

Abbagliamento degli impianti fotovoltaici: esperienze con prodotti a basso abbagliamento

SWISSOLAR 

Claudio Caccia, Swissolar

Fonte: «Blendung an PV-Anlagen: Erfahrungen mit blendarmen Produkten»

Solar Update Svizzera tedesca, 19 Novembre 2024

Autore Prof. Dr. Christof Bucher, Berner Fachhochschule





Burgdorf, tetto del Photovoltaik-Labor della Berner Fachhochschule

Temi trattati

- Premesse
- La natura dell'abbagliamento
- Misurare l'abbagliamento
- Cosa abbaglia? Cosa no?
- Doppio abbagliamento, Sun Masking
- Proposta di valore limite
- Panoramica su alcuni prodotti a basso abbagliamento sul mercato
- Progetto pilota – test e misure
- Consigli

Premesse

Gli impianti PV orientati a sud sono in genere non critici.

Gli impianti orientati a nord possono generare abbagliamento.

Non installare impianti PV orientati a nord
senza prima verificarne l'impatto su
www.blendtool.ch!



La natura dell'abbagliamento

L'abbagliamento viene misurato (in Europa) tramite luminanza: **candela per metro quadrato (cd/m²)**

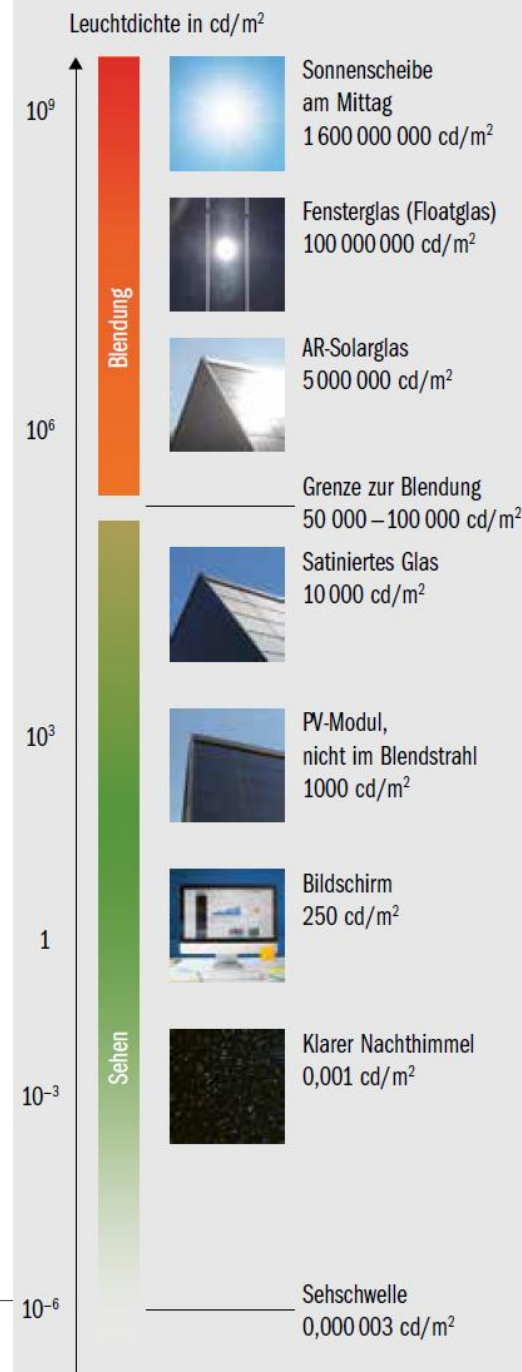
- Modulo PV standard: 5'000'000 cd/m²
- Modulo PV a basso abbagliamento: 20'000 cd/m²

L'abbagliamento è quasi indipendente dalla riflessione:

- Parete bianca: 80% di riflessione → nessun abbagliamento
- Modulo PV: 5% di riflessione → abbagliamento

→ **L'abbagliamento deriva dalla concentrazione della luce riflessa**

Non esistono valori limite ufficiali. Se esistessero, si collocherebbero tra 30'000 e 400'000 cd/m²



Misurare l'abbagliamento

Goniofotometro, misure BRDF

- Misurazioni in laboratorio



Misuratore di luminanza

Dispositivo portatile

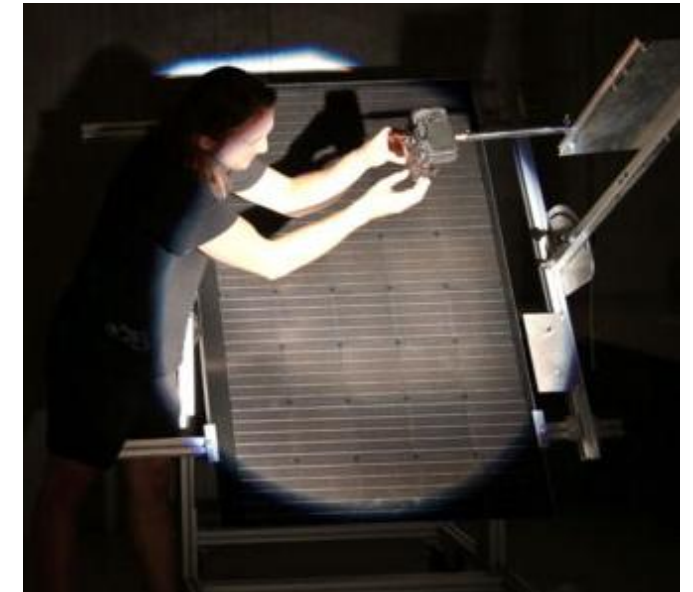
- In laboratorio o sul campo



Fotocamera

Dispositivo portatile

- In laboratorio o sul campo



Cosa abbaglia? Cosa no?

Una mano non può abbagliare ...



oppure sì?



Che cosa abbaglia veramente?

Praticamente **ogni superficie abbaglia** se orientata verso il sole.

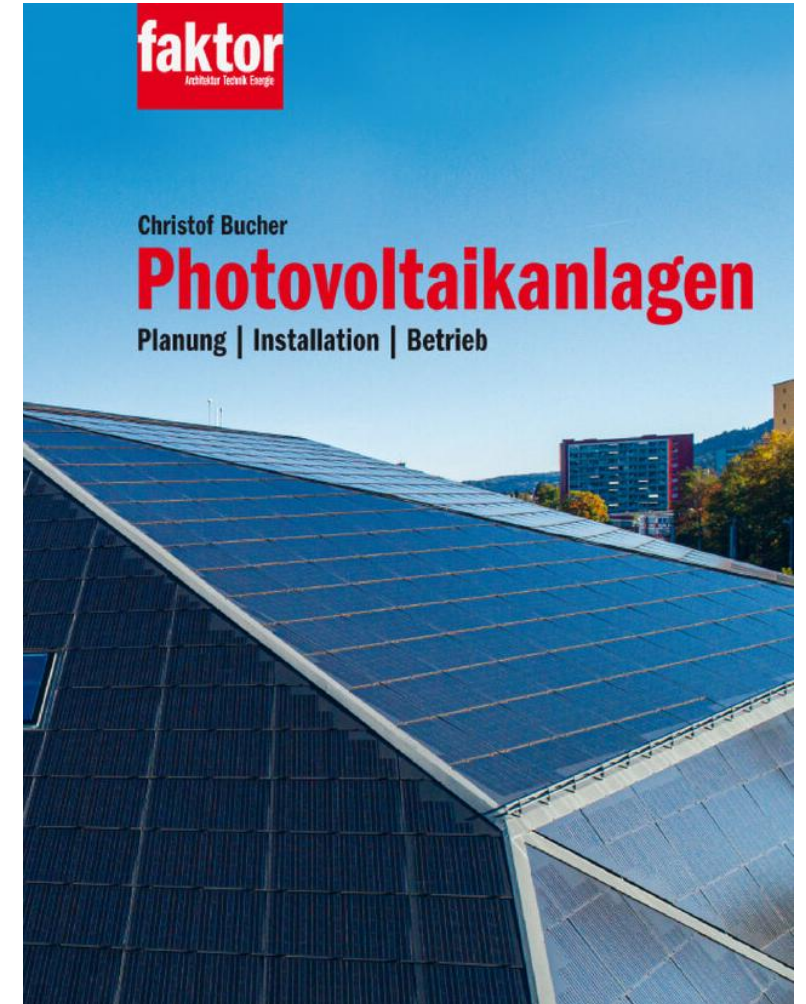
Che cosa si intende allora per
modulo fotovoltaico "non abbagliante"?

Proposta di definizione

Modulo PV non abbagliante:

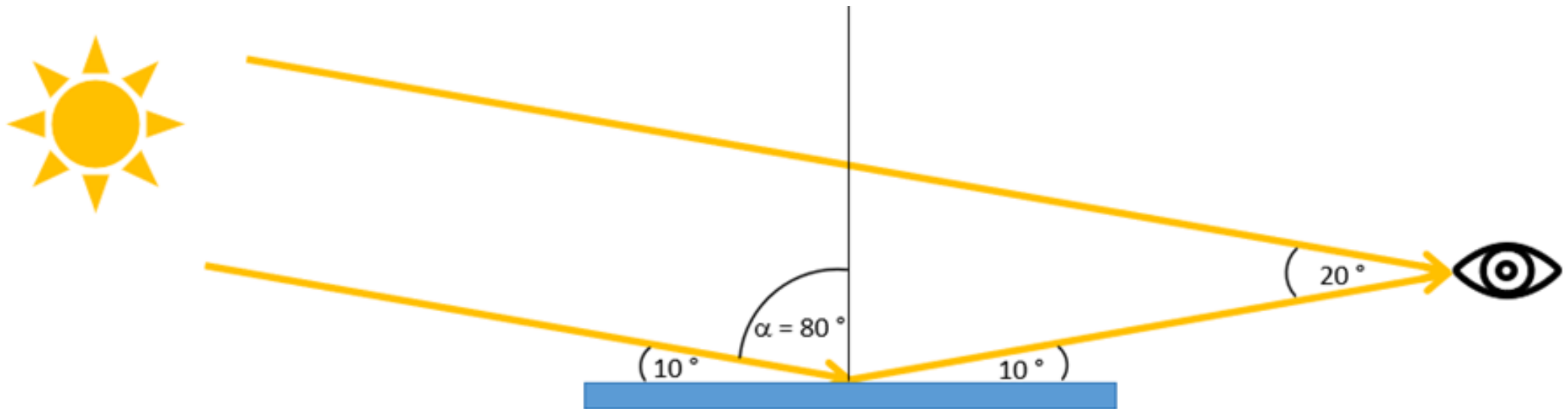
Un modulo è considerato "non abbagliante" se, per **tutti gli angoli d'incidenza della luce**, presenta una luminanza **inferiore a quella della superficie più luminosa** che nel linguaggio comune è ritenuta non abbagliante.

NB: Il termine “**non abbagliante**” potrebbe essere sostituito da “**a basso abbagliamento**” → previsto nella **2ª edizione del manuale "Photovoltaikanlagen"**, ed. Faktor Verlag, 2025

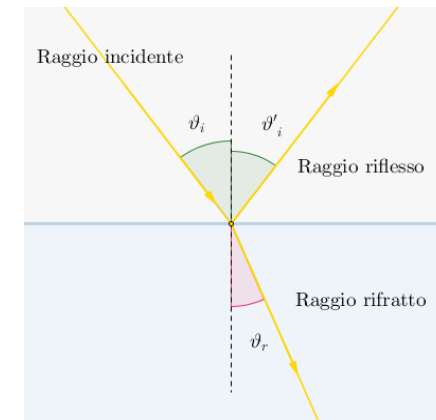
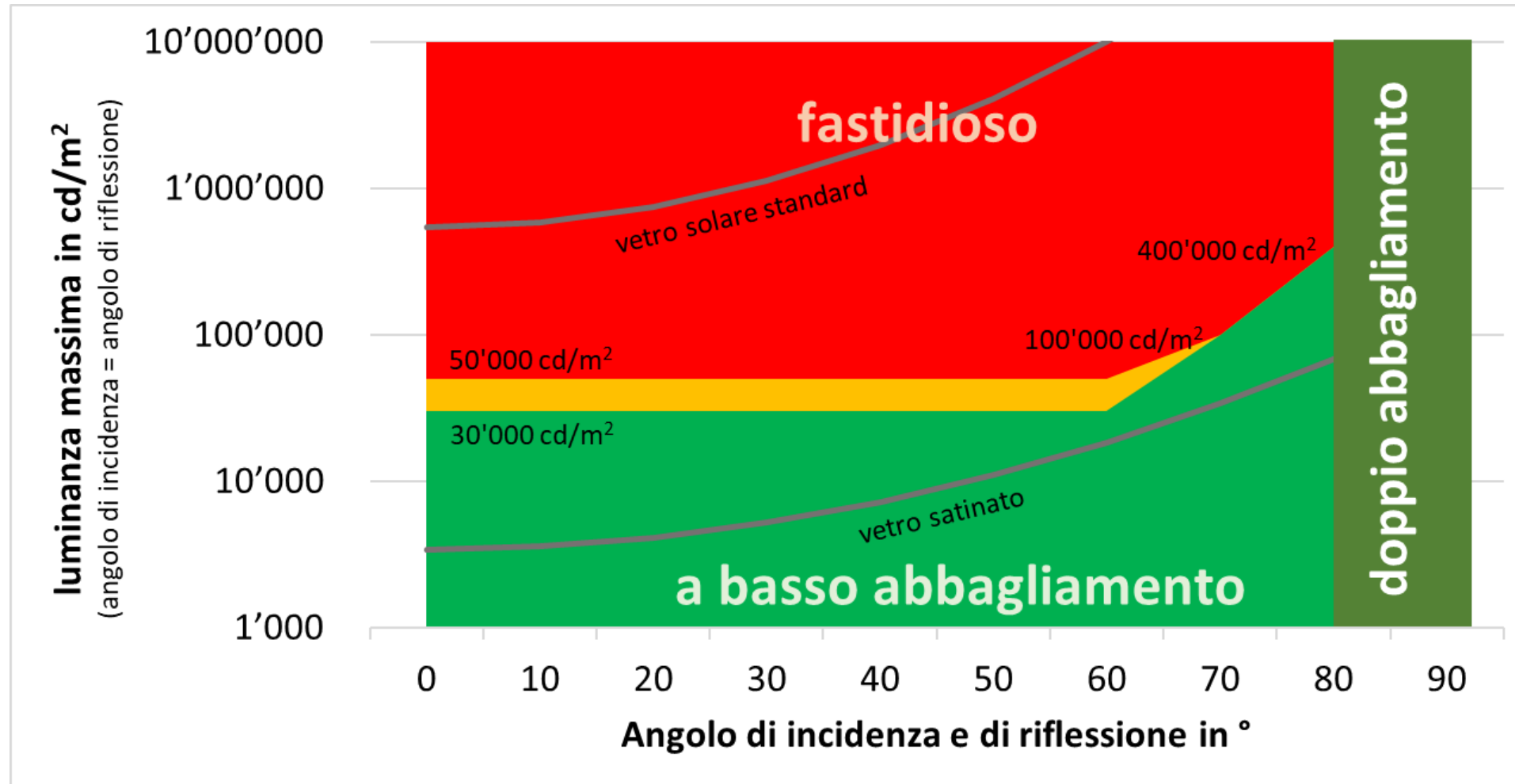


Doppio abbagliamento, Sun Masking

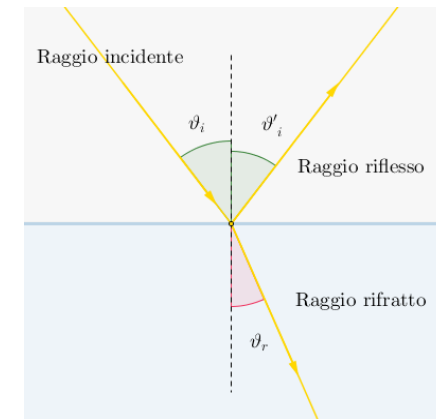
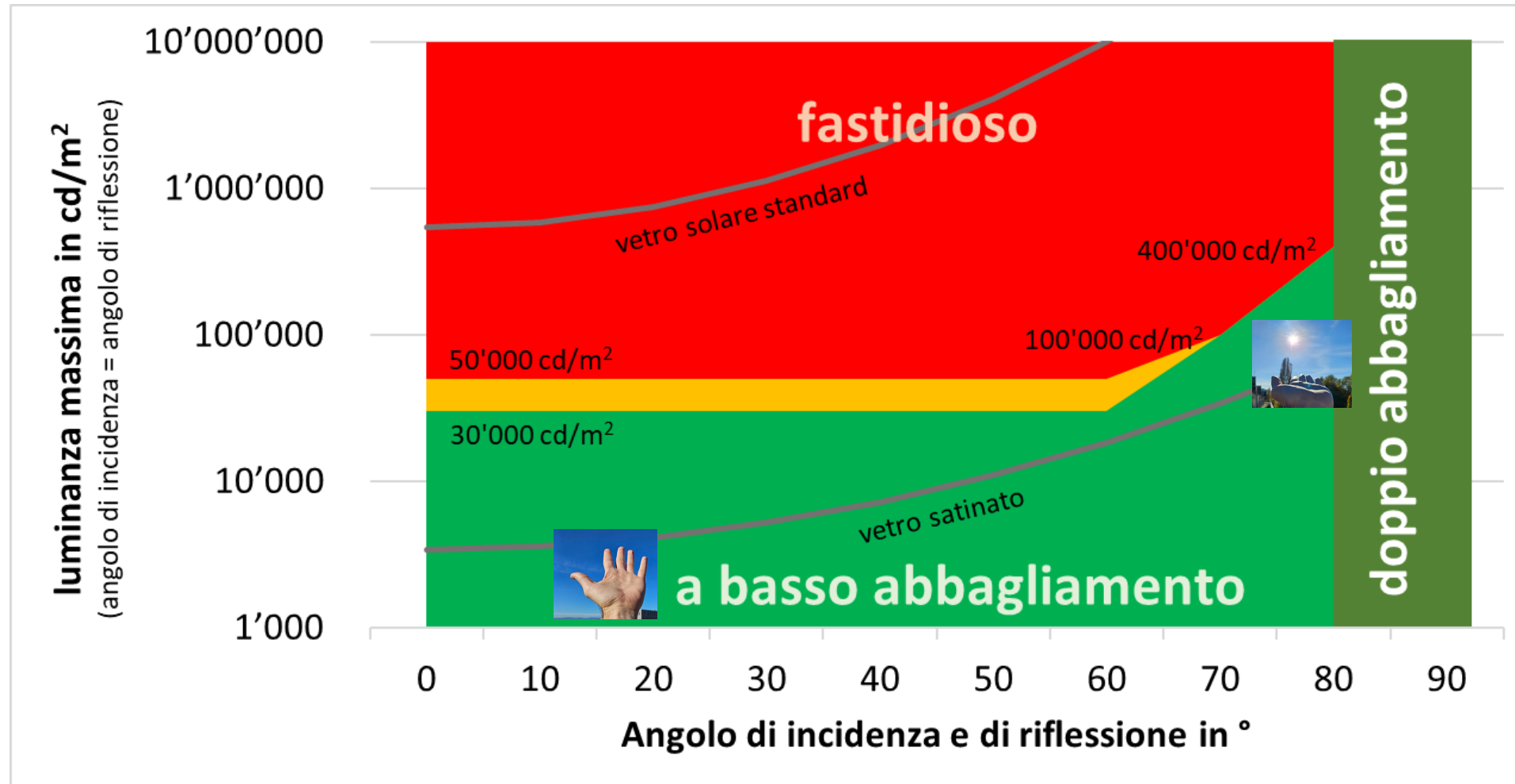
Il sole abbaglia in ogni caso...



Proposta di valore limite



Proposta di valore limite





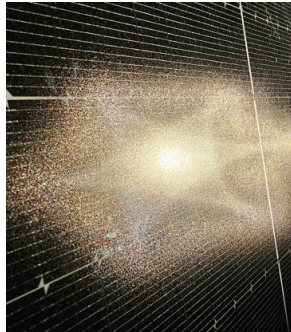
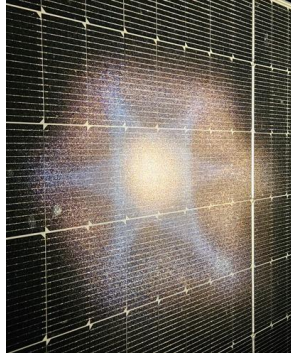
Quali prodotti a basso abbagliamento sono disponibili sul mercato?

Vetro solare standard



Abbaglia

Vetro strutturato



Abbaglia occasionalmente

Rivestimento (Deflect™)



Pellicole, vetro satinato



Non abbaglia

Sfide dei prodotti a basso abbagliamento

- Prezzo (vetro satinato)
- Uso di acidi (vetro satinato)
- Durabilità (rivestimenti, pellicole)
- Retrofit non possibile (vetro satinato)
- Effetto della sporcizia?
- Trasmissione / resa energetica?

Possibili soluzioni per moduli a basso abbagliamento

Prodotto	Vantaggi	Svantaggi
Rivestimento Deflect™	Conveniente, collaudato, durevole	A bassi angoli abbaglia
Vetro sabbiato	Conveniente, facilmente producibile	Danneggia il vetro, più sensibile alla sporcizia
Vetro satinato	Abbagliamento molto basso, durevole	Relativamente costoso, richiede acido fluoridrico
Pellicole	Abbagliamento molto basso, (eventualmente) conveniente, possibile Retrofit	Poche esperienze. Durabilità?
Rivestimento (Spray)	Potenziabilmente conveniente	Non funziona

Sfide poste dalle pellicole (film)

- Disponibili sul mercato da ca. marzo 2024 → nessuna esperienza a lungo termine
- Applicazione pellicola piuttosto complessa
- Rimozione pellicola: solo con solventi? Fragilità?
- La pellicola non aderisce a tutti i vetri: più il vetro è liscio, meglio aderisce
- Diminuzione della resa / trasmissione: 1%, 3%, 7%?
- Prevenzione incendi su facciate: manca l'esperienza (Know-How), per edifici alti valutare attentamente questioni antincendio
- Garanzia del produttore dei moduli?



Progetto pilota



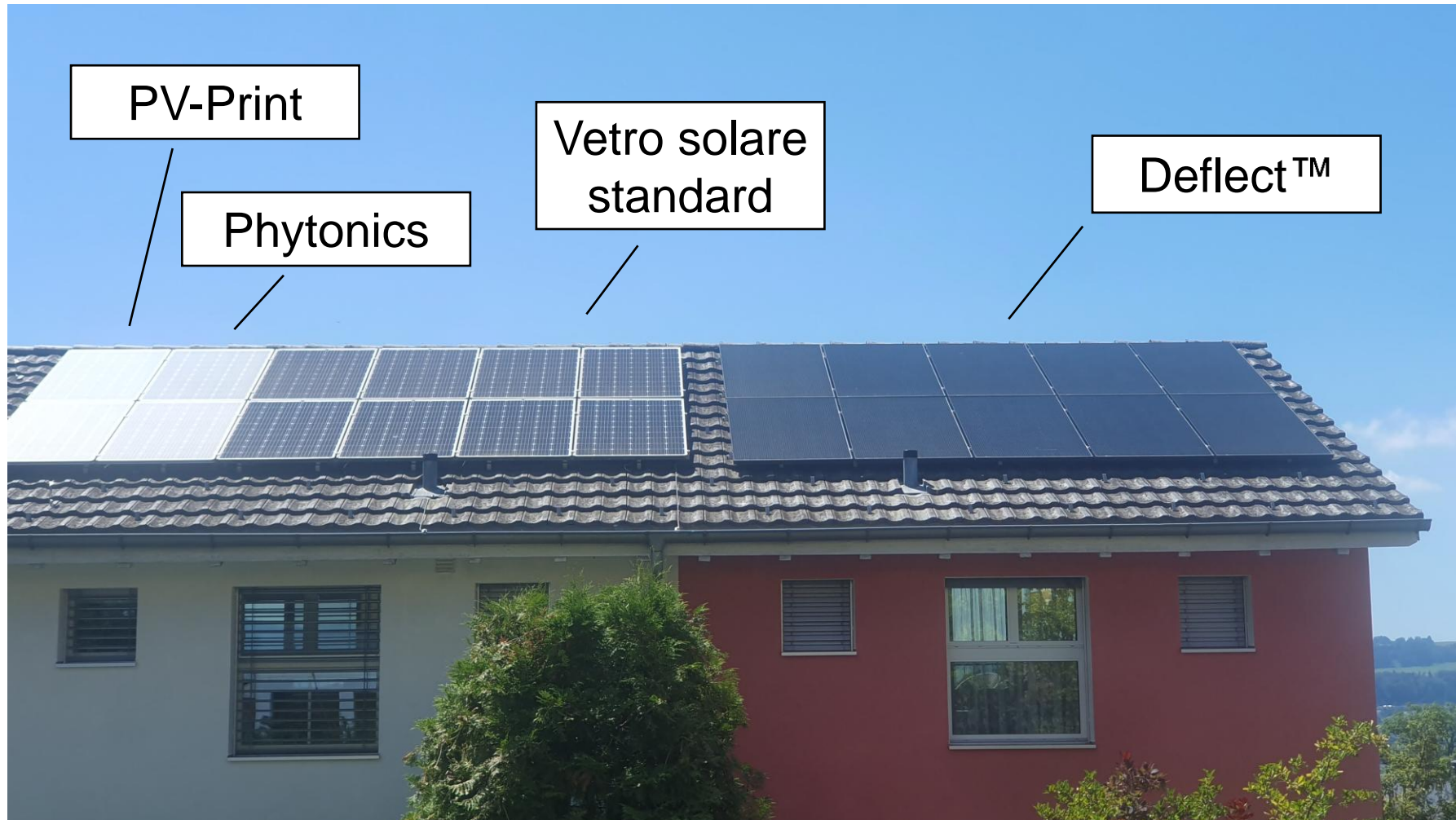
- Tetto rivolto verso Nord
- In pendenza
- Abbagliamento ad inizio e fine estate
- Tra le 2 e le 4 ore di abbagliamento al giorno

Progetto pilota – situazione iniziale



- Secondo impianto munito di sistema Deflect™

Progetto pilota – test con pellicole



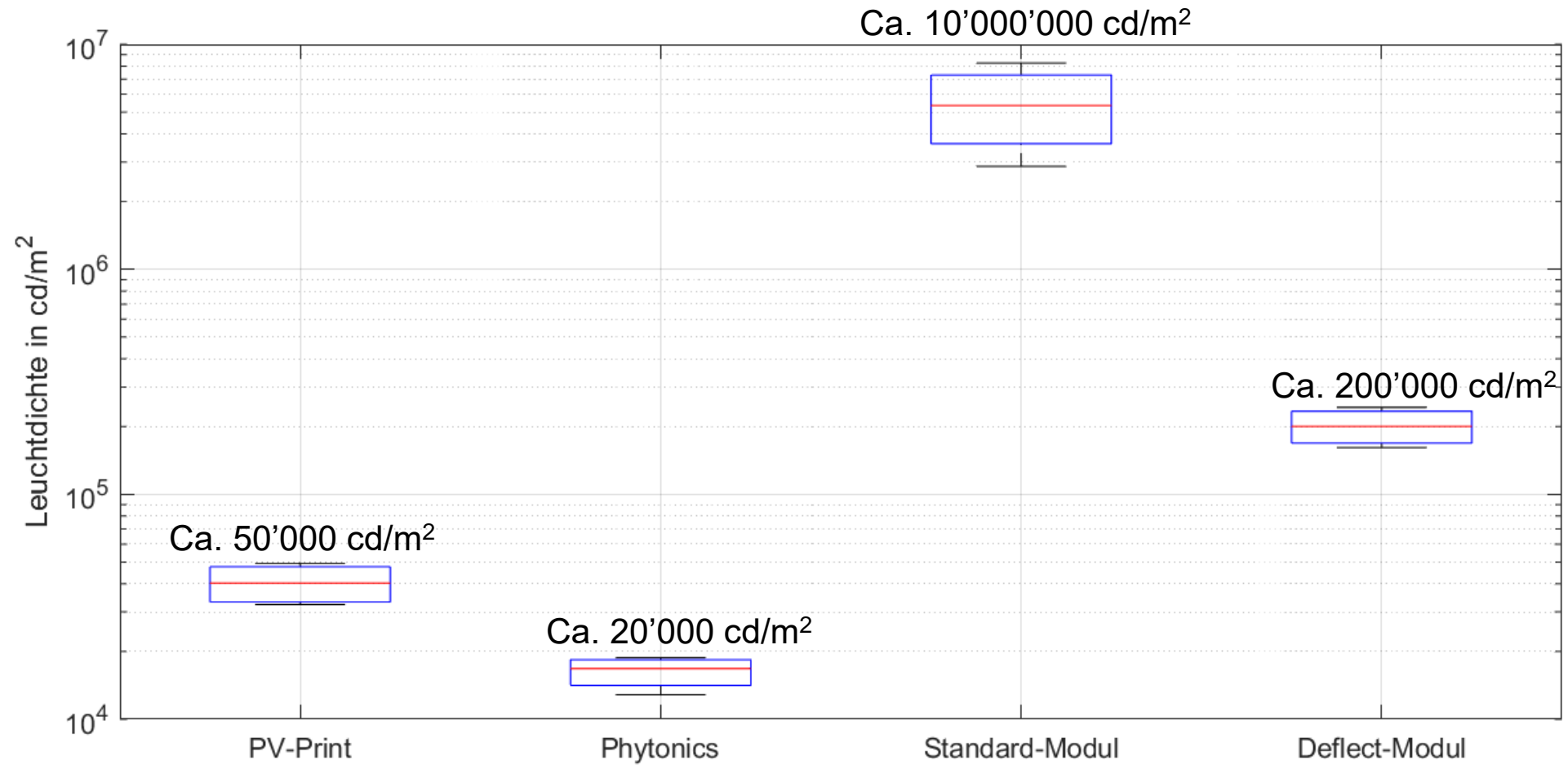
Le pellicole sono chiare ...



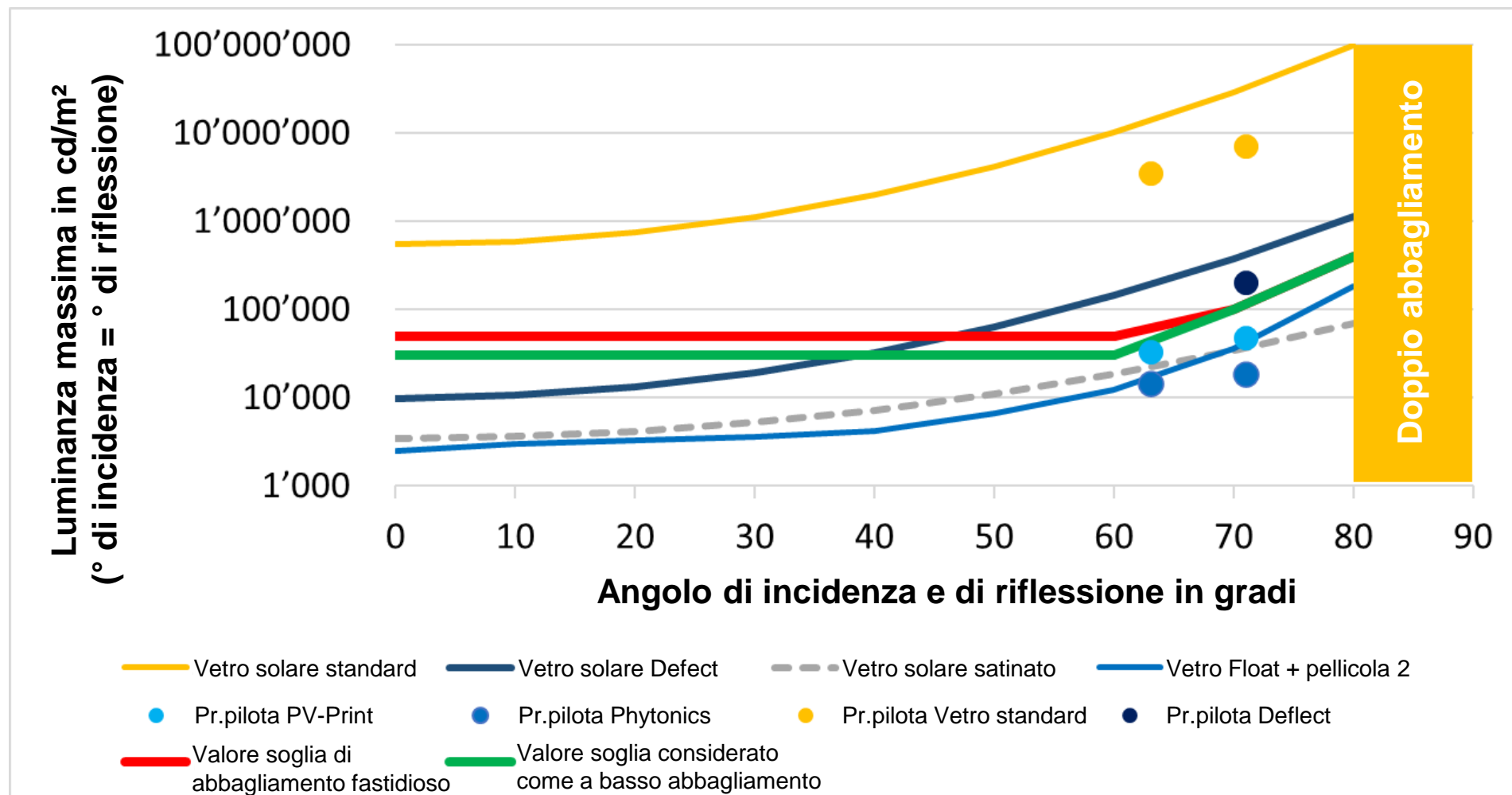
... ma non abbagliano



Risultati delle misure



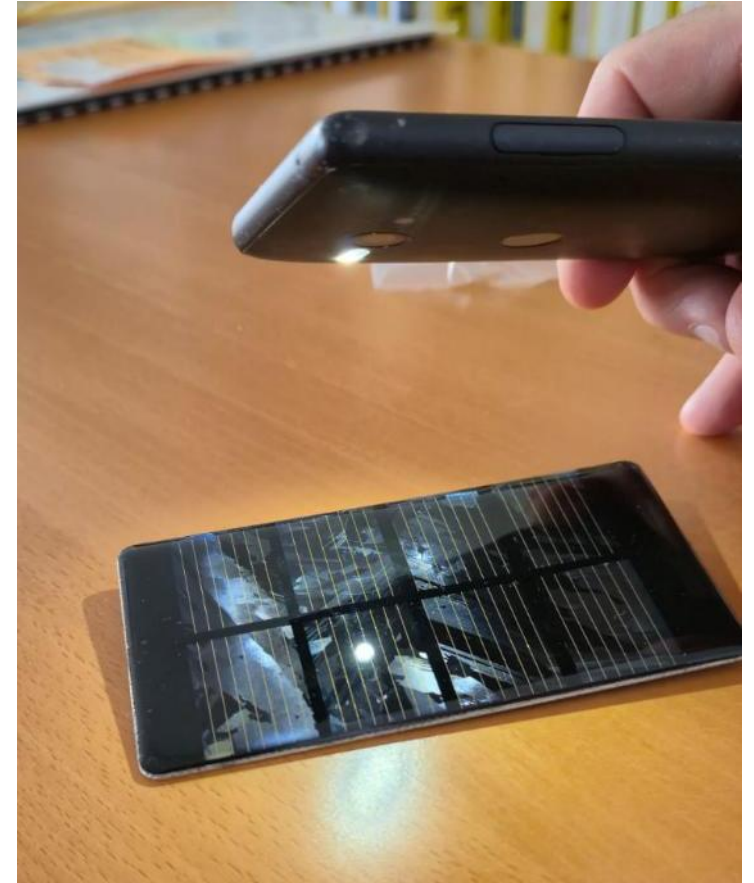
Risultati delle misure



Verifiche

Per una verifica attendibile bisogna rivolgersi a specialisti (laboratori)

Una verifica semplice (non quantitativa e non scientifica!) permette comunque di individuare rapidamente prodotti che di sicuro non sono a basso abbagliamento.



Dalla luce solare è possibile ottenere energia pulita. Tuttavia, questa stessa luce può abbagliare in modo intenso, in particolare quando viene riflessa dagli impianti solari. Un conflitto che l'UFAM contribuisce a risolvere con le sue raccomandazioni aggiornate per la prevenzione delle emissioni luminose.

Affinché gli accertamenti condotti siano conformi alle prescrizioni di legge, nel suo aiuto all'esecuzione del 2022, l'UFAM consiglia a imprese e autorità una procedura graduale:

1. Valutazione di massima in base a tipologia, posizione, dimensioni e orientamento della superficie riflettente.
2. Se la valutazione non è in grado di escludere del tutto un possibile abbagliamento, occorre procedere a un'analisi più approfondita con semplici calcoli che tengano conto dei luoghi di immissione (p. es.: è possibile percepire i riflessi sui balconi o nelle case?).
3. Se anche questo non consente di chiarire gli effetti degli impianti previsti, è necessario passare a una valutazione completa dell'intensità della luce solare riflettente e della durata della sua immissione.

L'obiettivo prioritario, in ogni caso, è una compensazione equilibrata tra l'auspicata diffusione dell'energia solare e la protezione dalle immissioni luminose fastidiose.

Commenti e consigli

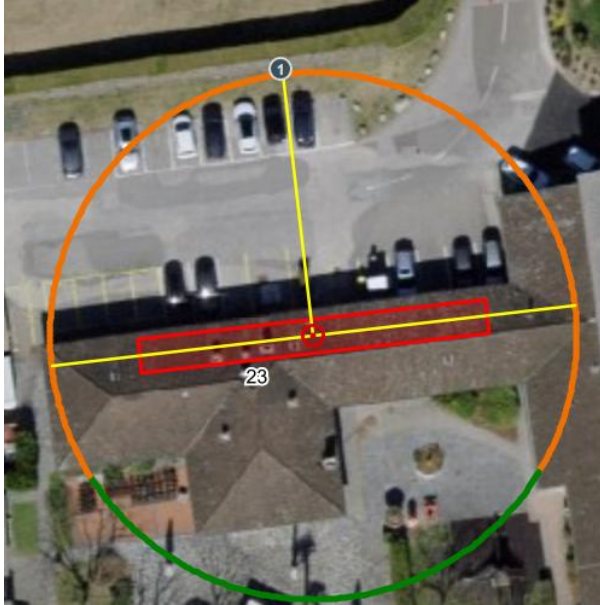
- Consultare le indicazioni del capitolo «Abbagliamento» sulla guida <https://pubdb.bfe.admin.ch/it/publication/download/10403>

Estratto:

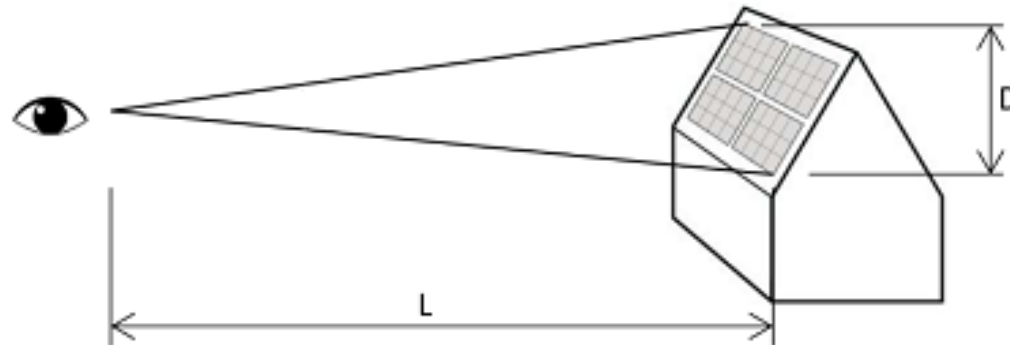
Senza tenere conto delle nuvole, per le zone residenziali i seguenti risultati sono classificati come tollerabili:

1. *durata massima dell'abbagliamento di 30 minuti per qualsiasi numero di giorni all'anno*
2. *durata massima dell'abbagliamento di 60 minuti per un massimo di 60 giorni all'anno*
3. *durata massima di 120 minuti di abbagliamento per un massimo di 20 giorni all'anno*
4. *massimo 60 ore di abbagliamento all'anno.*

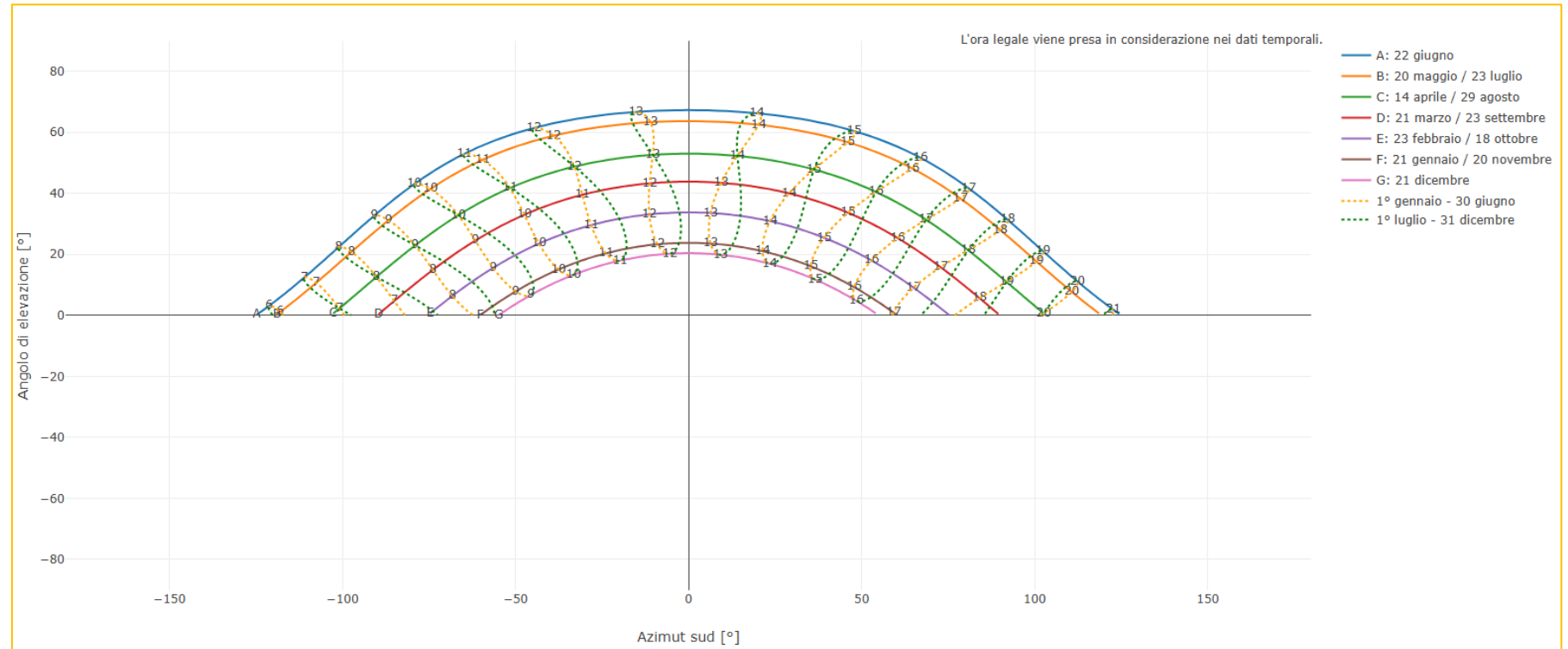
Esempio generico di analisi con www.blendtool.ch



- *Superficie moduli 30 x 3 m*
- *altezza sopra il suolo 5 m*
- *inclinazione moduli 15°*
- *orientamento quasi pieno Nord*
- *Zona di immissione analizzata: L ca. 23 m di distanza, altezza sopra il suolo 6 m*

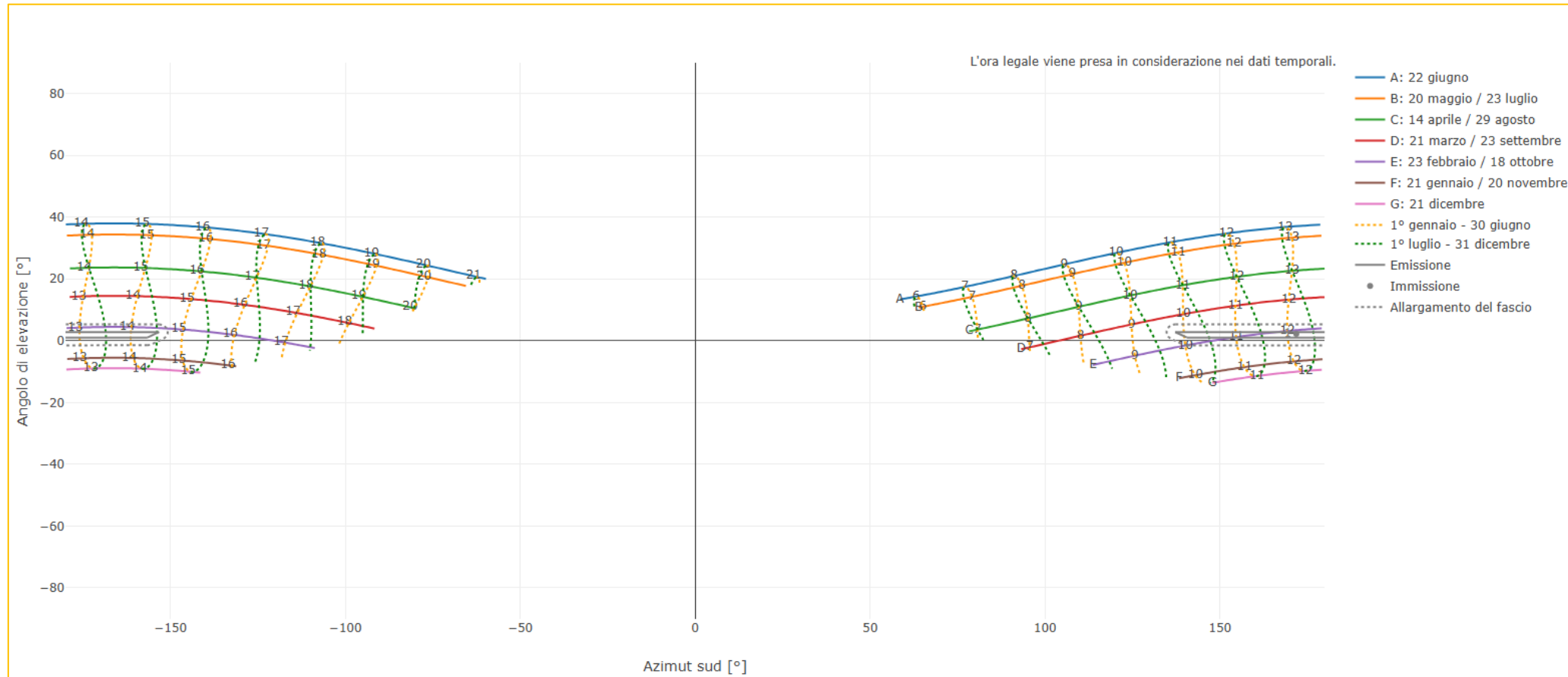


Esempio generico di analisi con www.blendtool.ch



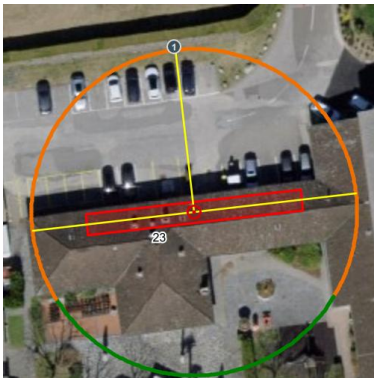
Posizione del sole

Esempio generico di analisi con www.blendtool.ch

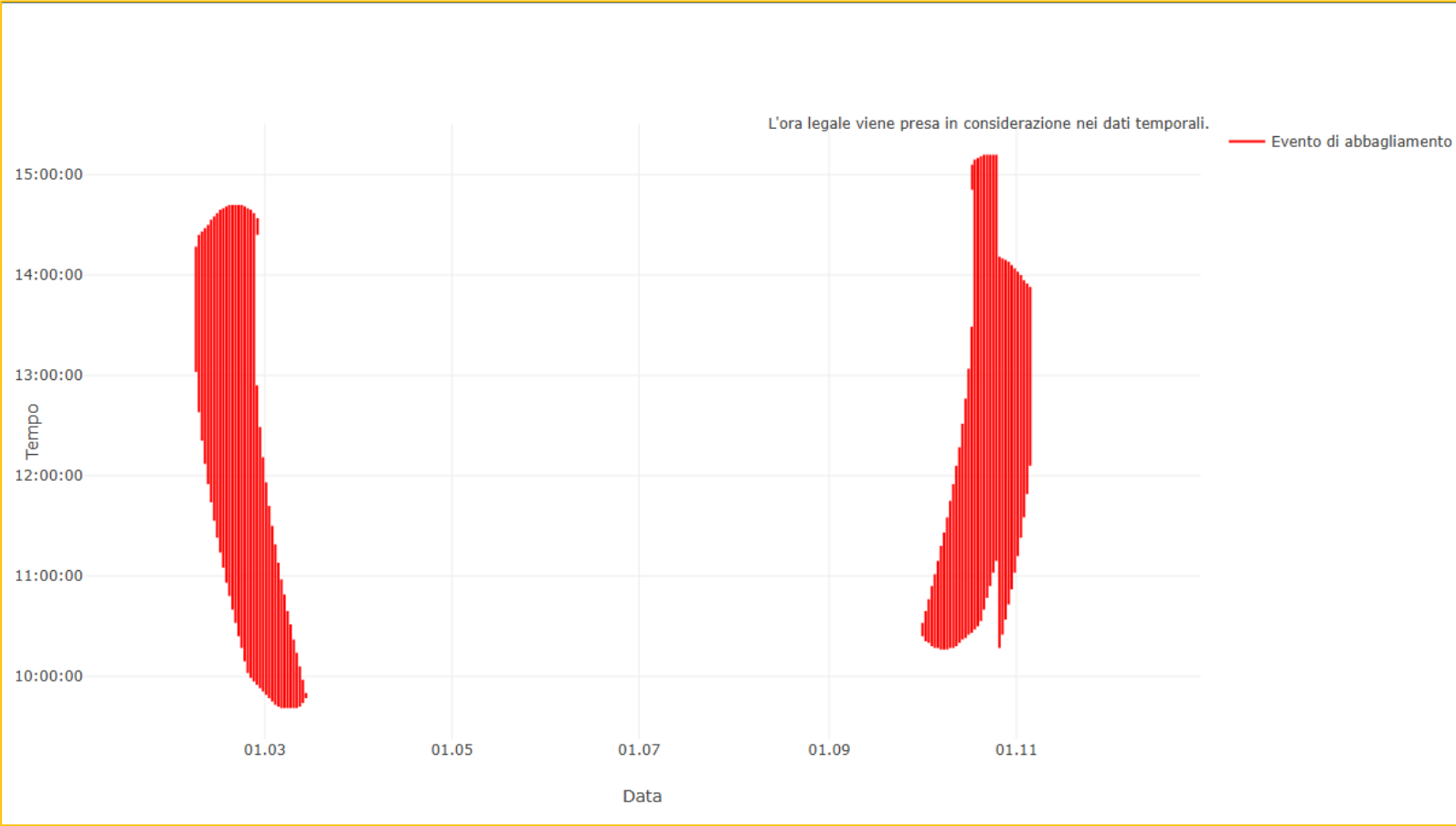


Riflessione

Esempio generico di analisi con www.blendtool.ch

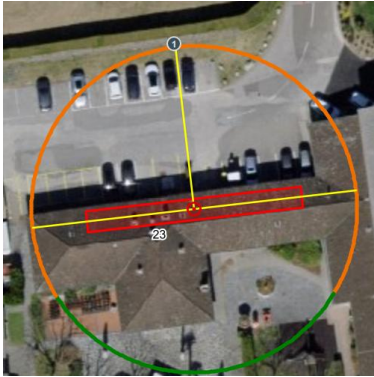


Analisi



Data ▲	Ora di inizio	Ora di fine	Durata [min]	Abbagliamento doppio
06.02	13:02	14:17	75	No
07.02	12:38	14:24	106	No
08.02	12:21	14:26	125	No
09.02	12:07	14:28	141	No
10.02	11:55	14:30	155	No
11.02	11:44	14:33	169	No
12.02	11:33	14:35	182	No
13.02	11:23	14:37	194	No
14.02	11:14	14:39	205	No
15.02	11:05	14:40	215	No
16.02	10:56	14:41	225	No
17.02	10:48	14:42	234	No
18.02	10:40	14:42	242	No

Esempio generico di analisi con www.blendtool.ch



→ Abbagliamento da considerare «critico»

Mappa	Posizione del sole		Riflessione	Tabella	Analisi	Esportazione			Aiuto	Impronta
Immissione	Area [m²]	Distanza [m]	Rapporto dimensione/distanza	Angolo di visione [°]	Numero di giorni con meno di 30 minuti di abbagliamento	Numero di giorni con abbagliamento da 30 a 60 minuti	Numero di giorni con superiore a 60 minuti di abbagliamento	Durata dell'abbagliamento [h] per anno	Indicatore di rischio	
1	90.00	23.08	1.3064	66.31	8.00	7.00	60.00	184.20	⏏	
<div><div><i>i</i></div><div>Per ulteriori informazioni sull'interpretazione della colorazione dei valori e del indicatore di rischio, consultare la Aiuto, capitolo "Tabella". ↗</div></div> <div><div><i>!</i></div><div>La tabella e il indicatore di rischio rappresentano solo una valutazione semplificata e di rapida lettura della situazione e non sono vincolanti a causa di parametri non inclusi (tempo, orizzonte, copertura visiva, doppio abbagliamento, ecc.)</div></div>										

Indicatore di rischio: Il Indicatore di rischio è derivato dai quattro valori di durata dell'abbagliamento. I criteri sono i seguenti:

- ⏏ critico: Viene superato uno dei tre valori di riferimento per la durata dell'abbagliamento: Numero di giorni per eventi di 30-60 o 60-120 minuti o 60 ore cumulati nell'arco dell'intero anno
- ⏏ poco critico: La durata dell'abbagliamento all'anno è compresa tra 20 e 60 ore
- acritico: La durata dell'abbagliamento all'anno è inferiore a 20 ore

Commenti e consigli

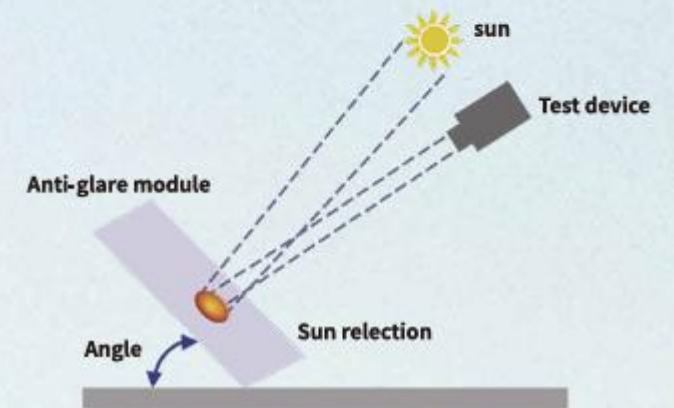
- Non offrire, progettare installare impianti PV orientati a nord senza prima verificarne l'impatto su www.blendtool.ch!

Attenzione!

- Alcune pubblicità indicano dati non realistici!
- Un «modulo standard» ha una luminanza da 500'000 a 5'000'000 di cd/m^2 !
- La BFH ha misurato alcuni di questi moduli dichiarati «Anti-glare»: abbagliano meno intensamente dei moduli standard, ma abbagliano comunque.
- Ipotesi (da verificare!): forse il fabbricante ha fatto una misura con una sorgente luminosa molto luminosa del sole!

Anti-glare

Module	Luminance (cd/m^2)
Anti-glare module	8000
Common module	20000



Grazie
mille



Contatto regionale Swissolar:
Claudio Caccia
Responsabile regionale Svizzera italiana



+41 91 796 36 10



svizzera-italiana@swissolar.ch