156,28	117,92	71,17	55,48	1.687	6,17%
10	66,38	82,76	128,92	163,14	203,63	211,02	232,10	205,98	158,46	120,98	73,66	57,64	1.705	5,19%
12	68,65	84,83	130,88	164,09	203,49	210,22	231,55	206,72	160,50	123,93	76,10	59,75	1.721	4,30%
14	70,87	86,83	132,73	164,90	203,19	209,28	230,82	207,28	162,38	126,76	78,46	61,80	1.735	3,49%
16	73,02	88,75	134,45	165,57	202,73	208,19	229,92	207,67	164,11	129,48	80,75	63,80	1.748	2,76%
18	75,10	90,59	136,05	166,09	202,11	206,95	228,83	207,86	165,69	132,07	82,97	65,74	1.760	2,11%
20	77,11	92,35	137,53	166,47	201,33	205,55	227,57	207,88	167,11	134,53	85,10	67,62	1.770	1,55%
22	79,05	94,02	138,88	166,71	200,39	204,00	226,12	207,71	168,37	136,86	87,16	69,43	1.779	1,08%
24	80,92	95,60	140,11	166,80	199,29	202,30	224,50	207,36	169,47	139,06	89,13	71,18	1.786	0,69%
26	82,71	97,10	141,21	166,74	198,03	200,45	222,70	206,83	170,41	141,13	91,02	72,86	1.791	0,38%
28	84,42	98,50	142,17	166,54	196,61	198,44	220,71	206,11	171,19	143,06	92,82	74,48	1.795	0,17%
30	86,05	99,81	143,01	166,19	195,03	196,29	218,55	205,20	171,80	144,84	94,53	76,02	1.797	0,04%
32	87,59	101,03	143,72	165,70	193,30	194,00	216,22	204,12	172,25	146,49	96,15	77,49	1.798	0,00%
34	89,06	102,15	144,29	165,06	191,42	191,56	213,72	202,85	172,53	147,99	97,67	78,88	1.797	0,05%
36	90,43	103,17	144,72	164,28	189,38	188,97	211,04	201,41	172,65	149,35	99,10	80,20	1.795	0,19%
38	91,72	104,09	145,03	163,35	187,19	186,25	208,20	199,79	172,61	150,55	100,43	81,44	1.791	0,41%
40	92,91	104,92	145,20	162,28	184,85	183,39	205,20	197,99	172,39	151,61	101,66	82,60	1.785	0,73%
42	94,02	105,64	145,23	161,07	182,37	180,40	202,03	196,01	172,02	152,52	102,79	83,67	1.778	1,13%
44	95,03	106,26	145,13	159,72	179,74	177,28	198,71	193,87	171,48	153,28	103,82	84,67	1.769	1,62%
46	95,95	106,78	144,89	158,24	176,98	174,04	195,24	191,55	170,77	153,88	104,75	85,58	1.759	2,19%
48	96,77	107,20	144,52	156,61	174,08	170,67	191,62	189,07	169,90	154,33	105,57	86,40	1.747	2,85%
50	97,50	107,51	144,02	154,86	171,05	167,19	187,85	186,43	168,87	154,63	106,28	87,14	1.733	3,60%
52	98,13	107,72	143,38	152,97	167,90	163,60	183,95	183,62	167,68	154,77	106,89	87,79	1.718	4,43%
54	98,66	107,83	142,61	150,95	164,62	159,90	179,92	180,66	166,33	154,76	107,39	88,36	1.702	5,34%
56	99,09	107,83	141,71	148,80	161,22	156,09	175,75	177,55	164,83	154,60	107,79	88,84	1.684	6,34%
58	99,43	107,73	140,68	146,53	157,70	152,19	171,47	174,29	163,16	154,28	108,07	89,22	1.665	7,41%
60	99,67	107,52	139,52	144,14	154,08	148,20	167,07	170,88	161,34	153,80	108,25	89,52	1.644	8,57%