

Abbagliamento negli impianti fotovoltaici

19esimo Congresso Nazionale del Fotovoltaico, luglio 2021, Berna

A cura di: Prof. Dr. Christof Bucher, Peter Wüthrich, Sirin Danaci, Scuola universitaria professionale bernese, Laboratorio FV

Le riflessioni della radiazione solare sulle superfici di vetro possono causare un fastidioso effetto abbagliante se sono in essere due condizioni: i rapporti geometrici devono consentire un abbagliamento e la riflessione sulla superficie di vetro deve essere indirizzata, ovvero concentrata. In questo poster si intende mostrare come le nuove superfici di vetro aumentano l'allargamento del fascio di luce, riducendo o impedendo in modo efficace l'abbagliamento. A titolo esemplificativo viene descritta e analizzata la ristrutturazione di un impianto fotovoltaico per ridurre l'abbagliamento. Dall'angolo di osservazione di un residente, la luminanza dei moduli FV si riduce di circa tre ordini di grandezza durante l'evento di abbagliamento.

Introduzione

Praticamente tutti i moduli fotovoltaici (moduli FV) disponibili sul mercato al giorno d'oggi sono progettati in base allo stato della tecnica con un basso grado di riflessione e soddisfano quindi sostanzialmente i requisiti dell'Ordinanza sulla pianificazione del territorio (OPT art. 32a) [1]. Tuttavia, nella pratica si nota che non sempre è possibile escludere un abbagliamento fastidioso per il vicinato, soprattutto per tetti ben visibili esposti a nord. In caso di rapporti geometrici non favorevoli possono verificarsi riflessioni con luminanza al di sopra di 1.000.000 cd/m² anche su moduli FV a bassa riflessione. Spesso vengono percepite dall'osservatore come un fastidioso abbagliamento in caso di esposizione prolungata.

Luminanza e abbagliamento

La luminanza in cd/m² è l'unità di misura della luminosità di una superficie da una determinata direzione di osservazione. È dunque la misura rilevante per la valutazione di un possibile abbagliamento [2]. Diversamente da come si è soliti pensare, la riduzione della riflessione (cioè la riflessione di una parte minore della luce incidente) il più delle volte non porta a una riduzione rilevante della luminanza.

La luminanza viene ridotta in modo significativo quando la luce riflessa viene dispersa maggiormente (allargamento del fascio). L'immagine 1 mostra la luminanza di diverse superfici in vetro. Solitamente le luminanze con un valore superiore a 100.000 cd/m² vengono percepite come abbaglianti, mentre l'occhio umano riesce ad adattarsi bene a luminanze con un valore inferiore a circa 25.000 cd/m² (valore che corrisponde a una facciata bianca esposta direttamente all'irradiazione solare).

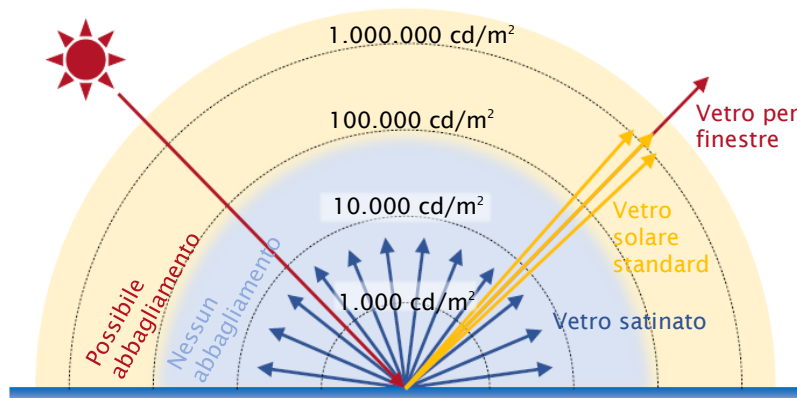


Immagine 1: luminanza su diverse superfici

Luminanze con un valore inferiore a 25.000 cd/m² sulle superfici in vetro possono essere raggiunte praticamente solo se l'allargamento del fascio è maggiore rispetto a quello di un modulo FV standard a bassa riflessione.

La luminanza dipende dall'angolo. Più l'irradiazione solare è piatta quando colpisce la superficie di vetro, maggiore è la luminanza per tutti i tipi di vetro presi in analisi dal presente poster (immagine 2). In caso di angoli di irradiazione molto piatti (angolo tra la normale a una superficie e raggio di riflessione >80°) questa non viene più considerata rilevante, dal momento che i raggi del sole e dell'abbagliamento colpiscono il punto di osservazione da una direzione analoga.

Nuove superfici di vetro

Le superfici di vetro satinato (incise chimicamente) risultano opache. Non sono caratterizzate da una riflessione minore rispetto al vetro solare standard, ma distribuiscono la riflessione in modo pressoché omogeneo nell'emisfero. Secondo le misurazioni effettuate dal Laboratorio FV della BFH, la luminanza rimane dunque chiaramente al di sotto del possibile limite critico praticamente da tutti i punti di osservazione rilevanti (immagine 2). In particolare, la luminanza è più bassa di quella di un foglio di carta bianco o di una facciata bianca.

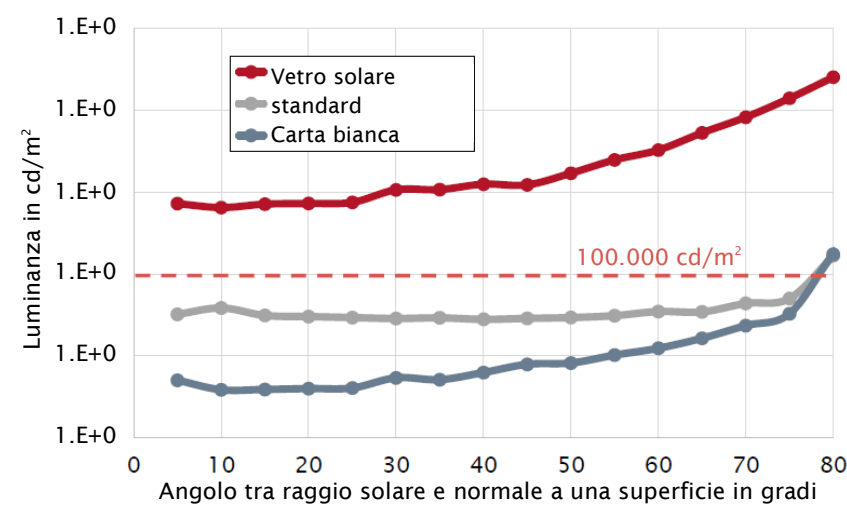


Immagine 2: dipendenza angolare della luminanza di riflessioni su diverse superfici.

Progetto pilota: ristrutturazione per l'abbagliamento

Il tetto esposto a nord con un'inclinazione di 45° di una casa unifamiliare nel Canton Zurigo è ben visibile dal vicino la cui abitazione confina direttamente a nord e si trova alcuni metri più in alto. Egli reclama che durante i mesi estivi, nel pomeriggio, si verifica un effetto abbagliante. Tale condizione è supportata da un rapporto sulla riflessione di Basler & Hofmann AG, che la quantifica con un massimo di 2,5 ore per ogni punto di osservazione.

La luminanza dei moduli FV di tipo MegaSlate dell'azienda 3S Solar Plus installati nel 2016 viene misurata a giugno 2021 dal Laboratorio FV della BFH in un giorno senza nuvole. In una configurazione sperimentale, quattro dei moduli sono stati poi sostituiti con moduli dello stesso formato con vetro satinato (MegaSlate Satinato). Le luminanze misurate vengono ridotte di un fattore pari a circa 1.000 e sono quindi significativamente al di sotto del limite di 25.000 cd/m² menzionato nell'introduzione (immagine 3). In base all'angolo di osservazione, i nuovi moduli FV cambiano aspetto. Sono presenti ancora poche informazioni in merito al comportamento a lungo termine.

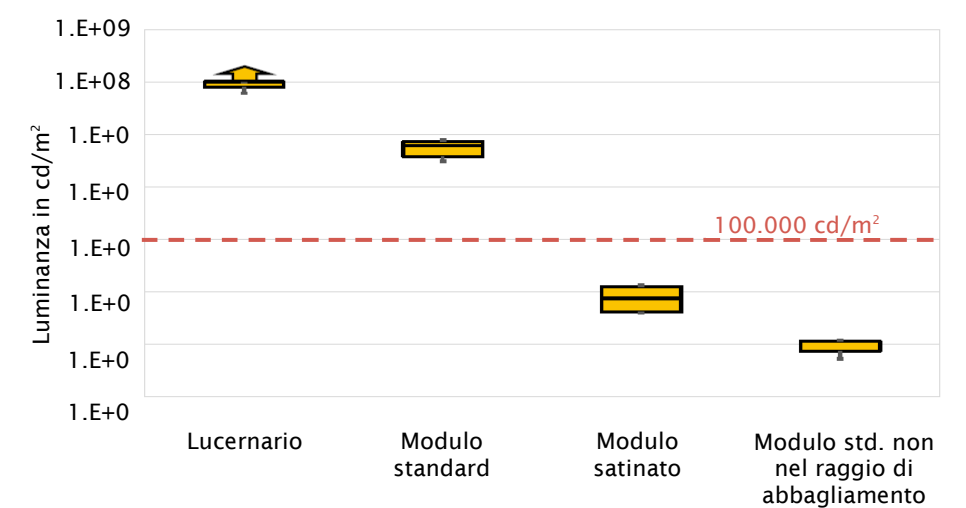


Immagine 3: luminanze della misurazione sul campo del progetto pilota

Conclusioni e prospettive

Il vetro satinato consente di ridurre significativamente l'effetto abbagliante dei moduli FV o di impedirlo. Le informazioni relative alla sua stabilità a lungo termine, come ad esempio il derating della superficie di vetro, sono ancora poche. Si rendono necessarie ulteriori analisi a lungo termine. A causa della ridotta disponibilità, della produzione più complessa e delle questioni tecniche ancora in sospeso, oggi i moduli satinati dovrebbero essere utilizzati solo in particolari casi eccezionali.

Riferimenti

- [1] D.Stickelberger et al., Leitfaden zum Melde- und Bewilligungsverfahren für Solaranlagen (Guida pratica per la procedura di annuncio o autorizzazione di impianti solari), Swissolar, febbraio 2021.
- [2] F. Ruesch et al., Methode zur Quantifizierung der Blendung durch Solaranlagen-Vergleich mit anderen Materialien der Gebäudehülle (Metodo di quantificazione dell'abbagliamento tramite il confronto di impianti solari con altri materiali dell'involucro edilizio), SPF, 26. OTTI Symposium Thermische Solarenergie (Simposio OTTI sull'energia solare termica), 2016.



Immagine 4: superficie del tetto prima della ristrutturazione



Immagine 5: campionatura di 4 moduli FV antiabbagliamento



Immagine 6: superficie del tetto dopo la ristrutturazione