



Sicurezza contro l'incendio per gli impianti Fotovoltaici

Piergiacomo Cancelliere, *PhD*
Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco
Comandante VV.F. di Latina

Le opinioni espresse sono frutto di valutazioni personali non
rappresentano in alcun modo la posizione ufficiale dell'amministrazione.

Obiettivi della Presentazione

Nuove Tecnologie

La transizione energetica introduce tecnologie innovative con specifici rischi antincendio da valutare attentamente.

Focus Specializzato

Progettazione, installazione ed esercizio degli impianti fotovoltaici (FV)

Guida VVF 14030/2025

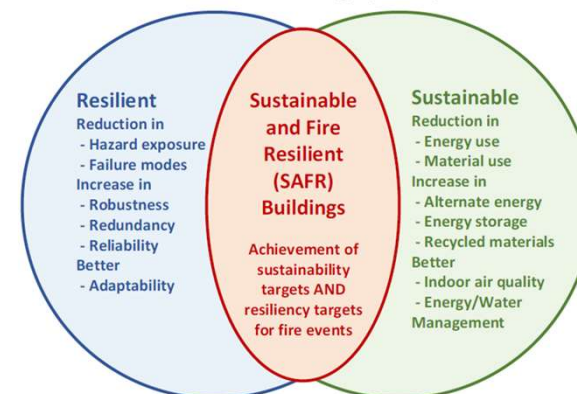


Approccio Integrato

Necessità di metodologia olistica per garantire sicurezza antincendio in tutti gli scenari operativi.

SAFR Sustainable and fire-resilient Buildings

Sustainable and fire-resilient buildings (SAFR)



Meacham, B. and McNamee, M. (2020). Fire Safety Challenges of Green Buildings – 2020 Update. FPRF. Quincy, MA

Agenda

01

Impianti Fotovoltaici

Rischi e problematiche specifiche

02

Campo di applicazione guida VVF 2025

Dove si applica il documento

03

Obiettivi di sicurezza antincendio

Scopo e obiettivi della progettazione antincendio

04

Modalità di installazione

Configurazioni a servizio di edifici o attività

05

Misure di prevenzione

di prodotto e di impianto

06

Propagazione dell'incendio

Meccanismi e modalità di diffusione

07

Manutenzione e Operatività

Mantenere nel tempo e consentire accesso squadre di soccorso

08

Conclusioni e raccomandazioni

Rischio di incendio degli Impianti Fotovoltaici

Innesco Efficace

Possono rappresentare fonte di ignizione



Propagazione Modificata

Alterano i meccanismi di diffusione del fuoco

Compartimentazione

Compromettono le strategie di contenimento

Pericolo Elettrocuzione

Rischio per i manutentori e le squadre di soccorso



...because they represent an important safety issue from the fire safety point of view:



Aftermath of Delanco, NJ, Warehouse Fire.
Source: New Jersey State Fire Marshal, 2013



Industrial FV roof fires in Italy (2021)

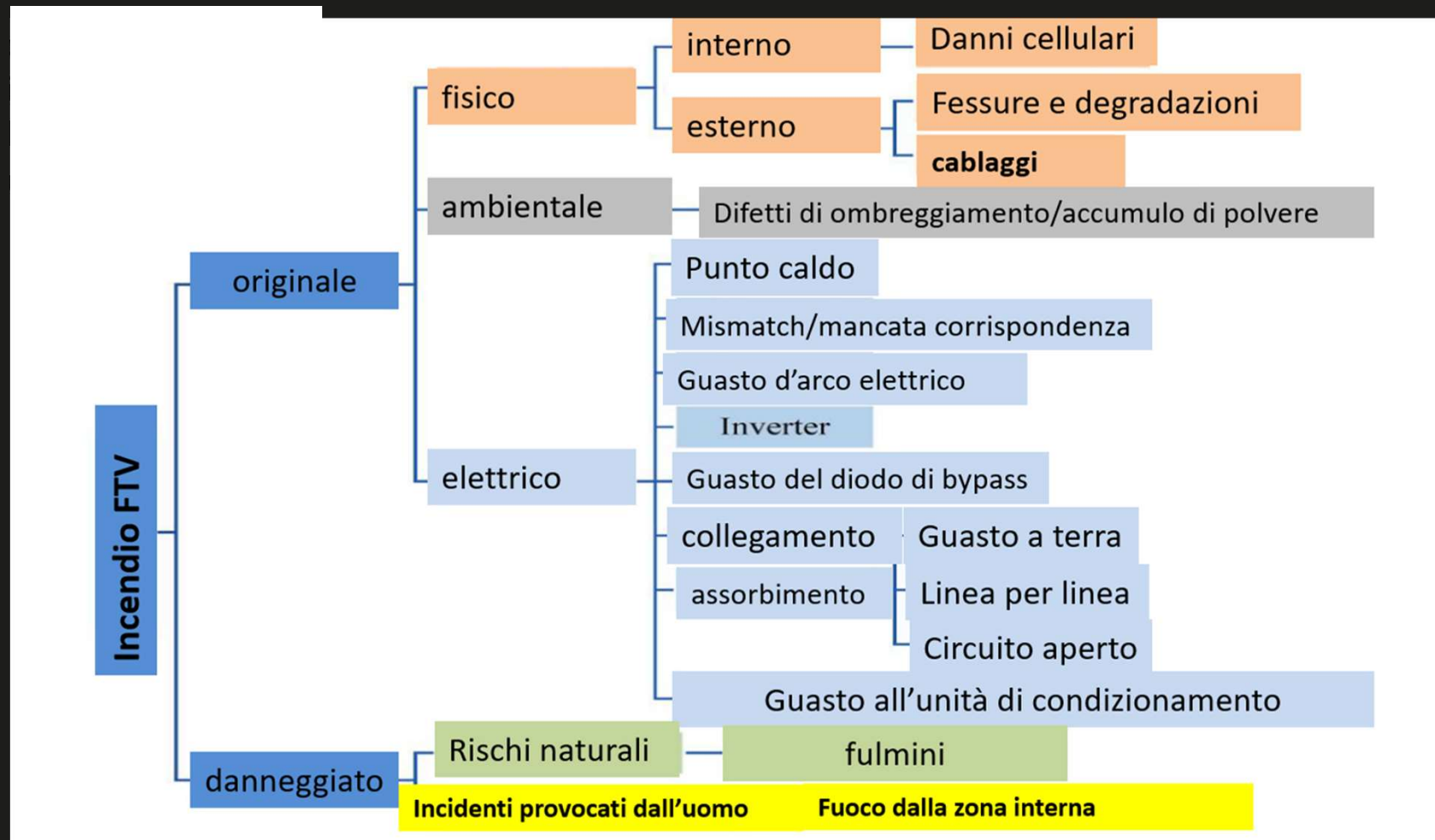


Shopping malls



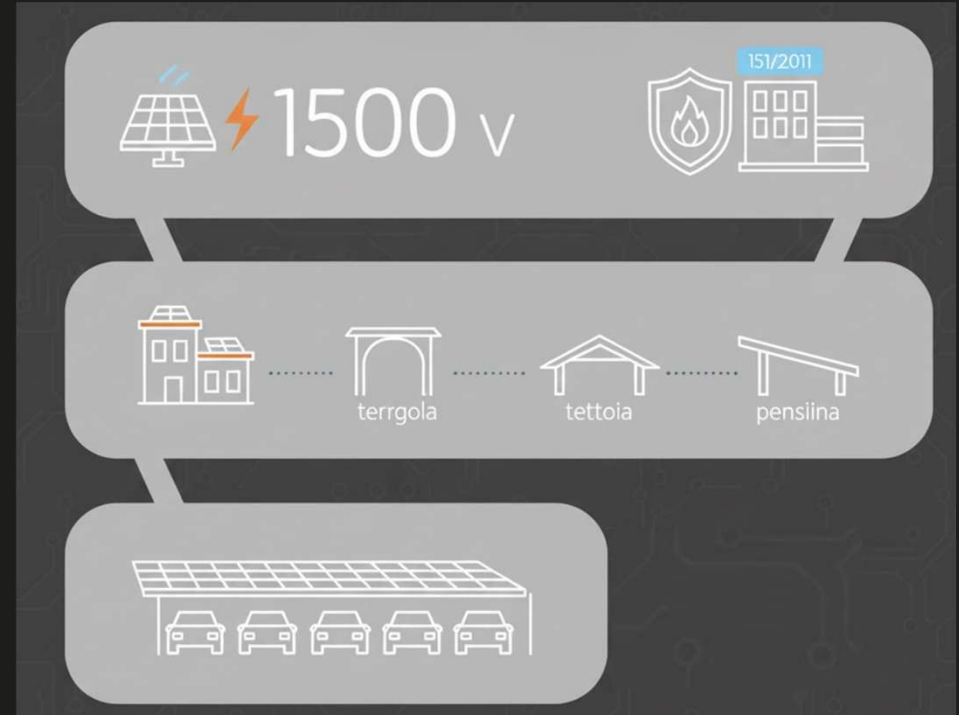
Civil Buildings

Modi di guasto impianti FV



Campo di applicazione della guida

- Impianti FV con tensione non superiore a 1500 V dc;
- Ubicati in «attività soggette» ... Allegato I DPR 151/11
- **INCORPORATI** nelle chiusure d'ambito di edifici civili, industriali, commerciali e industriali
- ...ma anche pergole, tettoie e pensiline (pertinenti degli edifici)
- Pensiline indipendenti copertura stalli auto, parcheggi all'aperto su area esterna che siano «INTERFERENTE» ad attività soggette (...non necessità continuità strutturale)



Campo di applicazione della guida

Cosa sono gli impianti FV «INTERFERENTI»?

- **Vicini** all'edificio, generatore non appoggiato ad elementi dell'edificio, ma ricadente nel volume delimitato dalla superficie cilindrica ad asse verticale avente come generatrice la proiezione in pianta del fabbricato con attività soggetta
- Che **possono propagare l'incendio** nei confronti delle prossimità, per radiazione o convezione termica del generatore
- impianti FV di cui **una parte** (convertitori e sezione in corrente continua, ...) sia posizionata **all'interno del volume** delimitato dalla superficie cilindrica ad asse verticale avente come generatrice la proiezione in pianta del fabbricato dell'attività soggetta.



Esclusioni :

- FV a terra, non installati su edifici né su pergole, tettoie, pensiline;
- FV del tipo plug & play;
- FV di potenza inferiore a 800 W;
- impianti agri-voltaici, $d > 100$ m da edifici di attività soggette, misurata nel punto di minima distanza, e qualora gli stessi edifici non rientrino fra le attività soggette alle visite ed ai controlli di prevenzione incendi di cui all'allegato I al d.P.R. 1° agosto 2011, n.151;
- impianti a concentrazione solare, nei quali i pannelli fotovoltaici sono installati su strutture di sostegno ad inseguimento solare

...ma possono essere utile riferimento anche fuori dal campo di applicazione....



Obiettivi di Sicurezza antincendio



Ridurre frequenza degli Inneschi

Implementare misure di prevenzione efficaci per limitare le cause di innesco dovute agli impianti FV



Ridurre Conseguenze Incendi

Adottare misure di protezione per minimizzare i danni quando un incendio coinvolge sistemi fotovoltaici.



Limitare Propagazione

Contenere la diffusione dell'incendio attraverso i componenti fotovoltaici da verso le attività ed edifici serviti



Proteggere Persone

Limitare conseguenze su occupanti, soccorritori, beni e ambiente



Mantenere Sicurezza nel Tempo

Garantire un livello adeguato di sicurezza attraverso manutenzione e controlli periodici sistematici.

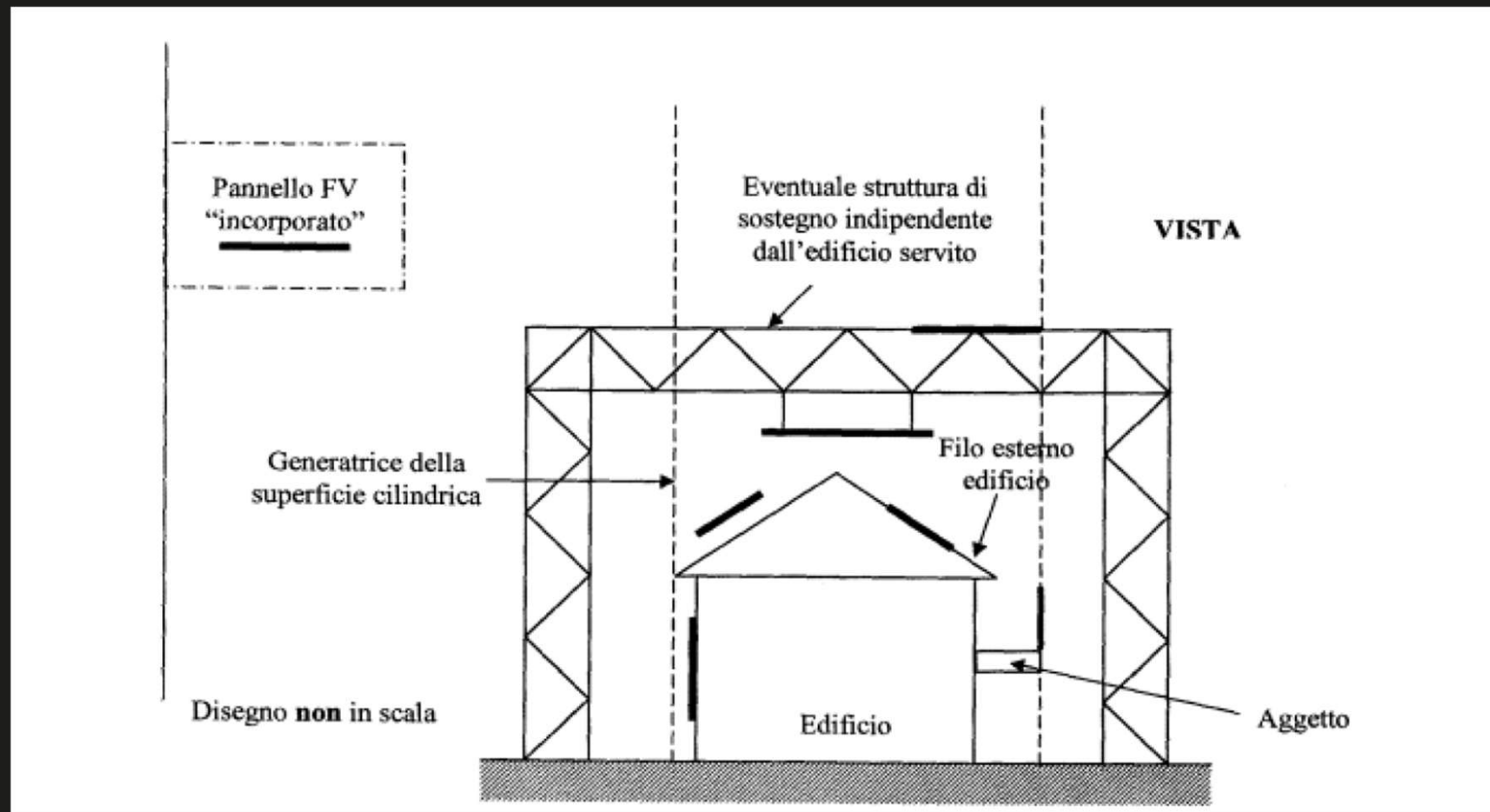
Guida VVF 14030/2025



Medesimi obiettivi di sicurezza
rispetto alle guide 2012

FV incorporato

moduli/pannelli fotovoltaici ricadono, anche parzialmente, nel volume delimitato dalla superficie cilindrica ad asse verticale avente come generatrice la proiezione in pianta del fabbricato (inclusi aggetti e sporti di gronda) ...come nel 2012:



Modalità di Installazione considerate



BAPV su Coperture

Pannelli applicati sopra la copertura dell'edificio come componente estraneo senza funzioni costruttive



BAPV in Facciata

Pannelli applicati all'esterno della facciata con ancoraggio fisso o appoggio a gravità



BIPV Integrati

Moduli integrati architettonicamente e costruttivamente, sostituendo elementi dell'edificio



Pergole e Pensiline

Installazioni su strutture accessorie come pergole, tettoie e pensiline di parcheggi



Misure di prevenzione

Qualità dei componenti da installare:

CEI EN IEC 61730-1, sicurezza moduli fotovoltaici, costruzione

CEI EN IEC 61730-2, sicurezza dei moduli fotovoltaici, prove

No installazioni in aree ATEX

La progettazione, installazione, messa in esercizio deve essere effettuata a «regola d'arte», in accordo (...quantomeno) a questi standard tecnici:

- CEI 64-8 - Sezione 712: “Sistemi fotovoltaici (PV)
- Guida CEI 82-25: Guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa tensione
- CEI 81-28: Guida alla protezione contro i fulmini degli impianti fotovoltaici
- HD 60364-7-712: Low-voltage electrical installations - Part 7-712: Requirements for special installations or locations - Photovoltaic (PV) systems (Sez. 712 CEI 64-8 in fase di aggiornamento)
- IEC 63112: Photovoltaic (PV) arrays – Earth fault protection equipment – Safety and safety-related functionality;
- IEC 62548:2016 Photovoltaic (PV) arrays - Design requirements

Misure di prevenzione

Areazione e ventilazione

- evitare il riscaldamento eccessivo dei componenti dell'impianto fotovoltaico
- Inverter/convertitori DC-DC, installati all'aperto o in compartimenti antincendio dedicati con una resistenza al fuoco minima di REI/EI 30

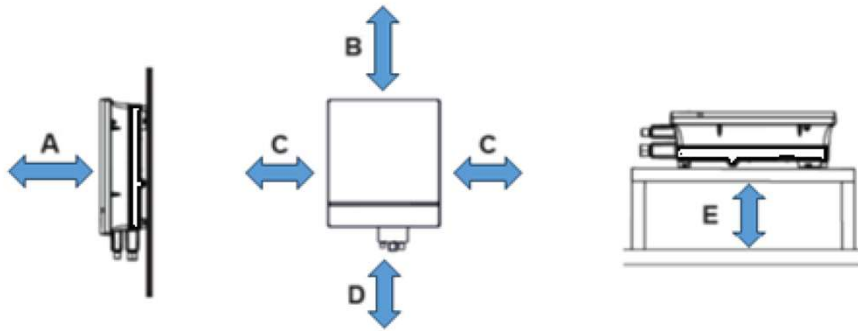


Figura 2 – Esempi di distanze di rispetto per gli inverter

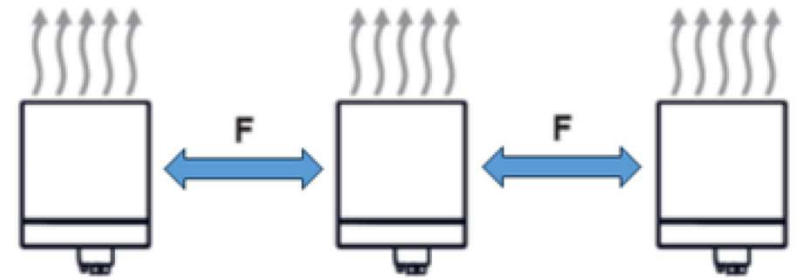


Figura 3 – Esempi di distanziamento per installazioni multiple di inverter

Fattori di Rischio da Considerare



Interferenza evacuazione prodotti della combustione

Ostruzione delle SE di smaltimento dei prodotti della combustione



Propagazione Incendio

Modalità di diffusione attraverso copertura, compartimenti e facciate degli edifici.



Ostruzione Evacuatori

Blocco degli evacuatori di fumo (SEFC) che compromette l'efficacia dei sistemi di sicurezza.



Sicurezza Operatori

Protezione del personale addetto alla manutenzione e alle operazioni di soccorso di emergenza.

La «nuova» guida tecnica VVF :

- è uno strumento di indirizzo non limitativo delle scelte progettuali (approccio performance based);
- Individua alcune soluzioni utili al perseguimento degli obiettivi di sicurezza
- Altre soluzioni utili al perseguimento dei richiamati obiettivi possono essere individuate mediante la valutazione dei rischi.

Compartimentazione

FV elementi combustibili (ad es. cavi elettrici), non devono essere posti in opera direttamente sopra elementi di compartimentazione

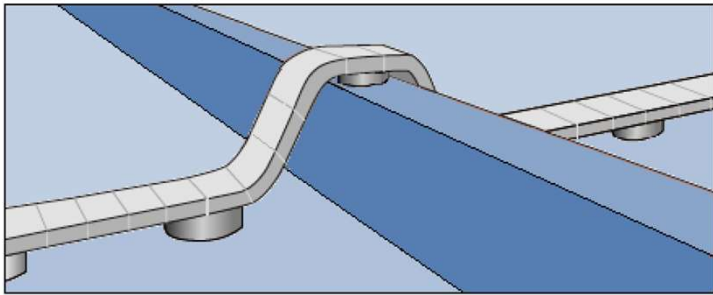
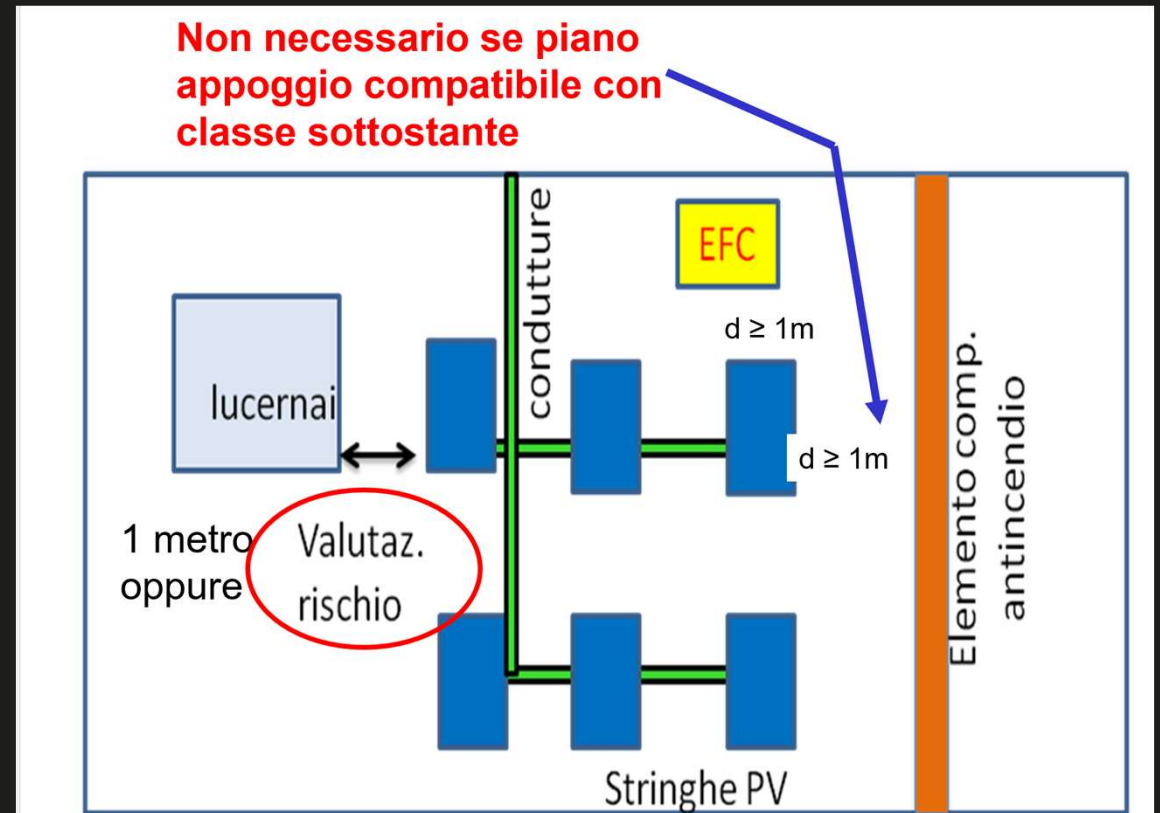


Figura 4 – Esempio di distanziamento delle passerelle portacavi dalla copertura



Compartimentazione

Interferenza prodotti della combustione, lucernai

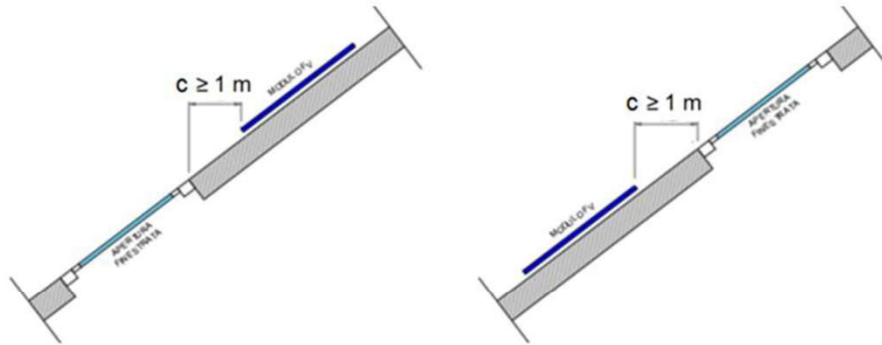


Figura 7 – Esempi di distanziamento sottoinsiemi pannelli su tetti a falda inclinata con presenza di aperture

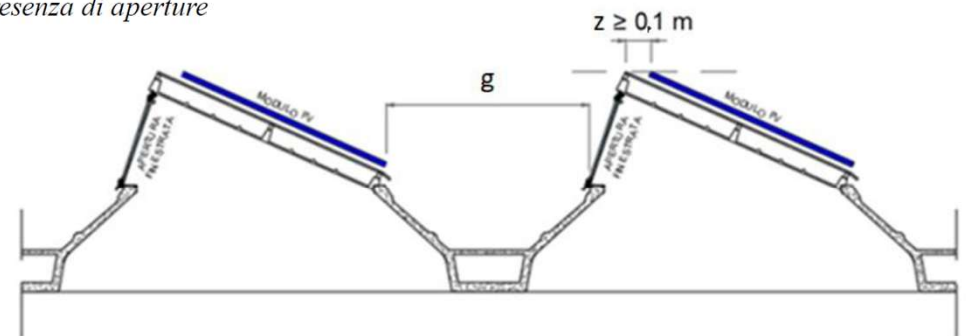


Figura 8 – Esempio di distanziamento di sottoinsiemi di pannelli su copertura a shed

Installazioni in facciata

Moduli FV:

- raggruppati in sottoinsiemi 3 m (h) x 20 m (l) in lunghezza
- separati verticalmente da elementi incombustibili orizzontali posti ad almeno 0,5 m (d) dal limite del sottoinsieme, e che sporgano dalla facciata per una profondità di almeno 0,5 m (p).
- La distanza orizzontale dalle aperture deve essere di almeno 1 m (c).

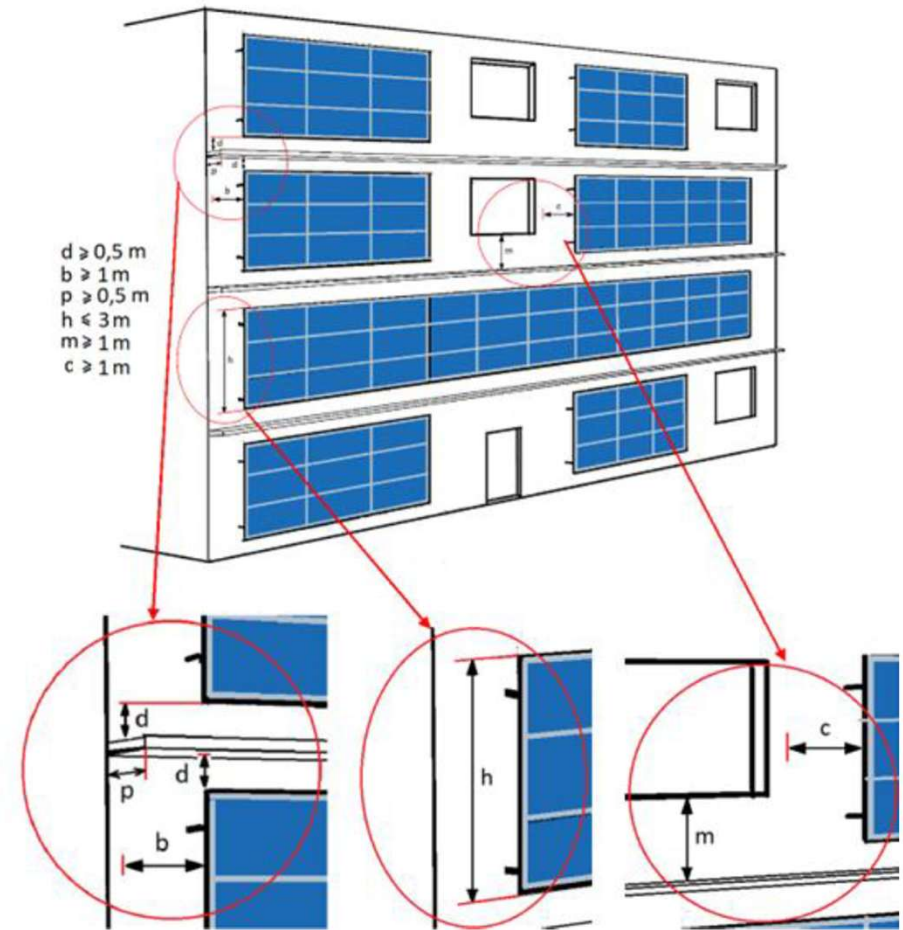


Figura 11 – Esempi di distanziamento sottoinsiemi di pannelli in facciata



Soluzioni per Prevenire la Propagazione BAPV

Caso 1: Strutture Incombustibili

Installazione su supporti completamente incombustibili (A1) per eliminare il rischio di propagazione.

Caso 2: Strato materiale EI 30

Interposizione pannello con layer “continuo” incombustibile con resistenza al fuoco di 30 minuti.

Caso 3a: Prestazione al fuoco Moduli e tetti/coperture

Moduli FV: Classe E + Broof (T1, T2, T3, T4)
Applicati su
Tetti/coperture Broof (T3, T4)

Caso 3b: Valutazione Ad Hoc

Valutazione del rischio “ad hoc” finalizzata al raggiungimento degli obiettivi di sicurezza

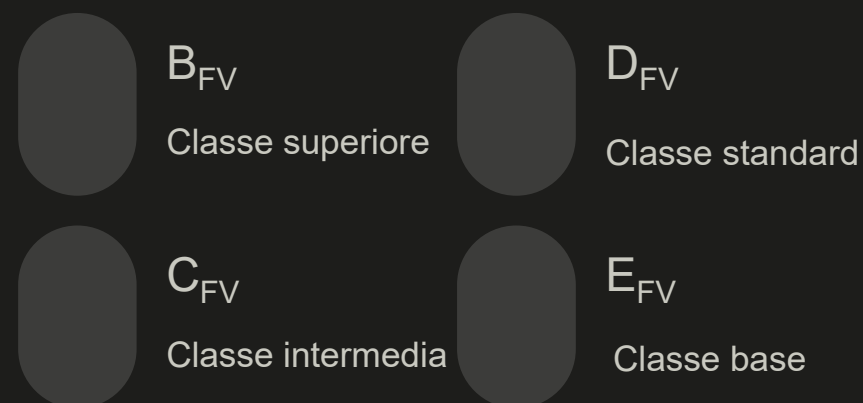
Normativa CEI TS 82-89/2023

Nuova Classificazione FV+Copertura

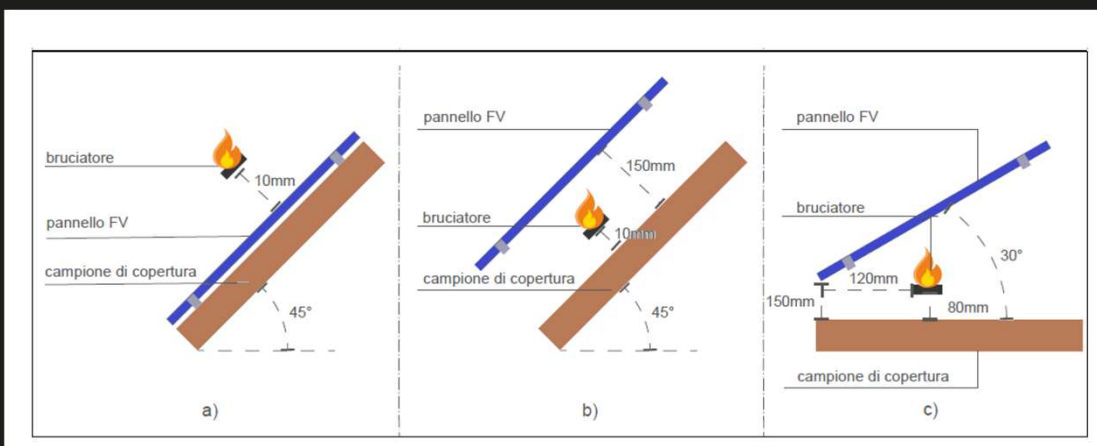
- Protocollo di prova sperimentale innovativo
- Accoppiamento pannello-copertura
- Fondato sulla calorimetria (HRR, THR, FIGRA)
- Indicatori quantitativi di pericolosità

	Classe $B_{FV(a,b,c)}$	Classe $C_{FV(a,b,c)}$	Classe $D_{FV(a,b,c)}$	Classe $E_{FV(a,b,c)}$
$FIGRA_{0,4MJ}$ [W/s]	≤ 180	≤ 450	≤ 550	≥ 550
THR [MJ]	≤ 10	≤ 25	≤ 35	≥ 35

Classificazioni Disponibili



Classe minima almeno C_{FV}





Soluzioni per Prevenire la Propagazione BIPV

Conformità Normativa

CEI EN 61730-2, Sicurezza dei moduli fotovoltaici (FV)
CEI EN 50583-1, Photovoltaics in buildings Part 1: BIPV modules e moduli/pannelli classe reazione al fuoco UNI EN 13501 (euroclasse).

Caso Facciate «a cappotto»

Documenti EAD 040083-00-0404 per sistemi ETICS e EAD 090062-01-0404 per rivestimenti meccanici
«**continue**» UNI EN 13830 norma di prodotto facciate continue

Pergole, Pensiline e Tettoie e Balaustre Fotovoltaiche

BIPV come unico elemento di copertura Strutture Glass-Glass
BIPV glass-glass come parapetto per balconi, terrazze e scale esterne oppure Classe B-s2,d0

Edifici Civili Oltre 12 Metri

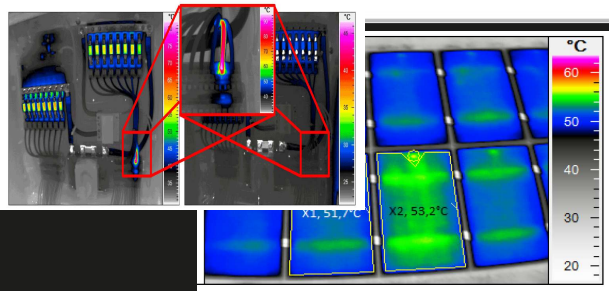
Capitolo V.13 Chiusure d'ambito degli edifici civili - Decreto Ministero Interno 3 agosto 2015
Lettera Circolare DCPREV-5043 del 5 aprile 2013 - Guida tecnica requisiti sicurezza facciate

Manutenzione e verifiche

....anche prima!!!

Manuale di manutenzione contenente almeno:

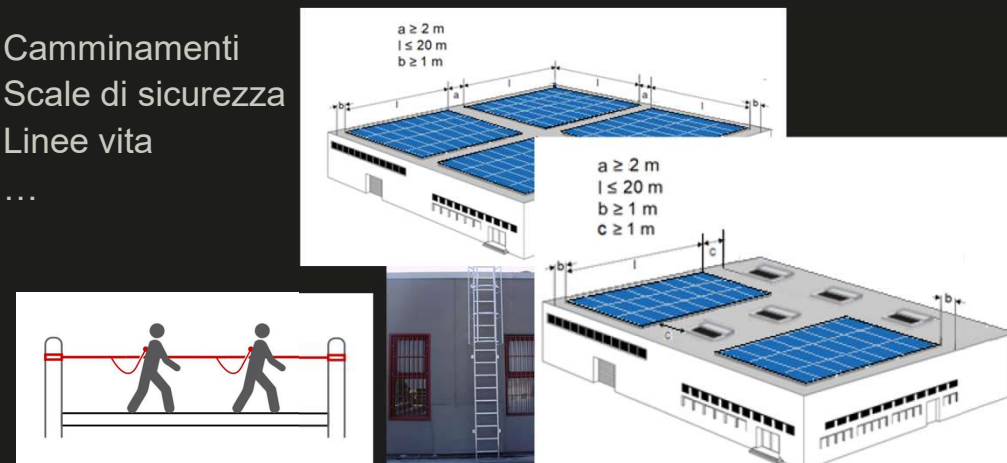
- Attività di sorveglianza;
- Attività di verifiche periodiche (diagnostica remota, rivelazione precoce guasti, ...);
- Attività di pulizia e controllo dei «punti caldi»;
- Attività di verifica generale dell'impianto;
- Attività di manutenzione straordinaria.



IEC TS 62446-3:
Photovoltaic (PV) systems
- Requirements for testing,
documentation and
maintenance - Part 3:
Photovoltaic modules and
plants - Outdoor infrared
thermography

Accesso sicuro manutentori

Camminamenti
Scale di sicurezza
Linee vita



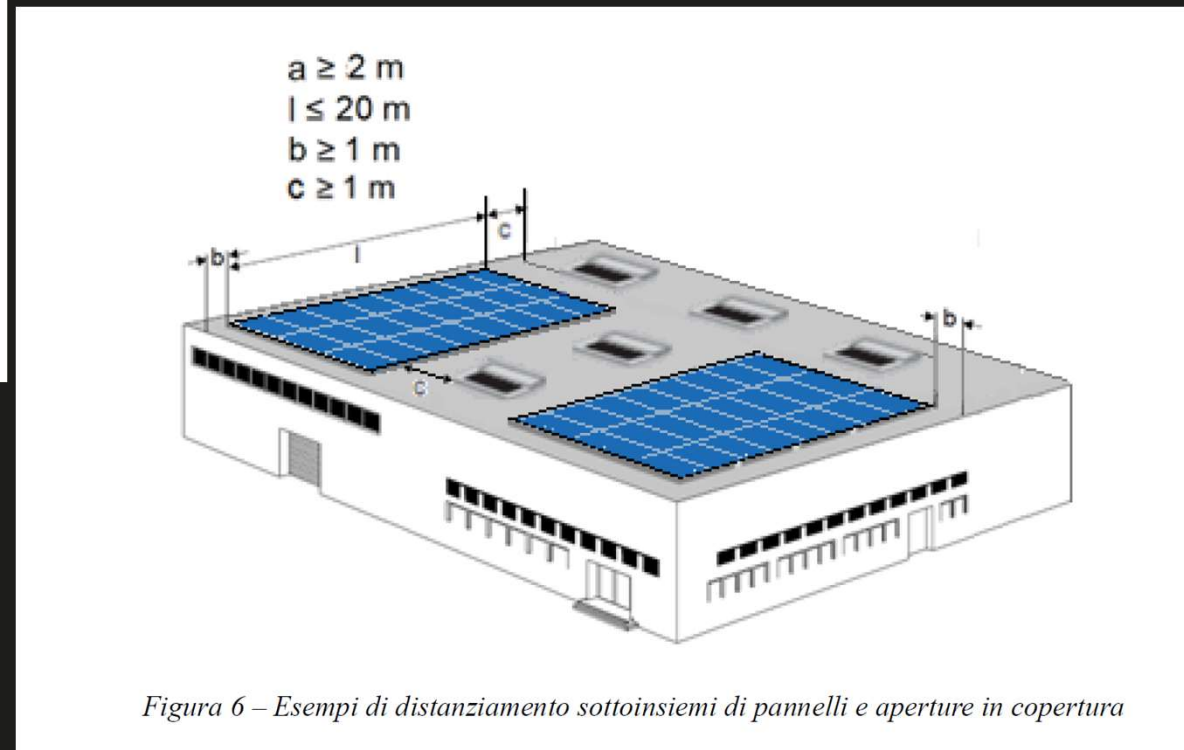
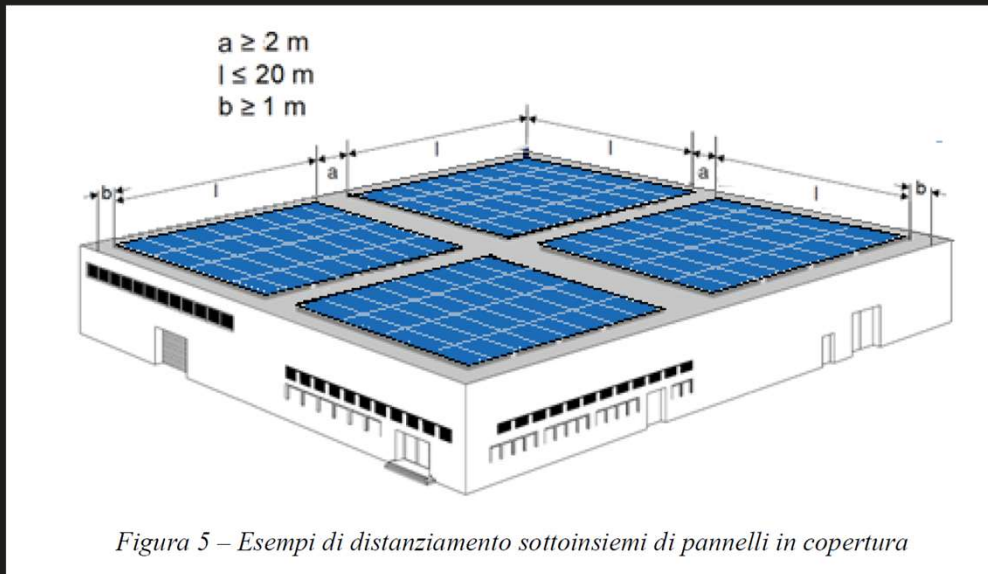
Sicurezza squadre soccorso

Definire gli scenari di incendio FV credibili e:

- Sviluppare procedure operative di intervento
- Garantire l'accesso all'impianto (copertura) almeno doppio (ridondanza delle vie di accesso di emergenza)
- Scelta dei DPI
- Scelta dei presidi antincendio (estintori – quali!?! - , idranti, ...)
- Formazione & addestramento degli addetti antincendio aziendali per applicazione delle procedure operative di intervento, ...

Operatività antincendio

Garantire accesso ai componenti dell'impianto fotovoltaico anche sulla copertura, per operatività antincendio oltre che di ispezione e manutenzione



Conclusioni e raccomandazioni

01

Centralità della prevenzione

La transizione energetica richiede metodologie aggiornate e approccio integrato per valutare e gestire i rischi antincendio di impianti fotovoltaici

02

Aggiornare le competenze

La formazione continua per progettisti, installatori, manutentori e squadre di soccorso è fondamentale per la gestione efficace dei rischi specifici degli impianti FV

Conclusioni e raccomandazioni

03

Progettazione olistica

Applicare soluzioni tecniche e strategie di prevenzione, protezione e gestionali sulla base della valutazione del rischio (metodologia di progettazione del **Codice di PI capitolo G.2**) .

04

Manutenzione e controllo

Predisporre manuali operativi dettagliati, ispezioni periodiche, manutenzione straordinaria e diagnostica predittiva per ridurre gli inneschi e mantenere l'efficacia nel tempo.

05

Innovazione e normativa

Promuovere l'adozione di tecnologie innovative in conformità ai più recenti standard normativi nazionali ed europei (*le guide FV sono «soluzioni conformi!»*)



Piergiacomo Cancelliere, *Ph.D.*
E-mail piergiacomo.cancelliere@vigilfuoco.it