

# IMPIANTI FOTOVOLTAICI E COPERTURE PIANE sicurezza e prevenzione degli incendi

di Ing. Alberto Madella

Segretario tecnico del Gruppo P.R.I.M.I.

In questo articolo verrà esaminato il problema degli incendi di impianti fotovoltaici in base a questi quattro interrogativi:

- che cos'è un sistema di pannelli fotovoltaici?
- come reagisce al fuoco un pannello fotovoltaico?
- quali possono essere le cause di innesco per gli incendi ai pannelli fotovoltaici?
- qual è la situazione normativa oggi in Italia ed in Europa?

## Sistemi fotovoltaici, il pannello

I pannelli fotovoltaici sono dispositivi formati da elementi semiconduttori che producono energia elettrica per effetto fotoelettrico (luce solare)

Nel 1963 i primi Pannelli fotovoltaici sono stati commercializzati e la loro tecnologia si è notevolmente evoluta, dominata quasi esclusivamente da considerazioni di natura economica, lasciando un po' in disparte gli aspetti correlati alla sicurezza, ed in particolare al rischio di incendio essendo costituiti di norma di materiale combustibile.

## Le strutture

Sulle coperture commerciali o industriali, che normalmente sono tetti piani o con modesta pendenza, abbiamo installazioni "aderenti" o in pendenza, sempre metalliche, e ormai sempre fissate su un "sistema tetto" composto da un pacchetto di coibentazione di spessore consistente (anche fino a 50 cm) e ricoperto da membrana impermeabilizzante.

La Nota esplicativa alla Guida del 4 maggio 2012 (VVFF) prevede che pannelli fotovoltaici installati sulle coperture possono essere di classe 0, classe 1 o classe 2 in relazione alla "classe di reazione al fuoco" della superficie su cui poggiano (incombustibile o B roof t2).

## Le strutture di fissaggio

Le strutture metalliche di per se non danno origine a inneschi di incendio (a parte l'innesco da fulmini) ma la loro corretta posizione in relazione a possibili ombreggiature dei pannelli, non previste in fase di progetto può creare dei problemi.

## I pannelli

Lo strato di silicio che genera la corrente elettrica è l'elemento chiave all'origine dell'autocombustione di un pannello. Può presentarsi un guasto tecnico, o una semplice ma prolungata ombra durante una forte insolazione e quella parte di pannello si trasforma da generatore in resistenza. Il passaggio della corrente prodotta dalla restante parte dell'impianto provoca surriscaldamento della parte in resistenza, che può arrivare ad autocombustione se l'impianto ha numerosi pannelli in serie, che generano correnti e tensioni elevate, ben oltre i 600 Volt e numerosi Ampere. La verifica termografica dell'efficienza di pannelli è uno strumento ideale per valutare lo stato di "salute" delle singole celle di silicio, e consente di evidenziare i punti in cui le celle presentano disfunzioni con evidente surriscaldamento, che a occhio nudo non è visibile. Una regolare ispezione con moderni mezzi (per es. un drone e telecamera infrarossi) è veloce e poco impegnativa, ma essenziale per prevenire l'insorgere di gravi problemi di incendio. Purtroppo non è prevista dalle norme.

### Classificazione di reazione al fuoco

Classe italiana	Definizione
0	materiali incombustibili
1	materiali combustibili non infiammabili
2	materiali combustibili difficilmente infiammabili
3	materiali combustibili infiammabili
4	materiali combustibili facilmente infiammabili
5	materiali combustibili estremamente infiammabili



### Rischio incendio nei cablaggi

Le connessioni tra i pannelli devono essere adeguate alla tensione e corrente che circola nell'impianto.

Per un "domestico" da 3 kW siamo su 4 A e 350-400 Volt, ma per un sistema "industriale" con decine o centinaia di pannelli possiamo avere anche 1000 Volt e decine di Ampere per ciascuna stringa. È questa la situazione tipica per impianti collocati su strutture commerciali o industriali, dove si sono verificati il maggior numero di incendi in Italia.

Un primo rischio di innesco è quello dell'arco elettrico che può partire dalle connessioni o dai cavi se scoperti, viste le tensioni non indifferenti in gioco, (anche fino a 1000 V).

La questione dei cablaggi è spesso sottovalutata: le connessioni sono in molti casi fonte di arco elettrico e quindi di innesco d'incendio anche su coperture metalliche con propagazione alla coibentazione sottostante.

I cavi devono essere resistenti ai raggi UV ed alle alte temperature (sono posizionati al sole!), oltre ad essere di sezione adeguata ed essere correttamente collegati (IP 65).

Il sistema elettrico è costituito da numerose apparecchiature tra cui i gruppi di conversione (inverter) da corrente

continua ad alternata, con le relative connessioni e protezioni: questi sono il cuore dell'impianto e sono la parte più delicata, per le correnti e tensioni che vi si trovano.

### Rischio di incendio agli inverter

Gli inverter sono apparecchiature elettroniche che trasformano l'energia elettrica da "continua" in "alternata" a 50 Hertz per poterla immettere nelle rete nazionale ed essere fruibile dalle apparecchiature elettriche.

Tutti i sistemi elettrici dovrebbero essere dotati di dispositivi di sicurezza e di interruzione per eseguire manovre, manutenzioni ecc, considerando che le tensioni al loro interno possono generare scintille (e quindi incendi). I locali che contengono inverter dovrebbero essere dotati di allarme per "incendio"

Due delibere CEI (786/R/EEI/016 e 021) hanno sostanzialmente aggiornato i criteri di sicurezza degli inverter, con limitazioni delle sovratensioni per es. a 250 volt, per impianti al di sotto di 11 KW di potenza (e a 400 volt per gli altri) per impedire il ripetersi di inneschi di incendio nelle apparecchiature già installate.

In caso di ispezione del GSE, se gli inverter non sono a norma, viene sospesa l'erogazione dei contributi fino a regolarizzazione degli inverter per le sovratensioni.

## La nostra legislazione di prevenzione incendi per le installazioni dei Pannelli fotovoltaici

- D.M. 26 giugno 1984. Classificazione di reazione al fuoco ed omologazione dei materiali ai fini della prevenzione incendi.
- D.M. 10 marzo 2005 “Classi di reazione al fuoco per i prodotti da costruzione” da impiegarsi nelle opere per le quali è prescritto il requisito della sicurezza in caso d’incendio. (art. 2, “Classi”)
- Norma UNI 9174:2010 “Reazione al Fuoco dei prodotti sottoposti all’azione di una fiamma di innesco in presenza di calore radiante”.
- DPR 1 agosto 2011 n° 151
- Guida per l’installazione degli impianti fotovoltaici (Min. Interno, Dip. VVFF, Allegato alla nota Prot. n° 1324 del 7 feb 2012
- Nota esplicativa alla Guida del 4 maggio 2012
- Decreto 3 agosto 2015 “Codice Unico di Prevenzione Incendi (pagine 177 e 178, cap. S.10.6.2)

In pratica l’Italia è uno dei pochissimi paesi Europei in cui esiste una classificazione obbligatoria per la reazione al fuoco e per l’omologazione dei pannelli fotovoltaici ai fini della prevenzione incendi. Solo in Francia abbiamo una legislazione simile con un metodo di prova al fuoco del pannello fotovoltaico. In Danimarca si normano solo i pannelli integrati, secondo la EN13507 + CEN TS1187.

Bisogna considerare che il problema dei Pannelli fotovoltaici che si incendiano è sorto (soprattutto in Italia) dopo gli incentivi alla produzione di EE a cominciare dal 2011. In carenza di specifiche di legge, sono state fatte installazioni approssimative da imprese inesperte. Questo ha portato all’incremento di casi di incendio che non si è avuto in altri stati.

Numero incendi registrati

Anno	N° di incendi secondo www.antincendio-italia.it	N° di incendi secondo il Fire Safety Journal, 2020
2003	1	2
2004	1	3
2005	2	8
2006	2	13
2007	17	34
2008	17	26
2009	30	66
2010	85	136
2011	298	382
2012		479
2013		463
2014		469
2015		461
2016		375*

Questi sono i dati attualmente disponibili che hanno portato i nostri VVFF a iniziare una ricerca sul comportamento dei pannelli e della relativa tipologia di tetto associato.

I successivi dati (2016-2020) sono stati a lungo chiesti ai VVFF (per fornire dati al CEN, ovviamente) ma non è pervenuta alcuna risposta.

La ricerca sperimentale, finanziata da un progetto ministeriale si basa su prove condotte da Istituto Giordano (RM) sia su Pannelli fotovoltaici che su Pannelli fotovoltaici + membrane (fornite da SITEB sia Broof che Froof). Al momento mancano le prove sul sistema tetto completo, prima di poter trarre qualche conclusione.

Una ulteriore considerazione deve essere presentata in base ai dati del GSE sugli impianti fotovoltaici: dopo il 2013 il numero di impianti è cresciuto più lentamente e la potenza media si è stabilizzata: costante il rapporto grossi/piccoli. Se associamo i dati dei VVFF e del GSE abbiamo una immagine della effettiva rilevanza degli incendi sui Pannelli fotovoltaici in Italia rispetto al numero di impianti esistenti. Purtroppo i dati ad oggi sono incompleti, ma dimostrerebbero un trend al ribasso. La domanda che possiamo farci è semplice: c’è bisogno di un metodo di prova del “sistema tetto+pannelli Pannelli fotovoltaici” di fronte ai numeri dell’ultima riga?

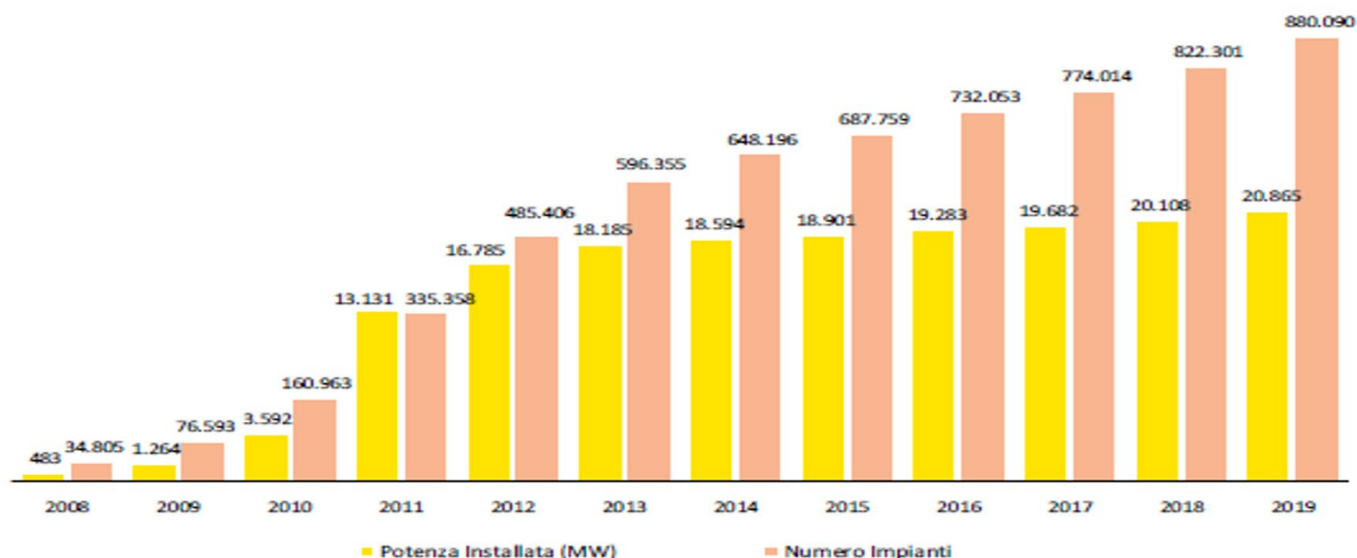
## La legislazione internazionale (oltre alla metodologia francese)

- USA: FM 2020 Global Property Loss Prevention Data Sheet for Roof-mounted solar Pannelli fotovoltaici. Tra le raccomandazioni, abbiamo il capitolo sull’incendio delle strutture, con tutti le indicazioni esposte in precedenza. E’ riconosciuto che il fuoco esterno crea problemi su tetti con superfici combustibili, ma la prevenzione a 360° è il punto centrale.

- BRE UK, Fire and Solar PV Systems, Literature Review 2017. Analoghe considerazioni come per USA; il testo esamina i sistemi elettrici di prevenzione ed elenca le normative per la costruzione e l’installazione elettrica dei Pannelli fotovoltaici (norme IEC e ovviamente BS). C’è pure un ASTM E2908-2012 sempre sulla “prevenzione” degli incendi. Non ci sono norme sulle prove al fuoco dei sistemi tetto+pannelli.

- TUV Guideline for Assessing Fire Risk in Pannelli fotovoltaici Systems 2018 (303 pagine) presenta interessanti conclusioni che rispecchiano le indicazioni precedentemente esposte sulle effettive cause di incendio dei Pannelli fotovoltaici. Lo studio ha trovato che in circa un terzo dei casi il danno è stato causato dai componenti dei pannelli stessi, un altro terzo da errori di posizionamento, e un altro terzo da errori di installazione. In modo sproporzionato invece gli incendi si sono (quasi tutti) verificati nella stagione estiva, durante le ore

Evoluzione della potenza e della numerosità degli impianti fotovoltaici



Il grafico illustra l'evoluzione del numero e della potenza installata degli impianti fotovoltaici in Italia negli ultimi 12 anni; come si può notare, alla crescita veloce favorita - tra l'altro - dai meccanismi d'incentivazione denominati Conto Energia è seguita, a partire dal 2013, una fase di consolidamento caratterizzata da una dinamica di sviluppo più graduale. Gli impianti entrati in esercizio nel corso del 2019 hanno una potenza media di 12,9 kW; si tratta del dato più alto osservato dal 2013, legato principalmente all'installazione, nel corso dell'anno di alcune centrali fotovoltaiche di dimensioni rilevanti. La taglia media accumulata degli impianti fotovoltaici nel 2019 conferma il trend decrescente, attestandosi a 23,7 kW.

Evoluzione della potenza e della numerosità degli impianti fotovoltaici

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
n. Impianti realizzati	34805	76593	160963	335358	485406	596355	648196	697759	732053	774014	822301	880090
% crescita	*	120	110	108	44,7	22,9	8,7	7,6	4,9	5,7	6,2	7,0
n. Incendi	26	66	136	382	479	463	469	461	375	*	*	*
% Crescita incendi	*	153	106	180	25,4	-3	1,3	-1	-18	*	*	*
% relativa rilevanza incendi	0,07	0,09	0,08	0,11	0,10	0,08	0,07	0,07	0,05	*	*	*

\* mancano i dati e non sono contestualizzati: quanti sono gli incendi ad impianti installati in Italia dopo l'entrata in vigore della legislazione italiana 2012?

di maggiore insolazione e quindi ovviamente in situazione di massima corrente disponibile. In questi casi i pannelli difettosi hanno ceduto.

### **Cosa stanno facendo il CEN e il CENELEC?**

Il CEN TC 127 nel suo WG5 (che tratta incendio da fuoco estero sui tetti) si sta occupando da alcuni anni del problema Pannelli fotovoltaici con alterne vicende. Nel 2019 è stato circolato un questionario che ha evidenziato la pesante carenza di legislazione e di attenzione in Europa. La conseguenza è stata che 9 Member States hanno chiesto una normativa per valutare la reazione a fuoco esterno del tetto quando abbiamo un "sistema tetto+Pannelli fotovoltaici". Il CENELEC TC82 ha prodotto un documento (TR 50670) per valutare l'influenza della combustione dei Pannelli fotovoltaici sui sistemi tetto, ma con risultati "disastrosi" per lo scopo prefisso. (gli "elettrici" non dovrebbero occuparsi degli incendi dei tetti) In base ai risultati di una pubblica consultazione indetta dal WG5 il comitato CEN TC127 aveva deciso di chiedere al WG5 una proposta che potesse portare a un preliminary work. In altre parole il TC non ha chiesto al WG5 di fare un metodo di prova, ma di arrivare a semplificare la situazione per produrre un "documento". Nella prossima riunione del CEN TC127 (9 novembre) è stata presentata la proposta per un TR (Technical Report) sull'argomento dopo che il precedente convenor aveva pensato di arrivare già con un TS (Technical Specification). (Un TS è una pre-norma, un TR è un semplice report). La situazione normativa per la classificazione al fuoco esterno dei sistemi tetto



ricoperti da membrane bituminose o sintetiche è in evidente evoluzione.

Il rischio di incendio dei sistemi fotovoltaici in generale è innegabile, se pur si sta riducendo di rilevanza grazie agli interventi del legislatore (almeno in Italia, di altri paesi non abbiamo dati). Il nocciolo del problema normativo è ora il conciliare le richieste di metodo di prova del sistema integrato "tetto+pannelli" (fatte da 9 stati membri del CEN compresa l'Italia), con l'evidenza che un metodo di prova al fuoco esterno si trasformerebbe in una serie innumerevole di test da far eseguire ai produttori di membrane, considerando le diverse tipologie di tetto, di pannelli, e di strutture. Questo metodo sarebbe a solo uso e vantaggio degli istituti di prova, senza un reale beneficio per la sicurezza

### **Alberto Madella**

Classe 1951, laureato in chimica a Padova nel 1976, ha svolto le sue attività professionali nell'industria petrolifera, prima presso la raffineria di Mantova e dal 1995 al 2012 presso il Gruppo API di Roma, in qualità di Responsabile Qualità Prodotti. Si è dedicato in particolare allo sviluppo di prodotti speciali per membrane bituminose e alle normative nel settore dei bitumi, partecipando attivamente ai comitati internazionali CEN per la standardizzazione dei bitumi per usi stradali e industriali, come coordinatore dei Working Groups 1 e 4 del TC336, "Bitumi per applicazioni Stradali", dal 1996 al 2013.

È stato membro del Comitato tecnico dell'associazione europea Eurobitume dal 1996 fino al 2012, quando ha avuto l'incarico di Presidente della stessa associazione fino al 2013. Autore di numerose pubblicazioni sulla stampa specializzata in costruzioni stradali e di memorie nei congressi di Eurobitume ed AIPCR, dal 2013, dopo aver lasciato il settore petrolifero, ricopre l'incarico di Coordinatore tecnico del Gruppo PRIM1 nell'ambito dell'associazione SITEB (Strade Italiane e Bitume). Attualmente rappresenta SITEB presso l'EWA, associazione europea degli impermeabilizzatori con prodotti bituminosi e coordina il Working Group CENTC254 WG6, oltre a partecipare ai lavori dei TC189 (materiali Geosintetici), TC336 (bitumi stradali) e dal primo gennaio 2022 coordina il TC127 WG5 (reazione a fuoco esterno delle coperture)

