



Istituto Superiore Antincendio

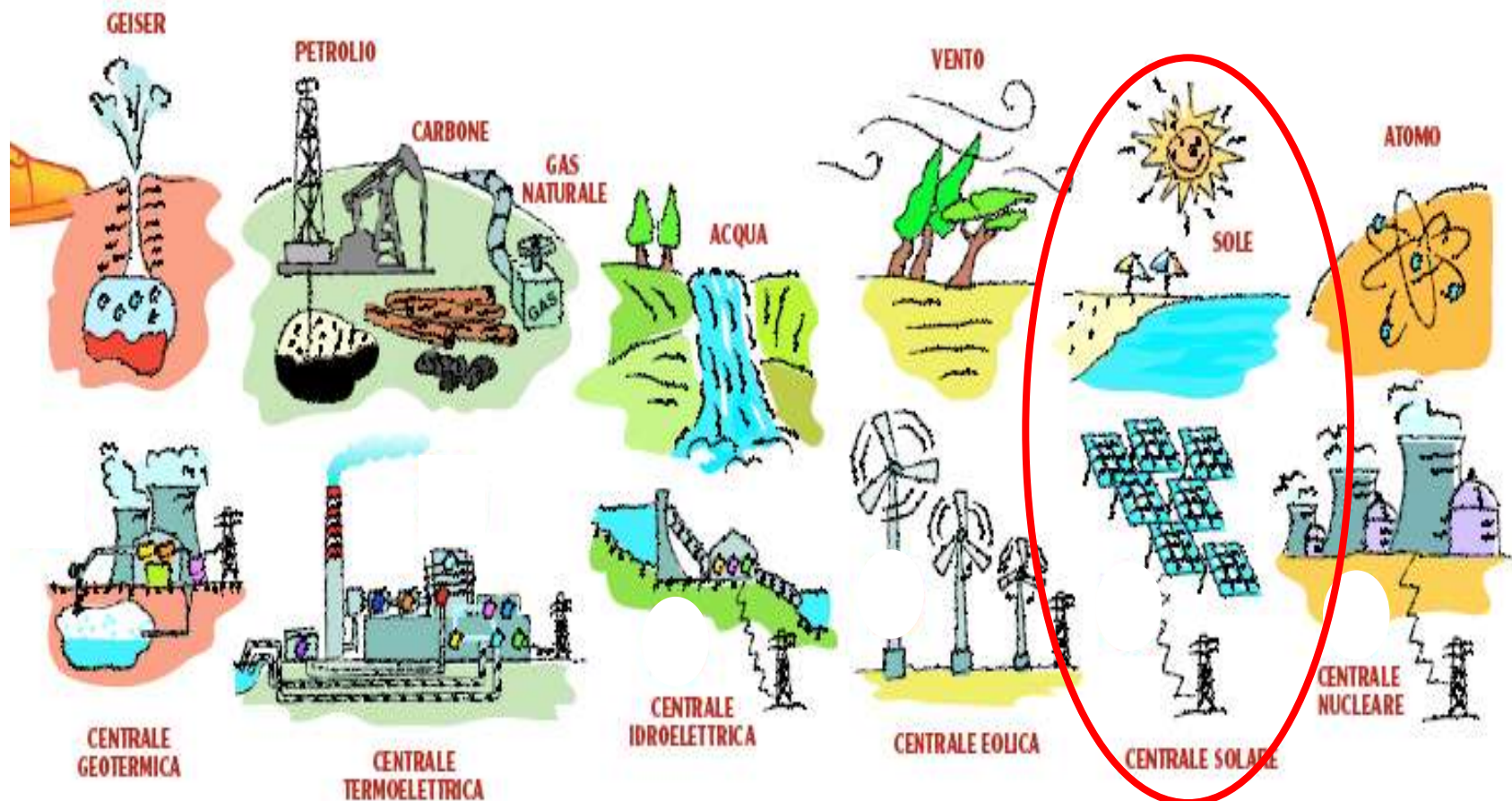
15 ottobre 2013

IL COMPORTAMENTO AL FUOCO DEI MODULI FOTOVOLTAICI

Arch. Giuseppe PADUANO- Vice Dirigente Istituto Superiore Antincendi

Arch. Sergio SCHIAROLI Vice Dirigente Area Normazione Notifica e Controllo

Le fonti di energia



Arch. Giuseppe PADUANO- Vice Dirigente Istituto Superiore Antincendi

Arch. Sergio SCHIAROLI Vice Dirigente Area Normazione Notifica e Controllo



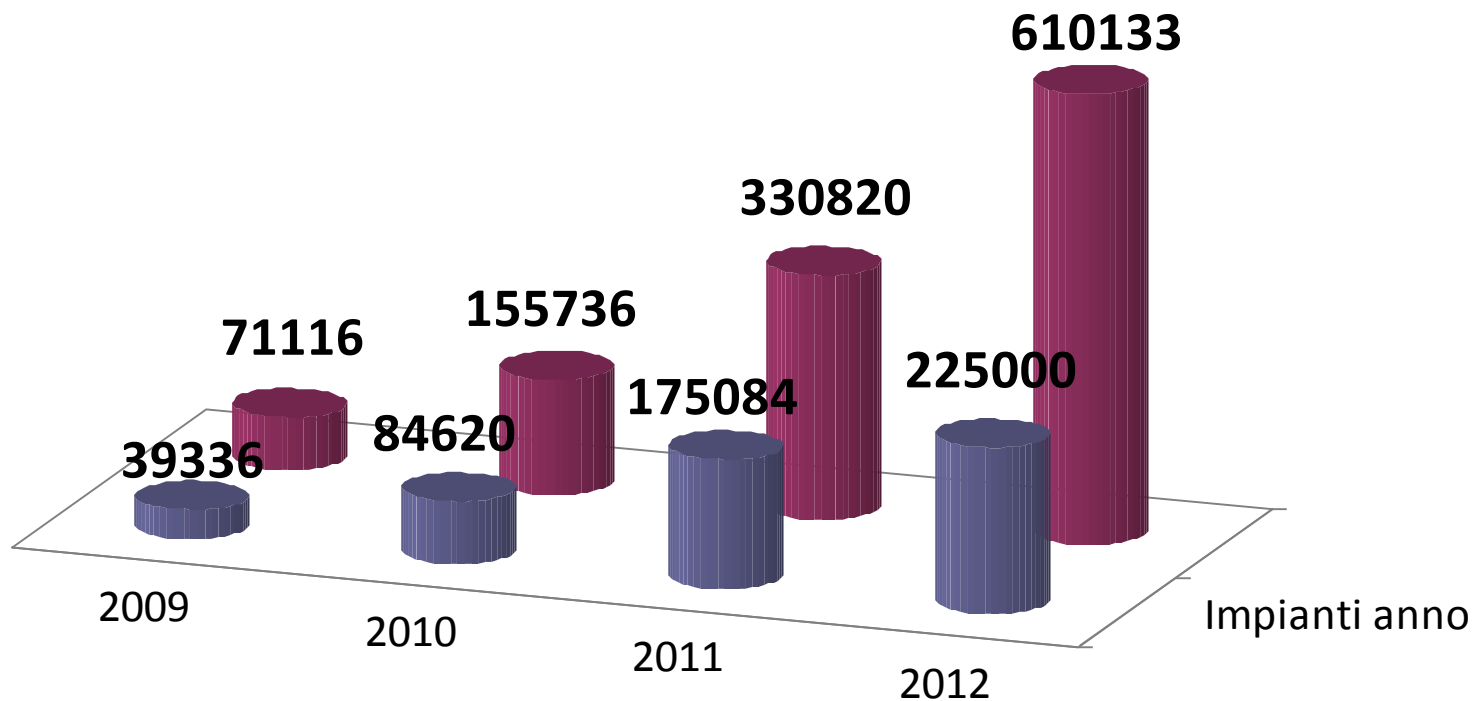
Gli incentivi al fotovoltaico: il Conto Energia

- **I Conto Energia** (D.M. del 28 Luglio 2005)
- **II Conto Energia** (D.M. del 19 febbraio 2007)
- **III Conto Energia** (D.M. 6 agosto 2010)
- **IV Conto Energia** (D.M. del 5 maggio 2011)
- **V Conto Energia** (D.M. del 6 luglio 2012)



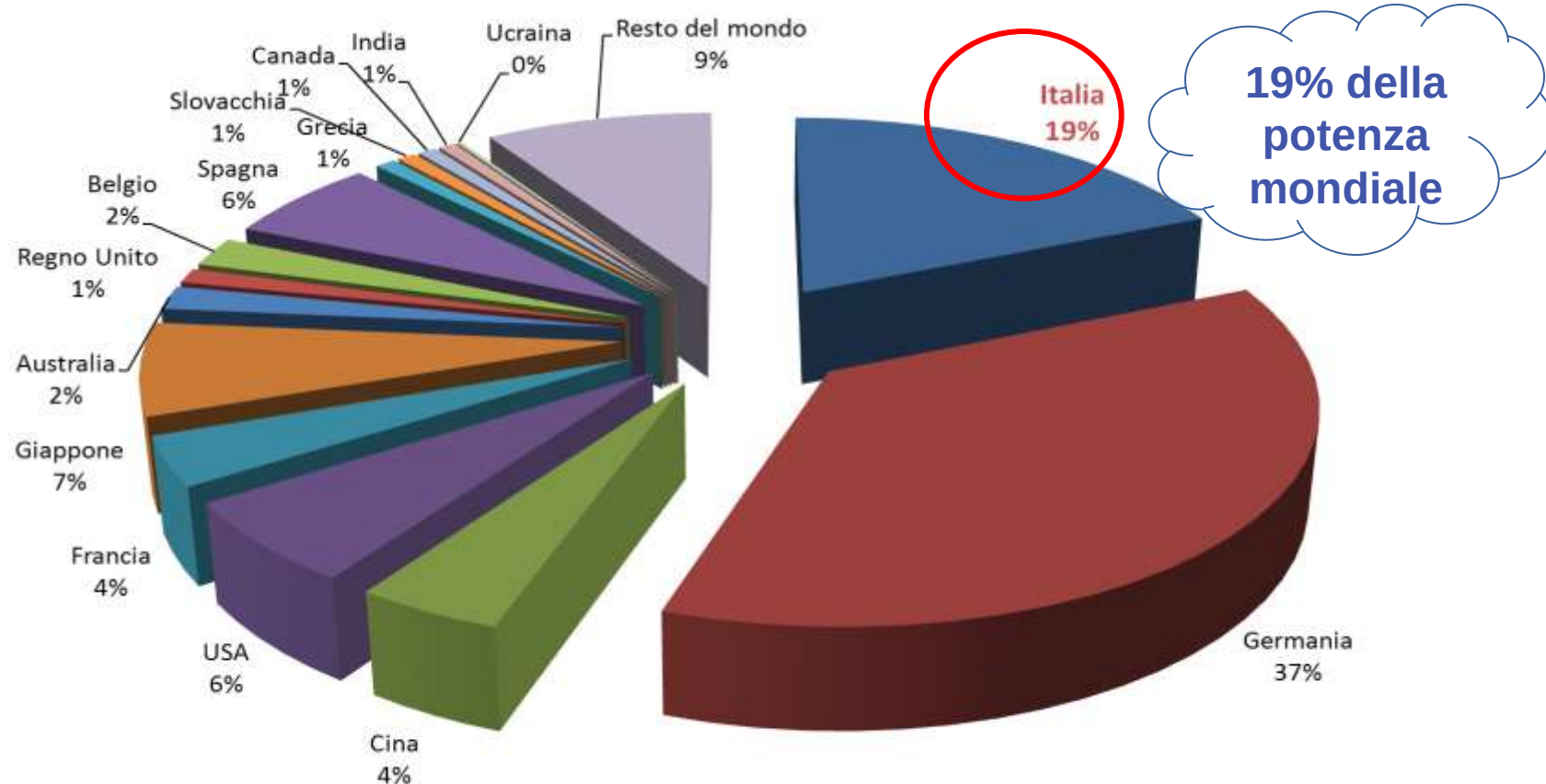
Impianti fotovoltaici

■ Impianti anno ■ Impianti totali



Il fotovoltaico nel contesto mondiale ed europeo nel 2012

Potenza degli impianti fotovoltaici cumulata a fine 2011 nei principali Paesi produttori a livello mondiale (dati espressi in % di MW)



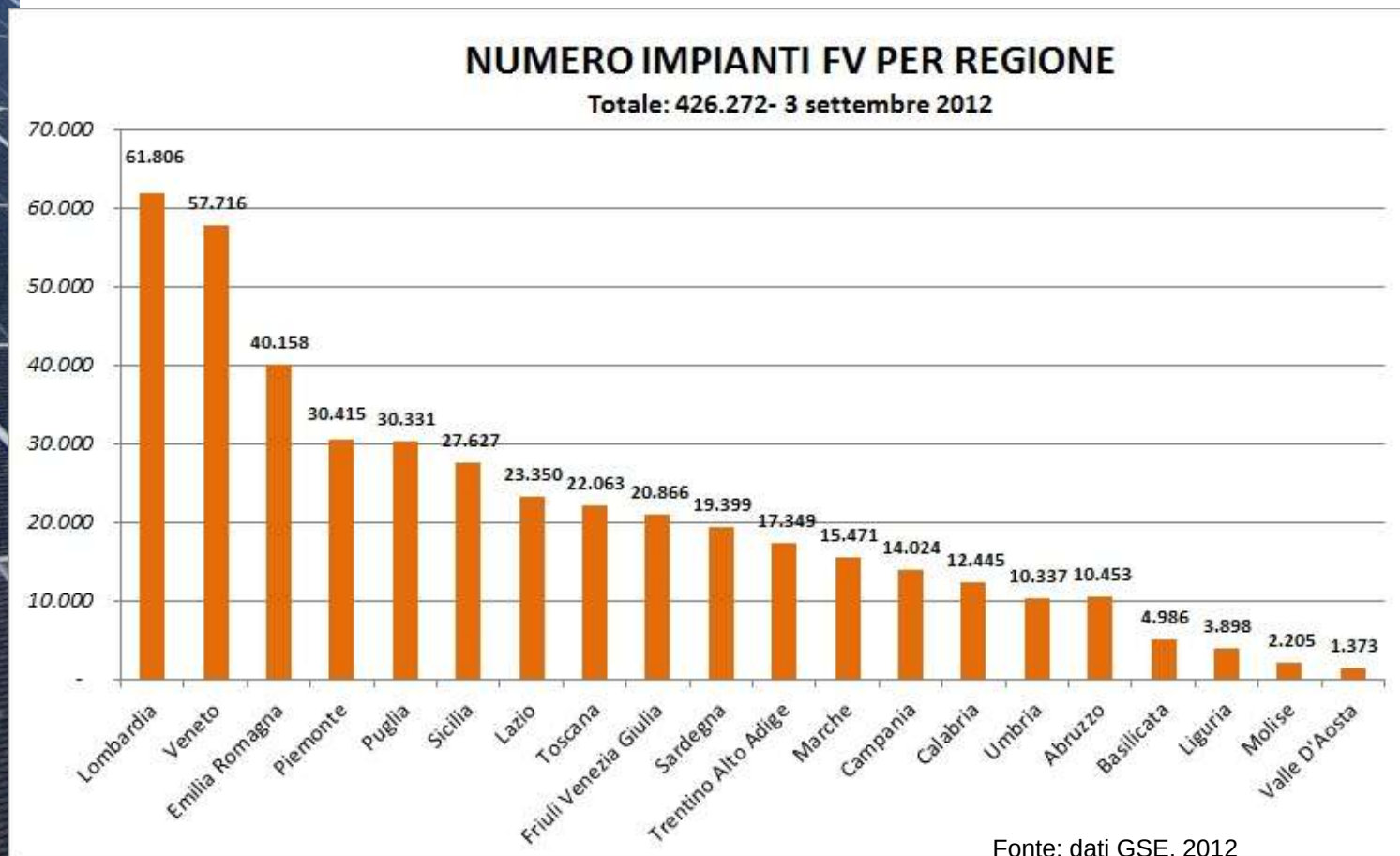
Fonte: Elaborazione SRM su dati EPIA, 2012

Arch. Giuseppe PADUANO- Vice Dirigente Istituto Superiore Antincendi

Arch. Sergio SCHIAROLI Vice Dirigente Area Normazione Notifica e Controllo

Il fotovoltaico in Italia. Numero di impianti

A inizio settembre 2012 gli **impianti** in esercizio risultano **oltre 600 mila**. La **Lombardia** resta in testa come regione con il maggiore numero di impianti (61.806 , pari al 14,5% del totale).

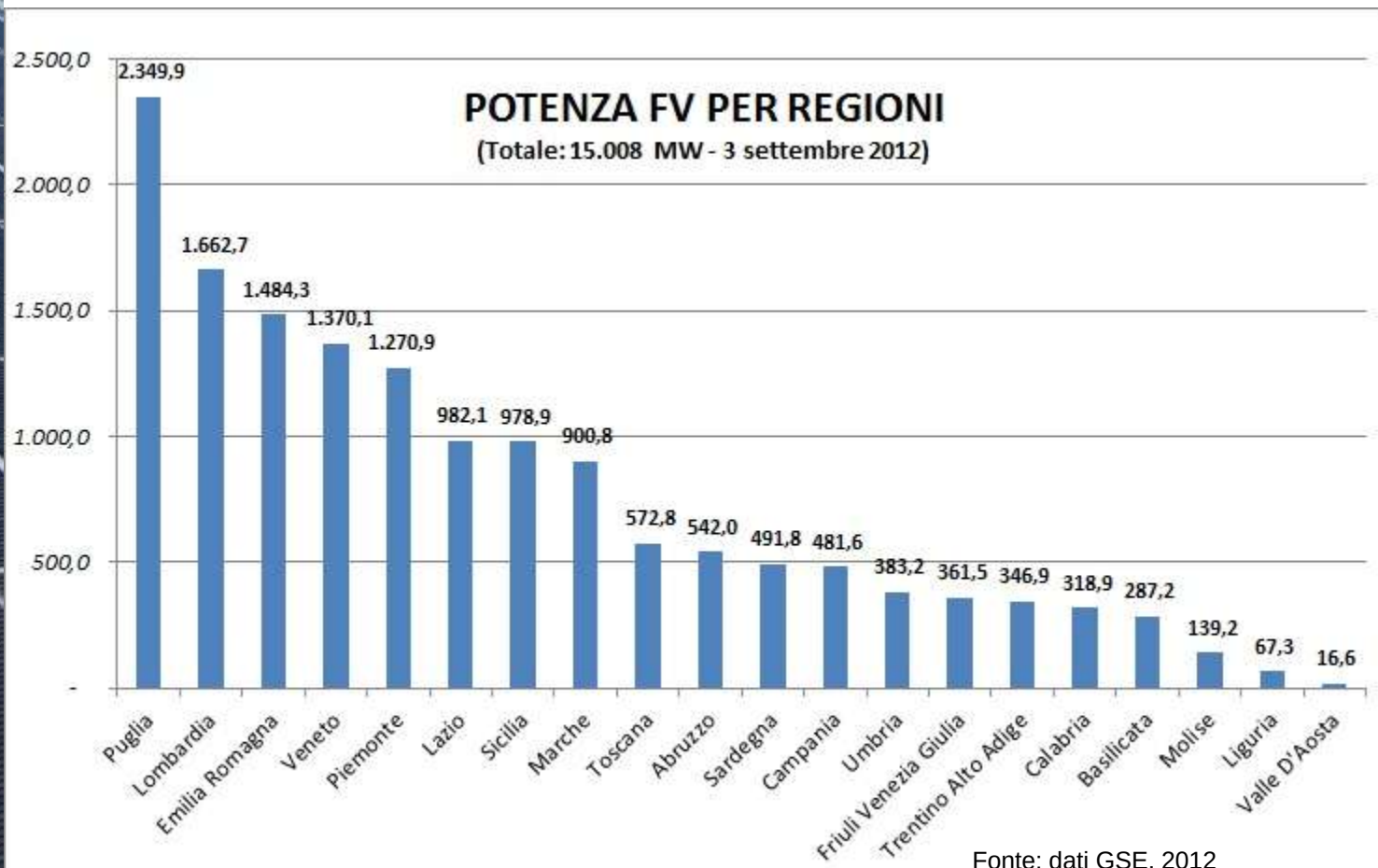


Arch. Giuseppe PADUANO- Vice Dirigente Istituto Superiore Antincendi

Arch. Sergio SCHIAROLI Vice Dirigente Area Normazione Notifica e Controllo

Il fotovoltaico in Italia. La potenza installata cumulata

La **potenza installata cumulata** a settembre 2012 è di **oltre 15 mila MW**. La **Puglia** resta in testa come regione con la maggiore potenza installata (2.350 MW, pari al 15,6% del totale).



Arch. Giuseppe PADUANO- Vice Dirigente Istituto Superiore Antincendi

Arch. Sergio SCHIAROLI Vice Dirigente Area Normazione Notifica e Controllo

Applicazioni



Arch. Giuseppe PADUANO- Vice Dirigente Istituto Superiore Antincendi
Arch. Sergio SCHIAROLI Vice Dirigente Area Normazione Notifica e Controllo

INTEGRAZIONI ARCHITETTONICHE



Impianto fotovoltaico **INTEGRATO** cioè totalmente equilibrato con gli aspetti tecnici ed estetici dell'involucro edilizio (tetto). Si ha sostituito le tegole con i moduli, se invece i moduli venivano messi sopraelevati alle tegole era un impianto parzialmente integrato.

Impianto fotovoltaico **INTEGRATO** perché è a facciata quindi in un unico piano senza sporgenze



Arch. Giuseppe PADUANO- Vice Dirigente Istituto Superiore Antincendi

Arch. Sergio SCHIAROLI Vice Dirigente Area Normazione Notifica e Controllo



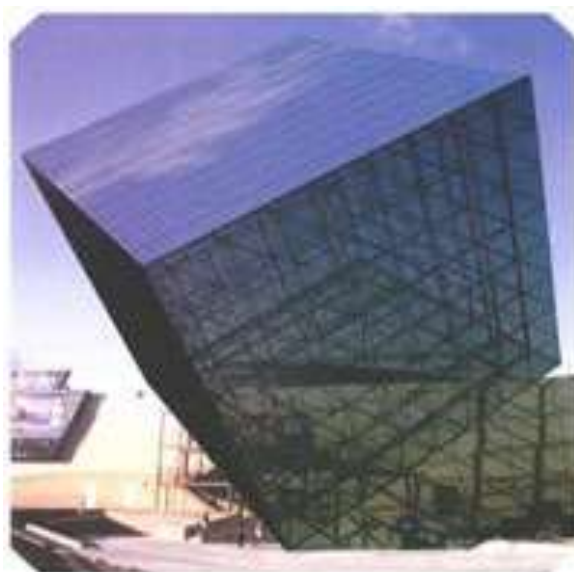
Parzialmente Integrato



Parzialmente Integrato perché **NON** sono state tolte le tegole per fare posto ai moduli.



ce Dir



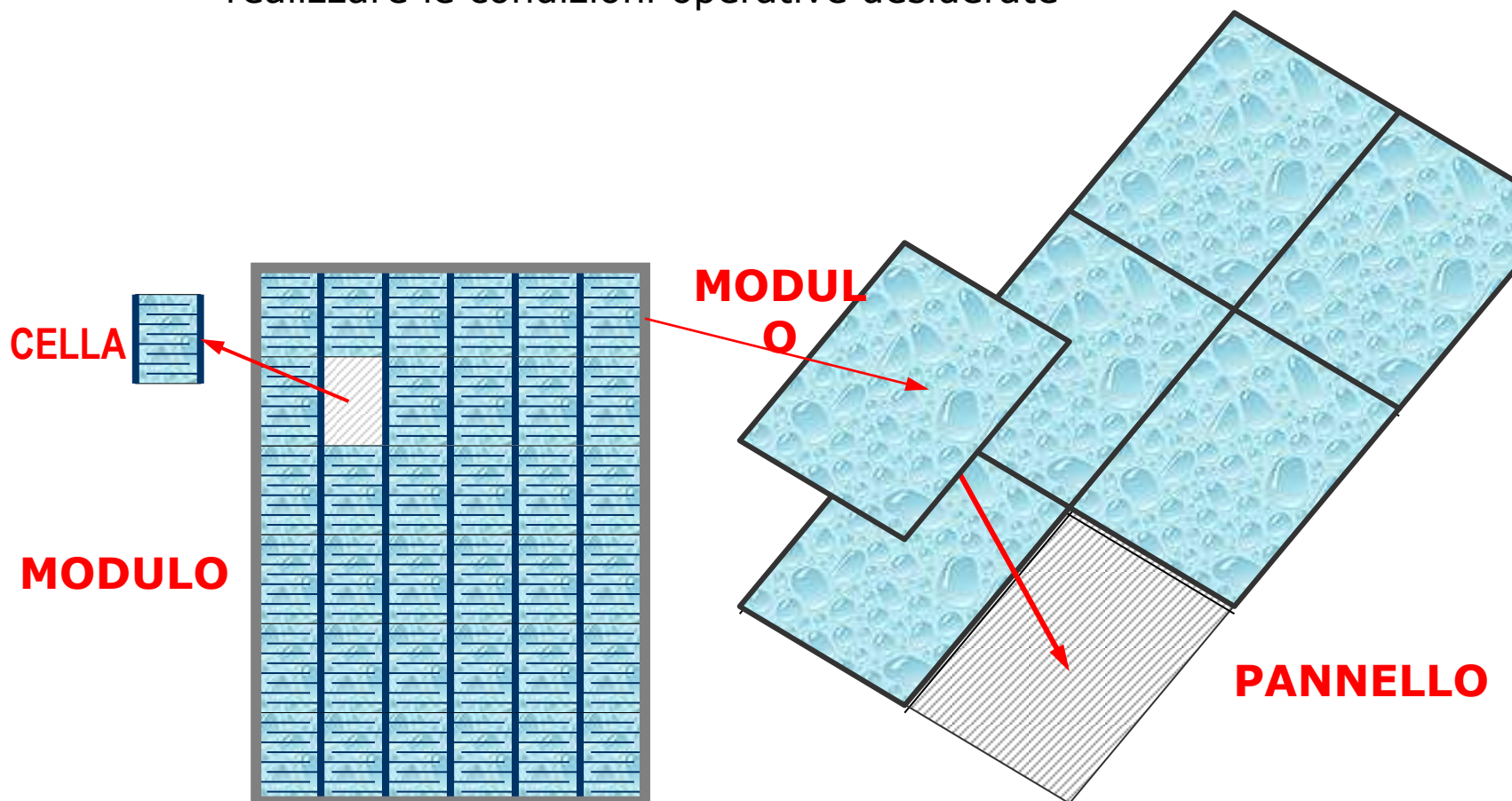
Arch. Giuseppe PADUANO- Vice Dirigente Istituto Superiore Antincendi
Arch. Sergio SCHIAROLI Vice Dirigente Area Normazione Notifica e Controllo



Arch. Giuseppe PADUANO- Vice Dirigente Istituto Superiore Antincendi
Arch. Sergio SCHIAROLI Vice Dirigente Area Normazione Notifica e Controllo

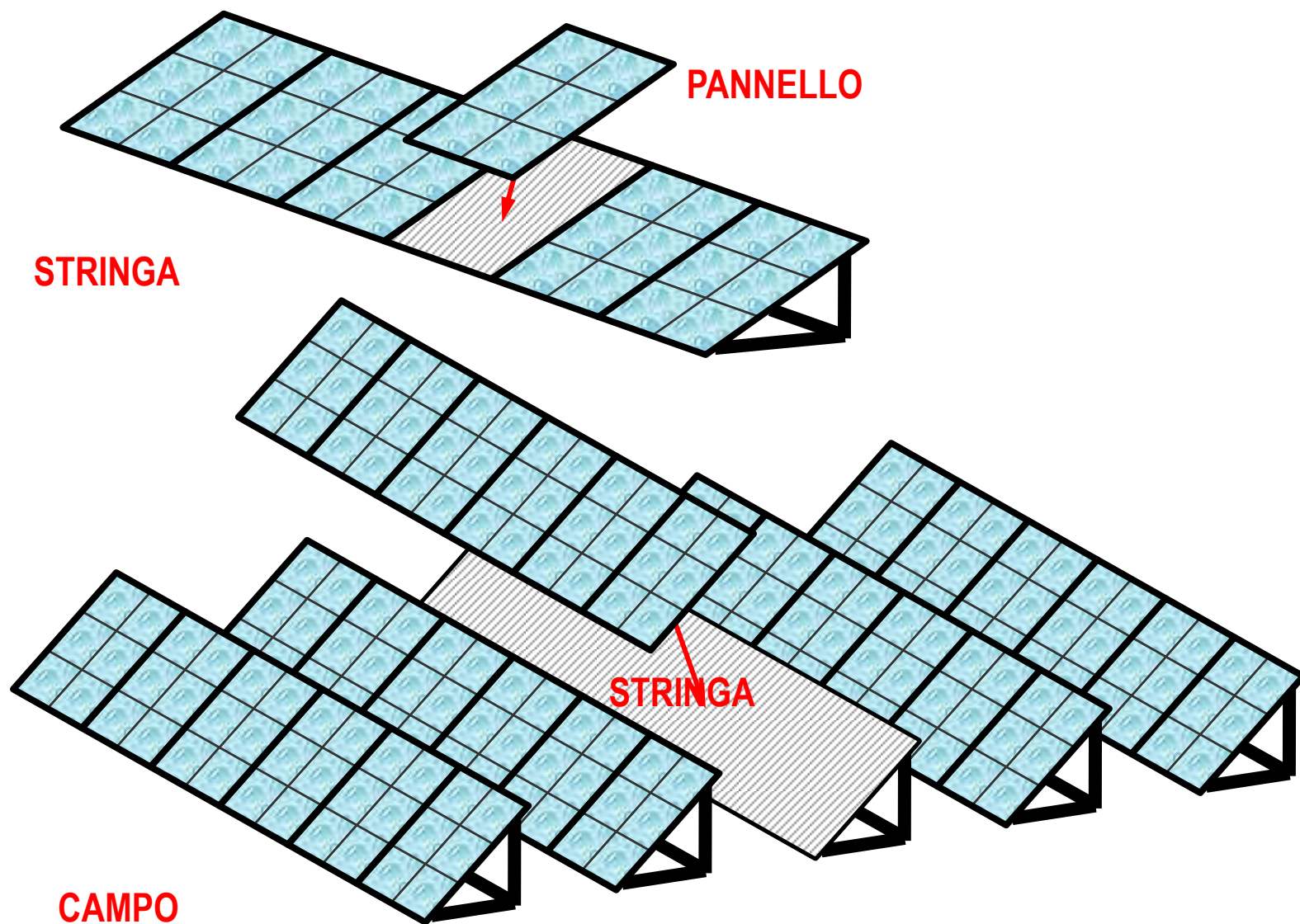
Il Campo Fotovoltaico

Il campo fotovoltaico è un insieme di moduli fotovoltaici opportunamente collegati in serie e in parallelo in per realizzare le condizioni operative desiderate



Arch. Giuseppe PADUANO- Vice Dirigente Istituto Superiore Antincendi

Arch. Sergio SCHIAROLI Vice Dirigente Area Normazione Notifica e Controllo

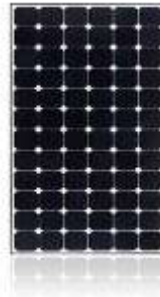


I MODULI FOTOVOLTAICI

Costituiscono l'elemento principale dell'impianto in quanto la loro esposizione alla radiazione solare determina la produzione di energia elettrica.

I moduli in silicio si dividono in:

- **Monocristallini**



in cui ogni cella è realizzata a partire da un wafer la cui struttura cristallina è omogenea

- **Poli/Multi cristallini**



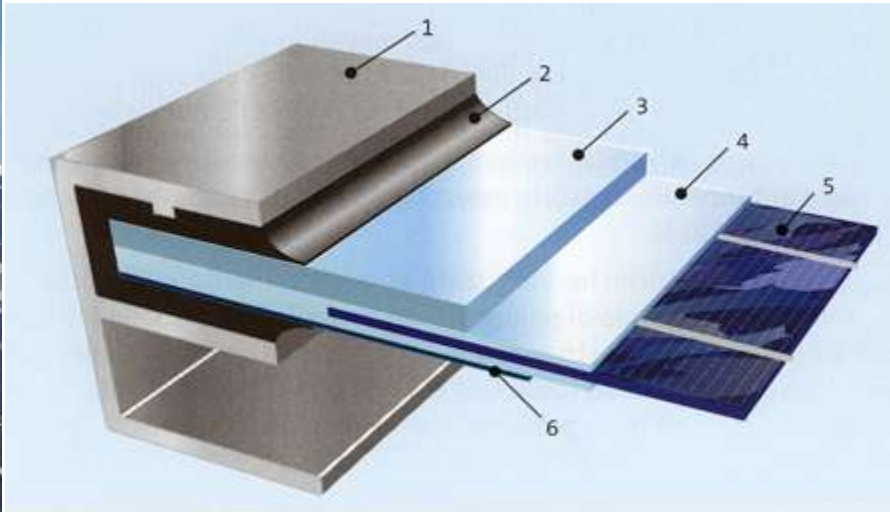
in cui il wafer di cui sopra non è strutturalmente omogeneo ma organizzato in grani localmente ordinati

- **Thin-Film**
- **(Amorfi)**

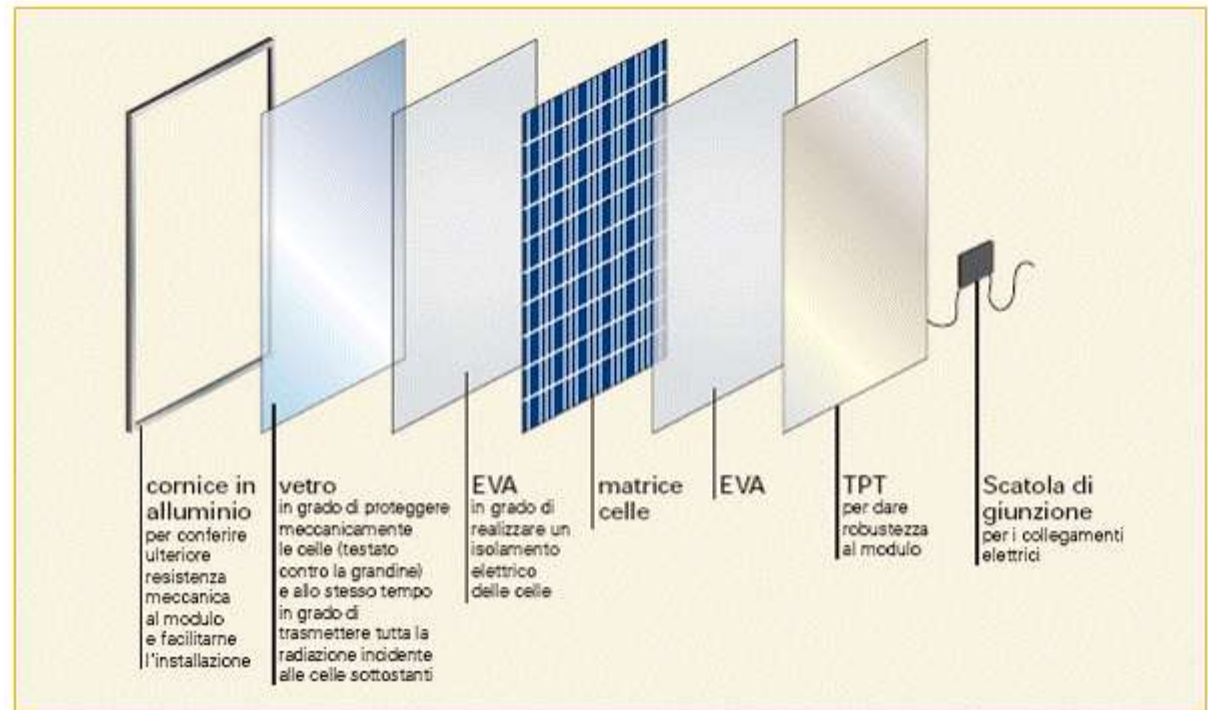


in cui gli atomi silicei vengono depositi chimicamente in forma amorfa, ovvero strutturalmente disorganizzata, sulla superficie di sostegno. Detta anche "a₁₆ film sottile",

Struttura del modulo fotovoltaico

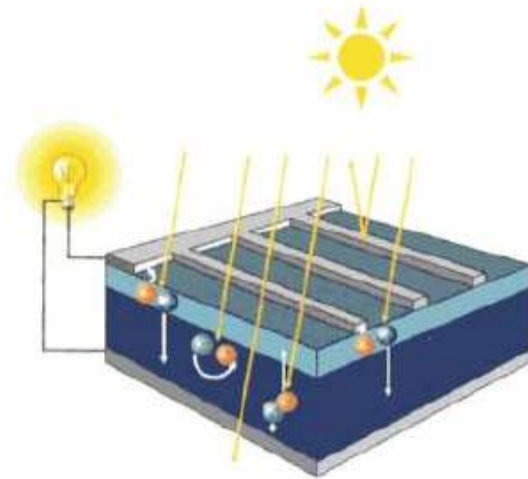


1) Cornice in alluminio, 2) Sigilante, 3) Vetro, 4) Eva, 5) Cella 6) Tedlar



Come funziona il fotovoltaico?

Quando un raggio luminoso colpisce il sottile strato di alcuni materiali detti "semiconduttori", il più conosciuto dei quali è il silicio, i fotoni (le particelle di energia che compongono il raggio) trasferiscono la loro energia agli elettroni degli atomi che costituiscono il materiale.



Il rischio incendio



Arch. Giuseppe PADOANO - Vice Dirigente Istituto Superiore Antincendi

Arch. Sergio SCHIAROLI Vice Dirigente Area Normazione Notifica e Controllo

Numero Incendi impianti fotovoltaici suddivisi per anno



Arch. Giuseppe PADUANO- Vice Dirigente Istituto Superiore Antincendi

Arch. Sergio SCHIAROLI Vice Dirigente Area Normazione Notifica e Controllo



Ministero dell'Interno

DIPARTIMENTO DEI VIGILI DEL FUOCO, DEL SOCCORSO PUBBLICO E DELLA DIFESA CIVILE
DIREZIONE CENTRALE PER LA PREVENZIONE E LA SICUREZZA TECNICA

ALLEGATO C



MOD. 4 VCF

Ministero dell'Interno

DIPARTIMENTO DEI VIGILI DEL FUOCO, DEL SOCCORSO PUBBLICO E DELLA DIFESA CIVILE
DIREZIONE CENTRALE PER LA PREVENZIONE E LA SICUREZZA TECNICA
AREA V - PROTEZIONE PASSIVA

REAZIONE AL FUOCO

Risoluzione n° 40 del 28/03/2012

Per la classificazione di pannelli fotovoltaici, indipendentemente dalla loro installazione e posa in opera, si applicano le procedure di prova previste dal D.M. 26/6/84, modificato con D.M. del 03/09/01 come di seguito riportate:

- UNI 9176 (Gennaio 1998) metodo D;
- UNI 9457 (Ottobre 1987) con campionatura di prova in posizione verticale senza supporto incombustibile;
- UNI 9174 (Ottobre 1987) con campionatura di prova in posizione parete senza supporto incombustibile;
- UNI 9177 (Ottobre 1987) relativamente alla classificazione.

Nel caso in cui il pannello presenti superfici opposte con materiale diverso differenti tra loro, va ricavata una serie di provette da ciascuno dei compositi esistenti nel materiale. A ciascuna serie si applicano le procedure di prova e di classificazione sopracitate attribuendo la classe peggiore tra quelle determinate.

Qualora il produttore dichiara che una delle due superfici sia realizzata con materiale incombustibile, la campionatura di prova dovrà essere ricavata solo dall'eventuale superficie realizzata con materiale combustibile.

L'incombustibilità di una delle due superfici del materiale dovrà essere attestata da apposita dichiarazione del produttore redatta, secondo il modello D 13 allegato, che costituirà parte integrante della scheda tecnica.

La scheda tecnica da redigere dovrà essere conforme al modello C.

Il certificato di prova, redatto secondo il modello CRF-8 allegato, dovrà essere emesso ai sensi dell'art.10 del D.M. 26/6/84 e successive modifiche, quale materiale per "INSTALLAZIONI TECNICHE" secondo l'Allegato A 2.1, indicando alla voce impiego "PANNELLO FOTOVOLTAICO".

Il Responsabile Tecnico
(Ispr. Ant. Renato MANDILE)

Il Responsabile del Settore
(Dott. Ing. Giuseppe PADUANO)

La classificazione dei pannelli fotovoltaici in italia

Non Prodotto da costruzione

Classe 1-2-3-4-5

gente Istituto Superiore Antincendi
Area Normazione Notifica e Controllo

Risoluzione n° 40 del 23/02/2012

Per la classificazione di pannelli fotovoltaici, qualsiasi sia la loro installazione e posa in opera, si applicano le procedure di prova previste dal D.M. 26/6/84, modificato con D.M. del 03/09/01 come di seguito riportate:

UNI 9176 (Gennaio '98) metodo C;

UNI 8457 (Ottobre'87) con campionatura di prova in posizione verticale senza supporto incombustibile;

UNI 9174 (Ottobre'87) con campionatura di prova sia in posizione verticale sia che in posizione soffitto senza supporto incombustibile attribuendo la classe peggiore fra quelle determinate.

UNI 9177 (Ottobre '87) relativamente alla classificazione.

Nel caso in cui il materiale presenti superfici opposte differenti tra loro, va ricavata una serie di provette da ciascuno dei compositi esistenti nel materiale. A ciascuna serie si applicano le procedure di prova e di classificazione sopracitate attribuendo la classe peggiore tra quelle determinate.

Qualora il produttore dichiari che una delle due superfici sia realizzata con materiale incombustibile, la campionatura di prova dovrà essere ricavata solo dall'eventuale superficie realizzata con materiale combustibile.

L'incombustibilità di una delle due superfici del materiale dovrà essere attestata da apposita dichiarazione del produttore redatta

Arch. Giuseppe PADUANO- Vice Dirigente Istituto Superiore Antincendi

Arch. Sergio SCHIAROLI Vice Dirigente Area Normazione Notifica e Controllo



UL 790

Standard Test Methods for Fire Tests of Roof Coverings.

Intermittent-Flame Test
Spread-of-Flame Test
Burning-Brand Test



CEI 61730 - 2

**Qualificazione per la sicurezza dei moduli fotovoltaici (FV)
Parte 2: Prescrizioni per le prove**

Spread-of-Flame Test
Burning-Brand Test



Tre Classi di esposizione al fuoco (il Fire rating)

Class A

coperture efficaci contro gravi esposizioni prove del fuoco. In tali esposizioni, le coperture dei tetti di questa classe garantiscono un elevato grado di protezione antincendio al tetto, mantengono la propria posizione, e non si staccano parti incendiate.

Class B

coperture efficaci contro moderate esposizioni prove del fuoco. In tali esposizioni, le coperture dei tetti di questa classe garantiscono un grado moderato di protezione antincendio al tetto, mantengono la propria posizione, e non si staccano parti incendiate

Class C

coperture efficaci nei confronti dei test antincendio. In tali esposizioni, le coperture dei tetti di questa classe garantiscono un leggero grado di protezione antincendio al tetto, mantengono la propria posizione, e non si staccano parti incendiate

Arch. Giuseppe PADUANO- Vice Dirigente Istituto Superiore Antincendi

Arch. Sergio SCHIAROLI Vice Dirigente Area Normazione Notifica e Controllo

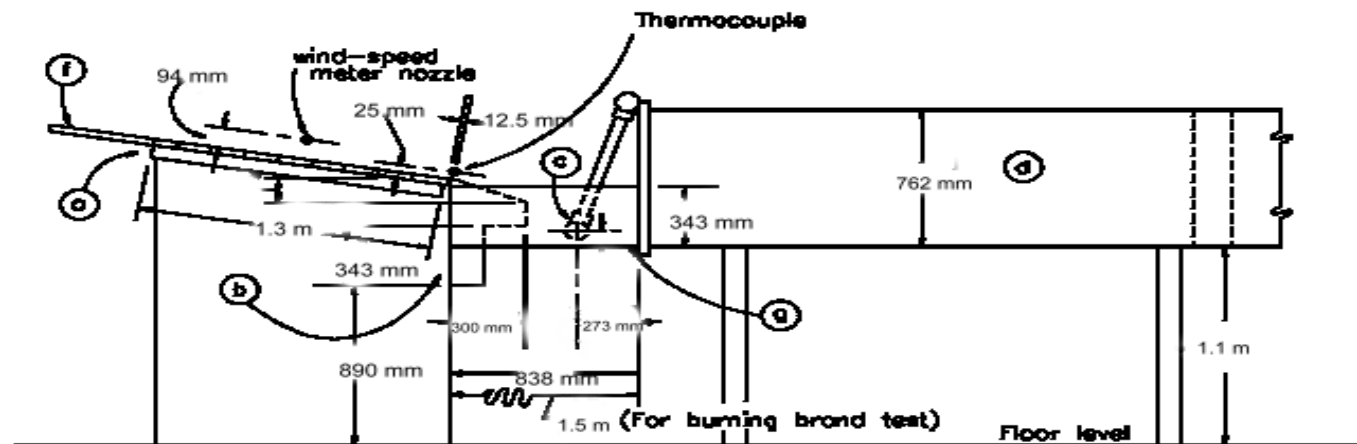


Chiarimento

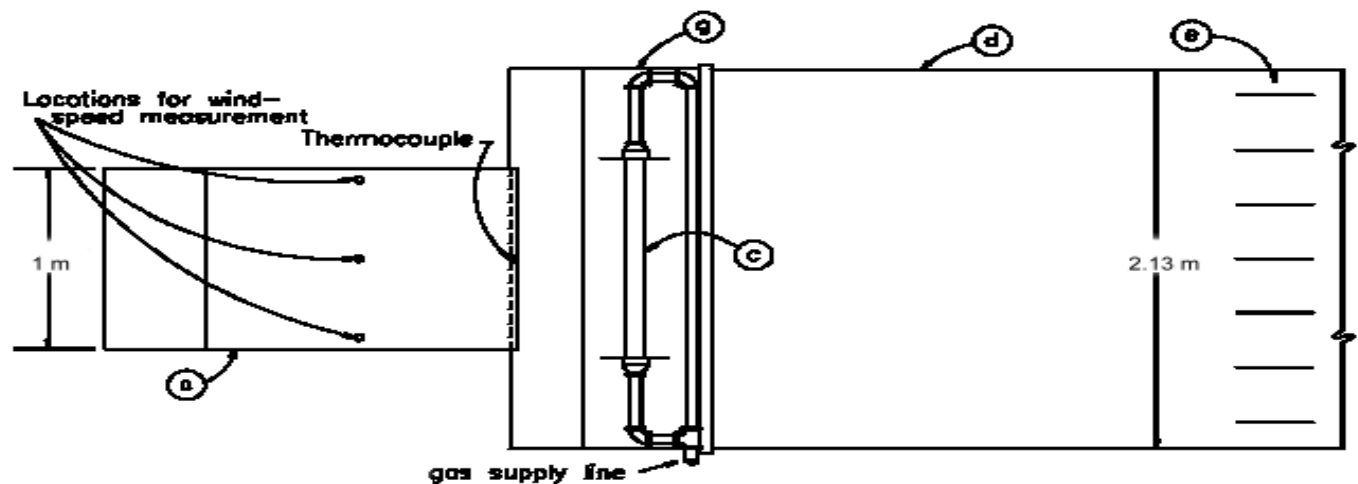
Tali requisiti riguardano le prestazioni di resistenza al fuoco dei rivestimenti per tetti esposti a sorgenti di fuoco simulati provenienti da fuori di un edificio sul quale sono installati i rivestimenti.

Sono applicabili ai rivestimenti per tetti previsti per l'installazione su entrambi i ponti combustibili o non combustibili, quando le coperture sono applicate come previsto dalla norma.

Test apparatus for fire test



SIDE VIEW



PLAN VIEW

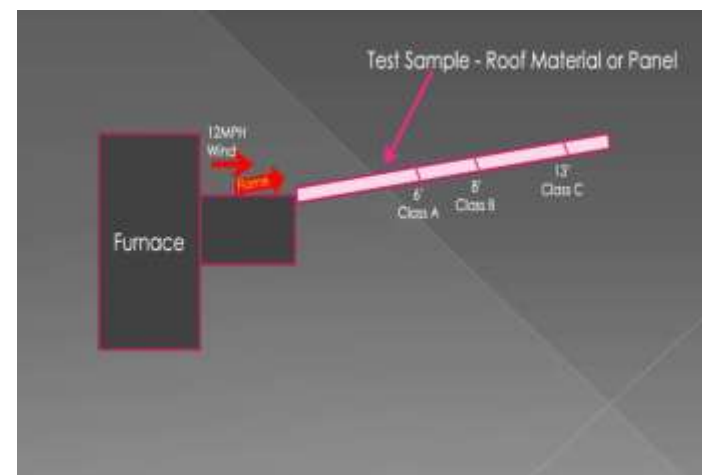
Arch. Giuseppe PADUANO- Vice Dirigente Istituto Superiore Antincendi

Arch. Sergio SCHIAROLI Vice Dirigente Area Normazione Notifica e Controllo

Spread of flame test

L'area campione del materiale di prova non deve essere inferiore a 1 m di larghezza per tutte le classi, 1,82 m di lunghezza per incendi di classe A di sicurezza, 2,4 m di lunghezza per incendi di classe di sicurezza B, oppure 3,9 m minimo lunghezza per la sicurezza antincendio classe C, misurata dal bordo iniziale del campione.

Per un test A o B classe di sicurezza antincendio, la fiamma del gas deve essere applicata continuamente per 10 minuti o fino alla propagazione della fiamma (combustione del materiale testato). Per una sicurezza di prova C classe fuoco, la fiamma del gas deve essere applicata per 4 min e poi rimosso.



Durante e dopo l'applicazione della fiamma di prova, bisogna osservare a che distanza la combustione interessa il campione, la produzione di fiamma o pezzi incandescenti, e la perdita di stabilità del campione di prova. La prova continua fino a quando la fiamma si è ritirata definitivamente dal punto di massima diffusione.



**Classe C
Test fallito**

**Arch. Giuseppe PADUANO- Vice Dirigente Istituto Superiore Antincendi
Arch. Sergio SCHIAROLI Vice Dirigente Area Normazione Notifica e Controllo**

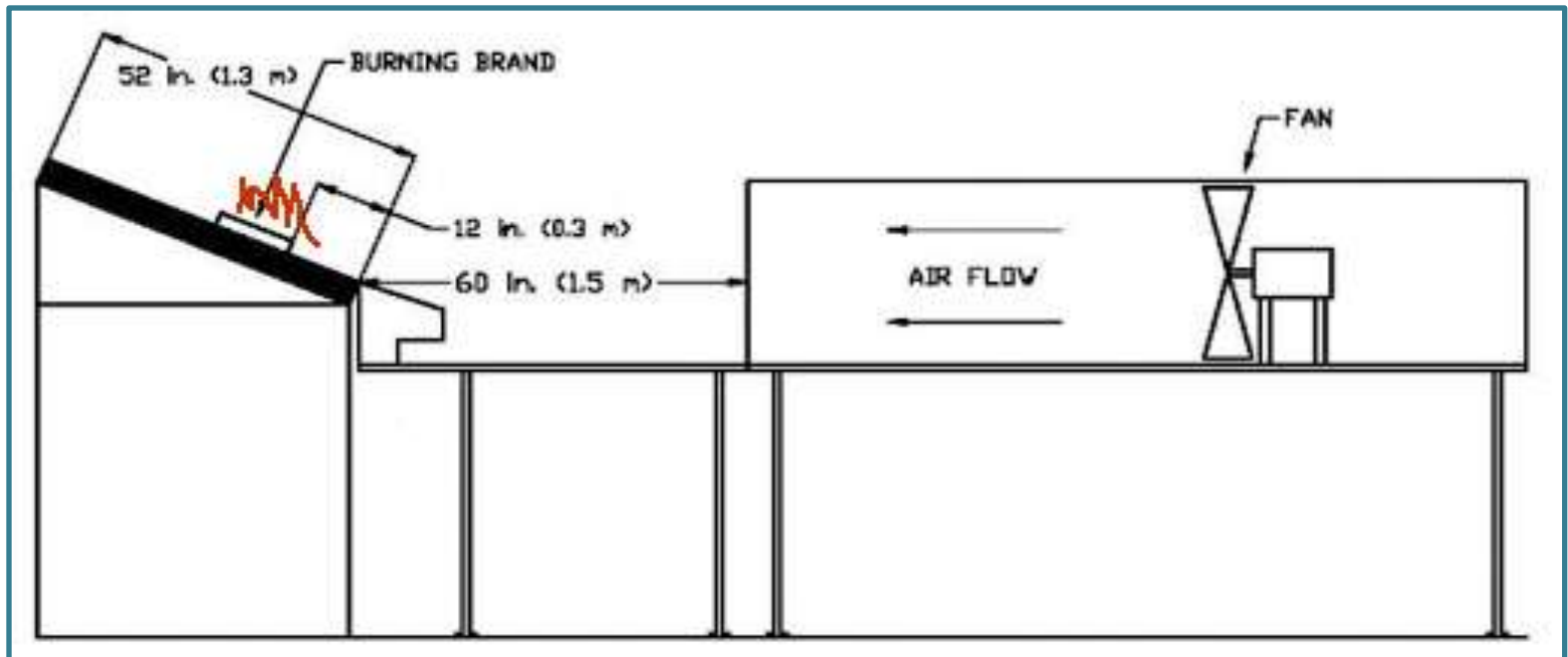


**Classe A
Test fallito**

Arch. Giuseppe PADUANO- Vice Dirigente Istituto Superiore Antincendi
Arch. Sergio SCHIAROLI Vice Dirigente Area Normazione Notifica e Controllo

Burning brand test

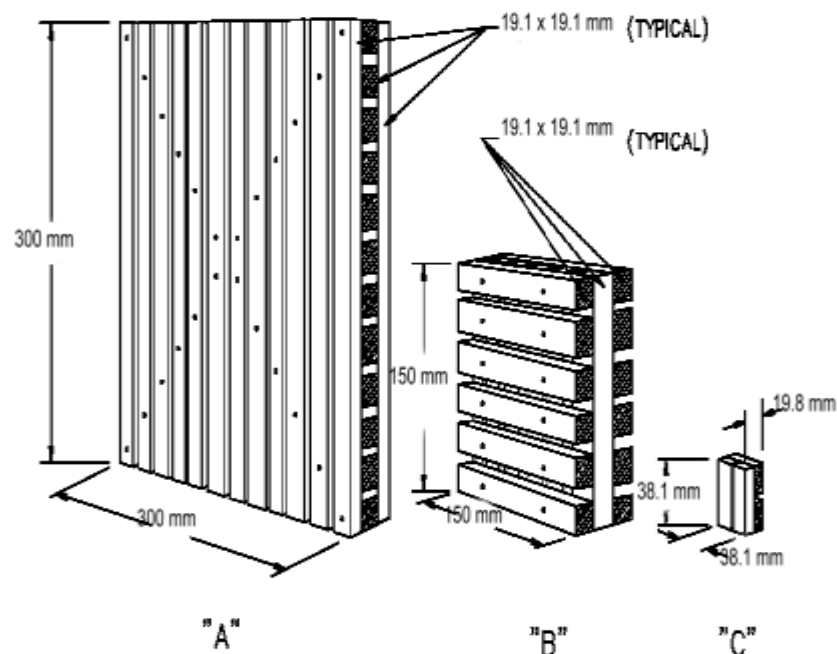
Type of brand



Affinchè sia soddisfatta la classe A il brand deve essere costituito da una griglia, 300 millimetri quadrati e circa 57 mm di spessore, fatto con legname tipo Douglas essiccato in forno senza nodi e sacche di resina. Il brand deve essere fatta di 36 strisce di legname ogni 19,1 mm per 19,1 mm di lunghezza 300 mm, collocata in 3 strati di 12 strisce ciascuno, con strisce collocate 6,4 mm a parte

Affinchè sia soddisfatta la classe B il brand costituito da una griglia di 150 mm quadrati e circa il 57 mm di spessore dello stesso materiale del brand per class A, Il Brand deve essere fatto di 18 listelli di legname 19,1 mm da 19,1 mm e lunghezza 150 mm, collocato in 3 strati di 6 strisce ciascuno, con strisce distanziate 6,4 mm a parte

Affinchè sia soddisfatta la classe C il brand costituito da un pezzo di essiccato in forno non resinoso bianco legname di pino senza nodi e sacche di resina. Il brand è per 38,1 mm da 19,8 mm.



Arch. Giuseppe PADUANO- Vice Dirigente Istituto Superiore Antincendi

Arch. Sergio SCHIAROLI Vice Dirigente Area Normazione Notifica e Controllo



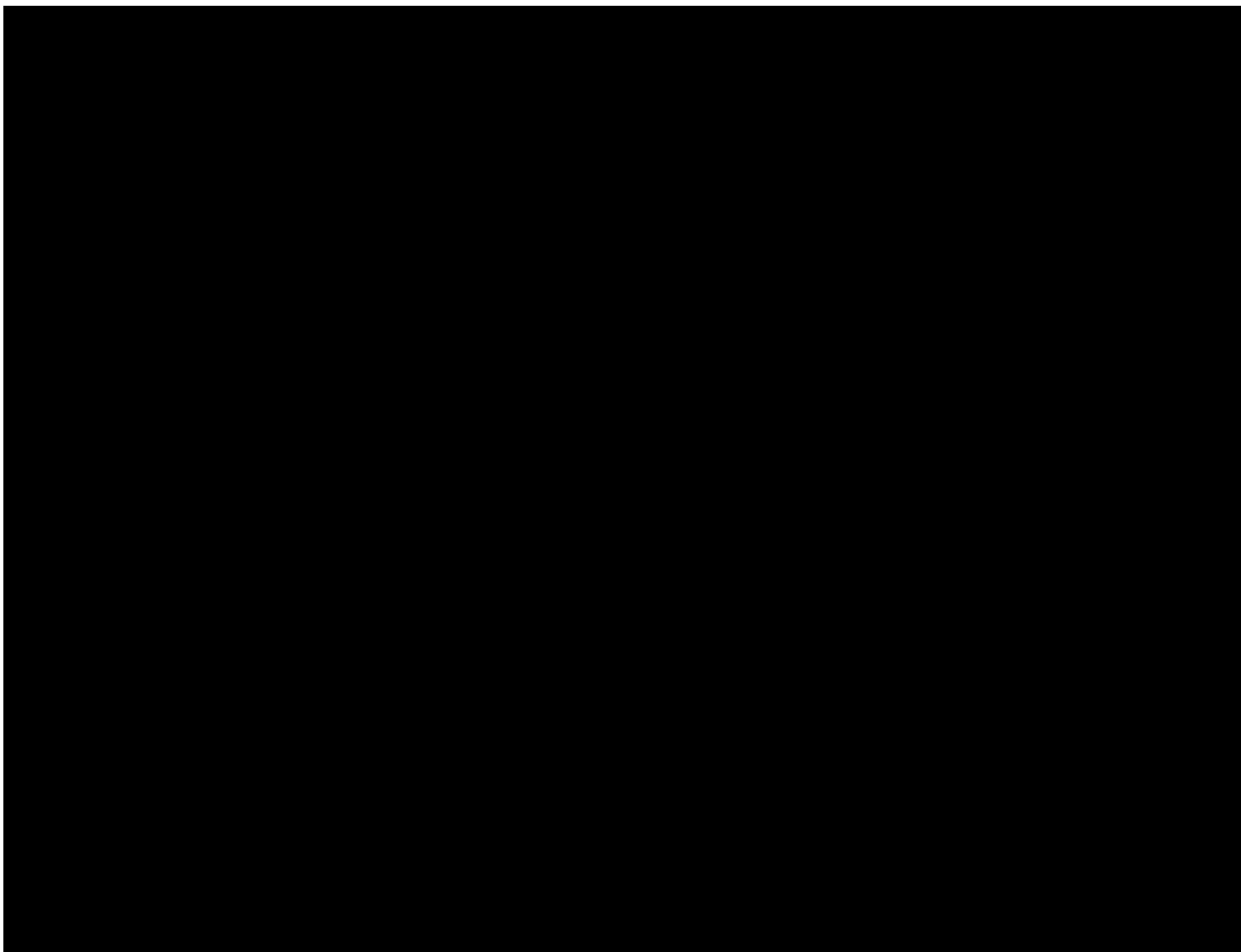
Arch. Giuseppe PADUANO- Vice Dirigente Istituto Superiore Antincendi
Arch. Sergio SCHIAROLI Vice Dirigente Area Normazione Notifica e Controllo



Durata del test

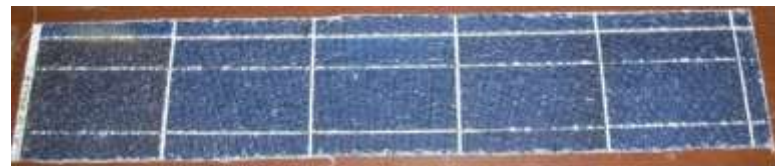
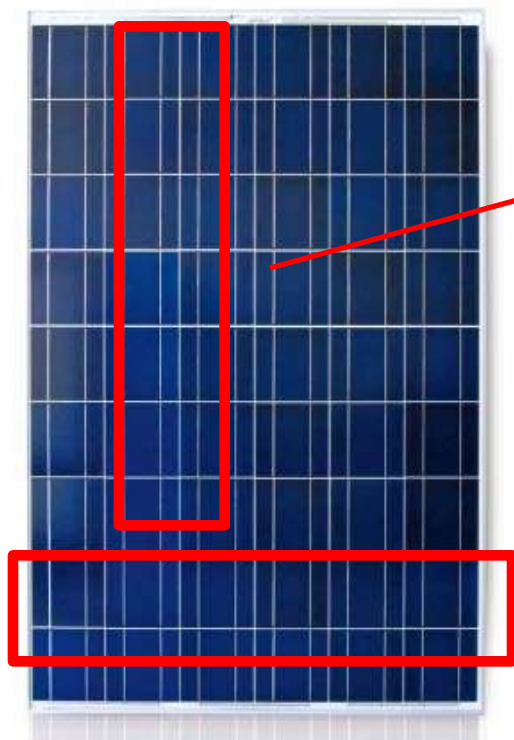
Ogni singolo test, per classi A, B o C, termina quando il brasn è consumato e finché tutte le prove di fiamma, la postincandescenza e il fumo è scomparso sia dalla superficie esposta del materiale testato e lato inferiore o fino a quando si verificano risultati inaccettabili, ma comunque non per più di 1,5

Durante le prove, si deve valutare se c'è comparsa o meno di fiamma e sul lato inferiore del provino, o produzione di materiale incandescente, perdita di stabilità o pezzi di provino infiammati.

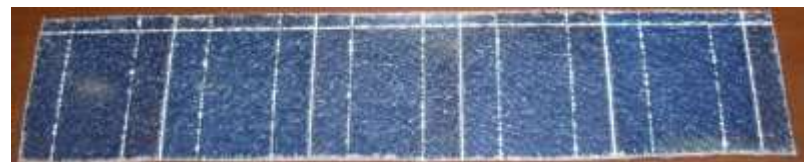


Arch. Giuseppe PADUANO- Vice Dirigente Istituto Superiore Antincendi
Arch. Sergio SCHIAROLI Vice Dirigente Area Normazione Notifica e Controllo

Sperimentazione con normativa italiana



Prova 1 – sezione longitudinale

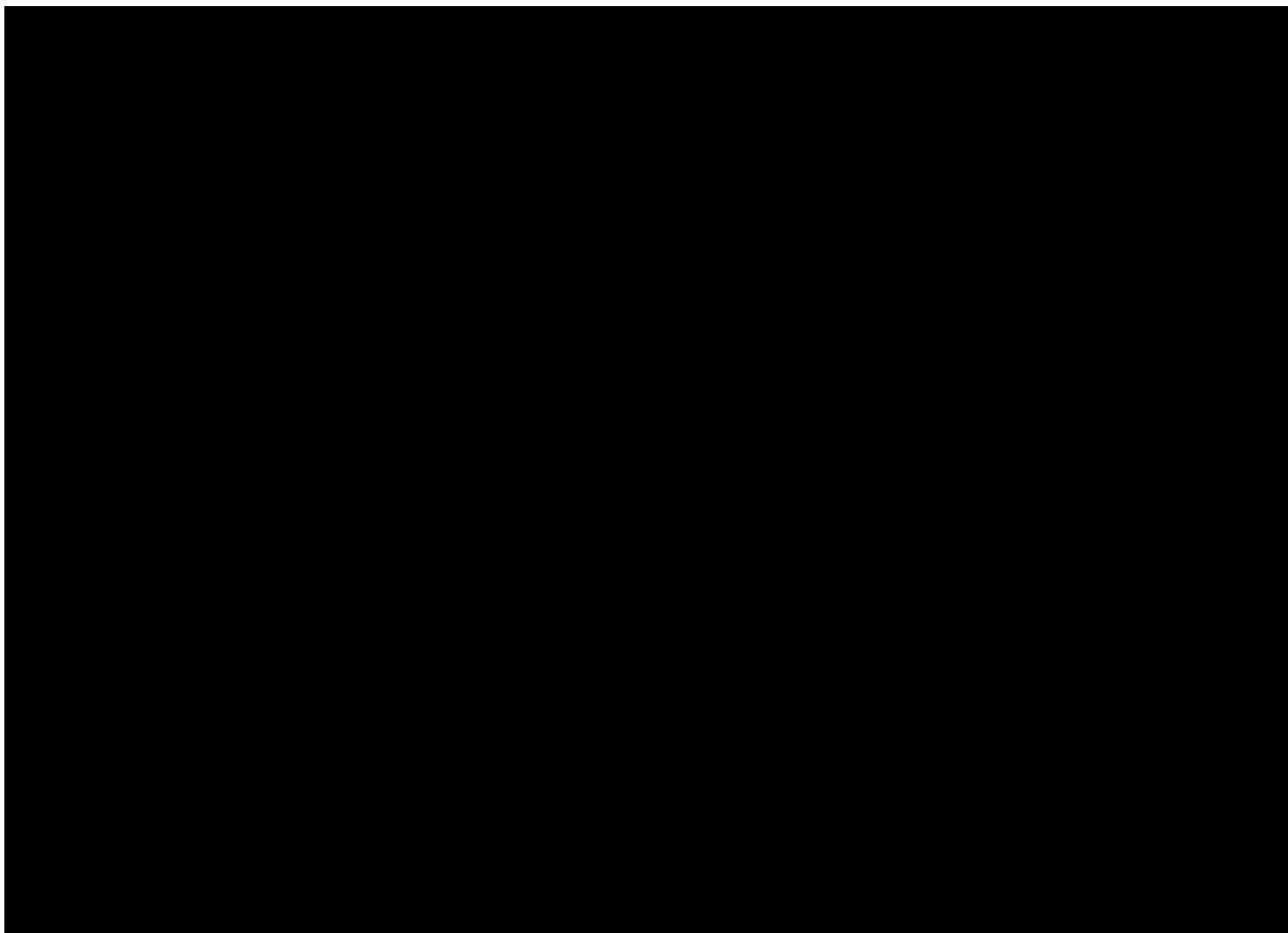


Prova 2 – sezione trasversale

Faccia anteriore e posteriore



Arch. Giuseppe PADUANO- Vice Dirigente Istituto Superiore Antincendi
Arch. Sergio SCHIAROLI Vice Dirigente Area Normazione Notifica e Controllo

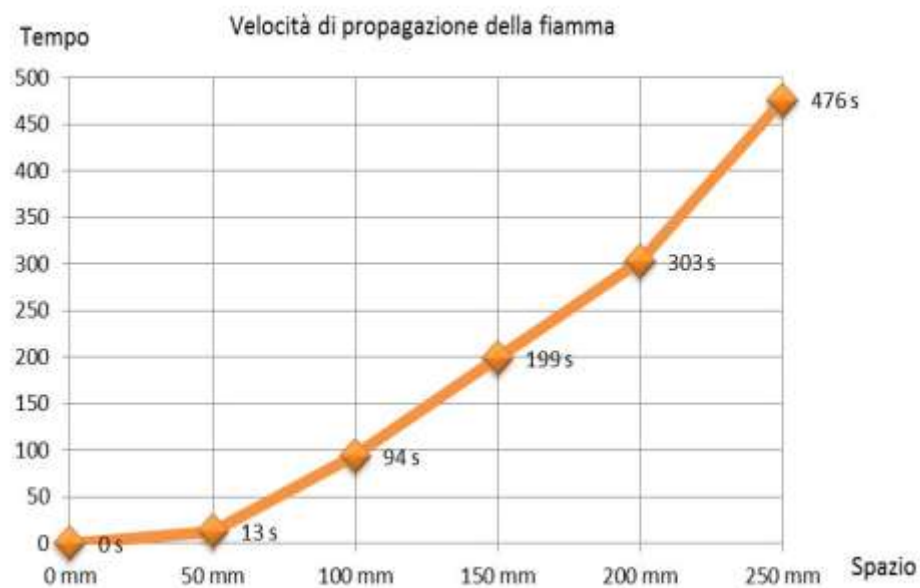


Arch. Giuseppe PADUANO- Vice Dirigente Istituto Superiore Antincendi
Arch. Sergio SCHIAROLI Vice Dirigente Area Normazione Notifica e Controllo



Campione longitudinale

Campione trasversale



Zona danneggiata



Gocciolamento





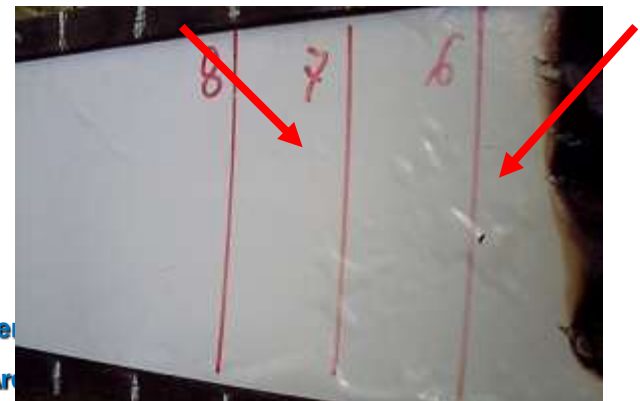
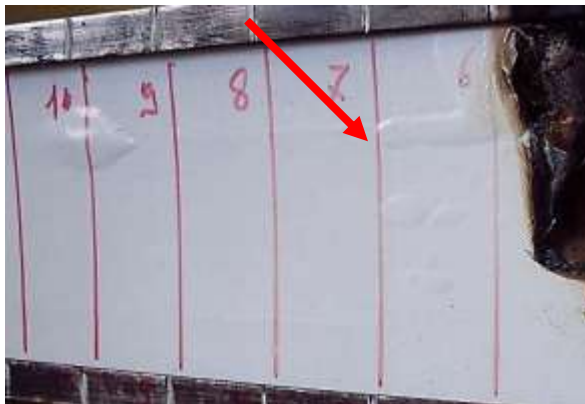
Separazione di strati

In entrambe le prove si è verificato un fenomeno di “sfogliamento” della pellicola di Tedlar che ricopre la parte posteriore del pannello.



Formazione di bolle

Nelle zone non ancora investite dalle fiamme, in entrambi i campioni esaminati, si rileva formazione di bolle tra uno strato e l'altro del pannello



NO- Vice Dirige
Vice Dirigente Ar

UNI ENV 1187:2007 Test methods for external fire exposure to roofs

TEST 1 Burning Brands
TEST 2 Burning Brands and Wind
TEST 3 Burning Brands, wind and radiant heat
TEST 4 Two stage methods

Classes of external fire performance for roofs/roof coverings

Test method	Class	Classification criteria
ENV 1187 Test method 1	B _{roof} (B)	All of the following conditions must be satisfied for any one test: • External and internal fire spread upwards < 0.70m • External and internal fire spread downwards < 0.60m • Maximum burned length external and internal < 0.80m* • No burning material (droplets or debris) falling from exposed side; • No burning/glowing particles penetrating the roof construction; • No single through opening > 25mm² • Sum of all through openings < 4500mm² • Lateral fire spread does not reach the edges of the measuring zone.
	F _{roof} (B)	No performance determined.
ENV 1187 Test method 2	B _{roof} (BW)	For both test series at 2m/s and 4m/s wind speed: Mean damaged length of the roof covering and substrate <= 0.555m Max damaged length of the roof covering and substrate <= 0.800m
	F _{roof} (BW)	No performance determined
ENV 1187 Test method 3	B _{roof} (BWR)	TE >= 30min and TP >= 30min
	C _{roof} (BWR)	TE >= 10 min and TP >= 15 min
	D _{roof} (BWR)	TE < 10 min and TP > 5min
	F _{roof} (BWR)	No performance determined

* this value is limited to <0.60m for roofs tested at 0° pitch.

Arch. Giuseppe PADUANO- Vice Dirigente Istituto Superiore Antincendi

Arch. Sergio SCHIAROLI Vice Dirigente Area Normazione Notifica e Controllo



**Dipartimento dei Vigili del Fuoco, del Soccorso
Pubblico e della Difesa Civile**



**MINISTERO
DELL'INTERNO**



IL COMPORTAMENTO AL FUOCO DEI MODULI FOTOVOLTAICI

GRAZIE PER L'ATTENZIONE

Arch. Giuseppe PADUANO- Vice Dirigente Istituto Superiore Antincendi

Arch. Sergio SCHIAROLI Vice Dirigente Area Normazione Notifica e Controllo