



---

# I sistemi di isolamento a cappotto in EPS

21 giugno 2023

**Ing. Marco Piana – AIPE**

## 1. PREMESSA

## 2. LA NORMA UNI EN 13499 PER CAPPOTTI IN EPS e EAD for ETICS

## 3. CARATTERISTICHE FISICO-TECNICHE

PERMEABILITA' AL VAPORE – ASSORBIMENTO ACQUA – CONDENSE

## 4. CARATTERISTICHE MECCANICHE

TRAZIONE PERPENDICOLARE ALLE FACCE – RESISTENZA AL TAGLIO

## 5. COMPORTAMENTO ESTIVO

INERZIA – SFASAMENTO

## 6. COMPORTAMENTO AL FUOCO

NORMATIVA – LEGISLAZIONE – PROVE SPERIMENTALI

# 1 – PREMESSA

L'incontro è dedicato ad approfondire gli argomenti ritenuti di primaria importanza per la realizzazione di un cappotto in EPS.

Non vengono trattate tutte le informazioni e le procedure per la realizzazione di un cappotto in quanto numerosi manuali esistenti sono disponibili ed utilizzabili dai progettisti.

Vengono invece approfondite alcune specifiche prestazioni relative all' EPS che i progettisti e le imprese hanno richiesto con molta frequenza e con continuità nel corso della attività associativa.

## 2 – LA NORMA UNI EN 13499 PER CAPPOTTI IN EPS

Le caratteristiche ed i requisiti richiesti all'EPS per realizzare cappotti sono riportate nella norma UNI EN 13499 « Thermal insulation products for buildings – External thermal insulation composite systems ( ETICS ) based on expanded polystyrene – Specification ».

Oggi l'EPS è il materiale isolante più utilizzato per realizzare cappotti e l'esistenza da 20 anni di un'apposita norma conferisce importanza a questa tradizione applicativa.

La norma europea specifica i requisiti per i prodotti realizzati in EPS, forniti in KIT ed utilizzati come materiali isolanti per i sistemi di isolamento termico ETICS.

La norma è relativa ai sistemi con resistenza termica uguale o superiore a  $1 \text{ m}^2\text{K/w}$  e riporta che la resistenza meccanica e la stabilità del sistema dovrebbe considerare quanto previsto dalle relative norme nazionali, come ad esempio la NTC, Norme Tecniche per le Costruzioni.

## 2 – LA NORMA UNI EN 13499 PER CAPPOTTI IN EPS

I requisiti riportati dalla norma sono riferiti all'EPS per l'applicazione a cappotto con le seguenti richieste prestazionali:

### 1. Resistenza termica

$$R \geq 1 \text{ m}^2\text{K/w}$$

### 2. Resistenza meccanica e stabilità del sistema

Il sistema deve resistere alle sollecitazioni combinate generate da carichi della massa, vento, temperatura, umidità e contrazioni termiche

### 3. Forza di adesione del rivestimento al pannello EPS e di questo al supporto

$$R \geq 80 \text{ KPa}$$

### 4. Reazione al fuoco

Classe determinata secondo EN 13501-1

### 5. Pannelli in EPS

I pannelli in EPS devono essere conformi alla EN 13163 ed alla seguente tabella:

## 2 – LA NORMA UNI EN 13499 PER CAPPOTTI IN EPS

Caratteristica	Requisiti	
	Valore	Livello/Classe/Valore limite
Resistenza termica dichiarata	$R_0 \geq 1,00 \text{ m}^2\text{t K/W}$	Valore limite
Resistenza alla trazione perpendicolare alla superficie Pannelli in EPS fissati con adesivo o tasselli <sup>UN</sup> Pannelli in EPS fissati da binari <sup>UN</sup>	> 100 KPa	TR 100
	> 150 KPa	TR 150
Stabilità dimensionale	$\pm 0,2 \%$	DS (N) 2
Tolleranza di ortogonalità	$\pm 2 \text{ mm/m}$	S2
Tolleranza alla planarità	$\pm 5 \text{ mm}$	P4
Tolleranza di lunghezza	$\pm 2 \text{ mm}$	L2
Tolleranza di larghezza	$\pm 2 \text{ mm}$	W2
Tolleranza sullo spessore	$\pm 1 \text{ mm}$	T2
Assorbimento d'acqua a lungo termine per immersione parziale	80,5 Kg/mq	Valore limite

I pannelli in EPS fissati con ancoraggi o guide in combinazione con un adesivo saranno trattati come un sistema senza adesivo.

NOTA: I requisiti nella Tabella 1 sono requisiti minimi. Il fornitore del sistema dell'ETICS è responsabile delle prestazioni del sistema. Requisiti superiori o aggiuntivi per i pannelli EPS possono essere ritenuti necessari dal fornitore del sistema.

## 2 – LA NORMA UNI EN 13499 PER CAPPOTTI IN EPS

### 6. Requisiti dei componenti del sistema

La norma riporta i requisiti relativi all'armatura, alla permeabilità all'acqua della superficie esterna, alla resistenza agli urti alla permeabilità del rivestimento.

### 7. Resistenza alla superficie del sistema alla fessurazione

L'allegato B, rivolto a clienti e progettisti, riporta che il sistema deve essere progettato ed applicato in modo da non causare crepe sullo strato esterno.

Le crepe dannose sono giudicate quelle con larghezza maggiore di 0,2 mm.

## 2 – EAD for ETICS

### EAD for ETICS

Un importante riferimento di qualificazione per i sistemi ETICS risiede nel EAD – European Assessment Document ( ex ETAG 004 ).

Il documento è riferito all' intero pacchetto realizzativo del sistema ed ai suoi componenti per poterlo realizzare e certificare.

Per il materiale isolante , e quindi anche all' EPS vengono richieste le seguenti specifiche prestazioni:

Dimensional characteristics and appearance - Density / Mass per unit - Tensile strength perpendicular to the faces in dry conditions - Tensile strength perpendicular to the faces in wet conditions (if relevant) - Compression - Shear strength and shear modulus - Dimensional stability - Thermal conductivity - Reaction to fire - Propensity to continuous smouldering if relevant - Water absorption - Water vapour permeability - Dynamic stiffness

## 3 – CARATTERISTICHE FISICO – TECNICHE

### PERMEABILITÀ AL VAPORE – ASSORBIMENTO D'ACQUA – CONDENSE

Il materiale isolante è di certo il componente peculiare del sistema a cappotto e ne determina le caratteristiche finali ed anche la durata delle prestazioni.

L'isolante termico per definizione è il materiale che garantisce la prestazione del risparmio di energia e la caratteristica che viene considerata è la conducibilità termica,  $\lambda$ .

La prestazione può variare nel momento in cui il parametro  $\lambda$  modifica il proprio valore e la causa più importante è certamente l'assorbimento di acqua.

Non è facile determinare praticamente come vari il  $\lambda$  in funzione del contenuto d'acqua ed alcune norme propongono coefficienti di calcolo ma in passato alcune prove sono state condotte.

### 3 – CARATTERISTICHE FISICO – TECNICHE

Le cause dell'assorbimento d'acqua sono da indirizzare a possibili condense, alla permeabilità al vapore, all'infiltrazione d'acqua dal rivestimento esterno.

Si riportano tre riferimenti utili a comprendere le cause della variazione del  $\lambda$ :

- Valori di diffusione del vapore e di permeabilità dell'EPS sono riportati dalla norma di prodotto EN 13163 Tab. F.2
- Variazione della conducibilità termica in funzione del contenuto di umidità

# 3 – CARATTERISTICHE FISICO – TECNICHE

EN 13163:2012+A2:2016 (E)

Table F.2 — Tabulated values of water vapour diffusion resistance index and water vapour permeability

Type	Water vapour diffusion resistance factor $\mu_1$	Water vapour permeability $\delta$ mg/(Pa·h·m)
EPS 30	20 to 40	0,015 to 0,030
EPS 50	20 to 40	0,015 to 0,030
EPS 60	20 to 40	0,015 to 0,030
EPS 70	20 to 40	0,015 to 0,030
EPS 80	20 to 40	0,015 to 0,030
EPS 90	30 to 70	0,009 to 0,020
EPS 100	30 to 70	0,009 to 0,020
EPS 120	30 to 70	0,009 to 0,020
EPS 150	30 to 70	0,009 to 0,020
EPS 200	40 to 100	0,006 to 0,015
EPS 250	40 to 100	0,006 to 0,015
EPS 300	40 to 100	0,006 to 0,015
EPS 350	40 to 100	0,006 to 0,015
EPS 400	40 to 100	0,006 to 0,015
EPS 500	40 to 100	0,006 to 0,015
EPS T, EPS SD	20 to 40	0,015 to 0,030

## F.5 Examples of determination of thermal conductivity

For the relationship between thermal conductivity and apparent density or weight by moulded item there is a large amount of data collected in Europe. The curve in Figure F.1 has been calculated on this European data, based on non infrared absorbent EPS. Every manufacturer may refer to such a curve, based on his own measurements. In this statistical evaluation there is a simpler polynorm used as introduced in the CEN Technical Report [11].

### 3 – CARATTERISTICHE FISICO – TECNICHE

La formazione di condensa interna o superficiale del materiale isolante provoca un aumento del  $\lambda$  in quanto aumenta il contenuto di umidità o acqua e la verifica di questa situazione è fattibile con molti programmi a disposizione del progettista.

### 3 – CARATTERISTICHE FISICO – TECNICHE

**Assorbimento d'acqua.** Il comportamento dell'EPS a fronte dell'acqua non dà adito a limitazioni per gli impieghi edilizi e per l'isolamento termico in particolare. L'acqua non scioglie l'EPS, né attraversa le pareti delle celle chiuse e non può quindi venire assorbita se non fra gli interstizi residui fra le perle espanse. L'assorbimento per immersione, eseguito generalmente su cubetti di 50 mm di lato, ritagliati da blocchi o lastre di EPS rappresenta, più che un comportamento in una situazione che non si verifica in pratica, un indice della buona saldatura fra le perle espanse; esso ammonta al massimo al 5% in volume per la densità 15 e al 3% per la densità 30 dopo un anno di immersione; questi valori vengono raggiunti in alcune settimane e restano poi costanti. Più interessante per l'impiego è l'assorbimento per capillarità, che è praticamente nullo, e soprattutto l'assorbimento dall'aria umida. Una densità 20, a contatto con aria con 95% di U.R. per 90 giorni, ha mostrato un assorbimento dello 0,7% in peso, mentre prove su EPS di densità pari a 30 hanno dato i seguenti valori di assorbimento all'equilibrio:

U.R. 60% 1,7 % in peso

U.R. 90% 2,0 % in peso

U.R. 100% 2,3 % in peso

### 3 – CARATTERISTICHE FISICO – TECNICHE

#### Umidità

L'influenza del contenuto di umidità sulla conduttività dell'EPS è trascurabile nel campo delle umidità pratiche delle applicazioni edilizie corrette (< 0,15% in volume), per effetto del basso assorbimento d'acqua e della resistenza alla diffusione del vapore. La figura mostra questo andamento, confrontato con quello di un materiale a bassa resistenza alla diffusione del vapore, a temperatura ambiente.

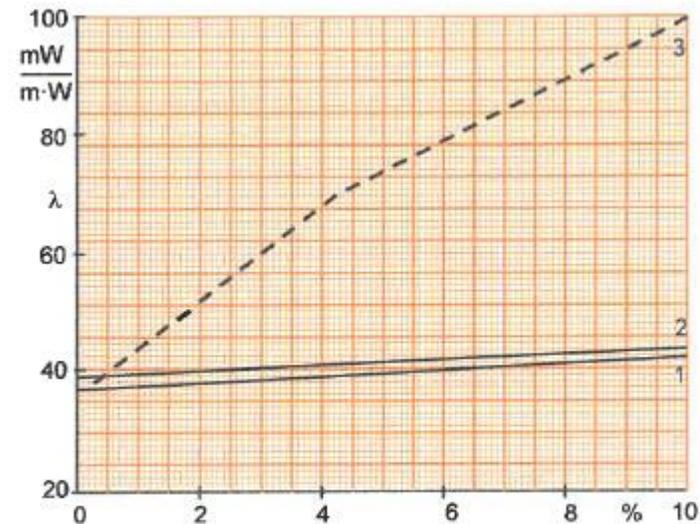


Fig. 6  
1: EPS 16 Kg/m<sup>3</sup> (IVH) - 2: EPS 30 Kg/m<sup>3</sup> (Zehender)  
3: Pannello fibre minerali 61 Kg/m<sup>3</sup> (Carl)

## 4 – CARATTERISTICHE MECCANICHE

### Trazione perpendicolare alle facce e resistenza al taglio

Vi sono due caratteristiche molto interessanti da esaminare che evidenziano come un isolante può essere efficiente dal punto di vista meccanico per realizzare il cappotto:

1. La trazione perpendicolare alle facce, ovvero la resistenza che oppone il materiale isolante quando incollato nelle due superfici della lastra ovvero verso il muro di supporto e verso il rivestimento esterno. È la caratteristica che viene richiesta anche dalla norma specifica EN 13499 che prevede due livelli a TR 100 e TR 150 in funzione del sistema di fissaggio. La norma di prodotto, EN 13163, prevede che la prova venga condotta secondo la EN 1607. il valore minimo riscontrabile deve essere almeno  $TR = 20 \text{ kPa}$  e i valori sono da dichiarare con intervalli di 10kPa. Valori caratteristici riscontrati sperimentalmente su campioni esaminati in laboratorio hanno evidenziato le seguenti classi: TR20 – TR50 – TR80 – TR100 – TR150 – TR200 – TR400.

## 4 - CARATTERISTICHE MECCANICHE

2. La resistenza al taglio permette di identificare la «portata» della lastra avendo incollato il rivestimento sulla faccia esterna. È una forza che si genera nello spessore del materiale isolante facendolo scivolare sulla faccia esterna essendo fissato sulla faccia interna contro la muratura. Oggi, con gli spessori con cui vengono realizzati i cappotti, lo sforzo di taglio è un parametro molto importante e la resistenza viene abbinata per forza ad un sistema di fissaggio ben determinato e definito. Per la resistenza al taglio si utilizza il metodo di prova dato dalla norma EN 12090, e il parametro viene definito con la sigla SS (Shear Strength). Poche ricerche sono state effettuate per questo parametro, ma delle più recenti effettuate da laboratori permette di ottenere un valido riferimento per quanto riguarda due materiali, EPS e MW. I risultati sono riportati di seguito sotto forma di grafici in funzione della resistenza con lo spessore del provino.

## 4 - CARATTERISTICHE MECCANICHE

Dependence of the shear strength MW TR 10 on the thickness of the test specimen for the contact surfaces of the test specimen

100 mm x 200 mm; 150 mm x 250 mm and 250 mm x 350 mm

Dependence of the shear strength EPS 70 on the thickness of the test specimen for the contact surfaces of the test specimen

100 mm x 200 mm; 150 mm x 250 mm and 250 mm x 350 mm

## 5 – COMPORTAMENTO ESTIVO

### INERZIA – SFASAMENTO

L'importanza dell'isolamento termico è senza alcun dubbio prioritaria, ma forse le variazioni climatiche hanno spostato l'attenzione dalla stagione invernale a quella estiva.

Il comportamento estivo degli edifici è di gran lunga più complesso da gestire di quello invernale.

L'approccio prevede sempre nel considerare in prima istanza la trasmittanza termica, ma in seconda analisi sono altri i parametri da analizzare:

- Inerzia termica
- Sfasamento dell'onda termica

I sistemi costruttivi che contemplano il cappotto possono affrontare per propria stratigrafia entrambi i parametri citati, in quanto sono dotati di uno strato pesante (la muratura portante) e uno strato leggero (l'isolante). Il beneficio dei sistemi a cappotto sono quindi apprezzati anche durante la situazione estiva, il cui calcolo e verifica viene rimandato a programmi dedicati e specifici. Si ricorda solamente che il DM 26/6/2015 impone valori di riferimento:

## 5 – COMPORTAMENTO ESTIVO

### CONTROLLO INERZIA E SFASAMENTO TERMICO

Per le località nelle quali il valore medio mensile dell'irradianza sul piano orizzontale è  $\geq 290$  W/m<sup>2</sup>: (ad esclusione della zona F e ad eccezione categorie E5, E6, E7, E8) si richiede

→ per pareti verticali opache, tranne quelle nel quadrante nord-ovest/nord/nord-est almeno una delle seguenti verifiche:

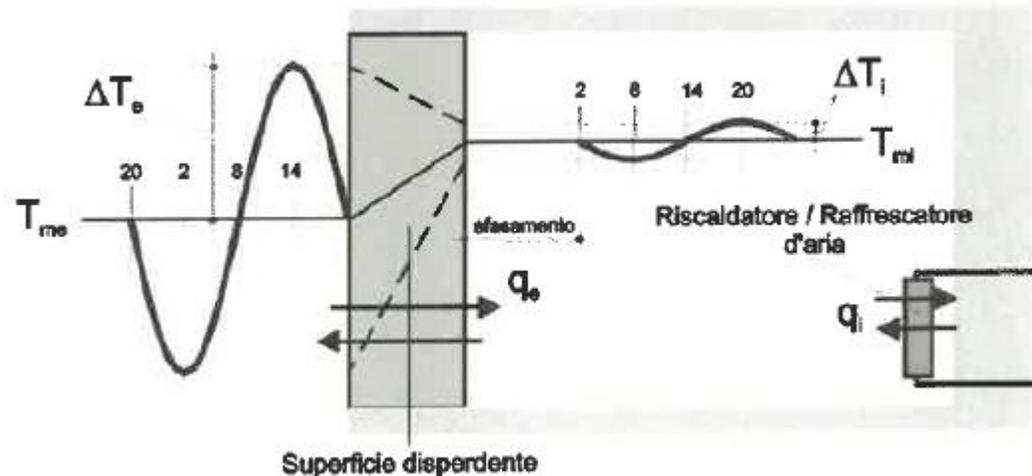
1. Valore di massa superficiale  $M_s > 230$  Kg/m<sup>2</sup>
2. Modulo della trasmittanza termica periodica  $Y_{IE} < 0,10$  W/m<sup>2</sup>K

→ per tutte le pareti opache orizzontali e inclinate: modulo  $Y_{IE} < 0,18$  W/m<sup>2</sup>K

## 5 - COMPORTAMENTO ESTIVO

Considerando l'andamento giornaliero delle temperature esterne in estate, si ottiene un'onda termica sinusoidale che oscilla tra valori minimi e massimi.

L'inerzia termica è una proprietà che influenza il comportamento termico dinamico della parete, cioè la capacità di reagire a sollecitazioni di temperatura variabili nel corso del tempo, come accade principalmente durante la stagione estiva.



## 5 – COMPORTAMENTO ESTIVO

### CONTROLLO INERZIA E SFASAMENTO TERMICO

Si devono evidenziare due aspetti importanti:

- L' onda termica esterna viene trasmessa all' interno « attenuata » ed è la presenza dell' isolante che opera in questa fase
- L' onda termica esterna viene trasmessa all' interno « sfasata » ed è la presenza della muratura che opera prevalentemente in questa fase

L' attenuazione e lo sfasamento sono da calcolare secondo la stratigrafia della parete ipotizzata , è possibile dare un riferimento orientativo sulla attenuazione e sullo sfasamento di un cappotto tradizionale in EPS :

- Trasmittanza termica            0,30
- Trasmittanza periodica        0,018
- Sfasamento                        14,00
- Attenuazione                      0,057

## 6 – COMPORTAMENTO AL FUOCO

### COMPORTAMENTO AL FUOCO DEL CAPPOTTO IN EPS

Il comportamento al fuoco può essere suddiviso in due grandi settori:

- Reazione al fuoco, ovvero come i materiali reagiscono alla presenza della fiamma
- Resistenza al fuoco, ovvero come i materiali reagiscono al passaggio di fiamma, fumo e temperatura.

La prima caratteristica viene classificata con la norma EN 13501-1 utilizzando le lettere da A a F, la seconda invece tiene conto del tempo con cui le sollecitazioni agenti transitano da un ambiente a quello attiguo, attraverso l'elemento di separazione.

Saranno riportati unicamente i riferimenti alla reazione al fuoco del materiale EPS e del sistema cappotto, in quanto la reazione al fuoco rientra come parametro di fondamentale importanza per la prevenzione incendi degli edifici.

## 6 – COMPORTAMENTO AL FUOCO

La progettazione antincendio prevede l'utilizzo di due approcci differenti:

- **Approccio con regole tradizionali riferite a Guide o Decreti**, in cui si utilizzano i criteri che riportano le indicazioni specifiche da adottare
- **Approccio con Codice di Prevenzione Incendi**, in cui si coinvolge maggiormente il progettista che ha il compito di effettuare la specifica valutazione del rischio e di individuare le strategie di prevenzione e contenimento dei danni (percorsi di sicurezza, compartimentazione antincendio ecc.) e devono essere utilizzate le Regole Tecniche Verticali relative all'edificio in esame.

Si riportano esclusivamente alcuni riferimenti relativi alla Regola RTV 13 in quanto rappresenta la regola che può coinvolgere maggiormente il progettista, demandando ai documenti specifici gli approfondimenti relativi ad altri riferimenti regolatori.

## 6 – COMPORTAMENTO AL FUOCO

RTV 13

CAMPO DI APPLICAZIONE

- È applicata a edifici civili (uffici, scuole, ospedali, condomini ...)
- Non si applica a edifici autorizzati prima del 7/7/2022, data di entrata in vigore della RTV 13
- Si applica utilizzando il CoPI
- Per le «attività soggette non normate» riportate nel decreto 151/2011
- L'attività soggetta n. 77 è edifici civili  $h > 24$  metri

Quando si decide di utilizzare le RTV devono essere utilizzate tutte le regole applicabili, ad es. per ospedali si utilizza RTO – RTVII – RTV 13.

Il progettista può adottare l'RTV13 come riferimento tecnico anche per altre tipologie di edifici con altezze anche inferiori.

Sono previste Fasce di separazione da adottare in corrispondenza delle compartimentazioni e zone di protezione ove presenti fonti di incendio.

OBIETTIVI: Limitare la propagazione originata all'interno, Limitare la propagazione originata all'esterno (auto-cassonetti), Evitare caduta di parti

## 6 – COMPORTAMENTO AL FUOCO

### DEFINIZIONI

Chiusure d'ambito: frontiere esterne degli edifici, in senso orizzontale e verticale, pareti verticali e coperture (orizzontali o inclinate)

Fascia di separazione: porzione di parete/copertura con definite classi di resistenza e reazione

### CLASSIFICAZIONE

- SA edifici  $-1 < h < 12$  m  
affollamento  $\leq 300$  occupanti  
senza compartimenti  $R_{vita} = D1$  e  $D2$
- SB edifici  $h < 24$  m  
senza compartimenti  $R_{vita} = D1$  e  $D2$
- SC tutti gli altri edifici

## 6 – COMPORTAMENTO AL FUOCO

REAZIONE AL FUOCO

**Facciate di edifici SA:**

Nessun requisito per i materiali utilizzati e quindi POSSIBILE UTILIZZO EPS

**Facciate di edifici SB e SC**

I materiali utilizzati in facciata devono presentare i seguenti requisiti:

- Isolanti termici

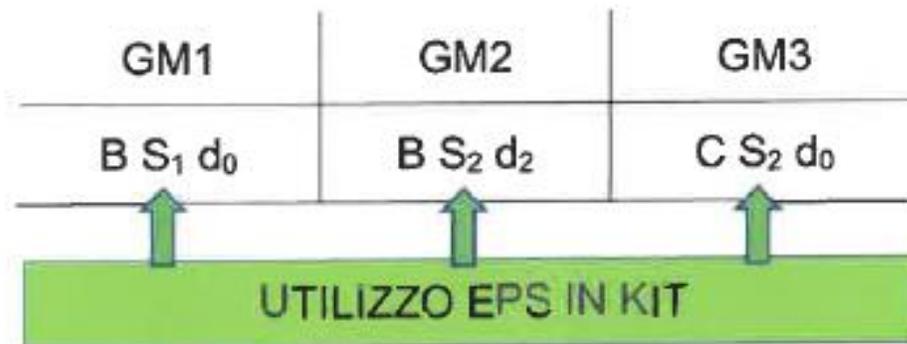
Isolanti termici non in kit contemplati nella categoria «Isolanti protetti» della tabella S.1-7 del CoPI con GM0 o K10

- Classe SB , materiali GM2 , reazione fuoco D-S2,d2
- Classe SC , materiale GM! , reazione fuoco C-S2,d0

## 6 – COMPORTAMENTO AL FUOCO

- Sistemi di isolamento KIT (cappotti)

Cappotti – Kit contemplati nella categoria «rivestimenti a parete» della tabella S.1-6 del CoPI



# COMPORTAMENTO AL FUOCO

## REALIZZAZIONE DI FASCE DI SEPARAZIONE

- Realizzate in **parete** e in **copertura**
- Si realizzazione in corrispondenza degli elementi di **compartimentazione** (ovvero in corrispondenza di un muro o solaio tagliafuoco)

Zone «protette» simili alle fasce devono essere realizzate previste anche nelle zone sottostanti gli impianti fotovoltaici, a lato dei box e cassonetti rifiuti.

- Costituite da:

Pareti	Materiali non inferiori a classe reazione fuoco A2-S1,d0 E contemporaneamente costituita da uno o più elementi E30
Coperture	BROOF $t_2/t_3/t_4$ Oppure EI30

## 6 – COMPORTAMENTO AL FUOCO

### VERIFICHE SPERIMENTALI

Il sistema di isolamento a cappotto è stato sotto posto a verifiche sperimentali in numerose prove, sia in laboratori nazionali che europei.

Il primo riferimento che deve essere riportato è certamente relativo alla richiesta della Guida al Fuoco delle Facciate del 2013, in cui la reazione al fuoco dei sistemi a cappotto deve riscontrare la classe BS3d0 nella forma in KIT.

AIPE, le aziende associate e i produttori di sistemi, dimostrano con i propri certificati che il cappotto in EPS raggiunge facilmente la classe BS3d0 e non solo, raggiunge anche la classe BS1d0.

Il secondo riferimento è rappresentato da tutte le prove eseguite con il metodo sperimentale messo a punto dai vigili del fuoco, definito di media scala, tuttora in fase sperimentale e di definizione della metodologia di prova a cui AIPE ha partecipato verificando il comportamento dei cappotti in EPS con risultati positivi.

## 6 – COMPORTAMENTO AL FUOCO

Il terzo riferimento è rappresentato dalla prova di larga scala eseguita presso laboratori attrezzati a poterla eseguire .

I cappotti sottoposti a prova hanno evidenziato il seguente comportamento::

- Assenza della propagazione della fiamma
- Assenza di caduta di elementi del rivestimento esterno

## CONTATTI

Ing. Marco Piana

[aipe@epsass.it](mailto:aipe@epsass.it)

[www.aipe.biz](http://www.aipe.biz)

Tel: 02 33606529



**Grazie per l'attenzione**