

*Guida***CEI 82-25;V1***Data Pubblicazione***2011-10***Titolo***Guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa Tensione***Title*

Guide for design and installation of photovoltaic (PV) systems connected to MV and LV networks

Sommario

La presente Variante 1 alla Guida CEI 82-25 contiene gli aggiornamenti resi necessari dall'evoluzione normativa e legislativa.

In particolare sono state introdotte, tra le altre, le seguenti modifiche principali:

- aggiornato l'articolo che riguarda il controllo qualitativo dei moduli fotovoltaici;
- aggiunta la valutazione delle prestazioni degli impianti fotovoltaici in potenza e in energia;
- aggiunte alcune precisazioni all'articolo riguardante gli impianti fotovoltaici in locali ad accesso pubblico con rischio incendio.

DATI IDENTIFICATIVI CEI

Norma italiana CEI 82-25;V1

Classificazione CEI 82-25;V1

Edizione

COLLEGAMENTI/RELAZIONI TRA DOCUMENTI

Nazionali

Europei

Internazionali

Legislativi

Legenda

INFORMAZIONI EDITORIALI

Pubblicazione Variante

Stato Edizione In vigore

Data validità 01-11-2011

Ambito validità Nazionale

Fascicolo 11555

Ed. Prec. Fasc. Nessuna

Comitato Tecnico CT 82-Sistemi di conversione fotovoltaica dell'energia solare

Approvata da Presidente del CEI

In data 20-09-2011

In data

Sottoposta a Inchiesta pubblica come Progetto C. 1076

Chiusura in data 16-09-2011

ICS



VARIANTE V1 ALLA GUIDA CEI 82-25:2010-09

La presente Variante è stata preparata:

- per apportare le modifiche rese necessarie dall'evoluzione normativa e legislativa,
- per tener conto di quanto sviluppato dal CT 82 in collaborazione con altri comitati e con organizzazioni esterne al CEI (Vigili del Fuoco, ..)
- per tener conto di quanto prodotto dai gruppi di lavoro del CT 82:
 - GdL 4 (Aggiornamento della Guida CEI 82-25)
 - GdL 7 (Sistemi fotovoltaici a concentrazione)
 - GdL11 (Impianti fotovoltaici in locali ad accesso pubblico con rischio incendio)

Viene modificato il seguente paragrafo:

4.1.2 Moduli per impianti fotovoltaici a concentrazione solare

....

- fattore di concentrazione solare (C), individuato dalle due seguenti definizioni (IEC 61836 par. 3.8.4) e avente unità di misura adimensionale:

....

Sostituire il par. 4.14 con il seguente:

4.1.4 Controllo qualitativo dei moduli fotovoltaici

Per consentire un prolungato funzionamento dei moduli fotovoltaici nell'ambiente esterno, questi devono essere realizzati con un adeguato standard qualitativo, cioè devono possedere idonee caratteristiche elettriche, termiche e meccaniche.

La verifica di tali caratteristiche viene effettuata mediante le seguenti norme che descrivono le sequenze di prove di tipo (cioè prove su un certo numero di campioni che il Costruttore rende disponibili) da eseguire sui moduli:

- CEI EN 61215 per moduli al Silicio cristallino;
- CEI EN 61646 per moduli a film sottile;
- CEI EN 62108 per moduli a concentrazione solare.

Nel caso di impianti fotovoltaici a concentrazione solare è possibile, nei limiti indicati nell'Allegato D al paragrafo D.1 (Scopo), effettuare una verifica preliminare delle caratteristiche dei moduli e degli assiemi di moduli fotovoltaici a concentrazione mediante i Requisiti tecnici minimi di sicurezza e qualità del prodotto indicati nell'Allegato D.

Le Norme CEI EN 61730-1 e CEI EN 61730-2 forniscono ulteriori elementi per valutare la costruzione e la qualificazione ai fini della sicurezza dei moduli fotovoltaici. Queste norme, fra l'altro, indicano le modalità per verificare i livelli di isolamento dei moduli fotovoltaici di Classe I e Classe II. In particolare, la rispondenza alle Norme CEI EN 61730-1 e CEI EN 61730-2 fornisce la presunzione di conformità ai requisiti essenziali della Direttiva Bassa Tensione (Direttiva BT 2006/95/CE) ove applicabile, cioè per i moduli soggetti a commercializzazione, aventi tensioni a vuoto V_{OC} superiori a 75 V.

Per poter apporre la marcatura CE sui moduli, è inoltre necessario che questi rispondano anche ai requisiti essenziali della Direttiva di Compatibilità Elettromagnetica (Direttiva 2004/108/CE) e, cioè, siano conformi alle norme armonizzate che forniscono la presunzione di conformità a tale Direttiva⁽¹⁾.

(1) Per l'elenco delle Norme armonizzate ai sensi delle suddette Direttive, si veda la pubblicazione periodica su GUCE (Gazzetta Ufficiale della Comunità Europea).



La conformità dei moduli alle suddette norme viene documentata dall'esito positivo delle prove eseguite, come riportato nei seguenti documenti:

a) Rapporto di prova

viene rilasciato da un Laboratorio, in seguito a prove effettuate sui moduli dallo stesso laboratorio, secondo le relative norme CEI; il Rapporto è redatto in conformità alla Norma CEI UNI EN ISO/IEC 17025 e contiene le caratteristiche prestazionali misurate e i dettagli sui difetti e la ripetizione delle prove;

il laboratorio deve essere accreditato, per le specifiche prove indicate dalle norme, da Organismi di accreditamento appartenenti all'EA (European Accreditation Agreement) o che abbiano stabilito accordi di mutuo riconoscimento in ambito EA o in ambito ILAC (International Laboratory Accreditation Cooperation);

b) Certificato di approvazione di tipo (Type approval certificate)

viene rilasciato da un Laboratorio, in seguito a prove di tipo effettuate sui moduli dallo stesso laboratorio, secondo le relative norme;

il laboratorio deve essere accreditato, come sopra indicato, per le specifiche prove indicate dalle norme;

questo certificato è corredato da un Rapporto di prova;

c) Certificato di conformità (Conformity certificate)

viene rilasciato da un Organismo di certificazione, in seguito a prove di tipo che questo ha fatto eseguire sui moduli presso un Laboratorio di prova accreditato, come sopra indicato, per le specifiche prove indicate dalle norme;

l'Organismo di certificazione deve avere entrambi i seguenti requisiti:

- essere accreditato secondo la EN 45011, per i moduli fotovoltaici, da organismi di accreditamento appartenenti ad EA (European Accreditation Agreement) o che abbiano stabilito accordi di mutuo riconoscimento in ambito EA o IAF (International Accreditation Forum);
- essere membro della IECEE (IEC System for Conformity testing and Certification of Electrotechnical Equipment and Components) nell'ambito fotovoltaico⁽¹⁾;

questo certificato è corredato da un Rapporto di prova;

d) Certificato di controllo del processo produttivo in fabbrica (Factory Inspection Certificate)

viene rilasciato da un Organismo di certificazione, avente i requisiti indicati nel punto c) precedente, in seguito a controlli periodici eseguiti in fabbrica, per verificare che i livelli qualitativi si mantengano costanti nel tempo e uguali a quelli rilevati in sede di prove di tipo; la *Factory Inspection* non può prescindere dalla verifica dell'utilizzo dei materiali esaminati, per cui questa certificazione deve essere correlata alle prove di tipo; è opportuno richiamare nel Certificato di *Factory Inspection* i Certificati di conformità già rilasciati per i moduli in esame;

NOTA È preferibile che le prove di tipo siano eseguite sotto il controllo dello stesso Organismo di certificazione che emetterà il certificato di *Factory Inspection*.

e) Attestato di controllo del processo produttivo in fabbrica (Factory Inspection Attestation) ai fini dell'identificazione dell'origine del prodotto

viene rilasciato, da un Organismo di certificazione, avente i requisiti indicati nel punto c) precedente, secondo lo schema della *Factory Inspection* e fornendo almeno le seguenti informazioni:

- sito produttivo, mediante un codice identificativo del sito e relativo indirizzo;
- regola sequenziale per identificare il sito produttivo stesso mediante il numero di serie del modulo;
- indicazioni delle fasi del processo produttivo realizzate all'interno del sito stesso;

(1) L'elenco degli organismi di certificazione per il fotovoltaico, membri della IECEE, è consultabile all'indirizzo web: <http://www.iecee.org/pv/html/pvcntris.htm>



questo certificato è corredato da un Rapporto di verifica dove sono fornite in dettaglio anche le informazioni sopra indicate;

nell'etichetta del modulo viene riportato il codice identificativo del sito produttivo e il logo dell'Organismo di certificazione;

f) Certificato OEM (Original Equipment Manufacturer Certificate)

viene rilasciato da un Organismo di certificazione, avente i requisiti indicati nel punto c) precedente, nel caso di modulo fotovoltaico commercializzato con il nome di una Ditta differente da quella che lo ha costruito, e indica il nome e l'indirizzo del Costruttore e/o codice, in aggiunta al nome e all'indirizzo della Ditta che commercializza il modulo;

questo certificato è corredato da un Rapporto di prova.

I Certificati sopra indicati sono redatti in originale in lingua italiana e/o inglese. Essi illustrano il contesto e la validità temporale delle prove eseguite e contengono almeno le informazioni elencate nella Tabella 4.2.

Tabella 4.2 – Informazioni minime contenute nel Certificato di approvazione di tipo e nel Certificato di conformità dei moduli fotovoltaici

<p><u>Certificato di approvazione di tipo</u></p> <ul style="list-style-type: none"> – Nome del Laboratorio di prova – Tipo e Numero di accreditamento del Laboratorio di prova – Data e numero dell'attestato di prova – Nome e sede del Costruttore del modulo fotovoltaico – Modello (con esatta indicazione della sigla) del singolo modulo o delle differenti versioni del modulo – Principali caratteristiche del modulo: tipo di celle (in Si mono o Si policristallino, in Si amorfo, in CdTe, ...), numero di celle, dimensione delle celle, potenza nominale del modulo – Indicazione della/e norma/e secondo cui sono stati provati i moduli (con esplicita esclusione di eventuali prove previste, ma non eseguite) – Durata dell'attestato, nel caso in cui questa è prevista dal regolamento dell'ente di accreditamento e/o del laboratorio)
<p><u>Certificato di conformità</u></p> <ul style="list-style-type: none"> – Nome dell'organismo di certificazione – Data e numero del Certificato di prova – Nome e sede del Costruttore del modulo fotovoltaico – Modello (con esatta indicazione della sigla) del singolo modulo o delle differenti versioni del modulo – Principali caratteristiche del modulo: tipo di celle (in Si mono o Si policristallino, in Si amorfo, in CdTe, ...), numero di celle, dimensione delle celle, potenza nominale del modulo – Indicazione della/e norma/e secondo cui sono stati provati i moduli (con esplicita esclusione di eventuali prove previste, ma non eseguite). – Riferimenti del rapporto di prova – Nome del laboratorio di prova e Tipo e Numero di accreditamento – Indicazione dell'eventuale controllo in fabbrica (Factory inspection) – Durata della Certificazione.

Un'ulteriore dimostrazione della qualità costruttiva dei moduli è costituita dai seguenti certificati:

- Certificato attestante l'adesione del produttore dei moduli fotovoltaici a un sistema che garantisca, a cura del medesimo produttore, il riciclo dei moduli fotovoltaici utilizzati al termine di vita utile;
- Certificato attestante che l'azienda produttrice dei moduli FV possiede le certificazioni ISO 9001:2008 (Sistema di gestione della qualità), OHSAS 18001 (Sistema di gestione della salute e sicurezza del lavoro) e ISO 14000 (Sistema di gestione ambientale).



Sostituire il par.13.3.3 con il seguente:

13.3.3 Requisiti tecnici

Dal punto di vista della sicurezza, occorre tenere conto che è impossibile porre il sistema fuori tensione in presenza di luce solare. Questo costituisce elemento di attenzione non solo in fase di costruzione e manutenzione del generatore fotovoltaico ma anche in caso di intervento di soccorso.

L'impianto FV nelle attività soggette ai controlli di prevenzione incendi da parte dei Vigili del Fuoco:

- non deve costituire causa primaria di incendio o di esplosione;
- non deve fornire alimento o via privilegiata di propagazione degli incendi;
- deve essere previsto un dispositivo di sezionamento sotto carico, azionabile da comando remoto, ubicato in posizione segnalata ed accessibile, in modo da mettere in sicurezza ogni parte dell'impianto elettrico all'interno del compartimento antincendio, anche nei confronti del generatore fotovoltaico. In alternativa al sezionamento del generatore fotovoltaico si dovrà collocare lo stesso in apposita area recintata. La parte del generatore FV a monte di tale dispositivo di sezionamento deve essere esterna ai compartimenti antincendio, oppure interna ma ubicata in apposito vano tecnico con idonee caratteristiche di resistenza al fuoco;
- in caso di presenza di gas, vapori, nebbie infiammabili o polveri combustibili, o in caso di fabbricazione, manipolazione o deposito di materiali esplosivi, al fine di evitare i pericoli determinati dall'innesco elettrico di atmosfere potenzialmente esplosive, è necessario installare la parte di impianto in c.c., compreso l'inverter, all'esterno delle zone classificate ai sensi del D.Lgs. 81/2008 – allegato XLIX;
- i componenti degli impianti FV non devono essere installati in "luoghi sicuri"⁽¹⁾, né essere di intralcio alle vie di esodo;
- l'area in cui è ubicato il generatore ed i suoi accessori dovrà essere segnalata con apposita cartellonistica conforme al D.Lgs. 81/2008; tale cartellonistica dovrà riportare la dicitura indicata in Figura 13.2 e dovrà essere installata ogni 5 metri per i tratti di condotta.



Figura 13.2 – Cartello di sicurezza per un impianto fotovoltaico collegato alla rete del distributore

- l'ubicazione dei moduli fotovoltaici e delle condutture elettriche deve consentire il corretto funzionamento e la manutenzione di eventuali evacuatori di fumo e di calore (EFC) presenti, nonché deve tener conto dell'esistenza di possibili vie di veicolazione di incendi (lucernari apribili, camini, ecc.). In ogni caso i moduli fotovoltaici, le condutture ed ogni altro dispositivo non dovranno distare meno di 1 metro dai predetti dispositivi.

(1) Luogo sicuro: luogo dove le persone possono ritenersi al sicuro dagli effetti di un incendio (DM 10 marzo 1998 – "Criteri generali di sicurezza antincendio e per la gestione dell'emergenza nei luoghi di lavoro" Allegato III par. 3.1).

Sostituire il par.13.4 con il seguente:

13.4 Esempi di installazione di impianti fotovoltaici nelle attività soggette al controllo dei Vigili del fuoco, ai sensi del DM 16/2/1982

Facendo seguito alle indicazioni riportate nel precedente par. 13.3, si riportano di seguito degli esempi di installazioni di impianti fotovoltaici nelle attività soggette al controllo dei Vigili del fuoco, ai sensi del DM 16/2/1982.

Tenendo conto di quanto richiesto nel paragrafo precedente, due possibili modalità di messa in sicurezza, con riferimento alla posizione del dispositivo di sezionamento sotto carico (IMS) con comando remoto, sono illustrate nella Figura 13.3.

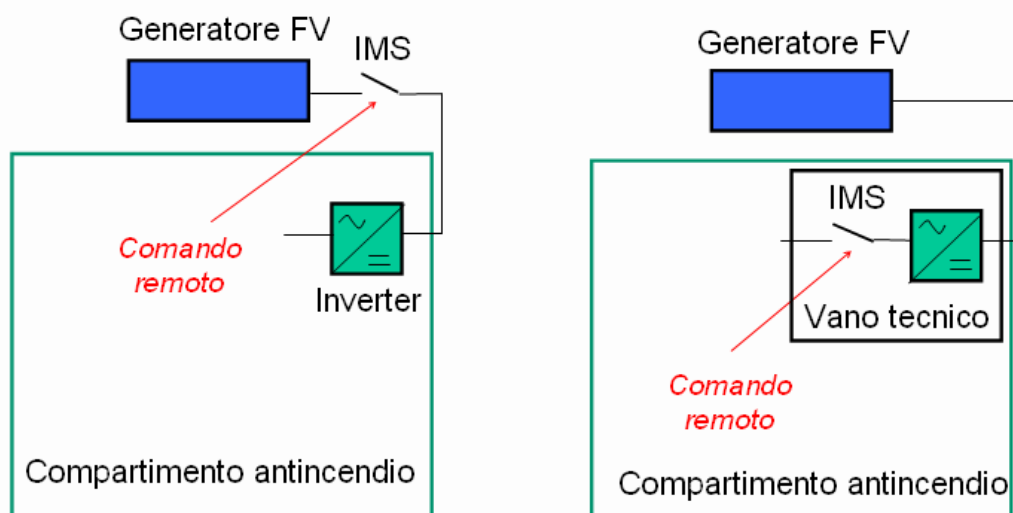


Figura 13.3 – Esempi di installazione d’impianto fotovoltaico, nel caso in cui una sua parte sia posta all’interno del compartimento antincendio

Tenendo conto di quanto richiesto nel paragrafo precedente, nella Figura 13.4 sono indicate le distanze minime di EFC dai componenti dell’impianto fotovoltaico.

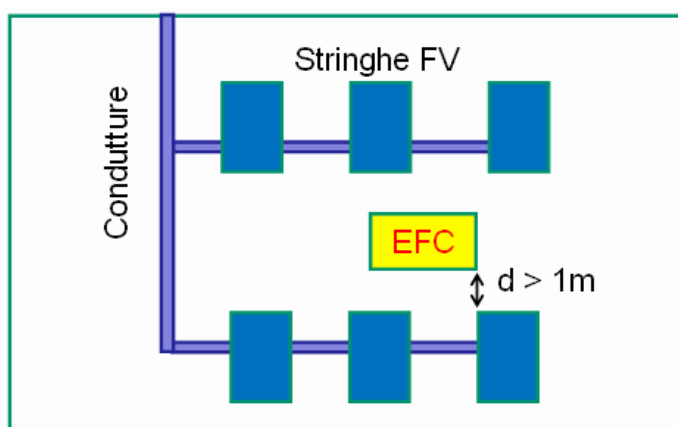


Figura 13.4 – Esempio di distanze minime di EFC dai componenti dell’impianto fotovoltaico



Sostituire il par.15.2 con il seguente:

15.2 Verifica della corrispondenza dell'impianto realizzato alla documentazione finale di impianto

La verifica della corrispondenza dell'impianto realizzato alla documentazione finale di impianto serve a controllare che tutte le opere realizzate siano rispondenti agli elaborati del Progetto Esecutivo "come realizzato" e a quanto prescritto dalla normativa vigente e dalle specifiche del Distributore.

Sostituire il par.15.3 con il seguente:

15.3 Verifica della potenza nominale dell'impianto

La verifica della potenza nominale dell'impianto realizzato viene effettuata come somma della potenza nominale a STC di tutti i moduli installati. A tale scopo è necessario verificare il numero di moduli in serie nelle stringhe e il numero di stringhe del generatore fotovoltaico o, eventualmente, delle varie sezioni di cui esso è composto.

Vengono aggiunti i seguenti paragrafi:

15.4 Verifica della tensione a vuoto delle stringhe

In accordo con la Norma CEI EN 62446, la seguente procedura viene utilizzata per la verifica della tensione a vuoto delle stringhe fotovoltaiche, al fine di controllare la corretta installazione delle stringhe.

La tensione a circuito aperto di ogni stringa FV viene misurata mediante uno strumento di misura idoneo. Questo viene effettuato prima di chiudere gli interruttori o l'installazione di dispositivi di protezione per sovracorrente nelle stringhe (dove previsto).

NOTA Il confronto dei valori misurati con quelli attesi è inteso come un controllo della corretta installazione, non come una misura delle prestazioni del modulo o del generatore fotovoltaico. La valutazione di tali prestazioni è al di fuori dello scopo di questa verifica.

Nel caso di impianti con più stringhe identiche e in condizioni di irraggiamento stabile, possono essere confrontate le tensioni tra le stringhe. I valori ottenuti dovrebbero essere quasi uguali (di solito entro il 5% per le condizioni di irraggiamento stabile).

Nel caso di irraggiamento non stabile, si può procedere in uno dei seguenti modi:

- la verifica viene rimandata;
- la verifica viene effettuata utilizzando diversi voltmetri con analoghe caratteristiche, mantenendo un voltmetro su una stringa di riferimento;
- effettuare la misura dell'irraggiamento solare sul piano dei moduli, con la quale effettuare la correzione delle letture.

NOTA Un valore di tensione inferiore al valore atteso può indicare il verificarsi di uno dei seguenti casi: errori di cablaggio (uno o più moduli in meno della stringa), uno o più moduli collegati con la polarità sbagliata, guasti a causa di scarso isolamento elettrico, danni e/o accumulo di acqua nei condotti o nelle scatole di giunzione. Al contrario, un valore di tensione superiore al valore atteso può indicare la presenza di errori di cablaggio (uno o più moduli in più nella stringa).

Oltre a quanto indicato nella Norma CEI EN 62446, un metodo pratico per controllare la correttezza della tensione a vuoto delle stringhe (ma anche delle connessioni tra i moduli) consiste nel valutare la differenza fra le tensioni a vuoto delle stringhe DV_{OC} in relazione alla tensione a vuoto del modulo utilizzato nell'impianto, $V_{OC\ MOD}$ alle condizioni ambientali in cui viene effettuata la misura; cioè va verificato che con condizioni stabili di irraggiamento sul piano dei moduli:

$$|DV_{OC}| < \frac{V_{OC\ MOD}}{2} \quad (15.1)$$



Per effettuare questa verifica è opportuno seguire le seguenti indicazioni:

- trattandosi di lavoro sotto tensione, occorre tenere conto delle procedure di sicurezza indicate nella Norma CEI 11-27;
NOTA Secondo la Norma CEI 11-27 per “lavoro sotto tensione” si intende “Ogni attività in cui un operatore entra deliberatamente nella zona di lavoro sotto tensione con qualsiasi parte del corpo o con attrezzi/utensili, apparecchi o dispositivi da lui maneggiati”.
- prima di effettuare le misure di V_{OC} è necessario aprire il sezionatore del quadro parallelo stringhe e quindi distaccare la stringa dal quadro di parallelo
- il distacco della stringa dal quadro di parallelo viene effettuato preferibilmente aprendo i connettori rapidi delle stringhe, se presenti, anziché estraendo i fusibili di ogni stringa.

15.5 Verifica della corrente delle stringhe

In accordo con la Norma CEI EN 62446, la seguente procedura viene utilizzata per la verifica della corrente delle stringhe fotovoltaiche.

15.5.1 Generalità

Come per le misure di tensione a vuoto delle stringhe, lo scopo di questa verifica è di verificare che non ci siano errori gravi nel cablaggio del generatore fotovoltaico. Pertanto, questa verifica non è da intendere come una misura delle prestazioni del modulo o del generatore fotovoltaico.

La verifica della corrente delle stringhe può essere effettuata secondo uno dei due metodi di prova di seguito descritti: verifica delle correnti di corto circuito e verifica delle correnti di lavoro.

Ove possibile, la verifica delle correnti di corto circuito è preferibile in quanto esclude qualsiasi influenza da parte degli inverter.

Per effettuare questa verifica è opportuno tenere conto che, trattandosi di lavoro sotto tensione, occorre seguire le procedure di sicurezza indicate nella Norma CEI 11-27.

15.5.2 Verifica delle correnti di corto circuito delle stringhe fotovoltaiche

La corrente di corto circuito di ogni stringa FV deve essere misurata con idonea apparecchiatura. La realizzazione/interruzione delle correnti di corto circuito della stringa è potenzialmente pericolosa ed è consigliabile adottare un metodo di prova adeguato, come quello descritto di seguito.

I valori misurati devono essere confrontati con i valori attesi.

Nel caso di impianti con più stringhe identiche e in condizioni di irraggiamento stabile, possono essere confrontate le correnti tra le stringhe. I valori ottenuti dovrebbero essere quasi uguali (di solito entro il 5% per le condizioni di irraggiamento stabile).

Invece, nel caso di irraggiamento non stabile, si può procedere in uno dei seguenti modi:

- la verifica viene rimandata;
- la verifica viene effettuata utilizzando diversi amperometri con analoghe caratteristiche, mantenendo un amperometro su una stringa di riferimento;
- la verifica viene effettuata misurando le correnti di stringa e correggendoli con i valori di irraggiamento solare sul piano delle stringhe.

Le misure sono effettuate dopo aver verificato che tutte le stringhe FV siano fra loro isolate e che tutti i dispositivi di interruzione e di sezionamento siano aperti.



Un breve cortocircuito viene effettuato nella stringa in prova. Ciò può essere ottenuto mediante:

- a) un cavo di corto circuito temporaneo connesso a un dispositivo di interruzione/sezionamento sotto carico già presenti nel circuito della stringa;
- b) un dispositivo in grado di effettuare il corto circuito della stringa, temporaneamente introdotto nel circuito di prova.

In ogni caso, il dispositivo o il cavo di corto circuito deve essere dimensionato per un valore superiore alla tensione a vuoto e alla corrente di corto circuito della stringa in esame.

NOTA Il dispositivo in grado di effettuare il corto circuito della stringa, in genere, può anche essere utilizzato per effettuare prove di isolamento del generatore fotovoltaico (vedi par. 15.7).

15.5.3 Procedura per la verifica delle correnti di lavoro delle stringhe fotovoltaiche

Con l'impianto in normale funzionamento (inverter in condizione di inseguimento del punto di massima potenza) la corrente di ogni stringa viene misurata con un amperometro, preferibilmente con pinza amperometrica disposta intorno al cavo di stringa.

NOTA Per limitare l'incertezza di misura, la pinza amperometrica deve essere scelta in modo che il diametro del suo anello non sia molto superiore a quello del cavo di stringa.

I valori misurati devono essere confrontati con il valore atteso.

Per i sistemi con più stringhe identiche e in condizioni di irraggiamento stabile, possono essere confrontate le correnti delle stringhe. I valori ottenuti dovrebbero essere quasi uguali (di solito entro il 5% per le condizioni di irraggiamento stabile).

Invece, nel caso di irraggiamento non stabile, si può procedere in uno dei seguenti modi:

- la verifica viene rimandata;
- la verifica viene effettuata utilizzando diversi amperometri con analoghe caratteristiche, mantenendo un amperometro su una stringa di riferimento;
- la verifica viene effettuata misurando le correnti di stringa e correggendoli con i valori di irraggiamento solare sul piano delle stringhe.

NOTA Il confronto dei valori delle correnti di stringa può anche essere effettuato tramite il sistema di monitoraggio dell'impianto, se disponibile.

15.6 Verifica della messa a terra di masse e scaricatori

Questa verifica consiste nell'accertare la continuità elettrica dell'impianto di terra, a partire dal dispersore fino alle masse e masse estranee collegate.

15.7 Verifica dell'isolamento dei circuiti elettrici dalle masse

Lo scopo di questa verifica è quello di accertare che la resistenza di isolamento dell'impianto sia adeguata ai valori prescritti dalle norme, in particolare dalla Norma CEI 64-8/6 e dalla Norma CEI EN 62446.

La misura deve essere eseguita tra ogni conduttore attivo, oppure ciascun gruppo completo di conduttori attivi, e l'impianto di terra; le misure devono essere eseguite in c.c. mediante strumenti di prova in grado di fornire le tensioni previste (es. 500 V c.c.) con un carico di 1mA.

La Norma CEI EN 62446 indica che è possibile effettuare questa verifica utilizzando uno dei seguenti due metodi e verificando il valore minimo di resistenza di isolamento indicato in Tabella 15.1:

- | | |
|----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Metodo 1 | misura della resistenza di isolamento verso terra della polarità positiva e di quella negativa, separatamente; |
| Metodo 2 | misura della resistenza di isolamento verso terra delle polarità positiva e negativa cortocircuitate. |

**Tabella 15.1 – Valori minimi della resistenza di isolamento**

Metodo di prova	Tensione del sistema ($V_{OC,STC} \times 1,25$) V	Tensione di prova V	Resistenza di isolamento minima M Ω
Metodo di prova 1 Misura della resistenza di isolamento verso terra della polarità positiva e di quella negativa, separatamente	< 120	250	0,5
	120 - 500	500	1
	> 500	1 000	1
Metodo di prova 2 Misura della resistenza di isolamento verso terra della polarità positiva e negativa cortocircuitate	< 120	250	0,5
	120 - 500	500	1
	> 500	1 000	1

15.8 Verifica del corretto funzionamento dell'impianto fotovoltaico

Questa verifica consiste nell'esaminare il corretto funzionamento dell'impianto fotovoltaico nelle diverse condizioni di potenza generata e nelle varie modalità previste dal gruppo di condizionamento e controllo della potenza (accensione, spegnimento, protezione in caso di mancanza della rete del distributore, riavvio automatico dell'impianto al ritorno della tensione di rete, ecc.).

In particolare, una verifica che accerti le funzioni di protezione di interfaccia deve almeno provare il loro intervento in caso di mancanza della rete del distributore.

15.9 Verifica delle prestazioni dell'impianto fotovoltaico senza concentrazione solare

15.9.1 Definizioni

- P_{cc} potenza (in kW) in uscita dal generatore fotovoltaico, misurata ai terminali di ingresso dell'inverter, con incertezza non superiore al 2%;
- P_{ca} potenza attiva (in kW) prodotta in corrente alternata dall'impianto fotovoltaico, misurata in corrispondenza del punto di inserzione del sistema di misura E3 (vedi par. 11.1), con incertezza non superiore al 2%;
- P_n potenza nominale (in kWp) del generatore fotovoltaico, determinata come somma delle singole potenze dei moduli desunte dai fogli di dati rilasciati dal costruttore;
- G_p irraggiamento solare globale (in W/m²) misurato sul piano dei moduli con incertezza di misura del sensore solare non superiore al 3% e con incertezza di misura della tensione in uscita dal sensore solare non superiore all'1%;
- G_{STC} irraggiamento solare in STC (pari a 1 000 W/m²).
- E_{cc} è l'energia (in kWh) misurata all'uscita del generatore fotovoltaico (integrale di P_{cc} in un dato periodo)
- E_{ca} energia (in kWh) prodotta in corrente alternata dall'impianto fotovoltaico, misurata in corrispondenza del punto di inserzione del sistema di misura E3 (vedi par. 11.1) (integrale di P_{ca} in un dato periodo)
- H_i radiazione solare globale (in kWh/m²) misurata sul piano dei moduli (integrale di G_p in un dato periodo)

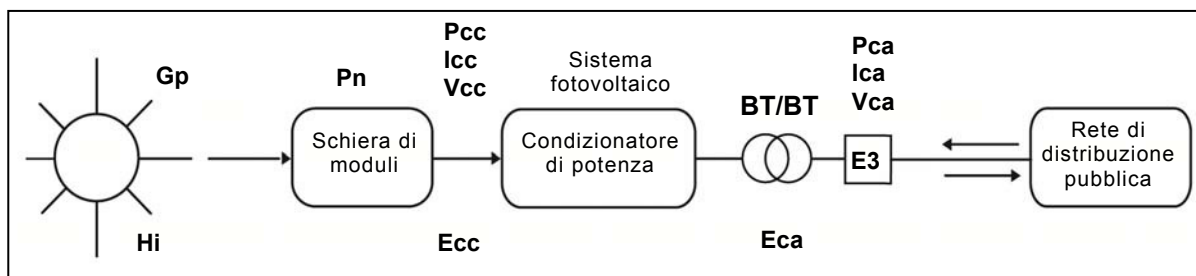


Figura 15.1 – Impianto fotovoltaico connesso alla rete elettrica in BT

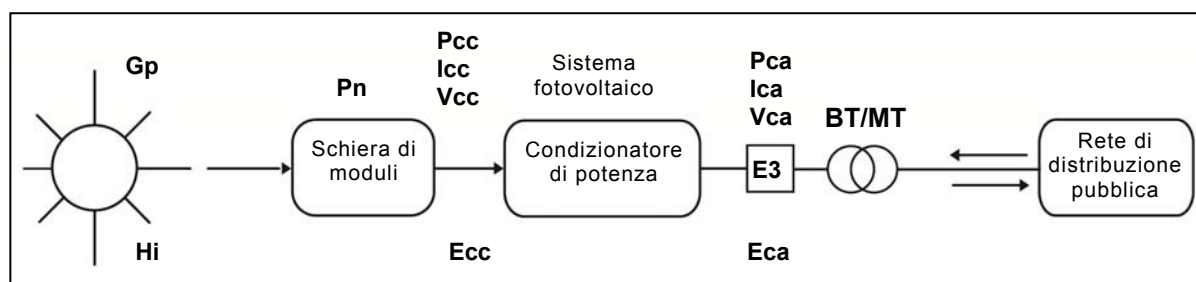


Figura 15.2 – Impianto fotovoltaico connesso alla rete elettrica in MT

15.9.2 Indicatori normalizzati di prestazioni di impianti fotovoltaici, secondo la Norma CEI EN 61724

Di seguito sono illustrati gli Indicatori normalizzati di prestazioni di impianti fotovoltaici definiti dalla Norma CEI EN 61724.

Reference yield Y_R (o indice solare energetico di riferimento)

L'indice di prestazione Y_R corrisponde alla radiazione solare giornaliera (mensile o annuale) sul piano dei moduli fotovoltaici H_i divisa per l'irraggiamento solare in condizioni di prova standard G_{STC} ($= 1 \text{ kW/m}^2$), cioè:

$$Y_R = \frac{H_i \text{ [kWh/(m}^2 \cdot \text{giorno)]}}{G_{STC} \text{ [kW/m}^2 \text{]}} \quad (15.2)$$

Esso ha dimensioni h/giorno e può essere considerato come il numero di ore al giorno durante le quali l'irraggiamento solare dovrebbe essere pari al valore di riferimento, per fornire lo stesso valore di radiazione solare misurata nel periodo considerato.

Array yield, Y_A (o indice energetico del generatore fotovoltaico) (CEI EN 61724)

L'indice di prestazione Y_A corrisponde all'energia giornaliera (valore medio mensile o annuale) E_{cc} fornita in corrente continua dal generatore e divisa per la sua potenza nominale P_n , cioè:

$$Y_A = \frac{E_{cc} \text{ [kWh / giorno]}}{P_n \text{ [kWp]}} \quad (15.3)$$

Esso ha dimensioni kWh/(giorno·kWp) e può essere considerato come il numero di ore al giorno in cui il generatore dovrebbe funzionare alla sua potenza P_n , per fornire la stessa energia in corrente continua misurata nel periodo considerato.



Final yield, Y_F (o indice energetico finale dell'impianto fotovoltaico) (CEI EN 61724)

L'indice di prestazione Y_F è quella porzione di energia giornaliera (valore medio mensile o annuale) in uscita dall'intero impianto Eca divisa per la potenza Pn , cioè:

$$Y_F = \frac{Eca \text{ [kWh / giorno]}}{Pn \text{ [kWp]}} \quad (15.4)$$

Esso ha dimensioni kWh/(giorno·kWp), o semplicemente h/giorno, e può essere considerato come il numero di ore al giorno per cui il generatore fotovoltaico dovrebbe funzionare alla potenza di uscita nominale Pn per fornire la stessa energia al carico, o alla rete, misurata nel periodo considerato

Performance Ratio, PR (o indice di prestazione) dell'impianto fotovoltaico (CEI EN 61724)

L'indice di prestazione PR evidenzia l'effetto complessivo delle perdite sull'energia prodotta in c.a. dall'impianto fotovoltaico, dovute alla temperatura dei moduli, allo sfruttamento incompleto della radiazione solare, al rendimento di conversione dell'inverter e alle inefficienze o guasti dei componenti (inclusi il disaccoppiamento fra le stringhe e gli eventuali ombreggiamenti sui moduli) ed è determinato con la seguente espressione:

$$PR = \frac{Y_F}{Y_R} = \frac{Eca}{Pn} \frac{G_{STC}}{Hi} \quad (15.5)$$

che può essere anche scritta come:

$$PR = \frac{Y_F}{Y_R} = \frac{Eca}{Pn} \frac{Hi}{G_{STC}} = \frac{Eca_{prodotta}}{Eca_{producibile}} \quad (15.6)$$

Tenendo conto della definizione sopra indicata, PR può essere scritto come:

$$PR = R_{inv} \times R_{fv} \quad (15.7)$$

dove

il coefficiente R_{inv} tiene conto delle perdite di energia per la conversione da c.c. a c.a.

il coefficiente R_{fv} tiene conto delle perdite sull'energia generata in c.c. dall'impianto fotovoltaico, dovute alla temperatura dei moduli, allo sfruttamento incompleto della radiazione solare, alle inefficienze o guasti dei componenti in c.c. (inclusi il disaccoppiamento fra le stringhe e gli eventuali ombreggiamenti sui moduli)

Pertanto tenendo conto delle equazioni (15.5), (15.6) e (15.7), si ha:

$$Eca = R_{inv} \times R_{fv} \times \frac{Hi}{G_{STC}} \times Pn \quad (15.8)$$

15.9.3 Valutazione delle prestazioni degli impianti fotovoltaici in fase di normale esercizio

La valutazione delle prestazioni degli impianti fotovoltaici **in fase di normale esercizio** viene effettuata con le modalità indicate nella Norma CEI EN 61724, cioè determinando il fattore di prestazione PR (vedi par. 15.9.2) in un dato periodo (giornaliero, mensile o annuale).



15.9.4 Valutazione delle prestazioni degli impianti fotovoltaici in fase di avvio dell'impianto

La valutazione delle prestazioni degli impianti fotovoltaici **in fase di avvio** dell'impianto viene effettuata o in termini di energia (con misure relative ad un dato periodo) o in termini di potenza (con misure istantanee) con le modalità di seguito indicate.

15.9.4.1 Valutazione delle prestazioni in energia

La verifica prestazionale degli impianti fotovoltaici in fase di avvio dell'impianto viene effettuata in termini di energia valutando l'indice di prestazione *PR_e* (o indice di prestazione in energia, corretto in temperatura).

L'indice di prestazione *PR_e* evidenzia l'effetto complessivo delle perdite sull'energia generata in corrente alternata dall'impianto fotovoltaico, dovute allo sfruttamento incompleto della radiazione solare, al rendimento di conversione dell'inverter e alle inefficienze o guasti dei componenti (inclusi il disaccoppiamento fra le stringhe e gli eventuali ombreggiamenti sui moduli).

In analogia al *PR* indicato nella Norma CEI EN 61724, espresso come nell'equazione (15.6), si definisce il *PR_e* come segue:

$$PR_e = \frac{E_{ca}}{E_{ca_producibile_}(Hi, Pn, T_{cel})} \quad (15.9)$$

dove

$E_{ca_producibile_}(Hi, Pn, T_{cel})$ è l'energia producibile in corrente alternata, determinata in funzione della radiazione solare incidente sul piano dei moduli (*Hi*), della potenza nominale dell'impianto (*Pn*) e della temperatura di funzionamento della cella fotovoltaica (*T_{cel}*).

Se nell'equazione (15.7) si pone

$$R_{fv} = R_{fv1} \times R_{fv2}$$

Dall'equazione (15.8), si ha

$$E_{ca} = R_{inv} \times R_{fv1} \times R_{fv2} \times \frac{H_i}{G_{STC}} \times P_n \quad (15.10)$$

dove

R_{fv1} tiene conto di tutte le possibili perdite di energia, ad eccezione di quelle dovute alla variazione della radiazione solare e di quella della temperatura della cella oltre 40°C

R_{fv2} tiene conto della perdita di energia per effetto della temperatura della cella, *T_{cel}*, maggiore di 40°C e può essere valutato con l'espressione seguente, che genera l'andamento di Fig. 15.3:

$$R_{fv2} = \begin{cases} 1 & (\text{se } T_{cel} \leq 40^\circ\text{C}) \\ 1 - (T_{cel} - 40) \cdot \frac{|\gamma|}{100} & (\text{se } T_{cel} > 40^\circ\text{C}) \end{cases} \quad (15.11)$$

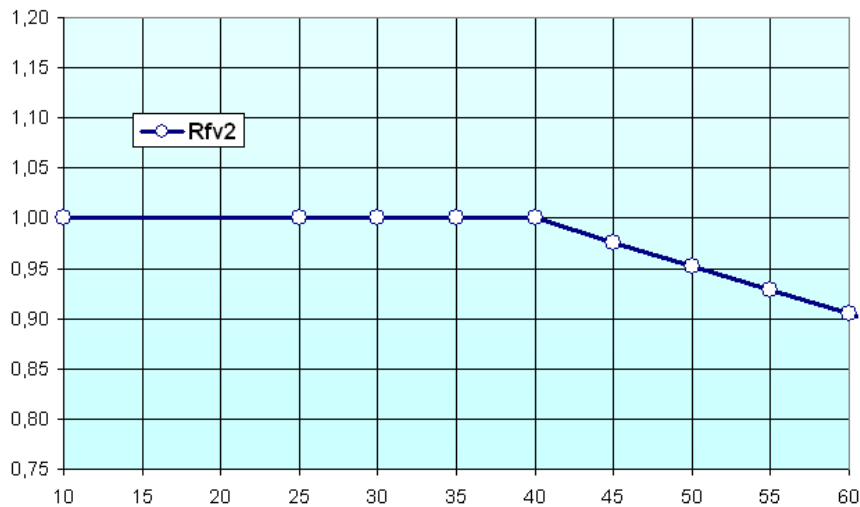


Fig. 15.3 – Andamento di R_{fv2} in funzione della temperatura della cella fotovoltaica, T_{cel} (esempio di andamento per $\gamma = -0,45\%/^{\circ}\text{C}$)

Pertanto, ponendo in analogia alla (15.8):

$$Eca_producibile_ (Hi, Pn, Tcel) = R_{fv2} \times \frac{Hi}{G_{STC}} \times Pn$$

la (15.10) si può scrivere come:

$$Eca = R_{inv} \times R_{fv1} \times Eca_producibile_ (Hi, Pn, Tcel) \quad (15.12)$$

e quindi

$$PRe = \frac{Eca}{Eca_producibile_ (Hi, Pn, Tcel)} = R_{inv} \times R_{fv1} \quad (15.13)$$

È da tener conto che l'indice di prestazione PRe è correlato all'indice PR definito dalla Norma CEI EN 61724 con la seguente relazione:

$$PRe = \frac{PR}{R_{fv2}}$$

La verifica dell'indice prestazionale PRe **in fase di avvio dell'impianto** viene effettuata controllando che l'indice prestazionale PRe soddisfi i seguenti vincoli nelle condizioni di funzionamento sotto riportate:

$$PRe = \frac{Eca}{Eca_producibile_ (Hi, Pn, Tcel)} = \frac{Eca}{R_{fv2} \times \frac{Hi}{G_{STC}} \times Pn} > \begin{cases} 0,78 & (\text{se } P_{inv} \leq 20kW) \\ 0,80 & (\text{se } P_{inv} > 20kW) \end{cases} \quad (15.14)$$

dove

R_{fv2} è calcolato secondo l'espressione (15.11)

P_{inv} è la potenza nominale dell'inverter



Le condizioni di funzionamento dell'impianto fotovoltaico per la verifica dell'indice prestazionale *PR_e* in fase di avvio dell'impianto sono le seguenti:

- Misura di *Hi-15*: integrale su 15 min delle acquisizioni di *G_p* (con intervallo di campionamento max di 1 min)
- Misura di *Eca-15*: integrale su 15 min delle acquisizioni di *Pca* (con intervallo di campionamento max di 1 min)
- Misura di *Tcel-15*: media su 15 min delle acquisizioni di *Tcel* (con intervallo di campionamento max di 1 min)
- Condizioni di validità di ciascuna misura:
 - facente parte di una sequenza di almeno 4 misure consecutive con *Hi-15* > 0,050 kWh/m² ⁽¹⁾ e *G_p* > 100 W/m²
 - rete del distributore disponibile
 - in servizio tutti gli inverter dell'impianto o della sezione in esame
- Durata del periodo di misura:
 - almeno 20 misure valide.

La verifica dell'indice prestazionale *PR_e* viene effettuata operando su tutto l'impianto, se tutte le sue sezioni hanno caratteristiche identiche, o su sezioni dello stesso caratterizzate da:

- stessa inclinazione e orientazione dei moduli;
- stessa classe di potenza dell'inverter (*P_{inv}* > 20 kW o *P_{inv}* ≤ 20 kW);
- stessa tipologia di modulo (e quindi stesso valore del coefficiente di temperatura di potenza γ);
- stessa tipologia di installazione dei moduli (e quindi analoga *Tcel*).

15.9.4.2 Valutazione delle prestazioni in potenza

La verifica prestazionale degli impianti fotovoltaici **in fase di avvio dell'impianto** viene effettuata in termini di potenza valutando l'indice di prestazione *PR_p* (o indice di prestazione in potenza, corretto in temperatura).

L'indice di prestazione *PR_p* evidenzia l'effetto complessivo delle perdite sulla potenza generata in corrente alternata dall'impianto fotovoltaico, dovute allo sfruttamento incompleto dell'irraggiamento solare, al rendimento di conversione dell'inverter e alle inefficienze o guasti dei componenti (inclusi il disaccoppiamento fra le stringhe e gli eventuali ombreggiamenti sui moduli).

Analogamente all'espressione (15.19), la verifica delle prestazioni in potenza di un impianto fotovoltaico è effettuata controllando che siano soddisfatti i seguenti vincoli nelle condizioni di funzionamento sotto riportate:

$$PR_p = \frac{P_{ca}}{P_{ca_producibile_}(G_p, P_n, T_{cel})} = \frac{P_{ca}}{R_{fv2} \times \frac{G_p}{G_{STC}} \times P_n} > \begin{cases} 0,78 & (se P_{inv} \leq 20kW) \\ 0,80 & (se P_{inv} > 20kW) \end{cases} \quad (15.15)$$

dove

R_{fv2} è calcolato secondo l'espressione (15.11)

P_{inv} è la potenza nominale dell'inverter

(1) 0,050 kWh/m² corrisponde a *G_p* = 200 W/m² per 15 min.



Le condizioni di funzionamento dell'impianto fotovoltaico per la verifica dell'indice prestazionale PRp in fase di avvio dell'impianto sono le seguenti:

- irraggiamento sul piano dei moduli (Gp) superiore a 600 W/m^2 ;
- velocità del vento non rilevante, in riferimento al solarimetro utilizzato;
- rete del distributore disponibile;
- in servizio tutti gli inverter dell'impianto o della sezione in esame.

La verifica dell'indice prestazionale PRp viene effettuata operando su tutto l'impianto, se tutte le sue sezioni hanno caratteristiche identiche, o su sezioni dello stesso caratterizzate da:

- stessa inclinazione e orientazione dei moduli;
- stessa classe di potenza dell'inverter ($P_{inv} > 20 \text{ kW}$ o $P_{inv} \leq 20 \text{ kW}$);
- stessa tipologia di modulo (e quindi stesso valore del coefficiente di temperatura di potenza γ);
- stessa tipologia di installazione dei moduli (e quindi analoga T_{cel}).

15.9.5 Nuovi Indicatori normalizzati di prestazioni di impianti fotovoltaici

Le prestazioni del generatore fotovoltaico possono essere valutate verificando il nuovo indice di prestazioni PR_{cc} , Performance Ratio o Indice di prestazione in corrente continua, che è tuttora in fase di definizione finale nel WG3 del TC 82 IEC.

L'indice di prestazione PR_{cc} evidenzia l'effetto complessivo delle perdite sulla potenza generata in c.c. dall'impianto fotovoltaico, dovute alla temperatura dei moduli, allo sfruttamento incompleto della radiazione solare e alle inefficienze o guasti dei componenti (inclusi il disaccoppiamento fra le stringhe e gli eventuali ombreggiamenti sui moduli) ed è determinato con la seguente espressione:

$$PR_{cc} = \frac{P_{cc}}{P_n} \frac{G_{STC}}{G_p} \quad (15.16)$$

15.9.6 Verifica delle prestazioni in corrente continua di un generatore fotovoltaico

In analogia a quanto definito nei paragrafi 15.9.4.1 e 15.9.4.2 si possono introdurre i seguenti indici prestazionali di un generatore fotovoltaico:

$$PR_{cc_e} = \frac{E_{cc}}{R_{fv2} \times \frac{H_i}{G_{STC}} \times P_n} \quad (15.17)$$

$$PR_{cc_p} = \frac{P_{cc}}{R_{fv2} \times \frac{G_p}{G_{STC}} \times P_n} \quad (15.18)$$

Gli indici PR_{cc_e} e PR_{cc_p} evidenziano l'effetto complessivo delle perdite sull'energia e sulla potenza generata in corrente continua dall'impianto fotovoltaico, dovute allo sfruttamento incompleto dell'irraggiamento solare e alle inefficienze o guasti dei componenti (inclusi il disaccoppiamento fra le stringhe e gli eventuali ombreggiamenti sui moduli).



La verifica delle prestazioni in corrente continua di un generatore fotovoltaico, **in fase di avvio dell'impianto**, può essere effettuata controllando che sia soddisfatta almeno una delle due seguenti condizioni:

$$PR_{CC_e} > 0,85$$

$$PR_{CC_p} > 0,85$$

Occorre tuttavia tenere conto che eventuali valori bassi PRcc possono anche essere causati dall'inverter (ad es., funzionamento non efficiente del dispositivo MPPT).

15.9.7 Misure dell'irraggiamento solare e della temperatura di lavoro dei moduli

15.9.7.1 Misura dell'irraggiamento solare

Ai fini della verifica di PR o di PR_{CC} o di PR_e o di PR_p o di PR_{CC_e} o di PR_{CC_p} , la misura dell'irraggiamento solare sul piano dei moduli (G_p) dovrà essere effettuata in modo che il valore ottenuto risulti rappresentativo dell'irraggiamento sull'intero impianto o sulla sezione d'impianto in esame.

Nel caso di impianti fotovoltaici installati in area di ampia estensione, è opportuno misurare contemporaneamente l'irraggiamento con più sensori adeguatamente dislocati su tutta l'area di installazione (indicativamente uno ogni 20 000 m²) e assumere la media delle misurazioni attendibili come valore di G_p .

La misura viene effettuata con un sensore solare (o solarimetro) che può adottare differenti principi di funzionamento. A questo scopo, sono usualmente utilizzati il solarimetro a termopila (o piranometro) e il solarimetro ad effetto fotovoltaico (chiamato anche PV reference solar device, vedi la Norma CEI EN 60904-4), come indicato più dettagliatamente in Allegato C par.1.2.

Il solarimetro va posizionato in condizioni di non ombreggiamento dagli ostacoli vicini. In particolare, nel caso di impianto con più filari di moduli, il solarimetro non va posizionato sulla parte inferiore dei filari.

Nel caso di impianti ad inseguimento solare (con o senza concentrazione) il sensore di irraggiamento va installato sul piano ad inseguimento solare.

15.9.7.2 Misura della temperatura della cella fotovoltaica

La temperatura della cella fotovoltaica T_{cel} può essere determinata mediante uno dei seguenti metodi:

- a) misura diretta con un sensore a contatto (termoresistivo o a termocoppia) applicato sul retro del modulo.

NOTA Per effettuare una misura rappresentativa della temperatura delle celle, il sensore va applicato ad un modulo scelto secondo le modalità indicate nelle Norme CEI EN 61724 e CEI EN 61829, adottando opportuni accorgimenti:

- tenere conto dell'inerzia termica del sensore; pertanto prima di effettuare la misura è necessario aspettare che la temperatura si sia stabilizzata;
- posizionare il sensore in corrispondenza di una cella fotovoltaica nella zona centrale del modulo;
- posizionare il sensore saldato o collegato al modulo per mezzo di opportuno adesivo termoconduttivo;
- posizionare il sensore in corrispondenza di un modulo rappresentativo del funzionamento medio del campo fotovoltaico o della sezione in esame;

- b) misura della tensione a vuoto del modulo e calcolo della corrispondente T_{cel} secondo la Norma CEI EN 60904-5.



- c) misura della temperatura ambiente T_{amb} e calcolo della corrispondente T_{cel} secondo la formula:

$$T_{cel} = T_{amb} + (NOCT - 20) * G_p / 800$$

NOTA quest'ultima metodologia non è applicabile quando la velocità del vento è superiore a 1 m/s oppure quando il modulo non è soggetto a ventilazione naturale sulla sua superficie posteriore (ad esempio, nel caso di modulo integrato architettonicamente).

La misura della temperatura della cella fotovoltaica T_{ce} viene effettuata con un sensore la cui incertezza tipo è non superiore a 1°C.

15.10 Verifica delle prestazioni dell'impianto fotovoltaico con concentrazione solare (CPV)

15.10.1 Definizioni

- P_{cc} potenza (in kW) in uscita dal generatore fotovoltaico CPV, misurata ai terminali di ingresso dell'inverter, con incertezza non superiore al 2%;
- P_{ca} potenza attiva (in kW) misurata all'uscita del gruppo di conversione della corrente continua in corrente alternata con incertezza non superiore al 2%;
- $P_{n_{CPV}}$ potenza nominale (in kWp) del impianto CPV, inclusi i relativi apparati ottici, determinata come somma delle singole potenze nominali dei moduli a CSTC (Concentrator Standard Test Conditions). desunte dai fogli di dati rilasciati dal costruttore;
la potenza nominale è misurata nelle seguenti condizioni CSTC⁽¹⁾:
- $G_{STC} = 850 \text{ W/m}^2$
 - Temperatura di cella = 25°C
 - Air Mass = 1,5
 - Spettro solare = ASTM G173-03 il cui integrale è normalizzato a 850 W/m² (vedi par. 15.10.5.3)
- I_d irraggiamento solare diretto (W/m²) misurato sul piano del modulo mediante un pireliometro avente angolo di accettazione di $\pm 2,5^\circ$ (installato su un adeguato inseguitore), con incertezza di misura del sensore solare non superiore al 3% e con incertezza di misura della tensione in uscita dal sensore solare non superiore all'1%;
- $I_{d,CSTC}$ irraggiamento solare diretto in CSTC (pari a 850 W/m²);
- E_{cc} energia (in kWh) misurata all'uscita del generatore fotovoltaico (integrale di P_{cc} in un dato periodo);
- E_{ca} energia (in kWh) misurata all'uscita del gruppo di conversione della corrente continua in corrente alternata (integrale di P_{ca} in un dato periodo);
- H_{id} radiazione solare diretta misurata con un pireliometro, integrata in un dato periodo di tempo in kWh/m²);
- C Fattore di Concentrazione Solare (si veda definizione nel par. 4.1.2 di questa Guida);
Si precisa al riguardo che il fattore di concentrazione C è espresso come valore intero, con arrotondamento per difetto. Pertanto è da intendere che il fattore di concentrazione C degli impianti CPV è almeno uguale 2.

(1) Poiché le CSTC sono in corso di definizione nella Norma IEC 62108, si utilizzano in via transitoria le condizioni di prova sopra riportate (vedi anche par. D.3.10).



15.10.2 Indicatori di prestazioni per impianti fotovoltaici a concentrazione solare

Di seguito sono illustrati alcuni Indicatori di prestazioni per impianti fotovoltaici a concentrazione solare derivati dagli analoghi definiti dalla Norma CEI EN 61724 per impianti fotovoltaici senza concentrazione solare.

Reference yield $Y_{R,CPV}$ (o indice solare energetico di riferimento)

L'indice di prestazione $Y_{R,CPV}$ corrisponde alla radiazione solare giornaliera (mensile o annuale) sul piano dei moduli fotovoltaici H_{id} divisa per l'irraggiamento solare in condizioni di prova standard $I_{d,CSTC}$ ($= 850 \text{ W/m}^2$)

$$Y_{R,CPV} = \frac{H_{id} \text{ [kWh/(m}^2 \cdot \text{giorno)]}}{I_{d,CSTC} \text{ [kW/m}^2 \text{]}} \quad (15.19)$$

Esso ha dimensioni h/giorno e può essere considerato come il numero di ore al giorno durante le quali l'irraggiamento solare (diretto) dovrebbe essere pari al valore di riferimento, per fornire lo stesso valore di radiazione solare diretta misurato nel periodo considerato.

Performance Ratio, PR_{CPV} (o indice di prestazione) dell'impianto fotovoltaico a concentrazione solare

L'indice di prestazione PR_{CPV} evidenzia l'effetto complessivo delle perdite sulla potenza generata in corrente alternata dall'impianto fotovoltaico, dovute alla temperatura dei moduli, allo sfruttamento incompleto della radiazione solare, al rendimento di conversione dell'inverter e alle inefficienze o guasti dei componenti (inclusi il disaccoppiamento fra le stringhe e gli eventuali ombreggiamenti sui moduli):

$$PR_{CPV} = \frac{Y_F}{Y_{R,CPV}} = \frac{E_{ca}}{P_{n,CPV}} \frac{I_{d,CSTC}}{H_{id}} \quad (15.20)$$

$$PR_{CPV} = \frac{Y_F}{Y_{R,CPV}} = \frac{E_{ca}}{P_{n,CPV}} \frac{H_{id}}{I_{d,CSTC}} = \frac{E_{ca_prodotta}}{E_{ca_producibile}} \quad (15.21)$$

dove la **Potenza (o l'Energia) in c.a. producibile** è quella ottenibile considerando le perdite sulla potenza generata in c.a. dall'impianto fotovoltaico, dovute alla temperatura dei moduli, allo sfruttamento incompleto della radiazione solare, al rendimento di conversione dell'inverter e alle inefficienze o guasti dei componenti (inclusi il disaccoppiamento fra le stringhe e gli eventuali ombreggiamenti sui moduli).

15.10.3 Valutazione delle prestazioni degli impianti CPV in fase di normale esercizio

La valutazione delle prestazioni degli impianti CPV **in fase di normale esercizio** è in fase di definizione nell'ambito di un progetto di norma IEC.

15.10.4 Valutazione delle prestazioni degli impianti CPV in fase di avvio dell'impianto

La valutazione delle prestazioni degli impianti CPV **in fase di avvio** dell'impianto viene effettuata o in termini di energia (con misure relative ad un dato periodo) o in termini di potenza (con misure istantanee) con le modalità di seguito indicate.

15.10.4.1 Valutazione delle prestazioni in energia

La verifica prestazionale degli impianti CPV in fase di avvio dell'impianto, viene effettuata in termini di energia valutando l'indice di prestazione $PR_{e,CPV}$ (o indice di prestazione in energia, corretto in temperatura).

L'indice di prestazione $PR_{e,CPV}$ evidenzia l'effetto complessivo delle perdite sulla energia generata in c.a. dall'impianto CPV, dovute allo sfruttamento incompleto della radiazione solare, al rendimento di conversione dell'inverter e alle inefficienze o guasti dei componenti (inclusi il disaccoppiamento fra le stringhe e gli eventuali ombreggiamenti sui moduli).



In analogia al PR indicato nella Norma CEI EN 61724, espresso come nell'equazione (15.6), si definisce il PRe_{CPV} come segue:

$$PRe_{CPV} = \frac{Eca_{prodotta}}{Eca_{producibile}_{(Hid, Pn_{CPV}, T_{cel})}} \quad (15.22)$$

dove

$Eca_{producibile}_{(I_d, Pn_{CPV}, T_{cel})}$ è l'energia producibile in corrente alternata (determinata in funzione dell'irraggiamento solare diretto incidente sul piano dei moduli, della potenza nominale dell'impianto e della temperatura di funzionamento dei moduli CPV).

È da notare che per sistemi a concentrazione che utilizzano celle a tripla giunzione, l'energia producibile dipende anche dal contenuto spettrale della radiazione solare incidente, la quale varia sensibilmente, ad esempio, al variare dell'Air Mass. Pertanto per tali sistemi, il fornitore può introdurre un indice di prestazione corretto sia in temperatura che per lo spettro incidente. Le correzioni per lo spettro incidente possono tener conto semplicemente della variazione dell'Air Mass o, in modo più completo, della variazione della corrente di corto circuito del modulo, come indicato in seguito. Il valore dell'Air Mass si può calcolare facendo riferimento al documento IEC 82/616/NP art.13.

Se nell'equazione (15.7) si pone

$$Rfv = Rfv1 \times Rfv2$$

si ha

$$Eca = Rinv \times Rfv1 \times Rfv2 \times \frac{Hid}{I_{d,CSTC}} \times Pn \quad (15.23)$$

Dove

$Rfv1$ tiene conto di tutte le possibili perdite di potenza, ad eccezione di quelle dovute alla variazione dell'irraggiamento e di quella della temperatura della cella oltre il valore Top

$Rfv2$ tiene conto della variazione della temperatura della cella oltre il valore Top della variazione dell'Air Mass rispetto al valore AM_{max} (indice di Air Mass che massimizza le prestazioni del dispositivo fotovoltaico a tripla giunzione) che è un dato fornito dal fornitore del sistema fotovoltaico a concentrazione.

$Rfv2$ può essere valutato come segue

$$Rfv2 = \left\{ \begin{array}{ll} 1 & (se T_{cel} \leq Top \text{ e } AM = AM_{max}) \\ 1 - |AM - AM_{max}| C_{am} & (se T_{cel} \leq Top \text{ e } AM \neq AM_{max}) \\ (1 - (T_{cel} - Top) * \gamma) * (1 - |AM - AM_{max}| C_{am}) & (se T_{cel} > Top \text{ e } AM \neq AM_{max}) \end{array} \right\} \quad (15.24)$$

dove

AM Air Mass

γ coefficiente di temperatura di potenza: variazione della potenza di un modulo fotovoltaico per grado Celsius di variazione della temperatura della cella; questo parametro, fornito dal Costruttore, per moduli a concentrazione vale tipicamente $-0,15 \div -0,4\%/^{\circ}C$;

T_{cel} è la temperatura delle celle di un modulo fotovoltaico;

C_{am} è la variazione di potenza in funzione della variazione dell'Air Mass ed è un dato fornito dal fornitore del sistema fotovoltaici a concentrazione e vale tipicamente $5-10\%$ / unità di AM. In assenza di tale dato, il fornitore introdurrà solo la correzione in temperatura;

Top è la temperatura della cella nelle condizioni operative, quando l'irraggiamento solare diretto è di 680 W/m^2 , la temperatura ambiente è di $25 \pm 2\text{ }^{\circ}C$ e la velocità del vento è di 2 m/s .



Pertanto, ponendo:

$$Eca_producibile_ (Hid, Pn_{CPV}, Tcel) = Rfv2 \times \frac{Hid}{I_{d,CSTC}} \times Pn \quad (15.25)$$

la (15.23) di può scrivere come:

$$Eca = Rinv \times Rfv1 \times Eca_producibile_ (Hid, Pn_{CPV}, Tcel) \quad (15.26)$$

e quindi

$$PRe_{CPV} = \frac{Eca}{Eca_producibile_ (I_d, Pn_{CPV}, Tcel)} = Rinv \times Rfv1$$

La verifica dell'indice prestazionale PRe_{CPV} in fase di avvio dell'impianto viene effettuata con le seguenti condizioni:

- durata del periodo di misura: sufficientemente lungo per cui il valore di PRe_{CPV} non varia più del 2% rispetto all'ultimo valore di misura
- irraggiamento solare diretto sul piano dei moduli maggiore di 600 W/m²

La verifica delle prestazioni in energia di un impianto fotovoltaico in fase di avvio dell'impianto viene effettuata controllando che, siano soddisfatte le seguenti condizioni:

$$PRe_{CPV} = \frac{Eca}{Eca_producibile_ (Hid, Pn_{CPV}, Tcel)} = \frac{Eca}{Rfv2 \times \frac{Hid}{I_{d,CSTC}} \times Pn} > \begin{cases} 0,78 & (se Pinv \leq 20kW) \\ 0,80 & (se Pinv > 20kW) \end{cases} \quad (15.27)$$

dove

$Rfv2$ è calcolato secondo l'espressione (15.24)

$Pinv$ è la potenza nominale dell'inverter.

In alternativa alla correzione per l'Air Mass si può eseguire una correzione che tiene conto della composizione spettrale in modo più completo tramite la misura della corrente di corto circuito del modulo fotovoltaico a concentrazione o di un suo modulo rappresentativo. Infatti, valgono le seguenti considerazioni:

$$I_{sc} = A * \int SR(\lambda) * I(\lambda) d\lambda \quad (15.28)$$

dove:

A è l'area (in cm²) delle celle solari su cui è concentrata la luce di un modulo a concentrazione rappresentativo del modulo fotovoltaico a concentrazione utilizzato nel sistema FVC. Il modulo rappresentativo utilizza gli stessi materiali del modulo a concentrazione utilizzato nel sistema FVC e presenta solo una dimensione ridotta per agevolare le misure. In alternativa, A è l'area totale (in cm²) di tutte le celle solari di un modulo a concentrazione utilizzato nel sistema FVC;

$SR(\lambda)$ è la responsività del modulo rappresentativo (in A/W) o del modulo a concentrazione. Si noti che la risposta spettrale della cella fotovoltaica è diversa se illuminata direttamente da luce monocromatica o se illuminata attraverso la lente e quando è eventualmente incapsulata per proteggerla dagli agenti atmosferici;

$I(\lambda)$ è l'irraggiamento solare diretto per intervallo di lunghezza d'onda (in W/cm² dλ).

La corrente fotovoltaica è quindi direttamente legata alla composizione e all'intensità dello spettro incidente. Per eseguire una correzione che tiene conto sia della variazione dello spettro incidente rispetto allo spettro di riferimento sia della temperatura, si sostituisce il termine $Rfv2 \frac{Hid}{I_{d,CSTC}}$ dell'equazione (15.32) con il termine



$$C_{sp} = (I_{sc_real}/I_{sc_rif}) * (1 - (T_{cel} - Top) * \gamma) \quad \text{se } T_{cel} \geq Top$$

$$C_{sp} = (I_{sc_real}/I_{sc_rif}) \quad \text{se } T_{cel} < Top$$

dove:

I_{sc_real} è la corrente di corto circuito (in A) del modulo rappresentativo o del modulo fotovoltaico a concentrazione misurata nelle condizioni reali di misura del sistema fotovoltaico a concentrazione;

I_{sc_rif} è la corrente di corto circuito (in A) del modulo rappresentativo o del modulo fotovoltaico a concentrazione misurata sotto lo spettro di riferimento (ASTM G173-03 il cui integrale è normalizzato a 850 W/m²). Tale misurazione, che costituisce la taratura del modulo fotovoltaico a concentrazione, può essere eseguita in condizioni outdoor o utilizzando un simulatore solare.

Pertanto, per eseguire tale correzione, occorre tarare il modulo rappresentativo o il modulo fotovoltaico a concentrazione sotto lo spettro di riferimento e utilizzare il medesimo modulo durante la misura delle prestazioni del sistema FVC

La verifica dell'indice prestazionale PRe_{CPV} viene effettuata operando su tutto l'impianto, se tutte le sue sezioni hanno caratteristiche identiche, o su sezioni dello stesso caratterizzate da:

- stessa classe di potenza dell'inverter ($P_{inv} > 20$ kW o $P_{inv} \leq 20$ kW);
- stessa tipologia di modulo CPV;
- stessa tipologia di installazione (e quindi analoga Top).

15.10.4.2 Valutazione delle prestazioni in potenza

La verifica prestazionale degli impianti CPV **in fase di avvio dell'impianto**, viene effettuata in termini di potenza valutando l'indice di prestazione PRp_{CPV} (o indice di prestazione in potenza, corretto in temperatura).

L'indice di prestazione PRp_{CPV} evidenzia l'effetto complessivo delle perdite sulla potenza generata in corrente alternata dall'impianto fotovoltaico, dovute allo sfruttamento incompleto dell'irraggiamento solare, al rendimento di conversione dell'inverter e alle inefficienze o guasti dei componenti (inclusi il disaccoppiamento fra le stringhe e gli eventuali ombreggiamenti sui moduli).

L'indice di prestazione PRp_{CPV} è espresso come segue:

$$PRp_{CPV} = \frac{P_{ca}}{P_{ca_producibile}(I_d, P_{n_{CPV}}, T_{cel})} \quad (15.29)$$

dove

$P_{ca_producibile}(I_d, P_{n_{CPV}}, T_{cel})$ è la potenza producibile in corrente alternata (determinata in funzione dell'irraggiamento solare diretto incidente sul piano dei moduli, della potenza nominale dell'impianto e della temperatura di funzionamento dei moduli).

NOTA Nel caso dei sistemi CPV con inseguimento solare mono-assiale, può essere necessario sostituire al valore di irraggiamento diretto I_d il valore di irraggiamento diretto corretto $I_{d,c}$, come indicato nel par. 15.10.5.1.



È da notare che per sistemi a concentrazione che utilizzano celle a tripla giunzione, la potenza producibile dipende anche dal contenuto spettrale della radiazione solare incidente, la quale varia sensibilmente, ad esempio, al variare dell'Air Mass. Pertanto per tali sistemi, il fornitore può introdurre un indice di prestazione corretto sia in temperatura che per lo spettro incidente. Le correzioni per lo spettro incidente possono tener conto semplicemente della variazione dell'Air Mass o, in modo più completo, della variazione della corrente di corto circuito del modulo, come indicato in seguito. Il valore dell'Air Mass si può calcolare facendo riferimento al documento IEC 82/616/NP art. 13.

Analogamente all'espressione (15.25), la verifica delle prestazioni in potenza di un impianto CPV è effettuata controllando che siano soddisfatte le seguenti condizioni:

$$PRp_{CPV} = \frac{Pca}{Pca_{producibile}(I_d, Pn_{CPV}, T_{cell})} = \frac{Pca}{Rfv2 \times \frac{I_d}{I_{d,CSTC}} \times Pn_{CPV}} > \begin{cases} 0,78 & (\text{se } P_{inv} \leq 20kW) \\ 0,80 & (\text{se } P_{inv} > 20kW) \end{cases} \quad (15.30)$$

dove

$Rfv2$ è calcolato secondo l'espressione (15.24)

P_{inv} è la potenza nominale dell'inverter.

NOTA Nel caso dei sistemi CPV con inseguimento solare mono-assiale, può essere necessario sostituire al valore di irraggiamento diretto I_d il valore di irraggiamento diretto corretto $I_{d,c}$, come indicato nel par. 15.10.5.1.

Alternativamente, per eseguire una correzione che tiene conto sia della variazione dello spettro incidente rispetto allo spettro di riferimento che della temperatura si sostituisce il termine $Rfv2 \frac{I_d}{I_{d,CSTC}}$ dell'equazione (15.30) con il termine

$$Csp = (I_{sc_real}/I_{sc_rif}) * (1 - (T_{cell} - Top) * \gamma) \quad \text{se } T_{cell} \geq Top$$

$$Csp = (I_{sc_real}/I_{sc_rif}) \quad \text{se } T_{cell} < Top$$

La verifica dell'indice prestazionale PRp_{CPV} in fase di avvio dell'impianto viene effettuata con le seguenti condizioni:

- durata del periodo di misura: sufficientemente lungo per cui il valore di PRp_{CPV} non varia più del 2% rispetto all'ultimo valore di misura
- irraggiamento solare diretto sul piano dei moduli: maggiore di 600 W/m²
- intervalli di misura: intervalli regolari, non inferiori a 30 secondi, idealmente ogni 15 secondi
- Condizioni per dati validi: DNI > 600 W/m².
velocità del vento ≤ 4 m/s
temperatura ambiente compresa fra 10 e 40 °C
Air Mass compresa nell'intervallo 1,5÷2,5.

NOTA È opportuno per i sistemi fotovoltaici a concentrazione che fanno uso di cella a tripla giunzione misurare il PRp_{CPV} in condizioni di cielo sereno e intorno al mezzogiorno per ridurre le influenze del contenuto spettrale sulle prestazioni di tali sistemi

La verifica dell'indice prestazionale PRp_{CPV} viene effettuata operando su tutto l'impianto, se tutte le sue sezioni hanno caratteristiche identiche, o su sezioni dello stesso caratterizzate da:

- stessa classe di potenza dell'inverter ($P_{inv} > 20$ kW o $P_{inv} \leq 20$ kW);
- stessa tipologia di modulo CPV;
- stessa tipologia di installazione (e quindi analoga Top).



15.10.5 Misure dell'irraggiamento solare diretto e della temperatura di lavoro dei moduli CPV

15.10.5.1 Misura dell'irraggiamento solare diretto

La misura dell'irraggiamento solare diretto può essere effettuata con un pireliometro avente un angolo di accettazione di $\pm 2,5^\circ$, installato su un adeguato inseguitore solare.

Nel caso dei sistemi a concentrazione che utilizzano sistemi d'inseguimento mono-assiali, la misura dell'irraggiamento solare diretto effettuata con il pireliometro deve essere corretta, se i moduli non hanno la normale orientata nella stessa direzione del pireliometro installato, usualmente, su un inseguitore biassiale sempre allineato nella direzione del sole.

Se l'angolo di accettazione del modulo è maggiore di $\pm 2,5^\circ$, è opportuno che la misura dell'irraggiamento diretto venga effettuata con un piranometro montato sull'inseguitore del modulo, posto all'interno di un collimatore il cui angolo di accettazione è pari a quello del modulo. Considerando la situazione rappresentata, come esempio, in Fig. 15.4, se Φ è l'angolo fra il piano del modulo e la retta congiungente modulo-sole, il valore dell'irraggiamento diretto va moltiplicato per il $\sin \Phi$, pertanto si ha:

$$I_{d,c} = I_d * \sin \phi \quad (15.31)$$

dove I_d è l'irraggiamento diretto misurato con il pireliometro.

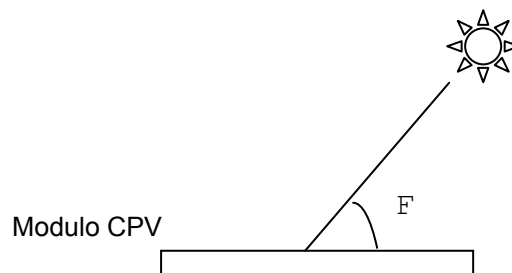


Figura 15.4

15.10.5.2 Misura della temperatura di lavoro dei moduli CPV

La temperatura della cella fotovoltaica T_{cel} può essere determinata in accordo con la Norma IEC 62670 Ed.1, tuttora in preparazione nel WG7 del TC82.



15.10.5.3 Spettro di riferimento ASTM G173-03 derivato da SMARTS v. 2.9.2 normalizzato a 850 W/m^2

Lo spettro di riferimento ASTM G173-03 derivato da SMARTS v. 2.9.2 normalizzato a 850 W/m^2 è presentato nella Figura 15.5, mentre i valori sono riportati in Allegato E.

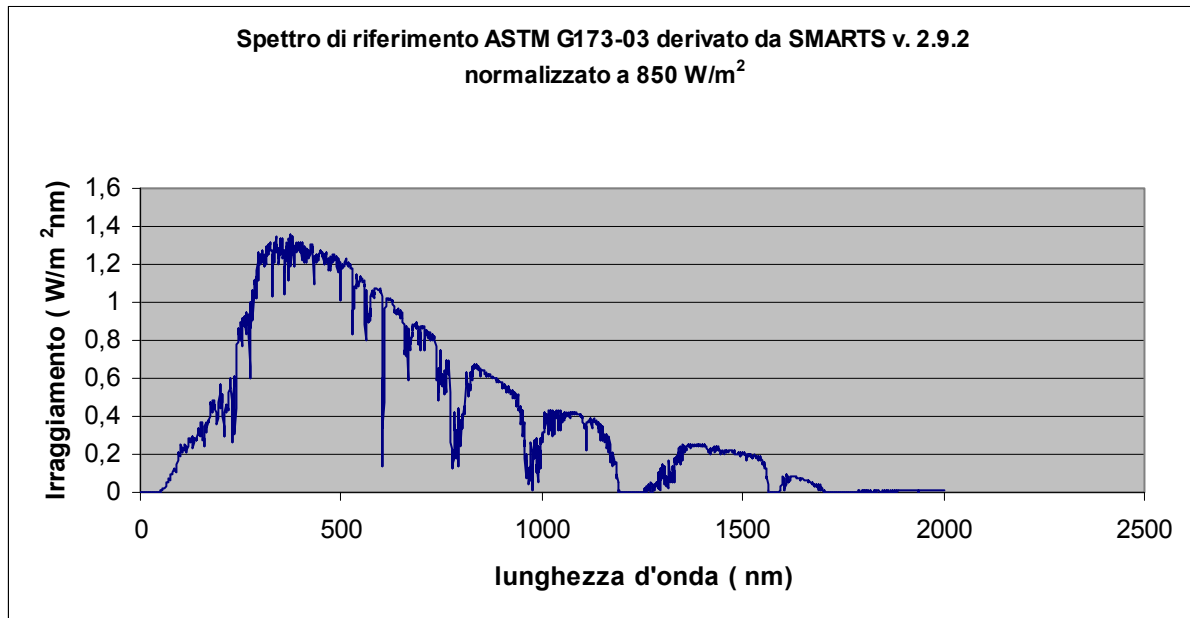


Figura 15.5



Allegato A

Leggi, Deliberazioni e Norme per la progettazione elettrica di impianti fotovoltaici

A.1 Leggi, decreti e circolari ministeriali

Aggiungere i seguenti riferimenti:

- | | |
|-------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| D.M. 10 settembre 2010 | Linee guida per l'autorizzazione degli impianti alimentati da fonti rinnovabili |
| D.L. 3 marzo 2011, n.28 | Attuazione della Direttiva 2009/28/CE sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili, recante modifica e successiva abrogazione delle direttive 2001/77/CE e 2003/30/CE |
| D.M. 5 maggio 2011 | Incentivazione della produzione di energia elettrica da impianti solari fotovoltaici |

A.2 Deliberazioni AEEG

Aggiungere i seguenti riferimenti:

- | | |
|-------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Delibera n.181/10 | <i>(ARG/elt) Attuazione del decreto del Ministro dello Sviluppo Economico, di concerto con il Ministro dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare 6 agosto 2010, ai fini dell'incentivazione della produzione di energia elettrica mediante conversione fotovoltaica della fonte solare</i> |
|-------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

A.3.3 Parte fotovoltaica

Aggiungere i seguenti riferimenti:

- | | |
|----------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>CEI EN 50530
CEI (82-35)</i> | <i>Rendimento globale degli inverter per impianti fotovoltaici collegati alla rete elettrica</i> |
| <i>CEI EN 60904-10
CEI (82-36)</i> | <i>Dispositivi fotovoltaici- Parte 10: Metodi di misura della linearità</i> |
| <i>CEI EN 62109-1
CEI (82-37)</i> | <i>Sicurezza degli apparati di conversione di potenza utilizzati in impianti fotovoltaici di potenza - Parte 1: Prescrizioni generali</i> |
| <i>CEI EN 62446
CEI (82-38)</i> | <i>Sistemi fotovoltaici collegati alla rete elettrica - Prescrizioni minime per la documentazione del sistema, le prove di accettazione e prescrizioni per la verifica ispettiva</i> |



Viene aggiunto il seguente Allegato:

Allegato E

Spettro di riferimento ASTM G173-03 derivato da SMARTS v. 2.9.2 normalizzato a 850 W/m²

Lunghezza d'onda [nm]	Irraggiamento / lung. d'onda [W / (m ² * nm)]	Lunghezza d'onda [nm]	Irraggiamento / lung. d'onda [W / (m ² * nm)]	Lunghezza d'onda [nm]	Irraggiamento / lung. d'onda [W / (m ² * nm)]
280,0	2,39521E-26	300,5	0,000540288	321,0	0,126687778
280,5	1,03105E-24	301,0	0,000868190	321,5	0,121049444
281,0	5,78501E-24	301,5	0,001246761	322,0	0,115222222
281,5	2,59524E-22	302,0	0,001376056	322,5	0,113050000
282,0	2,67712E-21	302,5	0,002069278	323,0	0,109772778
282,5	1,25337E-20	303,0	0,003525800	323,5	0,126489444
283,0	6,38879E-20	303,5	0,004537489	324,0	0,140268889
283,5	1,38021E-19	304,0	0,004814117	324,5	0,146077222
284,0	4,70692E-18	304,5	0,006108194	325,0	0,146426667
284,5	2,04227E-17	305,0	0,008437289	325,5	0,169395556
285,0	8,49981E-17	305,5	0,009620111	326,0	0,197086667
285,5	6,08449E-16	306,0	0,009586111	326,5	0,209307778
286,0	2,21973E-15	306,5	0,010925333	327,0	0,206210000
286,5	1,74326E-14	307,0	0,014399000	327,5	0,201025000
287,0	6,85166E-14	307,5	0,018386444	328,0	0,186745000
287,5	3,45837E-13	308,0	0,019600056	328,5	0,195263889
288,0	2,65021E-12	308,5	0,021486111	329,0	0,220027222
288,5	8,56148E-12	309,0	0,021059222	329,5	0,244271111
289,0	3,30348E-11	309,5	0,022356889	330,0	0,247368889
289,5	1,45142E-10	310,0	0,026280111	330,5	0,227639444
290,0	4,85954E-10	310,5	0,033885722	331,0	0,215663889
290,5	1,25639E-09	311,0	0,042870222	331,5	0,223219444
291,0	3,68003E-09	311,5	0,043591778	332,0	0,231464444
291,5	1,36236E-08	312,0	0,048070333	332,5	0,232852778
292,0	3,85229E-08	312,5	0,050779000	333,0	0,229150556
292,5	6,65021E-08	313,0	0,055082833	333,5	0,219725000
293,0	1,48844E-07	313,5	0,055721278	334,0	0,224995000
293,5	4,44786E-07	314,0	0,061640111	334,5	0,240210000
294,0	8,93048E-07	314,5	0,066560667	335,0	0,250060556
294,5	1,50781E-06	315,0	0,069592333	335,5	0,244554444
295,0	3,04546E-06	315,5	0,061231167	336,0	0,224900556
295,5	7,57501E-06	316,0	0,063360889	336,5	0,208712778
296,0	1,39183E-05	316,5	0,076611444	337,0	0,205577222
296,5	2,20169E-05	317,0	0,087852222	337,5	0,221321111
297,0	3,13433E-05	317,5	0,094172444	338,0	0,239142778
297,5	6,41391E-05	318,0	0,090491944	338,5	0,250740556
298,0	0,000105088	318,5	0,094491667	339,0	0,255906667
298,5	0,000134772	319,0	0,103615000	339,5	0,262999444
299,0	0,000191939	319,5	0,100989444	340,0	0,280112778
299,5	0,000353090	320,0	0,106505000	340,5	0,280254444
300,0	0,000430959	320,5	0,125658333	341,0	0,263802222



Lunghezza d'onda [nm]	Irraggiamento / lung. d'onda [W / (m ² * nm)]	Lunghezza d'onda [nm]	Irraggiamento / lung. d'onda [W / (m ² * nm)]	Lunghezza d'onda [nm]	Irraggiamento / lung. d'onda [W / (m ² * nm)]
341,5	0,263056111	368,5	0,426001111	395,5	0,605398333
342,0	0,275031667	369,0	0,446193333	396,0	0,533072778
342,5	0,286128889	369,5	0,480306667	396,5	0,388176111
343,0	0,291427222	370,0	0,487956667	397,0	0,301107778
343,5	0,276212222	370,5	0,441981111	397,5	0,445315
344,0	0,239435556	371,0	0,44982	398,0	0,603915556
344,5	0,230812778	371,5	0,468321667	398,5	0,714207778
345,0	0,263065556	372,0	0,439223333	399,0	0,759408889
345,5	0,281076111	372,5	0,419229444	399,5	0,7837
346,0	0,275135556	373,0	0,404533889	400,0	0,793229444
346,5	0,280943889	373,5	0,36533	401,0	0,828192778
347,0	0,286336667	374,0	0,365037222	402,0	0,863099444
347,5	0,277203889	374,5	0,362997222	403,0	0,833103889
348,0	0,276778889	375,0	0,388043889	404,0	0,848573889
348,5	0,282237778	375,5	0,429854444	405,0	0,829685
349,0	0,272604444	376,0	0,445947778	406,0	0,81107
349,5	0,280688889	376,5	0,439525556	407,0	0,798480556
350,0	0,310845	377,0	0,472354444	408,0	0,83572
350,5	0,335003889	377,5	0,52785	409,0	0,894549444
351,0	0,326806111	378,0	0,569632222	410,0	0,76415
351,5	0,315331111	378,5	0,556202222	411,0	0,857272222
352,0	0,308587778	379,0	0,496928889	412,0	0,913145556
352,5	0,292343333	379,5	0,446297222	413,0	0,877870556
353,0	0,311430556	380,0	0,469870556	414,0	0,870154444
353,5	0,343315	380,5	0,504295556	415,0	0,902596111
354,0	0,363828333	381,0	0,514004444	416,0	0,931486667
354,5	0,368739444	381,5	0,464052778	417,0	0,910368889
355,0	0,369655556	382,0	0,39627	418,0	0,872591111
355,5	0,357736667	382,5	0,343409444	419,0	0,91001
356,0	0,336477222	383,0	0,308342222	420,0	0,835521667
356,5	0,316341667	383,5	0,298992222	421,0	0,950772222
357,0	0,278866111	384,0	0,346507222	422,0	0,939712778
357,5	0,282861111	384,5	0,417812778	423,0	0,911681667
358,0	0,26384	385,0	0,459358889	424,0	0,908385556
358,5	0,245536667	385,5	0,439629444	425,0	0,937946667
359,0	0,289472222	386,0	0,424848889	426,0	0,912966111
359,5	0,349567222	386,5	0,442453333	427,0	0,883527778
360,0	0,3706	387,0	0,447128333	428,0	0,893680556
360,5	0,351021667	387,5	0,441348333	429,0	0,828901111
361,0	0,323736667	388,0	0,43775	430,0	0,662376667
361,5	0,317777222	388,5	0,435351111	431,0	0,602357222
362,0	0,333861111	389,0	0,473365	432,0	1,003755556
362,5	0,366482222	389,5	0,525460556	433,0	0,935472222
363,0	0,377825	390,0	0,552093889	434,0	0,865611667
363,5	0,368276667	390,5	0,557581111	435,0	0,951055556
364,0	0,382235556	391,0	0,591543333	436,0	1,04465
364,5	0,379468333	391,5	0,600827222	437,0	1,067788889
365,0	0,394872222	392,0	0,553973333	438,0	0,938475556
365,5	0,435483333	392,5	0,462409444	439,0	0,904333889
366,0	0,467575556	393,0	0,335296667	440,0	1,038227778
366,5	0,469332222	393,5	0,267013333	441,0	1,025572222
367,0	0,461540556	394,0	0,347366667	442,0	1,099333333
367,5	0,453720556	394,5	0,479881667	443,0	1,116616667
368,0	0,428012778	395,0	0,567573333	444,0	1,089605556



Lunghezza d'onda [nm]	Irraggiamento / lung. d'onda [W / (m ² * nm)]	Lunghezza d'onda [nm]	Irraggiamento / lung. d'onda [W / (m ² * nm)]	Lunghezza d'onda [nm]	Irraggiamento / lung. d'onda [W / (m ² * nm)]
445,0	1,132577778	499,0	1,268294444	553,0	1,278116667
446,0	1,016788889	500,0	1,264705556	554,0	1,303522222
447,0	1,157605556	501,0	1,226833333	555,0	1,311172222
448,0	1,173188889	502,0	1,226927778	556,0	1,289261111
449,0	1,171961111	503,0	1,284161111	557,0	1,258094444
450,0	1,216538889	504,0	1,197744444	558,0	1,285672222
451,0	1,263288889	505,0	1,284255556	559,0	1,216916667
452,0	1,210966667	506,0	1,336672222	560,0	1,238922222
453,0	1,119544444	507,0	1,279533333	561,0	1,311361111
454,0	1,202277778	508,0	1,247611111	562,0	1,249027778
455,0	1,195194444	509,0	1,308055556	563,0	1,296816667
456,0	1,236088889	510,0	1,274716667	564,0	1,271788889
457,0	1,247894444	511,0	1,298894444	565,0	1,280194444
458,0	1,222677778	512,0	1,334027778	566,0	1,211061111
459,0	1,214461111	513,0	1,253938889	567,0	1,291338889
460,0	1,208038889	514,0	1,228061111	568,0	1,2801
461,0	1,251861111	515,0	1,264138889	569,0	1,249311111
462,0	1,2648	516,0	1,276322222	570,0	1,250444444
463,0	1,270466667	517,0	1,040494444	571,0	1,209833333
464,0	1,232972222	518,0	1,190472222	572,0	1,278211111
465,0	1,218805556	519,0	1,1543	573,0	1,283972222
466,0	1,245722222	520,0	1,260738889	574,0	1,27755
467,0	1,191511111	521,0	1,270466667	575,0	1,249027778
468,0	1,244588889	522,0	1,299555556	576,0	1,238922222
469,0	1,251105556	523,0	1,225511111	577,0	1,270466667
470,0	1,204072222	524,0	1,318633333	578,0	1,231555556
471,0	1,225416667	525,0	1,308905556	579,0	1,2495
472,0	1,290205556	526,0	1,273016667	580,0	1,27075
473,0	1,241377778	527,0	1,113972222	581,0	1,2767
474,0	1,256488889	528,0	1,275755556	582,0	1,296627778
475,0	1,299083333	529,0	1,335633333	583,0	1,310133333
476,0	1,256016667	530,0	1,284255556	584,0	1,307583333
477,0	1,2648	531,0	1,355088889	585,0	1,297383333
478,0	1,307016667	532,0	1,3311	586,0	1,266405556
479,0	1,283122222	533,0	1,189055556	587,0	1,294644444
480,0	1,305694444	534,0	1,27415	588,0	1,265838889
481,0	1,306733333	535,0	1,293983333	589,0	1,093855556
482,0	1,312683333	536,0	1,3498	590,0	1,163177778
483,0	1,297855556	537,0	1,249405556	591,0	1,243927778
484,0	1,274244444	538,0	1,3124	592,0	1,218333333
485,0	1,270938889	539,0	1,280477778	593,0	1,2359
486,0	1,031144444	540,0	1,236844444	594,0	1,230516667
487,0	1,155527778	541,0	1,189527778	595,0	1,2155
488,0	1,251577778	542,0	1,295211111	596,0	1,252333333
489,0	1,1798	543,0	1,274338889	597,0	1,256394444
490,0	1,3192	544,0	1,319483333	598,0	1,241188889
491,0	1,268861111	545,0	1,289827778	599,0	1,241472222
492,0	1,210588889	546,0	1,2784	600,0	1,254033333
493,0	1,295683333	547,0	1,295494444	601,0	1,239394444
494,0	1,265744444	548,0	1,259038889	602,0	1,220977778
495,0	1,3447	549,0	1,2988	603,0	1,247138889
496,0	1,279533333	550,0	1,288977778	604,0	1,269238889
497,0	1,3022	551,0	1,288127778	605,0	1,267255556
498,0	1,267538889	552,0	1,31495	606,0	1,261116667



Lunghezza d'onda [nm]	Irraggiamento / lung. d'onda [W / (m ² * nm)]	Lunghezza d'onda [nm]	Irraggiamento / lung. d'onda [W / (m ² * nm)]	Lunghezza d'onda [nm]	Irraggiamento / lung. d'onda [W / (m ² * nm)]
607,0	1,268766667	661,0	1,1917	715,0	1,079311111
608,0	1,2648	662,0	1,182255556	716,0	1,090644444
609,0	1,255355556	663,0	1,184238889	717,0	0,952094444
610,0	1,250161111	664,0	1,194438889	718,0	0,886578333
611,0	1,243833333	665,0	1,215594444	719,0	0,795921111
612,0	1,262722222	666,0	1,214555556	720,0	0,849433333
613,0	1,244966667	667,0	1,205772222	721,0	0,934688333
614,0	1,207283333	668,0	1,209833333	722,0	1,065427778
615,0	1,251766667	669,0	1,2308	723,0	0,984394444
616,0	1,2189	670,0	1,213894444	724,0	0,909547222
617,0	1,2036	671,0	1,211627778	725,0	0,894776111
618,0	1,249311111	672,0	1,194816667	726,0	0,931581111
619,0	1,255355556	673,0	1,205111111	727,0	0,934886667
620,0	1,256016667	674,0	1,203411111	728,0	0,89692
621,0	1,261683333	675,0	1,193683333	729,0	0,901972778
622,0	1,216633333	676,0	1,207566667	730,0	0,972211111
623,0	1,208227778	677,0	1,196516667	731,0	0,922741111
624,0	1,204261111	678,0	1,202938889	732,0	0,993555556
625,0	1,196327778	679,0	1,192738889	733,0	1,029538889
626,0	1,195194444	680,0	1,194722222	734,0	1,063538889
627,0	1,229855556	681,0	1,190094444	735,0	1,048427778
628,0	1,164311111	682,0	1,195855556	736,0	1,038322222
629,0	1,204922222	683,0	1,183011111	737,0	1,036811111
630,0	1,188961111	684,0	1,175361111	738,0	1,056266667
631,0	1,208794444	685,0	1,176211111	739,0	1,025194444
632,0	1,164216667	686,0	1,149766667	740,0	1,050127778
633,0	1,238166667	687,0	0,833802778	741,0	1,046255556
634,0	1,218994444	688,0	0,962861111	742,0	1,046822222
635,0	1,233916667	689,0	0,969	743,0	1,068733333
636,0	1,205866667	690,0	1,0149	744,0	1,077422222
637,0	1,247044444	691,0	1,057872222	745,0	1,077044444
638,0	1,255355556	692,0	1,087622222	746,0	1,074872222
639,0	1,250255556	693,0	1,081011111	747,0	1,075627778
640,0	1,224188889	694,0	1,068922222	748,0	1,069394444
641,0	1,224944444	695,0	1,0897	749,0	1,0659
642,0	1,227305556	696,0	1,087338889	750,0	1,064672222
643,0	1,240055556	697,0	1,147594444	751,0	1,060044444
644,0	1,234766667	698,0	1,12965	752,0	1,063916667
645,0	1,243833333	699,0	1,106983333	753,0	1,058722222
646,0	1,208605556	700,0	1,098955556	754,0	1,072227778
647,0	1,2036	701,0	1,085072222	755,0	1,069205556
648,0	1,192361111	702,0	1,086111111	756,0	1,056361111
649,0	1,155433333	703,0	1,092438889	757,0	1,055511111
650,0	1,161572222	704,0	1,120488889	758,0	1,062122222
651,0	1,234483333	705,0	1,132294444	759,0	1,032466667
652,0	1,186033333	706,0	1,12625	760,0	0,233428889
653,0	1,223055556	707,0	1,121527778	761,0	0,13532
654,0	1,20955	708,0	1,118127778	762,0	0,599637222
655,0	1,154111111	709,0	1,122	763,0	0,332605
656,0	1,013105556	710,0	1,128988889	764,0	0,471136111
657,0	1,059477778	711,0	1,1271	765,0	0,598560556
658,0	1,184333333	712,0	1,119733333	766,0	0,709088889
659,0	1,188677778	713,0	1,106794444	767,0	0,845976667
660,0	1,196422222	714,0	1,116616667	768,0	0,965411111



Lunghezza d'onda [nm]	Irraggiamento / lung. d'onda [W / (m ² * nm)]	Lunghezza d'onda [nm]	Irraggiamento / lung. d'onda [W / (m ² * nm)]	Lunghezza d'onda [nm]	Irraggiamento / lung. d'onda [W / (m ² * nm)]
769,0	0,977216667	823,0	0,590995556	877,0	0,840064444
770,0	1,005455556	824,0	0,818068333	878,0	0,836843889
771,0	1,012066667	825,0	0,847657778	879,0	0,823026667
772,0	1,020188889	826,0	0,817227778	880,0	0,825765556
773,0	1,019716667	827,0	0,861125556	881,0	0,798650556
774,0	1,02	828,0	0,744883333	882,0	0,819655
775,0	1,020094444	829,0	0,813497222	883,0	0,816887778
776,0	1,02255	830,0	0,802116667	884,0	0,820335
777,0	1,0166	831,0	0,809067778	885,0	0,830289444
778,0	1,015655556	832,0	0,783520556	886,0	0,798197222
779,0	1,020283333	833,0	0,836985556	887,0	0,800879444
780,0	1,009327778	834,0	0,817964444	888,0	0,811268333
781,0	1,006966667	835,0	0,877549444	889,0	0,822053889
782,0	1,011877778	836,0	0,851275	890,0	0,812958889
783,0	1,007911111	837,0	0,882989444	891,0	0,814630556
784,0	1,0013	838,0	0,874413889	892,0	0,799831111
785,0	1,005738889	839,0	0,876283889	893,0	0,768891111
786,0	1,0064	840,0	0,888948889	894,0	0,750011667
787,0	0,9945	841,0	0,884245556	895,0	0,717362222
788,0	0,982127778	842,0	0,872770556	896,0	0,673058333
789,0	0,97835	843,0	0,879948333	897,0	0,588483333
790,0	0,948694444	844,0	0,863543333	898,0	0,634071667
791,0	0,96135	845,0	0,889912222	899,0	0,486020556
792,0	0,952377778	846,0	0,891999444	900,0	0,655718333
793,0	0,945861111	847,0	0,868388333	901,0	0,530418889
794,0	0,953983333	848,0	0,868983333	902,0	0,590277778
795,0	0,950677778	849,0	0,863666111	903,0	0,609006111
796,0	0,934858333	850,0	0,782944444	904,0	0,744807778
797,0	0,949827778	851,0	0,854287778	905,0	0,720960556
798,0	0,967583333	852,0	0,849452222	906,0	0,684741111
799,0	0,948977778	853,0	0,845655556	907,0	0,565089444
800,0	0,933668333	854,0	0,746111111	908,0	0,576970556
801,0	0,944236667	855,0	0,800378889	909,0	0,622502222
802,0	0,945483333	856,0	0,853239444	910,0	0,553000556
803,0	0,928275556	857,0	0,869446111	911,0	0,591033333
804,0	0,939268889	858,0	0,869776667	912,0	0,609242222
805,0	0,918661111	859,0	0,869653889	913,0	0,556334444
806,0	0,955966667	860,0	0,86666	914,0	0,554766667
807,0	0,946144444	861,0	0,865564444	915,0	0,600194444
808,0	0,942971111	862,0	0,872355	916,0	0,510935
809,0	0,919445	863,0	0,87771	917,0	0,645527778
810,0	0,92072	864,0	0,859028889	918,0	0,525224444
811,0	0,918689444	865,0	0,845155	919,0	0,653187222
812,0	0,896107778	866,0	0,744996667	920,0	0,657871667
813,0	0,880562222	867,0	0,803401111	921,0	0,689482222
814,0	0,790320556	868,0	0,841877778	922,0	0,619404444
815,0	0,783199444	869,0	0,833491111	923,0	0,658258889
816,0	0,728837222	870,0	0,849367222	924,0	0,638170556
817,0	0,74596	871,0	0,837448333	925,0	0,629198333
818,0	0,720601667	872,0	0,848932778	926,0	0,622152778
819,0	0,79186	873,0	0,840546111	927,0	0,695904444
820,0	0,754601667	874,0	0,825926111	928,0	0,522872778
821,0	0,871646667	875,0	0,814148889	929,0	0,489146667
822,0	0,831876111	876,0	0,837013889	930,0	0,384190556



Lunghezza d'onda [nm]	Irraggiamento / lung. d'onda [W / (m ² * nm)]	Lunghezza d'onda [nm]	Irraggiamento / lung. d'onda [W / (m ² * nm)]	Lunghezza d'onda [nm]	Irraggiamento / lung. d'onda [W / (m ² * nm)]
931,0	0,363988889	985,0	0,611376667	1039,0	0,602574444
932,0	0,26809	986,0	0,666333889	1040,0	0,598456667
933,0	0,221557222	987,0	0,656285	1041,0	0,598579444
934,0	0,128482222	988,0	0,652223889	1042,0	0,598834444
935,0	0,223738889	989,0	0,664803889	1043,0	0,592856111
936,0	0,144188333	990,0	0,650183889	1044,0	0,595632778
937,0	0,145945	991,0	0,668978333	1045,0	0,59228
938,0	0,179085556	992,0	0,666749444	1046,0	0,576847778
939,0	0,355026111	993,0	0,654736111	1047,0	0,585631111
940,0	0,419437222	994,0	0,669526111	1048,0	0,590835
941,0	0,331226111	995,0	0,667467222	1049,0	0,587501111
942,0	0,360702222	996,0	0,664973889	1050,0	0,583685556
943,0	0,248285	997,0	0,656908333	1051,0	0,584252222
944,0	0,254877222	998,0	0,656209444	1052,0	0,580710556
945,0	0,327996111	999,0	0,655963889	1053,0	0,578963333
946,0	0,173862778	1000,0	0,653168333	1054,0	0,576564444
947,0	0,33065	1001,0	0,661233889	1055,0	0,578396667
948,0	0,244715	1002,0	0,646925556	1056,0	0,576630556
949,0	0,439298889	1003,0	0,652478889	1057,0	0,575261111
950,0	0,131693333	1004,0	0,642751111	1058,0	0,569367778
951,0	0,430317222	1005,0	0,605766667	1059,0	0,552056111
952,0	0,240058889	1006,0	0,633221667	1060,0	0,567356111
953,0	0,306396667	1007,0	0,646595	1061,0	0,554332222
954,0	0,377664444	1008,0	0,646066111	1062,0	0,564607778
955,0	0,304148889	1009,0	0,639785556	1063,0	0,555475
956,0	0,29274	1010,0	0,639341667	1064,0	0,564041111
957,0	0,241692778	1011,0	0,642543333	1065,0	0,561576111
958,0	0,410389444	1012,0	0,639077222	1066,0	0,550894444
959,0	0,333332222	1013,0	0,638028889	1067,0	0,553793889
960,0	0,374802778	1014,0	0,640786667	1068,0	0,553076111
961,0	0,410653889	1015,0	0,629717778	1069,0	0,523486667
962,0	0,393493333	1016,0	0,632551111	1070,0	0,540014444
963,0	0,449413889	1017,0	0,625571667	1071,0	0,550648889
964,0	0,408396667	1018,0	0,635261667	1072,0	0,54961
965,0	0,448318333	1019,0	0,612755556	1073,0	0,539145556
966,0	0,447449444	1020,0	0,621812778	1074,0	0,555144444
967,0	0,447222778	1021,0	0,624343889	1075,0	0,529398889
968,0	0,578953889	1022,0	0,6137	1076,0	0,549109444
969,0	0,608977778	1023,0	0,618516667	1077,0	0,539986111
970,0	0,563729444	1024,0	0,614616111	1078,0	0,539051111
971,0	0,633335	1025,0	0,620755	1079,0	0,540316667
972,0	0,610385	1026,0	0,619791667	1080,0	0,533790556
973,0	0,539098333	1027,0	0,616892222	1081,0	0,519189444
974,0	0,511605556	1028,0	0,617647778	1082,0	0,526745
975,0	0,524506667	1029,0	0,610932778	1083,0	0,534583889
976,0	0,508791111	1030,0	0,614757778	1084,0	0,517319444
977,0	0,56746	1031,0	0,611990556	1085,0	0,530428333
978,0	0,546861667	1032,0	0,612491111	1086,0	0,495795556
979,0	0,567101111	1033,0	0,602092778	1087,0	0,507025
980,0	0,537776111	1034,0	0,605728889	1088,0	0,530390556
981,0	0,633325556	1035,0	0,607731111	1089,0	0,518084444
982,0	0,614852222	1036,0	0,607495	1090,0	0,497306667
983,0	0,594197222	1037,0	0,601271111	1091,0	0,526263333
984,0	0,654405556	1038,0	0,598409444	1092,0	0,519897778



Lunghezza d'onda [nm]	Irraggiamento / lung. d'onda [W / (m ² * nm)]	Lunghezza d'onda [nm]	Irraggiamento / lung. d'onda [W / (m ² * nm)]	Lunghezza d'onda [nm]	Irraggiamento / lung. d'onda [W / (m ² * nm)]
1093,0	0,457271667	1147,0	0,053564167	1201,0	0,394163889
1094,0	0,4828	1148,0	0,244592222	1202,0	0,394239444
1095,0	0,466206111	1149,0	0,197332222	1203,0	0,391387222
1096,0	0,450792778	1150,0	0,110008889	1204,0	0,327202778
1097,0	0,517602778	1151,0	0,183722778	1205,0	0,393965556
1098,0	0,450585	1152,0	0,223512222	1206,0	0,433235556
1099,0	0,454853889	1153,0	0,214974444	1207,0	0,387637778
1100,0	0,435511667	1154,0	0,128850556	1208,0	0,390801667
1101,0	0,445485	1155,0	0,282417222	1209,0	0,373508889
1102,0	0,420400556	1156,0	0,253460556	1210,0	0,408632778
1103,0	0,418303889	1157,0	0,283711111	1211,0	0,380790556
1104,0	0,419446667	1158,0	0,281161111	1212,0	0,38318
1105,0	0,453947222	1159,0	0,303761667	1213,0	0,423148889
1106,0	0,357377778	1160,0	0,258503889	1214,0	0,391406111
1107,0	0,433178889	1161,0	0,313243889	1215,0	0,385815
1108,0	0,373216111	1162,0	0,315557778	1216,0	0,420362778
1109,0	0,370685	1163,0	0,421637778	1217,0	0,410427222
1110,0	0,429684444	1164,0	0,362024444	1218,0	0,414063333
1111,0	0,29818	1165,0	0,3502	1219,0	0,402701667
1112,0	0,37145	1166,0	0,337931667	1220,0	0,412948889
1113,0	0,241768333	1167,0	0,369325	1221,0	0,419456111
1114,0	0,269884444	1168,0	0,377947778	1222,0	0,407017778
1115,0	0,225089444	1169,0	0,381064444	1223,0	0,400444444
1116,0	0,181550556	1170,0	0,413015	1224,0	0,404108889
1117,0	0,071932667	1171,0	0,40375	1225,0	0,416887222
1118,0	0,196095	1172,0	0,409605556	1226,0	0,422128889
1119,0	0,102198333	1173,0	0,411041111	1227,0	0,390622222
1120,0	0,128085556	1174,0	0,304045	1228,0	0,420693333
1121,0	0,167667222	1175,0	0,407452222	1229,0	0,421297778
1122,0	0,073816833	1176,0	0,429221667	1230,0	0,414875556
1123,0	0,115741667	1177,0	0,425377778	1231,0	0,425632778
1124,0	0,098193889	1178,0	0,324803889	1232,0	0,420513889
1125,0	0,130276667	1179,0	0,435521111	1233,0	0,409501667
1126,0	0,046649889	1180,0	0,397157778	1234,0	0,423989444
1127,0	0,141968889	1181,0	0,410106111	1235,0	0,419418333
1128,0	0,089671222	1182,0	0,291861667	1236,0	0,423063889
1129,0	0,095700556	1183,0	0,395278333	1237,0	0,418001667
1130,0	0,063814222	1184,0	0,378561667	1238,0	0,42211
1131,0	0,266342778	1185,0	0,367464444	1239,0	0,417387778
1132,0	0,211168333	1186,0	0,429892222	1240,0	0,415659444
1133,0	0,138465	1187,0	0,410776667	1241,0	0,416783333
1134,0	0,037766444	1188,0	0,302590556	1242,0	0,417246111
1135,0	0,013995722	1189,0	0,374802778	1243,0	0,412835556
1136,0	0,116355556	1190,0	0,416726667	1244,0	0,410823889
1137,0	0,259457778	1191,0	0,402692222	1245,0	0,411985556
1138,0	0,183486667	1192,0	0,426615	1246,0	0,41463
1139,0	0,269015556	1193,0	0,409605556	1247,0	0,412863889
1140,0	0,230888333	1194,0	0,422648333	1248,0	0,413931111
1141,0	0,17459	1195,0	0,403003889	1249,0	0,414894444
1142,0	0,202876111	1196,0	0,388997778	1250,0	0,412571111
1143,0	0,281047778	1197,0	0,429977222	1251,0	0,408566667
1144,0	0,102406111	1198,0	0,391245556	1252,0	0,407112222
1145,0	0,131995556	1199,0	0,329318333	1253,0	0,404250556
1146,0	0,142469444	1200,0	0,404118333	1254,0	0,400595556



Lunghezza d'onda [nm]	Irraggiamento / lung. d'onda [W / (m ² * nm)]	Lunghezza d'onda [nm]	Irraggiamento / lung. d'onda [W / (m ² * nm)]	Lunghezza d'onda [nm]	Irraggiamento / lung. d'onda [W / (m ² * nm)]
1255,0	0,406942222	1309,0	0,347763333	1363,0	2,88433E-06
1256,0	0,397573333	1310,0	0,27302	1364,0	1,24194E-06
1257,0	0,393172222	1311,0	0,302335556	1365,0	8,29534E-12
1258,0	0,401851667	1312,0	0,30209	1366,0	1,16913E-05
1259,0	0,385975556	1313,0	0,284173889	1367,0	4,54854E-06
1260,0	0,389441667	1314,0	0,261516667	1368,0	1,35159E-13
1261,0	0,371837222	1315,0	0,259221667	1369,0	4,72298E-07
1262,0	0,357632778	1316,0	0,293845	1370,0	2,66957E-07
1263,0	0,361722222	1317,0	0,283040556	1371,0	1,80398E-08
1264,0	0,33592	1318,0	0,302071111	1372,0	2,51439E-06
1265,0	0,357670556	1319,0	0,243695	1373,0	4,06026E-05
1266,0	0,348320556	1320,0	0,234826667	1374,0	0,000163861
1267,0	0,350946111	1321,0	0,270904444	1375,0	0,000295696
1268,0	0,335041667	1322,0	0,274106111	1376,0	0,000235497
1269,0	0,223417778	1323,0	0,211423333	1377,0	0,000112228
1270,0	0,350266111	1324,0	0,238292778	1378,0	0,001014428
1271,0	0,368918889	1325,0	0,292239444	1379,0	4,77256E-05
1272,0	0,36941	1326,0	0,254584444	1380,0	7,46508E-05
1273,0	0,367143333	1327,0	0,241711667	1381,0	2,17014E-06
1274,0	0,367048889	1328,0	0,213019444	1382,0	2,34921E-06
1275,0	0,372630556	1329,0	0,161471667	1383,0	4,02834E-08
1276,0	0,376786111	1330,0	0,208268889	1384,0	5,64608E-07
1277,0	0,379581667	1331,0	0,131759444	1385,0	1,91297E-06
1278,0	0,386428889	1332,0	0,132656667	1386,0	2,30832E-06
1279,0	0,38369	1333,0	0,184591667	1387,0	0,000182164
1280,0	0,381432778	1334,0	0,153963333	1388,0	3,68683E-06
1281,0	0,373565556	1335,0	0,210082222	1389,0	0,000532081
1282,0	0,337119444	1336,0	0,166883333	1390,0	0,000451784
1283,0	0,368125556	1337,0	0,149713333	1391,0	0,000314925
1284,0	0,380308889	1338,0	0,161981667	1392,0	2,17836E-05
1285,0	0,383227222	1339,0	0,160867222	1393,0	0,000106137
1286,0	0,38607	1340,0	0,153151111	1394,0	6,91976E-05
1287,0	0,381602778	1341,0	0,155068333	1395,0	6,15183E-07
1288,0	0,379591111	1342,0	0,161962778	1396,0	5,79303E-09
1289,0	0,370165556	1343,0	0,115779444	1397,0	4,49603E-05
1290,0	0,373263333	1344,0	0,068961444	1398,0	0,001164406
1291,0	0,377815556	1345,0	0,099365	1399,0	0,000744553
1292,0	0,358378889	1346,0	0,053067389	1400,0	2,97623E-09
1293,0	0,373112222	1347,0	0,054832556	1401,0	9,65128E-09
1294,0	0,365585	1348,0	0,004331411	1402,0	0,001682717
1295,0	0,366453889	1349,0	0,014749389	1403,0	0,002182422
1296,0	0,352485556	1350,0	0,014627556	1404,0	0,000677686
1297,0	0,336061667	1351,0	0,004227239	1405,0	3,34286E-07
1298,0	0,354506667	1352,0	0,00138465	1406,0	0,001875761
1299,0	0,369532778	1353,0	8,77559E-05	1407,0	0,000160149
1300,0	0,319741667	1354,0	0,000264926	1408,0	0,001513283
1301,0	0,327986667	1355,0	3,29111E-06	1409,0	0,000568168
1302,0	0,354535	1356,0	4,39063E-05	1410,0	0,000428136
1303,0	0,313527222	1357,0	6,55718E-05	1411,0	0,001940267
1304,0	0,272462778	1358,0	3,83208E-06	1412,0	0,0024225
1305,0	0,347395	1359,0	6,70933E-07	1413,0	0,021429444
1306,0	0,348056111	1360,0	1,95557E-06	1414,0	0,000333946
1307,0	0,277307778	1361,0	4,3979E-09	1415,0	0,000168621
1308,0	0,314282778	1362,0	1,65174E-11	1416,0	0,032640944



Lunghezza d'onda [nm]	Irraggiamento / lung. d'onda [W / (m ² * nm)]	Lunghezza d'onda [nm]	Irraggiamento / lung. d'onda [W / (m ² * nm)]	Lunghezza d'onda [nm]	Irraggiamento / lung. d'onda [W / (m ² * nm)]
1417,0	0,010795944	1471,0	0,016427667	1525,0	0,237433333
1418,0	0,012449667	1472,0	0,043034556	1526,0	0,245338333
1419,0	0,001969261	1473,0	0,064569778	1527,0	0,240531111
1420,0	0,007596828	1474,0	0,089500278	1528,0	0,256152222
1421,0	0,008416606	1475,0	0,169565556	1529,0	0,2499
1422,0	0,042521722	1476,0	0,0632655	1530,0	0,234118333
1423,0	0,0084694	1477,0	0,064142889	1531,0	0,247444444
1424,0	0,015593722	1478,0	0,058390278	1532,0	0,255368333
1425,0	0,023745222	1479,0	0,110311111	1533,0	0,254225556
1426,0	0,025530222	1480,0	0,055781722	1534,0	0,246707778
1427,0	0,045503333	1481,0	0,105976111	1535,0	0,244837778
1428,0	0,004189556	1482,0	0,053802167	1536,0	0,251968333
1429,0	0,034930278	1483,0	0,13651	1537,0	0,250825556
1430,0	0,056583556	1484,0	0,126319444	1538,0	0,249588333
1431,0	0,046081333	1485,0	0,11492	1539,0	0,250457222
1432,0	0,002316156	1486,0	0,113408889	1540,0	0,243071667
1433,0	0,032932778	1487,0	0,055761889	1541,0	0,246887222
1434,0	0,0192695	1488,0	0,086562111	1542,0	0,247113889
1435,0	0,019688833	1489,0	0,174183889	1543,0	0,249701667
1436,0	0,035252333	1490,0	0,160489444	1544,0	0,249739444
1437,0	0,027469167	1491,0	0,181541111	1545,0	0,254263333
1438,0	0,012195611	1492,0	0,150978889	1546,0	0,252213889
1439,0	0,046912444	1493,0	0,166703889	1547,0	0,250627222
1440,0	0,0364055	1494,0	0,186943333	1548,0	0,2448
1441,0	0,029239056	1495,0	0,167591667	1549,0	0,25092
1442,0	0,033391778	1496,0	0,154747222	1550,0	0,24769
1443,0	0,041430889	1497,0	0,209647778	1551,0	0,248322778
1444,0	0,056801722	1498,0	0,174127222	1552,0	0,249475
1445,0	0,045743222	1499,0	0,199665	1553,0	0,249012222
1446,0	0,021242444	1500,0	0,229868333	1554,0	0,242977222
1447,0	0,033305833	1501,0	0,243496667	1555,0	0,245602778
1448,0	0,106287778	1502,0	0,214275556	1556,0	0,241485
1449,0	0,093853222	1503,0	0,169735556	1557,0	0,248398333
1450,0	0,025215722	1504,0	0,147201111	1558,0	0,246433889
1451,0	0,01037	1505,0	0,168913889	1559,0	0,246065556
1452,0	0,057344778	1506,0	0,236356667	1560,0	0,243865
1453,0	0,0753695	1507,0	0,234023889	1561,0	0,247841111
1454,0	0,126404444	1508,0	0,222945556	1562,0	0,245583889
1455,0	0,060830722	1509,0	0,171596111	1563,0	0,244771667
1456,0	0,081371444	1510,0	0,248096111	1564,0	0,241069444
1457,0	0,107534444	1511,0	0,242816667	1565,0	0,245319444
1458,0	0,125356111	1512,0	0,239086111	1566,0	0,24089
1459,0	0,149788889	1513,0	0,22236	1567,0	0,241456667
1460,0	0,078540944	1514,0	0,207116667	1568,0	0,236082778
1461,0	0,083003444	1515,0	0,243704444	1569,0	0,233617778
1462,0	0,12002	1516,0	0,235572778	1570,0	0,221916111
1463,0	0,039766778	1517,0	0,228687778	1571,0	0,215805556
1464,0	0,139494444	1518,0	0,231285	1572,0	0,218242222
1465,0	0,085860389	1519,0	0,224201667	1573,0	0,214861111
1466,0	0,059970333	1520,0	0,242608889	1574,0	0,221604444
1467,0	0,033176444	1521,0	0,252232778	1575,0	0,219998889
1468,0	0,070765333	1522,0	0,241938333	1576,0	0,226477778
1469,0	0,087213778	1523,0	0,256813333	1577,0	0,198276667
1470,0	0,045708278	1524,0	0,252572778	1578,0	0,215843333



Lunghezza d'onda [nm]	Irraggiamento / lung. d'onda [W / (m ² * nm)]	Lunghezza d'onda [nm]	Irraggiamento / lung. d'onda [W / (m ² * nm)]	Lunghezza d'onda [nm]	Irraggiamento / lung. d'onda [W / (m ² * nm)]
1579,0	0,217269444	1633,0	0,213576667	1687,0	0,188426111
1580,0	0,224513333	1634,0	0,213708889	1688,0	0,193280556
1581,0	0,2282250000	1635,0	0,214502222	1689,0	0,19057000
1582,0	0,222020000	1636,0	0,216079444	1690,0	0,188803889
1583,0	0,227148333	1637,0	0,208382222	1691,0	0,177631111
1584,0	0,228498889	1638,0	0,202045000	1692,0	0,190532222
1585,0	0,237386111	1639,0	0,202205556	1693,0	0,194432778
1586,0	0,234581111	1640,0	0,197511667	1694,0	0,188416667
1587,0	0,232135000	1641,0	0,201620000	1695,0	0,192921667
1588,0	0,230331111	1642,0	0,202743889	1696,0	0,192506111
1589,0	0,213132778	1643,0	0,197757222	1697,0	0,166685000
1590,0	0,221812222	1644,0	0,205256111	1698,0	0,190843889
1591,0	0,221972778	1645,0	0,200373333	1699,0	0,189115556
1592,0	0,231407778	1646,0	0,199721667	1700,0	0,183826667
1593,0	0,236980000	1647,0	0,209052778	1702,0	0,187698889
1594,0	0,235072222	1648,0	0,198871667	1705,0	0,182041667
1595,0	0,236895000	1649,0	0,200798333	1710,0	0,172984444
1596,0	0,224315000	1650,0	0,206852222	1715,0	0,174627778
1597,0	0,226525000	1651,0	0,191542778	1720,0	0,172181667
1598,0	0,233211667	1652,0	0,205454444	1725,0	0,164021667
1599,0	0,222048333	1653,0	0,204576111	1730,0	0,160357222
1600,0	0,218478333	1654,0	0,198248333	1735,0	0,148825556
1601,0	0,204859444	1655,0	0,204179444	1740,0	0,154936111
1602,0	0,205700000	1656,0	0,202998889	1745,0	0,142658333
1603,0	0,205558333	1657,0	0,204122778	1750,0	0,152641111
1604,0	0,209638333	1658,0	0,206550000	1755,0	0,141015000
1605,0	0,217316667	1659,0	0,203187778	1760,0	0,147408889
1606,0	0,221500556	1660,0	0,205142778	1765,0	0,122466111
1607,0	0,213793889	1661,0	0,205643333	1770,0	0,130626111
1608,0	0,211017222	1662,0	0,201289444	1775,0	0,105900556
1609,0	0,208608889	1663,0	0,204283333	1780,0	0,092690611
1610,0	0,199712222	1664,0	0,203036667	1785,0	0,071023167
1611,0	0,208146111	1665,0	0,194621667	1790,0	0,082007056
1612,0	0,211763333	1666,0	0,164437222	1795,0	0,043316000
1613,0	0,217666111	1667,0	0,193630000	1800,0	0,029383556
1614,0	0,218752222	1668,0	0,197209444	1805,0	0,013680278
1615,0	0,221188889	1669,0	0,197757222	1810,0	0,008949744
1616,0	0,211508333	1670,0	0,203745000	1815,0	0,003031006
1617,0	0,215314444	1671,0	0,201110000	1820,0	0,000912126
1618,0	0,223455556	1672,0	0,194385556	1825,0	0,001177061
1619,0	0,221141667	1673,0	0,198824444	1830,0	4,80684E-06
1620,0	0,215172778	1674,0	0,198352222	1835,0	5,92960E-06
1621,0	0,215002778	1675,0	0,196378333	1840,0	5,79294E-08
1622,0	0,217987222	1676,0	0,194404444	1845,0	5,78926E-06
1623,0	0,222501667	1677,0	0,195197778	1850,0	2,77176E-06
1624,0	0,222718889	1678,0	0,192336111	1855,0	2,62508E-07
1625,0	0,218251667	1679,0	0,195887222	1860,0	1,03133E-05
1626,0	0,219998889	1680,0	0,189049444	1865,0	1,57193E-05
1627,0	0,220981111	1681,0	0,178840000	1870,0	2,46953E-10
1628,0	0,221434444	1682,0	0,187283333	1875,0	4,18351E-10
1629,0	0,221528889	1683,0	0,192260556	1880,0	7,18939E-05
1630,0	0,217071111	1684,0	0,182117222	1885,0	4,07329E-05
1631,0	0,218506667	1685,0	0,196095000	1890,0	0,000207362
1632,0	0,218648333	1686,0	0,193384444	1895,0	0,000120351



Lunghezza d'onda [nm]	Irraggiamento / lung. d'onda [W / (m ² * nm)]	Lunghezza d'onda [nm]	Irraggiamento / lung. d'onda [W / (m ² * nm)]	Lunghezza d'onda [nm]	Irraggiamento / lung. d'onda [W / (m ² * nm)]
1900,0	8,01984E-07	2170,0	0,076288444	2440,0	0,040541222
1905,0	5,26981E-07	2175,0	0,074853833	2445,0	0,019509389
1910,0	2,14634E-05	2180,0	0,076119389	2450,0	0,012771722
1915,0	1,85801E-05	2185,0	0,069377000	2455,0	0,023323056
1920,0	0,000419815	2190,0	0,073576944	2460,0	0,031314944
1925,0	0,000871968	2195,0	0,073508944	2465,0	0,022675167
1930,0	0,000514477	2200,0	0,066276389	2470,0	0,015710833
1935,0	0,003345978	2205,0	0,068894389	2475,0	0,015458667
1940,0	0,003055939	2210,0	0,073831000	2480,0	0,007555178
1945,0	0,010112167	2215,0	0,071011833	2485,0	0,005273778
1950,0	0,015566333	2220,0	0,072373722	2490,0	0,003301494
1955,0	0,009336778	2225,0	0,070266667	2495,0	0,002705550
1960,0	0,020370722	2230,0	0,070575500	2500,0	0,006642089
1965,0	0,026552111	2235,0	0,069218333	2505,0	0,001428378
1970,0	0,045385278	2240,0	0,068132222	2510,0	0,002083728
1975,0	0,063022778	2245,0	0,066027056	2515,0	0,000487749
1980,0	0,070109889	2250,0	0,067087667	2520,0	0,000348302
1985,0	0,077090278	2255,0	0,063150278	2525,0	3,89054E-05
1990,0	0,079450444	2260,0	0,062468389	2530,0	5,97635E-07
1995,0	0,075354389	2265,0	0,063613056	2535,0	1,64475E-07
2000,0	0,035408167	2270,0	0,060574778	2540,0	3,54365E-07
2005,0	0,013927722	2275,0	0,059791833	2545,0	5,04985E-11
2010,0	0,036900389	2280,0	0,061909278	2550,0	2,65068E-13
2015,0	0,024752000	2285,0	0,058922944	2555,0	9,8005E-10
2020,0	0,041781278	2290,0	0,059059889	2560,0	2,91286E-11
2025,0	0,068735722	2295,0	0,057236167	2565,0	1,49657E-14
2030,0	0,078823333	2300,0	0,054960056	2570,0	1,43093E-18
2035,0	0,089540889	2305,0	0,055291556	2575,0	1,01131E-27
2040,0	0,083436000	2310,0	0,059678500	2580,0	3,58256E-22
2045,0	0,084656222	2315,0	0,054332000	2585,0	1,61160E-34
2050,0	0,063175778	2320,0	0,048628500	2590,0	5,13485E-31
2055,0	0,051085000	2325,0	0,052535667	2595,0	2,14068E-33
2060,0	0,064370500	2330,0	0,053107056	2600,0	4,20807E-28
2065,0	0,057575222	2335,0	0,054175222	2605,0	5,43924E-35
2070,0	0,061119722	2340,0	0,042845667	2610,0	5,56939E-34
2075,0	0,072065833	2345,0	0,048042944	2615,0	1,04890E-37
2080,0	0,080776444	2350,0	0,038830833	2620,0	5,29418E-29
2085,0	0,079188833	2355,0	0,044377556	2625,0	3,62459E-28
2090,0	0,082902389	2360,0	0,046961556	2630,0	2,64690E-45
2095,0	0,083508722	2365,0	0,046191833	2635,0	3,65679E-16
2100,0	0,080154056	2370,0	0,028818778	2640,0	1,10094E-16
2105,0	0,086672611	2375,0	0,041276000	2645,0	8,43313E-19
2110,0	0,083413333	2380,0	0,039787556	2650,0	1,33979E-19
2115,0	0,085290889	2385,0	0,028829167	2655,0	1,23118E-27
2120,0	0,081487611	2390,0	0,034706444	2660,0	2,44422E-25
2125,0	0,082452833	2395,0	0,037965722	2665,0	1,04314E-37
2130,0	0,083509667	2400,0	0,041296778	2670,0	0
2135,0	0,083752389	2405,0	0,031436778	2675,0	0
2140,0	0,084423889	2410,0	0,031642667	2680,0	0
2145,0	0,083235778	2415,0	0,025554778	2685,0	0
2150,0	0,078737389	2420,0	0,024893667	2690,0	9,61256E-30
2155,0	0,078923444	2425,0	0,030979667	2695,0	6,70688E-33
2160,0	0,078305778	2430,0	0,042240278	2700,0	0
2165,0	0,070998611	2435,0	0,013944722	2705,0	2,76467E-42



Lunghezza d'onda [nm]	Irraggiamento / lung. d'onda [W / (m ² * nm)]	Lunghezza d'onda [nm]	Irraggiamento / lung. d'onda [W / (m ² * nm)]	Lunghezza d'onda [nm]	Irraggiamento / lung. d'onda [W / (m ² * nm)]
2710,0	1,06146E-35	2980,0	0,001279533	3250,0	0,002484644
2715,0	3,64074E-26	2985,0	0,006657861	3255,0	0,009471833
2720,0	5,2938E-45	2990,0	0,009828833	3260,0	0,001167333
2725,0	6,90332E-22	2995,0	0,004088122	3265,0	0,002331456
2730,0	5,75441E-19	3000,0	0,007502856	3270,0	0,001160911
2735,0	5,20587E-21	3005,0	0,002763539	3275,0	0,005643811
2740,0	2,21331E-27	3010,0	0,006546889	3280,0	0,002728500
2745,0	1,24893E-23	3015,0	0,005310800	3285,0	0,010599500
2750,0	1,5827E-28	3020,0	0,000605795	3290,0	0,008340389
2755,0	6,35252E-44	3025,0	0,007172867	3295,0	0,001165161
2760,0	0	3030,0	0,005807483	3300,0	0,001694711
2765,0	2,55009E-27	3035,0	0,002388500	3305,0	0,003753789
2770,0	7,9832E-24	3040,0	0,001934883	3310,0	0,003736694
2775,0	3,81178E-38	3045,0	0,004023239	3315,0	1,53652E-05
2780,0	4,58358E-34	3050,0	0,000986567	3320,0	5,71351E-05
2785,0	3,70742E-27	3055,0	0,000276675	3325,0	0,003351456
2790,0	1,16119E-16	3060,0	0,006021872	3330,0	0,004440211
2795,0	3,45582E-16	3065,0	0,002782144	3335,0	0,008638833
2800,0	1,57392E-12	3070,0	0,001671572	3340,0	0,003296394
2805,0	6,44376E-14	3075,0	0,005754311	3345,0	0,003373744
2810,0	3,84342E-10	3080,0	0,003461011	3350,0	0,007649811
2815,0	2,74059E-10	3085,0	0,001688289	3355,0	0,003460633
2820,0	1,96341E-11	3090,0	0,002274222	3360,0	0,004995356
2825,0	1,68243E-07	3095,0	0,000625846	3365,0	0,006855817
2830,0	3,72819E-06	3100,0	0,004204006	3370,0	0,003756056
2835,0	2,03367E-10	3105,0	0,000880251	3375,0	0,008064422
2840,0	1,87463E-07	3110,0	0,000807727	3380,0	0,004875600
2845,0	3,87921E-05	3115,0	0,002165800	3385,0	0,007144722
2850,0	1,10576E-06	3120,0	0,009377767	3390,0	0,009402133
2855,0	4,29014E-07	3125,0	0,002892361	3395,0	0,009108789
2860,0	2,42458E-05	3130,0	0,005501011	3400,0	0,011935889
2865,0	0,000160310	3135,0	0,010928167	3405,0	0,004255761
2870,0	6,03708E-06	3140,0	0,003173617	3410,0	0,006757217
2875,0	0,000374595	3145,0	0,003104294	3415,0	0,006945728
2880,0	0,000236461	3150,0	0,006370939	3420,0	0,012565833
2885,0	0,000433557	3155,0	0,005380028	3425,0	0,009550222
2890,0	0,000178122	3160,0	0,008811100	3430,0	0,008293167
2895,0	0,002548300	3165,0	0,013376167	3435,0	0,011024500
2900,0	0,000776173	3170,0	0,011942500	3440,0	0,007667094
2905,0	0,000106127	3175,0	0,008807133	3445,0	0,010798778
2910,0	0,002603456	3180,0	0,010133889	3450,0	0,010641056
2915,0	0,001203411	3185,0	0,007710822	3455,0	0,007927478
2920,0	0,002768733	3190,0	0,004043828	3460,0	0,011953833
2925,0	0,001036339	3195,0	0,002568606	3465,0	0,009365394
2930,0	0,005629456	3200,0	0,000418200	3470,0	0,011697889
2935,0	0,006207361	3205,0	0,000295422	3475,0	0,010437056
2940,0	0,001556350	3210,0	0,000130031	3480,0	0,010705278
2945,0	0,001385783	3215,0	0,000474461	3485,0	0,011533556
2950,0	0,004999417	3220,0	0,001534250	3490,0	0,009935556
2955,0	0,002234083	3225,0	0,000189512	3495,0	0,011695056
2960,0	0,004396294	3230,0	0,000324927	3500,0	0,011363556
2965,0	0,007112894	3235,0	0,006953472	3505,0	0,011260611
2970,0	0,000336940	3240,0	0,003571511	3510,0	0,011406056
2975,0	0,000816935	3245,0	0,000699796	3515,0	0,010953667



Lunghezza d'onda [nm]	Irraggiamento / lung. d'onda [W / (m² * nm)]	Lunghezza d'onda [nm]	Irraggiamento / lung. d'onda [W / (m² * nm)]	Lunghezza d'onda [nm]	Irraggiamento / lung. d'onda [W / (m² * nm)]
3520,0	0,011546778	3690,0	0,009204367	3860,0	0,007574161
3525,0	0,010882833	3695,0	0,009622000	3865,0	0,007673422
3530,0	0,010593833	3700,0	0,010329389	3870,0	0,006973683
3535,0	0,009001028	3705,0	0,010225500	3875,0	0,006406356
3540,0	0,008595483	3710,0	0,008890056	3880,0	0,006190172
3545,0	0,009081211	3715,0	0,008757928	3885,0	0,006415233
3550,0	0,010026222	3720,0	0,009849611	3890,0	0,006519311
3555,0	0,008617583	3725,0	0,010153722	3895,0	0,007081728
3560,0	0,010268000	3730,0	0,008799294	3900,0	0,007507106
3565,0	0,010320889	3735,0	0,008146778	3905,0	0,007508333
3570,0	0,007928706	3740,0	0,008398283	3910,0	0,006758444
3575,0	0,008219311	3745,0	0,009803333	3915,0	0,006617722
3580,0	0,009685278	3750,0	0,008815539	3920,0	0,006579472
3585,0	0,008715522	3755,0	0,008531733	3925,0	0,006489656
3590,0	0,008985917	3760,0	0,008409428	3930,0	0,006677128
3595,0	0,009192183	3765,0	0,008111928	3935,0	0,006964617
3600,0	0,009754222	3770,0	0,008655739	3940,0	0,007010422
3605,0	0,009845833	3775,0	0,008586700	3945,0	0,007141228
3610,0	0,009008583	3780,0	0,009081589	3950,0	0,007222639
3615,0	0,009002256	3785,0	0,008358144	3955,0	0,007309906
3620,0	0,011036778	3790,0	0,007356372	3960,0	0,007336350
3625,0	0,009729667	3795,0	0,008410844	3965,0	0,007390561
3630,0	0,009459556	3800,0	0,009348867	3970,0	0,007271939
3635,0	0,009786333	3805,0	0,008822433	3975,0	0,007109778
3640,0	0,010907389	3810,0	0,007817261	3980,0	0,006993517
3645,0	0,010070611	3815,0	0,007354106	3985,0	0,007036394
3650,0	0,009617278	3820,0	0,009152422	3990,0	0,006978878
3655,0	0,010428556	3825,0	0,009010189	3995,0	0,006824839
3660,0	0,010368111	3830,0	0,009091978	4000,0	0,006724350
3665,0	0,009740056	3835,0	0,007290167		
3670,0	0,007504933	3840,0	0,008506233		
3675,0	0,004587072	3845,0	0,008320272		
3680,0	0,007913406	3850,0	0,008364850		
3685,0	0,008963344	3855,0	0,008062250		





Editore CEI, Comitato Elettrotecnico Italiano, Milano – Stampa in proprio
Autorizzazione del Tribunale di Milano N. 4093 del 24 Luglio 1956
Responsabile: Ing. R. Bacci

Comitato Tecnico Elaboratore
CT 82-Sistemi di conversione fotovoltaica dell'energia solare

Altre Norme di possibile interesse sull'argomento

CEI 82-25

Guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa Tensione