



# SYMPOSIUM DAY

Bari, 7 Febbraio 2024

## La progettazione della sicurezza antincendio delle coperture con impianti Fotovoltaici

■ Piergiacomo Cancelliere

Comandante dei Vigili del Fuoco di Rimini

---

# Agenda

Introduzione: sostenibilità e resilienza;

---

Rischio incendio sistemi ed impianti FV;

---

Progettazione della sicurezza antincendi & FV;

---

Fattori da considerare per la valutazione del rischio incendio dovuta ad FV;

---

Mitigazione della propagazione;

---

FSE&TS CEI 82-89:2023;

---

Le misure di prevenzione incendi per FV

---

Sicurezza dei manutentori & Soccorritori;

---

Mantenimento delle prestazioni nel tempo;

---

Conclusioni.

---

## Introduzione

### Sostenibilità e Resilienza:

Questi due termini vengono spesso usati indifferentemente quando riferiti agli edifici, ma rappresentano **la stessa cosa?**

#### **SOSTENIBILITÀ:**

la condizione di uno sviluppo in grado di assicurare il soddisfacimento dei bisogni della generazione presente, **senza compromettere** la possibilità delle generazioni future di realizzare i propri



## Introduzione

### Sostenibilità e Resilienza:

Questi due termini vengono spesso usati indifferentemente quando riferiti agli edifici, ma rappresentano **la stessa cosa?**

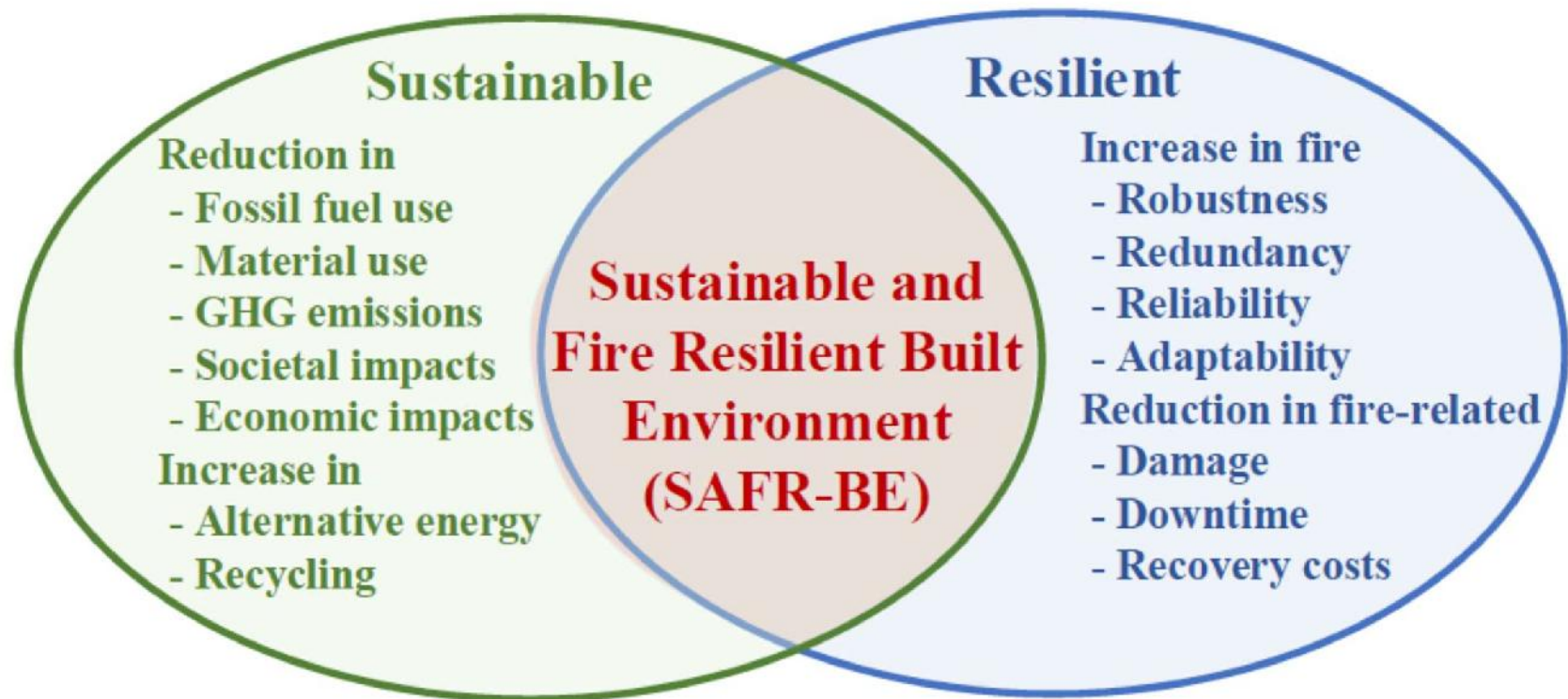
#### RESILIENZA:

Nell'ambito del nostro ambiente naturale e del costruito (edifici, opere da costruzione, ...) rappresenta l'abilità di ritornare ad uno stato definito «normale» dopo aver subito «eventi estremi» o delle perdite.



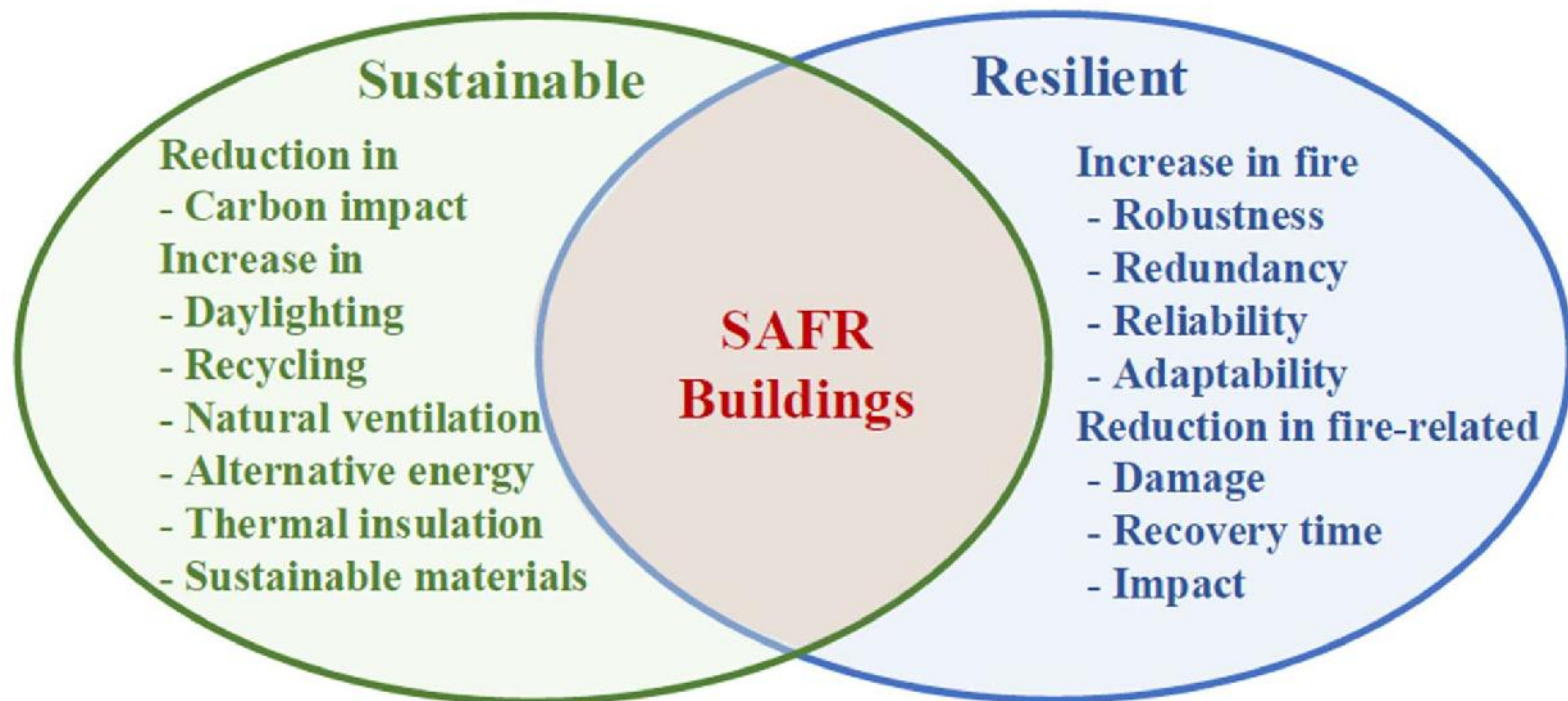
## Introduzione

Sostenibilità e Resilienza rappresentano concetti **DIFFERENTI**, ma appare chiaro che sono **INTERCONNESSI** in relazione alla salvaguardia della vita umana e dell'ambiente



## Introduzione

**Edifici Sostenibili e Incendio-Resilienti** sono tutti quelli dove gli **obiettivi «green»** (facciate, fotovoltaico, ...) **non vanno in conflitto** con gli **obiettivi di sicurezza antincendi**:





## Rischio incendio sistemi ed impianti FV



**Coperture Industriali**

## Rischio incendio sistemi ed impianti FV



## Coperture Industriali





## Rischio incendio sistemi ed impianti



Coperture Industriali



## Rischio incendio sistemi ed impianti FV



**Complessi Commerciali**



## Rischio incendio sistemi ed impianti FV



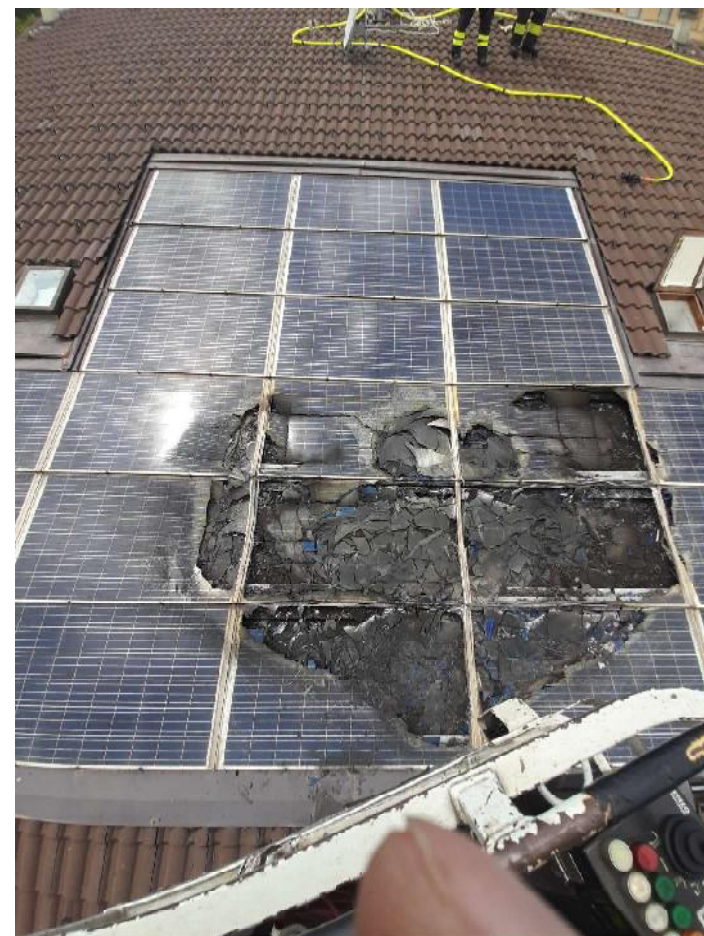
**Edifici Civili**



## Rischio incendio sistemi ed impianti FV



Ultimi interventi nella  
provincia di Rimini



Civile abitazione di  
Novafeltria

## Rischio incendio sistemi ed impianti FV



Ultimi interventi nella  
provincia di Rimini

**Capannone industriale di  
Novafeltria**



## Rischio incendio sistemi ed impianti FV



Ultimi interventi nella  
provincia di Rimini

**Capannone industriale di  
Novafeltria**

## Rischio incendio sistemi ed impianti FV



Localizzazione dell'incendio (Padiglione D1)

Ultimi interventi nella  
provincia di Rimini



**Fiera di Rimini... (7 giugno 2022)!**

## Rischio incendio sistemi ed impianti FV



Dettaglio danneggiamento moduli fotovoltaici

**Fiera di Rimini...non molto tempo fa... (7 giugno 2022)!**



Dettaglio danneggiamento interno



## Rischio incendio sistemi ed impianti FV



**Centro commerciale Desenzano del Garda... (24 maggio 2023)!**



# Rischio incendio sistemi ed impianti FV



Ansa

+ Segui

## A fuoco tetto fotovoltaico, fumo visibile a chilometri

Storia di BUO • 1giorno/i



A fuoco tetto fotovoltaico, fumo visibile a chilometri  
© Provided by ANSA

(ANSA) - VENEZIA, 31 GEN - Un incendio con un'alta colonna di fumo, visibile a chilometri di distanza, si è sviluppato intorno alle ore 10:40 di oggi su un tetto fotovoltaico di una casa in fase di costruzione a Jesolo (Venezia).

I vigili del fuoco, arrivati dal locale distaccamento, da San Donà e da Mestre con tre autopompe, un'autobotte, l'autoscala il carro aria e 18 operatori, coadiuvati dal funzionario di guardia, hanno iniziato le operazioni di spegnimento, evitando la propagazione del rogo alle altre abitazioni vicine.

Le operazioni di completo spegnimento e bonifica termineranno presumibilmente nel tardo pomeriggio di oggi. Le cause delle fiamme sono al vaglio dei tecnici dei pompieri. (ANSA).

**Venezia...31 gennaio  
2024 (ieri!)**



## Progettazione della sicurezza antincendi & FV

I sistemi ed impianti FV a servizio di attività possono:

- Essere causa **di innesco**;



- Favorire **la propagazione** di un incendio in copertura o in facciata;
- Far propagare l'incendio «dalle coperture» verso altri **compartimenti sottostanti**.

# Progettazione della sicurezza antincendi & FV

## La progettazione della sicurezza antincendi secondo il Codice di PI:

STRATEGIA ANTINCENDIO  
**Capitolo S.10 Sicurezza degli impianti tecnologici  
e di servizio**

Livello di prestazione	Descrizione
I	Impianti progettati, realizzati, eserciti e mantenuti in efficienza secondo la regola d'arte, in conformità alla regolamentazione vigente, con requisiti di sicurezza antincendio specifici.

*Tabella S.10-1: Livelli di prestazione*

### **S.10.6.2 Impianti fotovoltaici**

1. In presenza di impianti fotovoltaici installati sulle coperture e sulle facciate degli edifici, devono essere utilizzati materiali, adottate soluzioni progettuali ed accorgimenti tecnici che limitino la probabilità di innesco dell'incendio e la successiva propagazione dello stesso anche all'interno dell'opera da costruzione e ad altre limitrofe.
2. L'installazione degli impianti fotovoltaici deve garantire la sicurezza degli operatori addetti alle operazioni di manutenzione nonché la sicurezza dei soccorritori.

Nota Utili riferimenti sono costituiti dalle circolari DCPST n°1324 del 7 febbraio 2012 e DCPST n°6334 del 4 maggio 2012.

## Progettazione della sicurezza antincendi & FV

### La guida tecnica VVF del 2012:

- è uno **strumento di indirizzo** non limitativo delle scelte progettuali (approccio **performance based**);
- Individua alcune soluzioni utili al perseguimento degli **obiettivi di sicurezza** del Regolamento (UE) CPR n.305/2011;
- **Altre soluzioni** utili al perseguimento dei richiamati obiettivi possono essere individuate mediante la **valutazione dei rischi**.

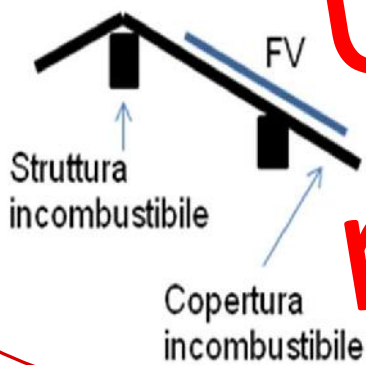
## Fattori da considerare per la valutazione del rischio incendio dovuta ad FV:

- **interferenza** con il sistema di ventilazione dei prodotti della combustione, ostruzione parziale/totale di traslucidi, impedimenti apertura evacuatori;
- modalità di **propagazione** dell'incendio (copertura/compartimenti/facciata/conduitture/quadri, ...);
- sicurezza degli **operatori** addetti alla manutenzione;
- sicurezza degli **addetti** alle operazioni **di soccorso**.

# Mitigazione della propagazione

L'installazione degli impianti FV dovrà essere eseguita in modo da evitare la propagazione di un incendio dal generatore fotovoltaico al fabbricato nel quale è incorporato (requisiti tecnici)

Caso 1  
Installazione su strutture ed elementi di copertura e/o di facciata incombustibili



Caso 2  
Interposizione tra i moduli fotovoltaici e il piano di appoggio di uno strato di materiale di resistenza al fuoco almeno EI 30 ed incombustibile



Caso 3  
Valutazione specifica del rischio di propagazione dell'incendio

Caso 3a  
Valutazione del rischio incendio tenendo conto:  
- della classe di resistenza agli incendi esterni dei tetti e delle coperture dei tetti;  
- della classe di reazione al fuoco del modulo fotovoltaico

Caso 3b  
Valutazione del rischio ad hoc finalizzata al raggiungimento degli obiettivi del Regolamento UE 305/2011

Under review

Still applicable



# Mitigazione della propagazione & CEI TS 82-89:2023

N O R M A I T A L I A N A C E I

*Norma Italiana*

**CEI TS 82-89**

*Data Pubblicazione*

**2023-05**

*Titolo*

**Rischio d'incendio nei sistemi fotovoltaici - Comportamento  
all'incendio dei moduli fotovoltaici installati su coperture di edifici:  
protocolli di prova e criteri di classificazione**

*Title*

Fire Risk of Photovoltaic Systems - Fire behavior of Photovoltaic Modules  
installed on building roofs: test protocols and rating criteria

## Mitigazione della propagazione & CEI TS 82-89:2023

Il TS stabilisce un **protocollo di prova sperimentale**:

- dove si tiene conto **dell'accoppiamento** fra copertura e pannello (materiali, modalità di posa in opera, ...);
- fondato **sulla calorimetria** (HRR, THR, FIGRA, ...);
- non stabilisce alcuna classificazione ma **restituisce indicatori** di pericolosità **«quantitativi»** utili allo sviluppo della valutazione del rischio di propagazione «ad hoc» (**Caso 3b**).

# FSE & TS CEI 82-89:2023

Configurazioni di prova FV+tetto:

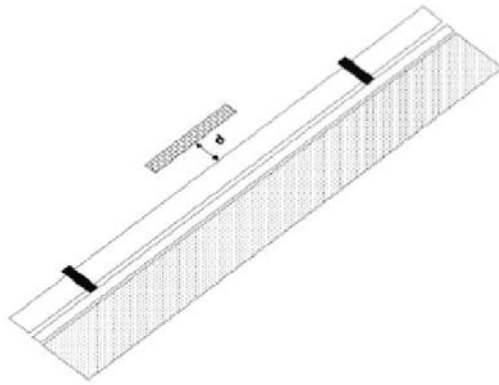


Figure 3 — Placement of source of ignition on top of the PV module

Burner

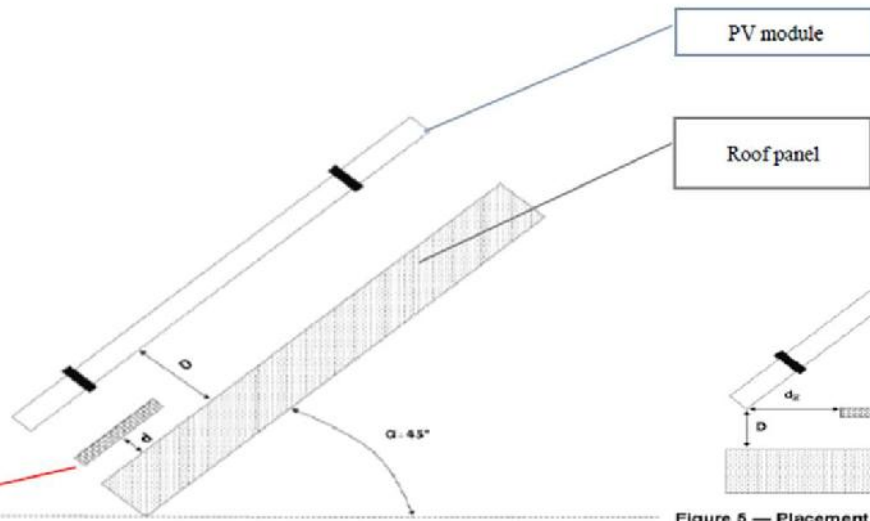


Figure 4 — Placement of source of ignition on top of the PV module

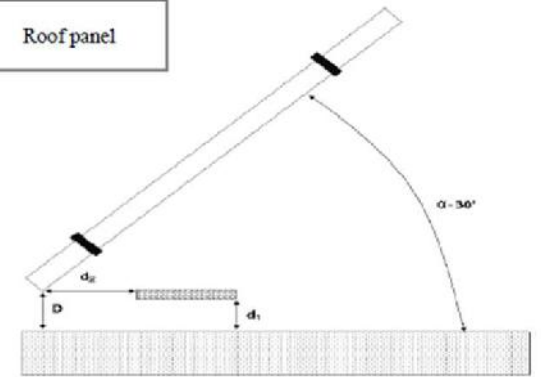
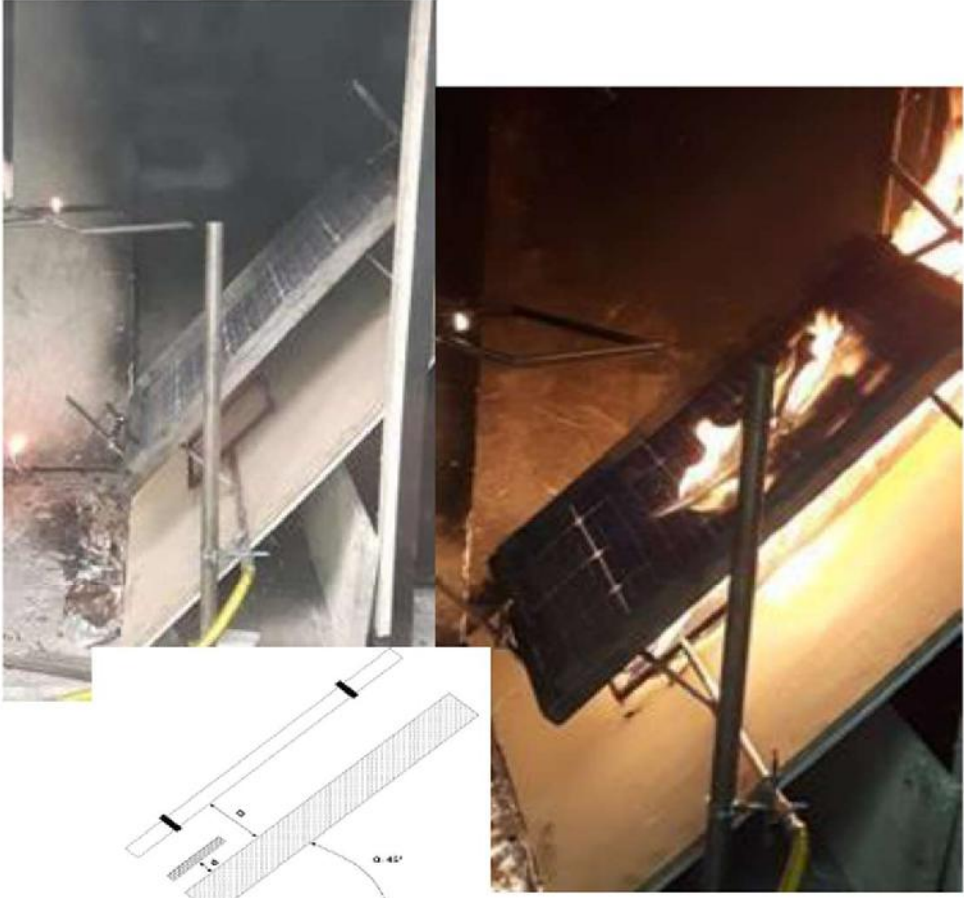
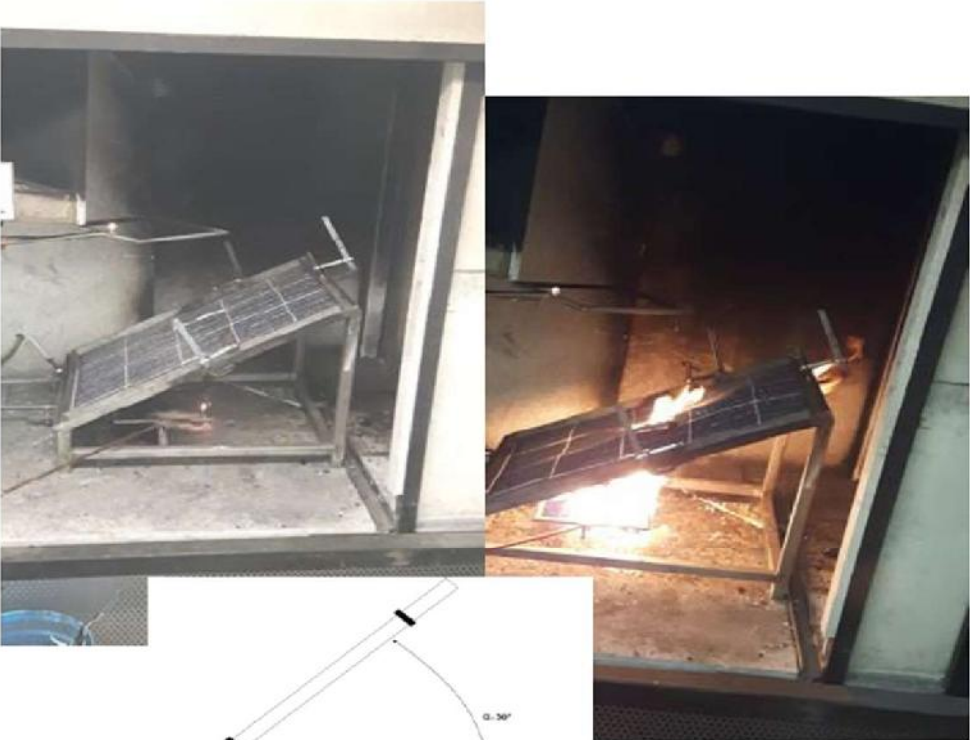


Figure 5 — Placement of source of ignition between PV module and flat roofs

# FSE & TS CEI 82-89:2023

(tests inside the SBI instrumented room)

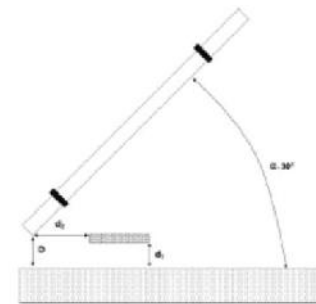
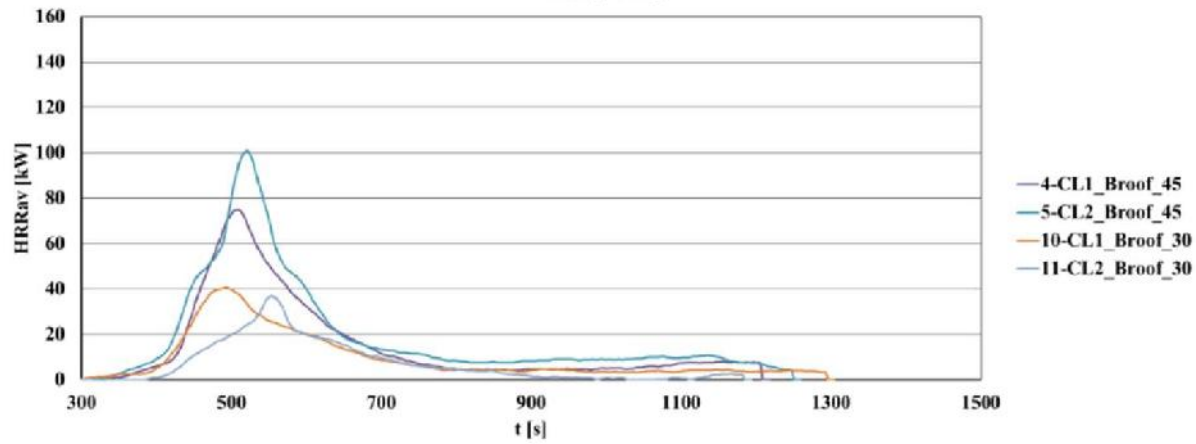
CEI TS 82-89



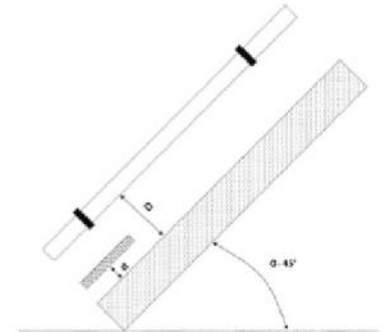
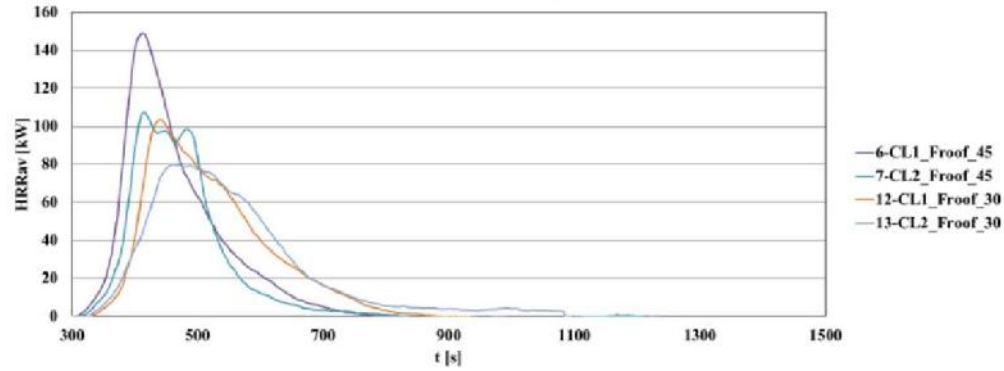


# FSE & TS CEI 82-89:2023

HRR (Broof)

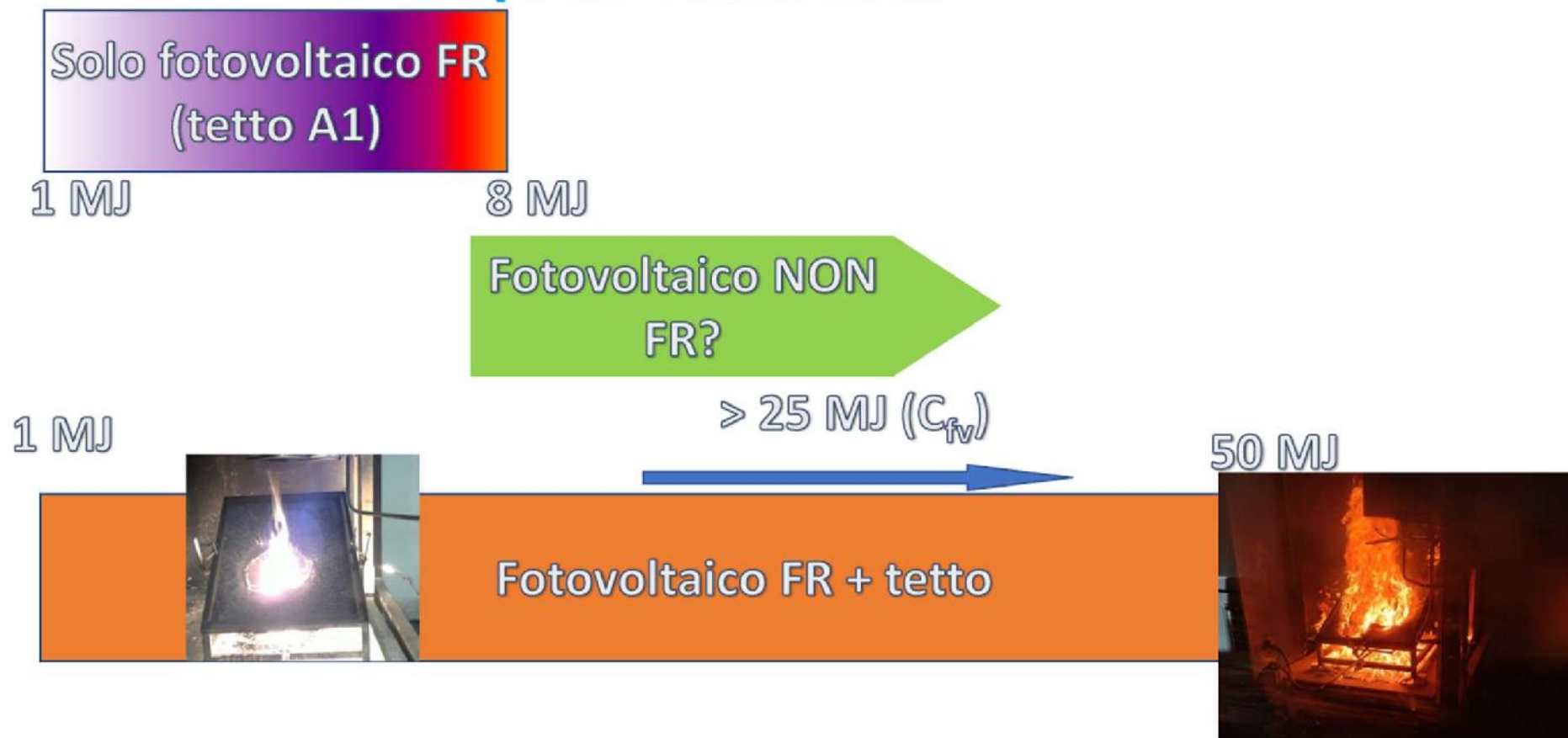


HRR (Froof)



# FSE & TS CEI 82-89:2023

## Esempi di variazioni



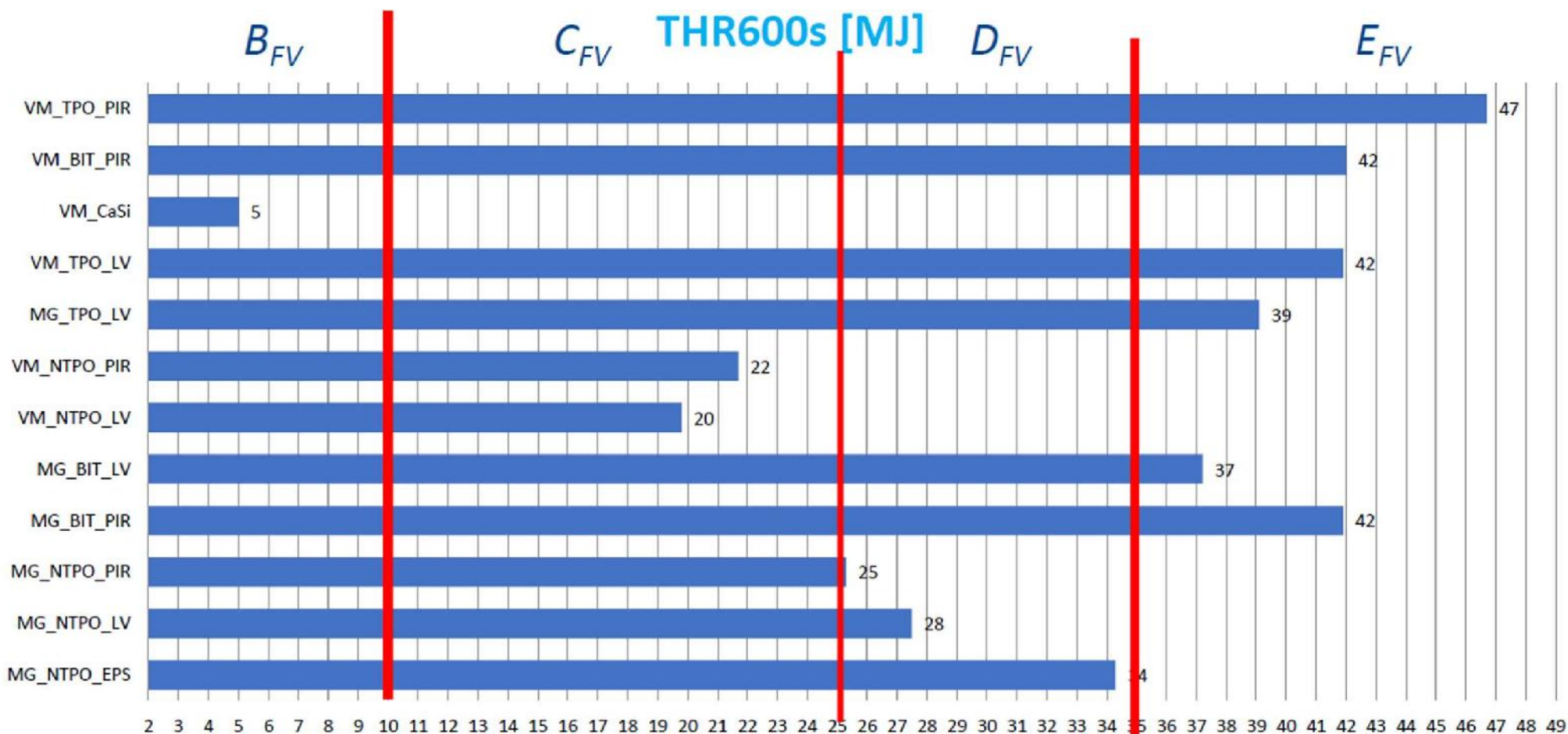
## FSE & TS CEI 82-89:2023

Il TS propone anche una classificazione del pacchetto copertura + pannello fotovoltaico nei confronti delle prestazioni al fuoco (*fire behaviour*):

	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]	$\leq 180$	$\leq 450$	$\leq 550$	$\geq 550$
THR [MJ]	$\leq 10$	$\leq 25$	$\leq 35$	$\geq 35$

# FSE & TS CEI 82-89:2023

Esempi di classificazione (*fire behaviour*):





## FSE & TS CEI 82-89:2023

La metodologia «**olistica e flessibile**» di progettazione della sicurezza antincendi del Codice, «**favorisce**» l'approccio prestazionale e l'utilizzo della *Fire Safety Engineering* (**FSE**);

Il TS CEI 82-89:2023 può essere d'ausilio alla definizione dei modelli di incendio da utilizzare nella FSE attraverso:

- rilasci termici e di fumo (**HRR**, ...);
- quantità integrali (THR, TSP).

## Le misure di prevenzione incendi per FV

La progettazione, installazione, messa in esercizio deve essere effettuata a «regola d'arte», in accorso (...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

## Le misure di prevenzione incendi per FV

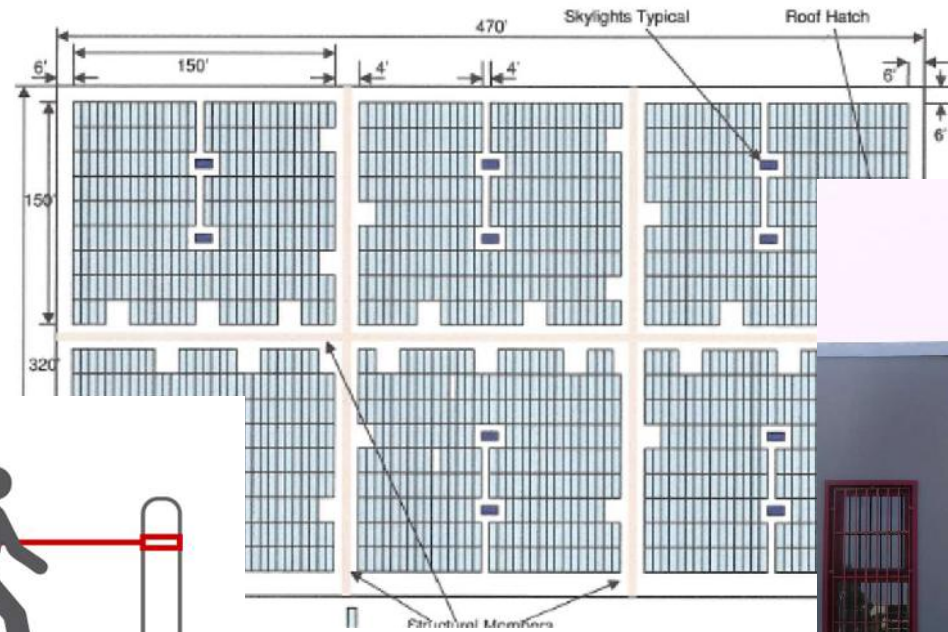
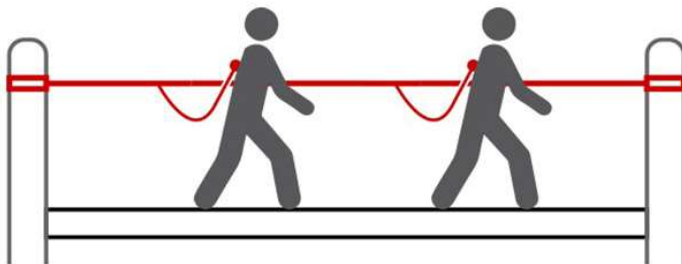
Ad esempio, le misure contro i guasti di isolamento:

- cavi in c.c. scelti ed installati in modo tale da rendere minimo il rischio di guasti a terra/cortocircuiti (**art. 712.522.8.1**);
- protezioni dalle sovracorrenti - **HD 60364-7-712 – 712.433**
- protezioni dalle sovracorrenti per  $N_s$  stringhe in parallelo (secondo **712.433 HD 60364-7-712**);
- guasti a terra, IEC 63112 - **Monitoraggio dell'isolamento** da terra del campo fotovoltaico: *il monitoraggio ha lo scopo di ridurre il rischio di incendio a causa di una connessione accidentale o percorso di guasto tra il campo e la terra*;
- Archi serie e parallelo (AFCI, **IEC 63027** Photovoltaic power systems - DC arc detection and interruption – solo archi serie);
- Selezione **cavi per FV** (CEI 20-91 - oggi CEI EN 50618 – Eca, quindi posa in canaline metalliche IP4X...).

## Sicurezza degli addetti alla manutenzione

E' necessario consentire in sicurezza l'accesso **a tutte le parti** di impianto:

- Camminamenti
- Scale di sicurezza
- Linee vita
- 





## Sicurezza degli addetti alle operazioni di soccorso

E' necessario 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, ...

## Mantenimento delle prestazioni nel tempo

E' necessario definire un **piano 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**.

# Mantenimento delle prestazioni nel tempo

Utile riferimento per la progettazione delle attività di manutenzione è la norma tecnica **CEI EN 62446-2**:

N O R M A I T A L I A N A C E I

*Norma Italiana*

**CEI EN IEC 62446-2**

La seguente Norma è identica a: EN IEC 62446-2:2020-05.

*Data Pubblicazione*

**2020-11**

*Titolo*

**Sistemi fotovoltaici (FV) - Prescrizioni per le prove, la documentazione e la manutenzione**  
**Parte 2: Sistemi collegati alla rete elettrica - Manutenzione di sistemi fotovoltaici**

*Title*

Photovoltaic (PV) systems - Requirements for testing, documentation and maintenance  
Part 2: Grid connected systems - Maintenance of PV systems

# Mantenimento delle prestazioni nel tempo

## La norma tecnica **CEI EN 62446-2**:

4	System documentation requirements .....
4.1	General.....
4.8	Operation and maintenance information.....
4.10	Performance benchmarking .....
4.11	Documentation of records .....
5	Verification .....
6	Test procedures – Category 1.....
7	Test procedures – Category 2.....
8	Test procedures – Additional tests.....
9	Verification reports .....
10	Maintenance protocols.....
10.1	General.....
10.2	Verification intervals and triggers.....
10.3	Other considerations for determining specific verification intervals.



# Mantenimento delle prestazioni nel tempo

## La norma tecnica **CEI EN 62446-2**:

11.3	Component inspection and safety related maintenance ..
11.3.1	Inverter and main electrical equipment pad.....
11.3.2	Combiner boxes, disconnects and isolators .....
11.3.3	Modules.....
11.3.4	PV connectors .....
11.3.5	Wiring.....
11.3.6	Mounting system .....
11.3.7	Conduits and cable trays .....
11.3.8	Weather station .....
11.4	Performance related maintenance.....
11.4.1	General .....
11.4.2	Wiring connection resistance .....
11.4.3	Shade evaluation .....
11.4.4	Module string or wiring harness testing .....
11.4.5	Vegetation management .....
11.4.6	Soiling and array cleaning .....

# Mantenimento delle prestazioni nel tempo

## La norma tecnica **CEI EN 62446-2**:

12	Troubleshooting and corrective maintenance .....	13	Additional procedures .....
12.1	General.....	13.1	General.....
12.2	Shutdown of equipment in response to hazardous failures ..	13.2	Safety procedures.....
12.3	Troubleshooting non-hazardous failures.....	13.2.1	General .....
12.4	Troubleshooting incident or event-triggered issues ...	13.2.2	Safe operation of switch disconnectors .....
12.5	Diagnosing performance related issues.....	13.3	Isolation procedures .....
		13.3.1	Emergency shutdown.....
		13.3.2	Non-emergency shutdown .....
Annex E (normative)	Safety considerations .....	13.4	Inspection and preventive maintenance procedures ...
E.1	Qualified persons .....	13.4.1	Inverter manufacturer specific procedures .....
E.2	General safety considerations .....	13.4.2	Tracker manufacturer specific procedures .....
E.3	Personal protective equipment.....	13.4.3	Data acquisition system specific procedures.....
E.4	Isolation procedures .....	13.5	Electrical test procedures.....
E.5	Lock-out tag-out.....	13.5.1	Earth fault testing .....
E.6	PV specific signs and labelling.....	13.5.2	Fuse tests.....
Annex F (informative)	Example preventive maintenance schedule ....	13.5.3	Bypass diode tests .....
F.1	General.....	13.6	Diagnostic procedures .....
F.2	Example system description.....	13.6.1	Validation of data acquisition systems (DAS) .....
Annex G (informative)	PV system operations .....	13.6.2	Inverter diagnostics .....

# Mantenimento delle prestazioni nel tempo

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

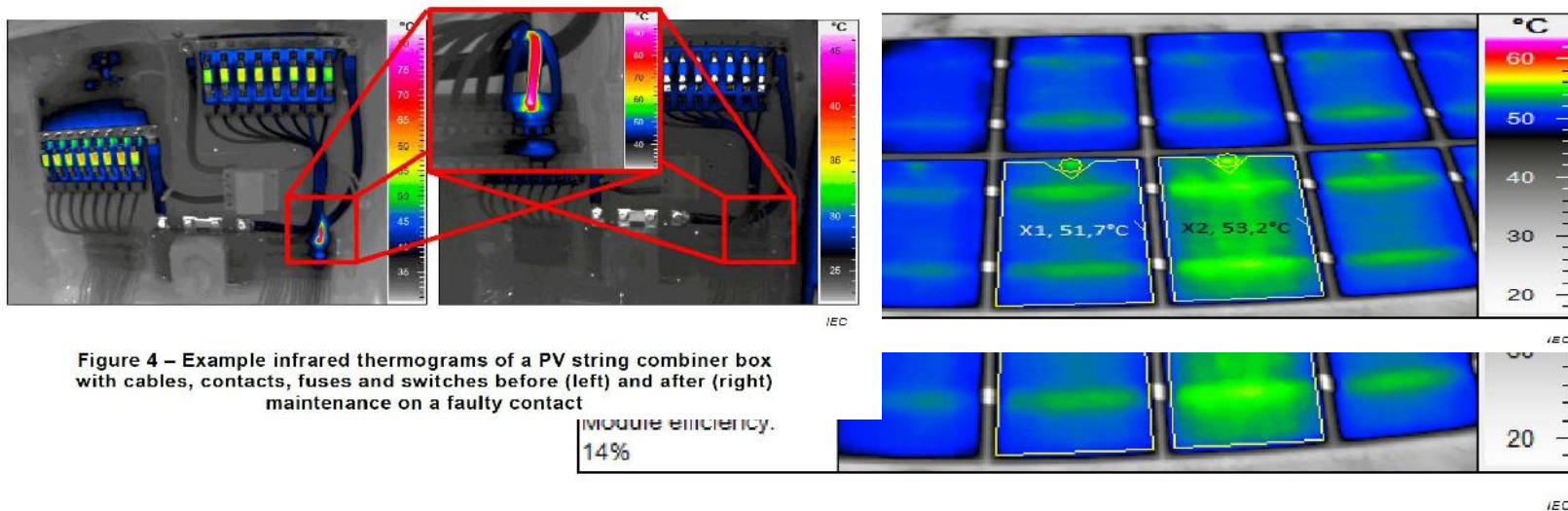


Figure 6 – Example of image reporting

## Conclusioni

Gli impianti e sistemi FV presentano **un rischio di incendio** che deve essere **mitigato** sino ad un livello considerato accettabile;

Il **CEI TS 82-89:2023** contiene una metodologia sperimentale di prova con la restituzione di **indicatori «quantitativi» di pericolosità**;

Gli indicatori di pericolosità del **TS 82-89** sono utili a:

- **mitigare** il rischio di propagazione ad «hoc» (**caso 3 a**);
- Identificare i modelli di incendio per un approccio prestazionale con **FSE**.

## Conclusioni

Ed ancora devono essere sempre considerati i seguenti aspetti:

- La sicurezza degli **addetti alla manutenzione**;
- La sicurezza degli addetti alle **operazioni di soccorso**;
- Il piano di manutenzione, sia per efficienza e funzionalità dell'impianto, sia per **mitigazione del rischio incendio**.



**Grazie per la Vostra  
Attenzione!**



**Piergiacomo CANCELLIERE, PhD**

*Ministero dell'Interno – Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco – Comandante VV.F. di Rimini*

**SYMPOSIUM  
DAY**