ANIT
Associazione
Nazionale
per l'Isolamento
Termico e acustico

SISTEMI DI TASSELLATURA NELL'ISOLAMENTO A CAPPOTTO

MANUALE ANIT DI APPROFONDIMENTO TECNICO

Dicembre 2018

Tutti i diritti sono riservati.
Nessuna parte di questo documento può essere riprodotta o divulgata senza l'autorizzazione scritta di ANIT.

I MANUALI ANIT

ANIT, Associazione Nazionale per l'Isolamento Termico e acustico, pubblica periodicamente **GUIDE** e **MANUALI** di chiarimento sull'efficienza energetica e l'isolamento acustico degli edifici. Gli argomenti trattati riguardano la normativa di riferimento, le tecnologie costruttive, le indicazioni di posa e molto altro.

Le **GUIDE** analizzano le leggi e le norme del settore e sono riservate ai Soci.

I **MANUALI** invece, caratterizzati da un taglio più pratico e realizzati in collaborazione con le Aziende ANIT, sono scaricabili gratuitamente dal sito www.anit.it

I vari temi sono approfonditi nei **LIBRI** della collana editoriale ANIT "L'isolamento termico e acustico".

STRUMENTI PER I SOCI

I soci ricevono

Costante aggiornamento sulle norme in vigore con le GUIDE ANIT

I Software ANIT per calcolare tutti i parametri energetici, igrotermici e acustici degli edifici

Servizio di chiarimento tecnico da parte dello Staff ANIT

La rivista specializzata Neo-Eubios

I servizi e la quota di iscrizione variano in base alla categoria di associato (Individuale, Azienda, Onorario)
I Soci Individuali possono accedere alla qualifica "**Socio Individuale Più**" per ottenere servizi avanzati
Per informazioni: **www.anit.it**

MANUALE ANIT REALIZZATO IN COLLABORAZIONE CON

fischer innovative solutions

Tutti i diritti sono riservati

Nessuna parte di questo documento può essere riprodotta o divulgata senza l'autorizzazione scritta di ANIT.

I contenuti sono curati dallo Staff ANIT e sono aggiornati alla data in copertina.
Le informazioni riportate sono da ritenersi comunque indicative ed è sempre necessario riferirsi anche a eventuali documenti ufficiali. Sul sito www.anit.it sono disponibili i testi di legge.
Si raccomanda di verificare sul sito ANIT l'eventuale presenza di versioni più aggiornate di questo documento.

INDICE

PREMESSA **2**
1 IL SISTEMA DI ISOLAMENTO A CAPPOTTO **3**
1.1 ETICS, External Thermal Insulation Composite Systems *3*
1.2 Normativa di riferimento *3*
1.3 Obblighi sulle prestazioni di efficienza energetica e detrazioni fiscali *4*
1.4 I ponti termici puntuali nel calcolo delle dispersioni *6*
2 PROGETTAZIONE E MESSA IN OPERA **8**
2.1 I componenti di un sistema ETICS *8*
2.2 Fissaggio di un sistema ETICS e tassellatura dei pannelli isolanti *9*
2.3 Progettazione del sistema di tassellatura *10*
3 INFLUENZA DEI TASSELLI SUL POTERE FONOISOLANTE **14**
4 SISTEMI DI RIFERIMENTO FISCHER **15**
4.1 Fissaggio del sistema a cappotto *15*
4.2 Fissaggio sul sistema a cappotto *19*
4.3 Un esempio di riqualificazione energetica *20*

PREMESSA

I sistemi di isolamento dall'esterno sono tra i più efficienti dal punto di vista energetico. Tale tipologia di coibentazione prevede un sistema di tanti componenti (tutti determinanti) da progettare e mettere in opera correttamente in accordo con il rapporto tecnico UNI/TR 11715 "Isolanti termici per l'edilizia - Progettazione e messa in opera dei sistemi isolanti termici per l'esterno ETICS" pubblicato a giugno 2018.

Il presente manuale offre l'occasione per fare il punto sui sistemi ETICS e in particolare sugli aspetti legati ai sistemi di tassellatura.
Il lavoro è stato realizzato in collaborazione con l'azienda FISCHER associata ad ANIT dal 2006.

Sperando di dare un contributo d'approfondimento a tutti gli interessati, non ci resta che augurare buona lettura.
ANIT

1 IL SISTEMA DI ISOLAMENTO A CAPPOTTO

1.1 ETICS, External Thermal Insulation Composite Systems

ETICS è l'abbreviazione per *External Thermal Insulation Composite System* e significa "Sistema di Isolamento Termico a Cappotto".
Il documento di riferimento per i sistemi di isolamento a cappotto, di recente pubblicazione, è il rapporto tecnico UNI/TR 11715 che definisce le condizioni generali di utilizzo e le modalità di messa in opera dei sistemi di isolamento termico dall'esterno denominati ETICS .

I sistemi ETICS sono sistemi costituiti da diversi strati funzionali sovrapposti, fissati mediante collanti ed eventuali fissaggi meccanici ad un supporto murario. Oltre ai pannelli di isolamento termico, fanno parte integrante del sistema, gli strati di protezione e finitura costituiti da intonaci di base armati con rete e intonaci e rivestimenti di finitura.

1.2 Normativa di riferimento

I sistemi ETICS vengono trattati a livello europeo dalla relativa normativa per la marcatura CE attualmente in revisione. L'ente tecnico europeo di riferimento per il settore delle costruzioni, l'EOTA (European Organization for Technical Approval), ha ricevuto dalla Commissione Europea il compito di redigere le linee guida per l'approvazione tecnica dei Sistemi ETICS a livello europeo: così è nata la Linea Guida Tecnica ETAG 004 *European Technical Approval Guideline* "Linee guida tecniche europee per Sistemi Isolanti a Cappotto per esterni con intonaco" per Sistemi ETICS su supporti in muratura e calcestruzzo.
Per utilizzi diversi da questo vengono elaborate singolarmente dai membri dell'EOTA delle linee guida specifiche, le cosiddette CUAP (Common Understanding of Assesment Procedure).

A parte il rapporto tecnico UNI/TR 11715 citato, non esistono ad oggi norme europee di riferimento per la corretta realizzazione di questa tecnologie, esistono tuttavia delle norme di prodotto che permettono ai produttori di marcare CE un proprio componente per l'uso nel sistema a cappotto, tra questi i sistemi di tassellatura.
I tasselli inoltre sono certificati secondo EAD 330335-00-0604 (per supporti in muratura) che definisce le categorie di uso e i campi di impiego del tassello in funzione dei vari tipi di supporto.

1.3 Obblighi sulle prestazioni di efficienza energetica e detrazioni fiscali

L'isolamento di un edificio esistente o di nuova costruzione con un sistema a cappotto è tra le soluzioni più efficienti e diffuse perché combina diversi vantaggi:

- riduce l'influenza dei ponti termici strutturali,
- permette una migliore omogeneità di isolamento,
- riduce il rischio di formazione di muffe e condense mantenendo tutta la struttura al caldo.

Nel caso di intervento, ci sono però obblighi legislativi ben dettagliati da rispettare e per le riqualificazioni energetiche detrazioni fiscali di cui poter godere.

OBBLIGHI

Gli attuali obblighi legislativi per l'efficienza energetica in edilizia prevedono l'utilizzo di pareti con trasmittanze molto basse. Sia nei nuovi edifici che negli interventi di riqualificazione le prestazioni richieste all'involucro prevedono la progettazione di un buon livello di isolamento in sezione corrente e in corrispondenza dei ponti termici . Per questo motivo sicuramente il sistema ETICS è tra la soluzioni più efficienti.
I valori di riferimento per l'efficienza energetica in edilizia sono riportati nel DM 26 giugno 2015.

Per gli edifici di nuova costruzione e assimilabili sono previste delle prestazioni minime di efficienza energetica sull'edificio inteso come involucro e impianto ($EP_{gl,tot}$) ma anche delle prestazioni minime di efficienza del solo involucro ($EP_{h,nd}$, $EP_{c,nd}$). Per valutare tali parametri viene utilizzato il metodo dell'edificio di riferimento che prevede il calcolo del fabbisogno limite tenendo conto di trasmittanze cosiddette di riferimento U_{rif} riportate nella Appendice A del DM 26 giugno 2015. Questi valori (non obbligatori) rappresentano un punto di partenza per riuscire a rispettare gli indicatori limite. Oltre a questi parametri per l'involucro è obbligatoria anche la verifica del coefficiente medio di scambio termico H'_t che si calcola tenendo conto sia della sezione corrente che dei ponti termici.

Per gli interventi su edifici esistenti nel caso di ristrutturazione importante di secondo livello (ovvero per gli interventi su più del 25% della superficie disperdente dell'edificio) i limiti riguardano sia H'_t che le trasmittanze delle strutture oggetto di intervento comprensive dei ponti termici. Nel caso di riqualificazione energetica (ovvero per gli interventi su una superficie inferiore al 25% della superficie disperdente dell'edificio) la verifica riguarda solo le trasmittanze comprensive di ponti termici presenti nell'area di intervento. Le tabelle dell'Appendice B riportano le trasmittanze limite U_{lim} da non superare.

Nota: i valori di U_{rif} e U_{lim} sopra citati comprendono l'incidenza di eventuali ponti termici. Questo significa che la verifica di tali valori presuppone un controllo sia della sezione corrente della stratigrafia che di tutti i ponti termici connessi con l'elemento. È normale pertanto progettare la stratigrafia del sistema cappotto con valori di trasmittanza più bassi di quelli tabellati.

OPPORTUNITÀ

Il legislatore nell'ottica di incentivare gli interventi di riqualificazione ha prorogato anche per il 2018 le detrazioni fiscali del 65% per il miglioramento dell'efficienza energetica. I limiti attuali da rispettare per accedere al provvedimento del 65% sono ancora quelli proposti nel 2010 e riportati nella Tabella 1.
Ogni intervento che mi permette di rispettare tali requisiti può rientrare tra i costi detraibili. Inoltre oggi questa detrazione è aumentata nel caso si intervenga su un condominio.

Trasmittanza termica per le strutture opache verticali

	Trasmittanze di riferimento per edifici nuovi		Trasmittanze limite per edifici esistenti		Trasmittanze limite per accedere alle detrazioni
Zona climatica	**Dal 1° ott 2015**	**Dal 1° gen 2019/2021**	**Dal 1° ott 2015**	**Dal 1° gen 2021**	**DM 26/1/10**
A-B	0,45	0,43	0,45	0,40	0,54-0,41
C	0,38	0,34	0,40	0,36	0,34
D	0,34	0,29	0,36	0,32	0,29
E	0,30	0,26	0,30	0,28	0,27
F	0,28	0,24	0,28	0,26	0,26

Tabella 1 *Trasmittanza termica per le strutture opache verticali. I valori riguardano le trasmittanze di riferimento utilizzate nella simulazione dell'edificio di riferimento (edifici di nuova costruzione), le trasmittanze limite per gli edifici esistenti (riqualificazioni energetiche) e le trasmittanze massime per accedere alle detrazioni fiscali del 65% (ecobonus).*

In estrema sintesi, l'incentivo è nato come detrazione fiscale sull'IRPEF suddivisa in quote annuali per un totale pari ad una percentuale cambiata nel corso degli anni – 36%, 41%, 55%, 65, 70% ecc... - delle spese sostenute. Oggi la detrazione può essere fatta valere sia sull'IRPEF che sull'IRES ED è obbligatorio suddividere questa detrazione in 10 rate annuali di pari importo.

Nel caso di interventi di riqualificazione energetica di condomini (art. 14, comma 1, 2, 2-bis,2-quater, 2-quater.1) sono incentivati con percentuali maggiori del 65% anche :

- interventi che interessino l'involucro dell'edificio con un'incidenza superiore al 25 per cento della superficie disperdente lorda dell'edificio medesimo (per il 70%);
- interventi finalizzati a migliorare la prestazione energetica invernale ed estiva e che conseguano almeno la qualità media di cui al decreto del Ministro dello sviluppo economico del 26 giugno 2015 (per il 75%);
- interventi che mi permettono il passaggio di una o due classi di rischio per gli aspetti sismici (per l'80-85%).

Come più volte sottolineato l'isolamento dall'esterno a cappotto è l'intervento che meglio ci permette di raggiungere il target di efficienza richiesti.

Isolamento dall'esterno di un edificio residenziale – fase di installazione dei sistemi di fissaggio . [Fonte: Fischer]

1.4 I ponti termici puntuali nel calcolo delle dispersioni

L'analisi delle dispersioni energetiche attraverso l'involucro di un edificio, utile per la verifica dei limiti di legge o dei valori previsti per accedere alle detrazioni, si basa sull'analisi del coefficiente di scambio termico per trasmissione H_D (in W/m^2) calcolato con la formula sotto riportata.
Questo parametro dipende dalla trasmittanza delle stratigrafie , dai ponti termici lineici di tutti gli elementi che insistono sulle stratigrafie (pilastri, travi, spigoli, balconi, ecc.) e dai ponti termici puntuali di eventuali elementi geometricamente concentrati (come i tasselli del sistema a cappotto).

$$H_D = \sum_i U_i \cdot A_i + \sum_k \psi_k \cdot l_k + \sum_j \chi_j$$

dove:

H_D è il coefficiente di scambio termico per trasmissione [W/K]

U_i è la trasmittanza termica dell'i-esimo componente dell'involucro calcolata in accordo con la norma UNI EN 6946 per gli elementi opachi e la norma UNI EN ISO 10077-1 per gli elementi vetrati [W/m^{2}K]

A_i è la superficie lorda disperdente del componente con trasmittanza U_i dove per le dimensioni di porte e finestre sono assunte le dimensioni delle aperture nella parete [m^2]

ψ_k è la trasmittanza lineica del k-esimo ponte termico lineare valutata in accordo con le indicazioni della norma UNI EN ISO 14683 o della norma UNI EN ISO 10211 [W/mK]

l_k è la lunghezza alla quale si applica ψ_k [m]

χ_j è la trasmittanza termica puntuale del j-esimo ponte termico puntuale [W/K]

Secondo la norma UNI EN ISO 14683 (*Ponti termici in edilizia – coefficiente di trasmissione termica lineica. Metodi semplificati e valori di riferimento*) l'influenza dei ponti termici puntuali nella misura in cui risultano dall'intersezione di ponti termici lineici può essere trascurata.
Se tuttavia sono presenti ponti termici puntuali significativi, allora il valore di χ_j può essere calcolato con un'analisi agli elementi finiti. In questo caso il riferimento è la norma UNI EN ISO 10211 che definisce le procedure per il calcolo numerico di un ponte termico bidimensionale e tridimensionale per valutare:

- i flussi termici nel nodo considerato per calcolare le dispersioni;
- le temperature minime superficiali per analizzare il rischio di muffa e condensazione superficiale.

Il calcolo numerico consente di modellare geometricamente e termicamente il nodo oggetto di indagine, di applicare le condizioni di temperatura al contorno e di studiare la distribuzione di temperatura per ogni punto del nodo. Se si conosce la distribuzione di temperatura, la geometria e il valore di conduttività termica in ogni punto, è possibile anche valutare l'intensità e la direzione del flusso termico.

Un'altra utile verifica può essere fatta ricorrendo alla formula della Norma UNI EN ISO 6946 nella quale viene proposta un metodo approssimato per il calcolo di un ponte termico puntuale causato da un fissaggio completamente o parzialmente inserito nell'isolante (vd. approfondimento alla pagina seguente).

Nella valutazione energetica, soprattutto quando si parla di sistemi a cappotto, i fissaggi solitamente non vengono considerati tuttavia, se mal eseguiti o se costituiti di materiali non idonei, possono avere un influenza determinante sull'isolamento in quanto ponti termici puntuali non trascurabili.
La prestazione del sistema calcolata analiticamente andrebbe poi verificata in opera tramite misure termografiche, solo in questo modo si potrebbe verificare la corretta realizzazione del sistema. Un sistema mal tassellato, incollato o rasato, oltre ha evidenti danni estetici e di rottura, non fornisce garanzie anche dal punto di vista prestazionale.

Nel rapporto tecnico UNI/TR 11715 sono riportate le regole generali di corretta realizzazione dall'incollaggio alla rasatura passando anche dai sistemi di tassellatura.

Correzioni per fissaggio meccanico secondo UNI EN ISO 6946:2018

La norma UNI EN ISO 6946:2018 "Componenti ed elementi per edilizia - Resistenza termica e trasmittanza termica - Metodi di calcolo" descrive in appendice F come tener conto dei fissaggi meccanici puntuali nel calcolo della trasmittanza termica di una stratigrafia.

Per una valutazione dettagliata il suggerimento è di procedere al calcolo di χ, ponte termico puntuale, attraverso un'analisi agli elementi finiti tridimensionale in accordo con la norma UNI EN ISO 10211.

Per un calcolo semplificato invece è proposta la seguente procedure:

Procedura approssimata

Quando uno strato isolante è attraverso da fissaggi meccanici, come nel caso di ancoraggi tra strati murari, fissaggi per tetti o fissaggi in sistemi a pannello composito, la correzione da applicare alla trasmittanza termica è data da:

$$\Delta U_f = \alpha \cdot \frac{\lambda_f \cdot A_f \cdot n_f}{d_1} \cdot \left(\frac{R_1}{R_{tot}}\right)^2$$

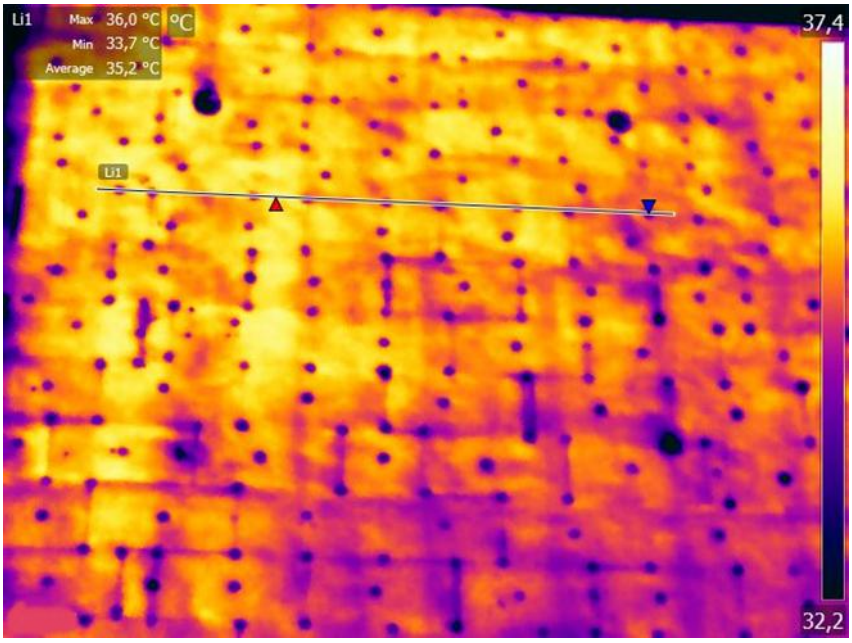
dove il coefficiente α è dato da:

$\alpha = 0.8$ se il fissaggio attraversa interamente lo strato isolante;

$\alpha = 0.8 \times \frac{d_1}{d_0}$ in caso di fissaggio incassato

In queste equazioni:

λ_f è la conduttività termica del fissaggio, in W/(mK);
n_f è il numero di fissaggi per metro quadrato;
A_f è l'area della sezione trasversale di un fissaggio, in m^2;
d_0 è lo spessore dello strato isolante contenente il fissaggio, in m;
d_1 è la lunghezza del fissaggio che attraversa lo strato isolante, in m;
R_1 è la resistenza termica dello strato isolante attraversato dal fissaggio, in m^2K/W
R_{tot} è la resistenza termica totale del componente non considerando alcun ponte termico, in m^2K/W



Esempio di indagine termografica su sistema a cappotto. Attraverso una procedura di ispezione attiva è possibile mettere in risalto la differenza termica tra la stratigrafia del sistema e i punti di ancoraggio. [Fonte: Tep srl]

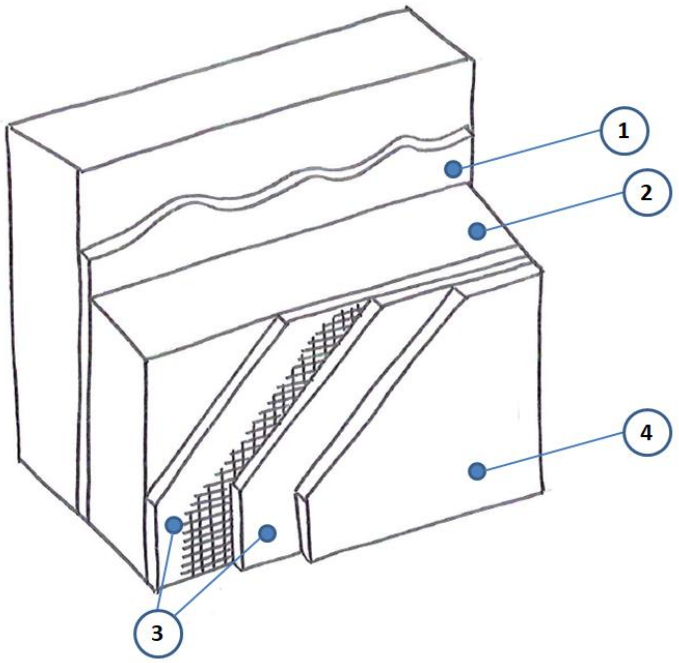
2 PROGETTAZIONE E MESSA IN OPERA

2.1 I componenti di un sistema ETICS

Il sistema di isolamento a cappotto (ETICS) è costituito da più strati funzionali e le prestazioni del sistema dipendono in maniera sostanziale dalle prestazioni dei singoli componenti.
L'isolamento del sistema è determinato in massima parte dal materiale isolante utilizzato mentre per gli altri requisiti ogni parte ha un influenza più o meno significativa.
I sistemi di tassellatura normalmente hanno la funzione di supportare i carichi (soprattutto orizzontali) dovuti alla spinta e depressione del vento e a mantenere stabili i pannelli in caso di cedimento dell'elemento collante.

Gli strati funzionali di un sistema ETICS sono schematizzati secondo UNI/TR 11715 come segue:

1- colla/strato di collante
   eventuale fissaggio meccanico aggiuntivo – tassellatura
   - fissaggio al supporto per sopportare carichi
   - carico verticale (peso proprio)
   - carico orizzontale (spinta/depressione del vento)
2- materiale isolante
   - isolamento termico invernale ed estivo
3- intonaco di base (con rete di rinforzo)
   - assorbimento di tensioni superficiali e sollecitazioni meccaniche
     - tensioni igrotermiche
     - urti
4- intonaco di finitura
   - protezione da agenti atmosferici (pioggia, raggi, UV …)
   - elemento estetico
     - superficie
     - colore
     - struttura



Strati funzionali di un sistema ETICS. [Fonte: norma UNI/TR 11715]

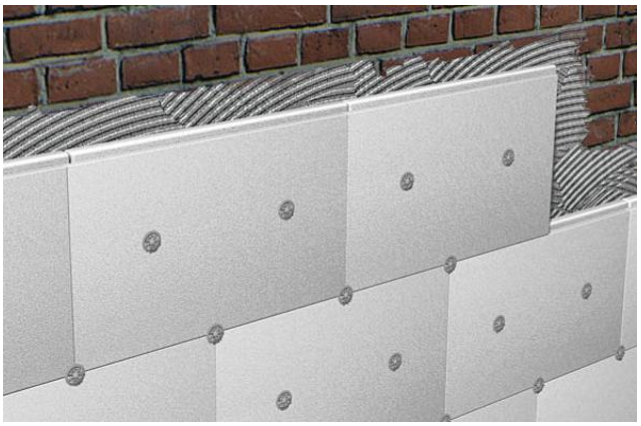
2.2 Fissaggio di un sistema ETICS e tassellatura dei pannelli isolanti

La norma ETAG 004 e il prEN 17237 classifica i sistemi ETICS in base al tipo di fissaggio, differenziando i sistemi fissati solo con colla dai sistemi fissati solo meccanicamente, per individuare le prove da eseguire ai fini della certificazione (infatti i collanti e i tasselli utilizzabili sono prodotti e certificati per la specifica applicazione).

SISTEMI INCOLLATI

In questa categoria si distingue tra:

- sistemi esclusivamente incollati: possono essere completamente incollati (sull'intera superficie) o parzialmente incollati in fasce e/o punti specifici;
- sistemi incollati e con fissaggi meccanici aggiuntivi: il carico è distribuito totalmente dallo strato di collante. Il Sistema è vincolato al supporto tramite l'incollaggio, che trasferisce le tensioni termiche e i carichi, e eventuali d eventualmente da fissaggi meccanici che collaborano con la colla a contrastare tensioni e carichi di carattere orizzontale (per esempio per resistere alla spinta e depressione del vento). I fissaggi meccanici possono fornire stabilità maggiore in caso di incendio.



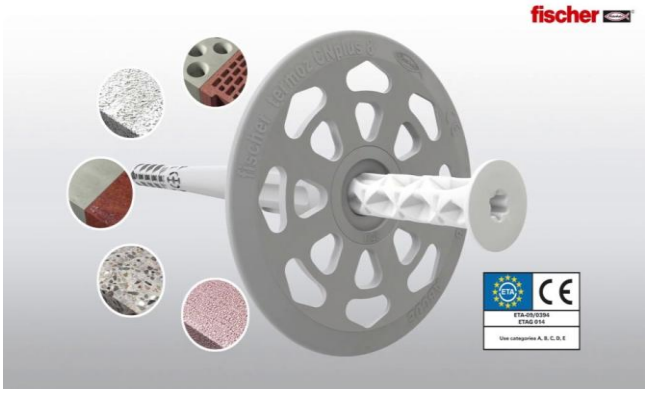
Distribuzione dei tasselli per il fissaggio meccanico del materiale isolante. [Fonte: Fischer]

SISTEMI CON FISSAGGIO MECCANICO:

In questa categoria si distingue tra:

- sistemi fissati meccanicamente con collante supplementare: il carico è distribuito totalmente dai fissaggi meccanici. Il collante viene utilizzato principalmente per garantire la planarità del Sistema installato;
- sistemi con fissaggio esclusivamente meccanico: supporto effettuato con soli elementi meccanici (non oggetto del rapporto tecnico).

La tassellatura va in generale effettuata solo dopo la presa e indurimento del collante, per evitare fenomeni di distacco provocati dall'inserimento dei tasselli. Per i sistemi ETICS con massa superficiale superiore a 30 kg/m^2 è necessario tassellare i pannelli al supporto. Nel caso di edifici di altezza superiore a 12 m o su supporti intonacati preesistenti è sempre consigliata la tassellatura.



Fissaggio certificato per isolamento a cappotto per vari materiali da costruzione. [Fonte: Fischer]

2.3 Progettazione del sistema di tassellatura

Il sistema di tassellatura è progettato in base al tipo di supporto, al numero minimo di tasselli secondo norma, allo schema di posa e alla presenza o meno di elementi speciali in facciata. Di seguito proponiamo un breve approfondimento per ciascuno di questi temi.

TIPO DI SUPPORTO

Per quanto riguarda il tipo di supporto, i tasselli sono classificati secondo la norma EAD 3300335-00-0604 e suddivisi in 5 categorie:

- tasselli per calcestruzzo (materiale classe A)
- tasselli per blocchi pieni (materiale classe B)
- tasselli per blocchi cavi o forati (materiale classe C)
- tasselli per calcestruzzo alleggerito (materiale classe D)
- tasselli per calcestruzzo cellulare (materiale classe E)

Le caratteristiche tecniche previste sono:

- rigidità del piattello ≥ 0,3 kN/mm (EOTA TR 026)
- portata del piattello ≥ 0,1 kN/mm (EOTA TR 026)
- coefficiente di conducibilità termica puntuale (χ_ρ) $\leq$ 0,002 W/K (UNI/TR 11715 in base a EOTA TR 025)

Nel caso in cui il supporto non possa essere classificato chiaramente devono essere eseguite prove di tenuta allo strappo in cantiere.

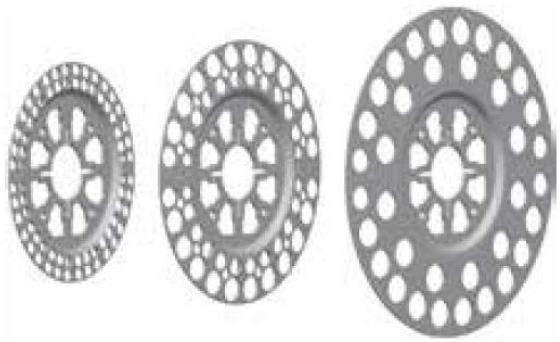
Tali prove vanno eseguite in conformità all'Allegato D dell'EAD 330196-00-0604 e altresì tenendo conto dei seguenti fattori:

- i tasselli vanno montati attraverso un blocco di materiale isolante che deve essere rimosso prima i iniziare la prova di trazione;
- la muratura va forata seguendo le prescrizioni dell'ETA del tassello;
- le prove vanno effettuate con temperature dell'aria esterna di almeno +5 °C;
- il valore di resistenza caratteristico NR,k si calcola come segue: NR,k=0,6 N1
- con N1 = media dei 5 valori più bassi rilevati durante le prove di trazione

La classe di carico N viene determinata, applicando il fattore di sicurezza (consigliato pari a 4) al valore medio N arrotondando per difetto il risultato ottenuto ad uno dei seguenti valori: 0,10 – 0,15 – 0,20 kN È richiesto il raggiungimento di una classe di carico N pari ad almeno 0,15 kN.

La lunghezza del tassello va scelta in modo da garantire la profondità di ancoraggio richiesta al netto quindi di strati non resistenti quali malta di incollaggio, intonaco, ulteriori rivestimenti isolanti etc.

Il diametro del piattello può variare in funzione della tipologia e delle caratteristiche dell'isolante da fissare, e delle modalità (schema) di tassellatura, secondo le indicazioni del produttore, ma non dovrebbe mai essere inferiore a 60 mm.



Dischi di ritegno d'abbinare ai fissaggi per pannelli isolanti soffici. [Fonte: Fischer]

QUANTITÀ TASSELLI

Il numero dei tasselli per metro quadro dipende da molti parametri, tra cui ad esempio:

- il valore minore tra la resistenza allo strappo del tassello dal supporto e la resistenza allo strappo del pannello isolante attraverso il tassello,
- il tipo e la caratteristiche del materiale isolante,
- l'altezza dell'edificio,
- l'esposizione dell'edificio,
- la forma dell'edificio,
- la zona ventosa.

L'appendice B della UNI/TR 11715 riporta un metodo di calcolo semplificato per trovare un numero indicativo di tasselli necessari per un sistema ETICS (vd. Tabella 2).

In generale la valutazione della resistenza statica ai carichi da vento si basa sulle norme tecniche delle costruzioni e i documenti di recepimento dell'Eurocodice 1. Attualmente il DM 14/01/2008, la Circolare n. 617 del 2/02/2009 e l'appendice nazionale all'Eurocodice EN 1991-1-4-Appendice-01-12-09.

Metodo semplificato per l'individuazione del numero di tasselli										
Zona ventosa	**Carico utile del tassello [kN]**	**Edificio isolato (categoria esposizione II)**			**Contesto urbano aperto (categoria esposizione III)**			**Contesto urbano protetto (categoria esposizione IV)**		
		Altezza edificio fino a			**Altezza edificio fino a**			**Altezza edificio fino a**		
		10 (m)	**22 (m)**	**35 (m)**	**10 (m)**	**22 (m)**	**35 (m)**	**10 (m)**	**22 (m)**	**35 (m)**
1,2,3	0,20	6-6	6-6	6-8	6-6	6-6	6-8	6-6	6-6	6-6
	0,15	6-6	8-8	8-10	6-6	6-8	8-8	6-6	6-6	6-6
4,5,6,7	0,20	6-6	6-8	6-8	6-6	6-6	6-8	6-6	6-6	6-6
	0,15	6-8	8-8	8-10	6-6	8-8	8-10	6-6	6-6	6-8
8,9	0,20	6-8	8-8	8-10	6-6	8-8	8-10	6-6	6-6	6-8
	0,15	8-8	10-12	10-12	6-8	8-10	10-12	6-6	6-8	8-8

Note:

- per edifici più alti di 35 m di altezza è necessario operare valutazioni caso per caso
- i calcoli sul carico del vengo sono stati eseguiti secondo UNI EN 1991-1-4:2005 Parte 1-4 con coefficiente di pressione cp=0.9 sugli angoli e cp=0.7 sulla superficie delle facciate;
- per quanto riguarda la resistenza alla perforazione del pannello isolante si è preso come riferimento un isolante con resistenza 0.5 kN per i tasselli collocati al centro del pannello e 0.35 kN per i tasselli collocati in corrispondenza delle fughe tra pannelli; diversamente il comportamento alla comprimibilità (pull-trough) deve essere conforme a quanto dichiarato nella norma ETAG004, ad esempio per materiali molto comprimibili bisogna utilizzare delle rosette che aumentino il diametro del disco del tassello o il numero di fissaggi per ripartire la pressione superficiale
- nel prospetto in ogni casella il primo numero si riferisce al numero di tasselli nella parte corrente della facciata, il secondo numero al numero di tasselli nella zona perimetrale (angoli);
- categorie topografiche come da UNI EN 1191-1-4:1005 Parte 1-4 prospetto 4.1:
  II: Area con vegetazione bassa come erba e ostacoli isolati (alberi, edifici) con una distanza pari ad almeno 20 volte l'altezza degli ostacoli.
  III: Area con una copertura regolare di vegetazione o edifici o con ostacoli isolati con distanza pari ad almeno 20 volte l'altezza degli ostacoli (come villaggi, terreni suburbani, foresta permanente).
  IV: Area in cui almeno il 15% della superficie è coperta da edifici e la loro altezza media supera i 15 metri.

Tabella 2 *Metodo semplificato per identificare la quantità di tasselli per metro quadro nelle zone correnti e perimetrali delle facciate. Carico utile dei tasselli di 0,2 kN e 0,15 kN. Metodo riferito a pannelli di dimensioni 500x1000mm. [Fonte: Prospetto B.1 Appendice B, UNI/TR 11715]*

Prova di carico in situ sul fissaggio per materiale isolante. [Fonte: Fischer]

SCHEMA DI TASSELLATURA

I tasselli vanno posizionati in modo idoneo a mantenere le prestazioni e garantire gli obiettivi richiesti. Per questo motivo la norma definisce due schemi possibili.

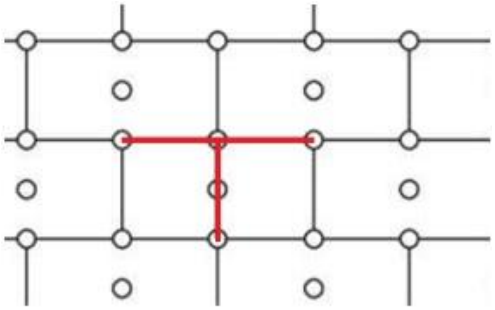
- Schema a T
- Schema a W

I tasselli vanno inseriti solo a collante completamente essiccato. Laddove questo non fosse possibile per problemi di peso eccessivo del rivestimento, si effettua a tassellatura subito dopo l'incollaggio, meglio per avvitamento, controllando bene la planarità della posa ed evitando, quando si utilizzano colle a base poliuretanica l'eccessivo schiacciamento dello strato adesivo.

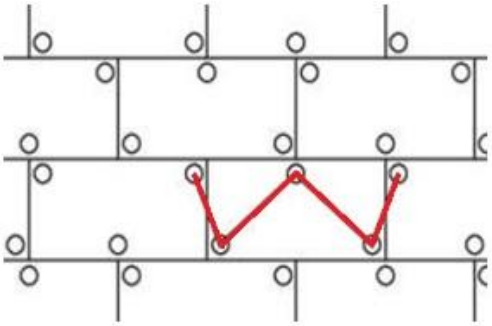
La lunghezza del tassello va scelta in conformità allo spessore degli strati non resistenti e il diametro del piattello può variare in funzione della tipologie e delle proprietà dell'isolante ma non deve mai essere inferiore a 60 mm.

I tasselli vanno inseriti a filo con l'isolante oppure possono essere incassati nell'isolante. Nel caso di incasso è necessario prevedere l'applicazione successiva di un tappo di materia isolante.

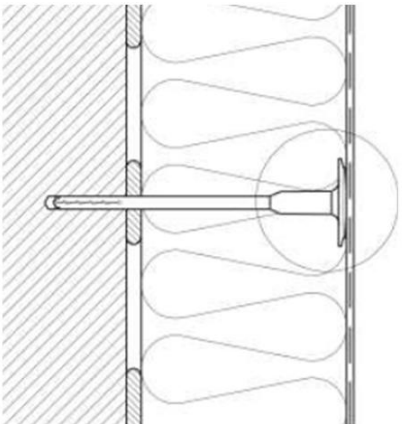
L'applicazione incassata è sempre consigliata in caso di strati di intonaco non particolarmente coprenti, e quando le condizioni termoigrometriche del sito costruttivo possono indurre fenomeni - spesso transitori - di macchiatura in facciata causata dalla presenza dei tasselli

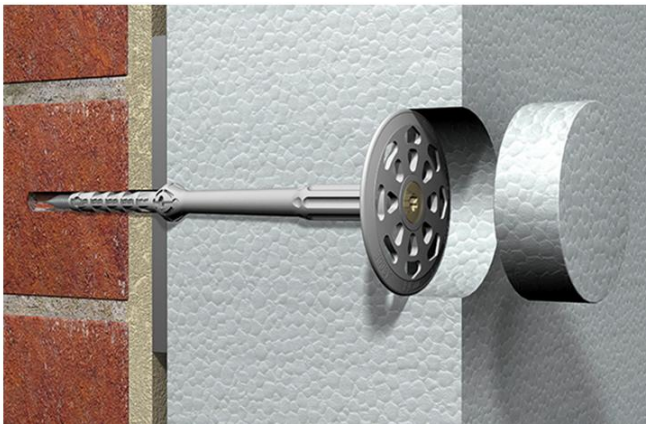


Schema di tassellatura a T



Schema di tassellatura a W



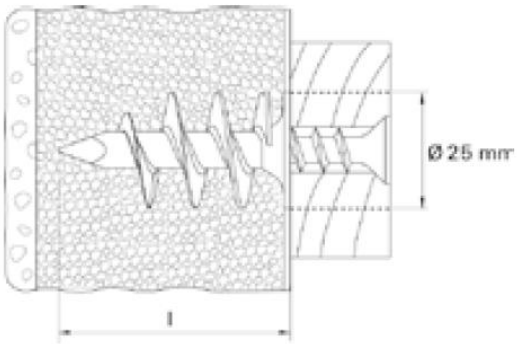


Schema di tassellatura a T. [Fonte: Fischer]

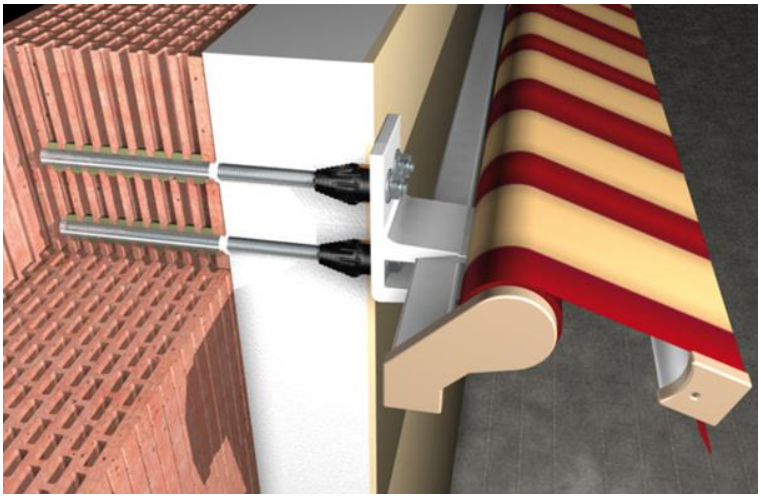
FISSAGGIO DI ELEMENTI SPECIALI

Il sistema ETICS prevede inoltre la possibilità di sostenere ulteriori carichi esterni (persiane, tende, parapetti, luci, tubi, rivestimenti pesanti esterni, ecc.). Per tali applicazioni ovviamente l'elemento di fissaggio deve essere ben progettato e dimensionato. La UNI/TR 11715 fornisce le indicazioni in funzione del peso del carico che il sistema dovrà supportare della prestazione termica che dovrà continuare a garantire. Innanzitutto per il fissaggio su sistema ETICS i tasselli dovranno essere o a taglio termico ossia con connettori in materiale plastico ad alta resistenza tra tassello e connettore esterno o integrati nello spessore del Sistema ETICS.

Per carichi medi o leggeri possono essere fissati direttamente nell'isolante , invece nel caso di carichi pesanti gli elementi di fissaggio devono essere vincolati al supporto sottostate e fissati meccanicamente o chimicamente.



Fissaggio per installazioni senza ponte termico per carichi leggeri in facciata. [Fonte: Fischer]



Fissaggio per installazioni senza ponte termico per carichi pesanti in facciata. [Fonte: Fischer]

3 INFLUENZA DEI TASSELLI SUL POTERE FONOISOLANTE

In accordo con le recenti norme UNI EN ISO 12354 del 2017, norme tecniche per la valutazione delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni dei prodotti, oggi è possibile calcolare l'influenza del sistema cappotto sul potere fonoisolante del supporto a cui è applicato.
Il descrittore impiegato è ΔR_w ovvero l'indice di incremento di potere fonoisolante dello strato addizionale.
Questo parametro è concepito per essere semplicemente sommato algebricamente al valore di R_w del supporto di base:

$$R_{w,totale} = R_w + \Delta R_w$$

La prestazione acustica del sistema cappotto è influenzata da diversi parametri quali:

- la massa superficiale del supporto di base m'_1 [kg/m^2],
- la massa superficiale del sistema cappotto m'_2 [kg/m^2],
- la rigidità dinamica del materiale isolante s' [MN/m^3],
- la tipologia di materiale isolante,
- la percentuale di superficie incollata,
- **la presenza di tasselli.**

Per calcolare ΔR_w è necessario identificare la frequenza di risonanza del sistema cappotto:

$$f_0 = \frac{1000}{2\pi}\sqrt{s'\left(\frac{1}{m'_1} + \frac{1}{m'_2}\right)}\ [Hz]$$

Ottenuta f_0 si procede con il calcolo di $\Delta R_{w,ref}$ in condizioni di riferimento a partire da una delle due formule previste nella norma in base al tipo di materiale utilizzato per il cappotto (la norma indica solo la lana minerale e il polistirene):

con lana minerale: $\Delta R_{w,ref} = -36 log f_0 + 82{,}5 \geq -4$
con polistirene: $\Delta R_{w,ref} = -33 log f_0 + 76 \geq -3$

Se l'incollaggio del cappotto prevede una superficie %S = 40% e se non sono presenti tasselli (o sono inferiori a 4 per m^2 di superficie) si ha che $\Delta R_w = \Delta R_{w,ref}$.
Invece in presenza di tasselli da 4 a 10 per m^2, il valore di ΔR_w si ricava come:

$$\Delta R_w = 0{,}66 \cdot \Delta R_{w,ref} - 1{,}2$$

e se l'incollaggio prevede una superficie %S ≠ 40%, è necessario correggere ulteriormente la formula:

$$\Delta R_w = \Delta R_{w,40\%} - 0{,}05 \cdot \%S + 2$$

ΔR_w può essere anche ricavato da una misura in laboratorio in accordo con la norma ISO 10140-1:2016. In questo caso i dati devono poi essere adattati al progetto reale in base alle formule riportate nell'appendice D.2.4 della UNI EN ISO 12354-1:2017.

In conclusione, con i metodi sopra descritti è possibile valutare l'influenza dei tasselli di un sistema a cappotto rispetto al potere fonoisolante della facciata. Va ricordato però che in generale questo parametro è influenzato principalmente dai serramenti e non dalla parete opaca, rendendo l'effetto del sistema cappotto secondario e di conseguenza quello dei tasselli ininfluente.

4 SISTEMI DI RIFERIMENTO FISCHER

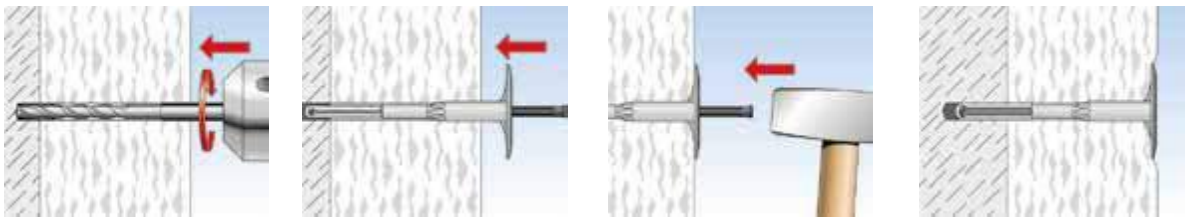
Nell'ambito dei sistemi a cappotto vi sono diverse distinzioni da fare per quanto concerne il mondo dei fissaggi. Il primo discrimine riguarda il fissaggio del sistema a cappotto ed il fissaggio sul sistema a cappotto.

4.1 Fissaggio del sistema a cappotto

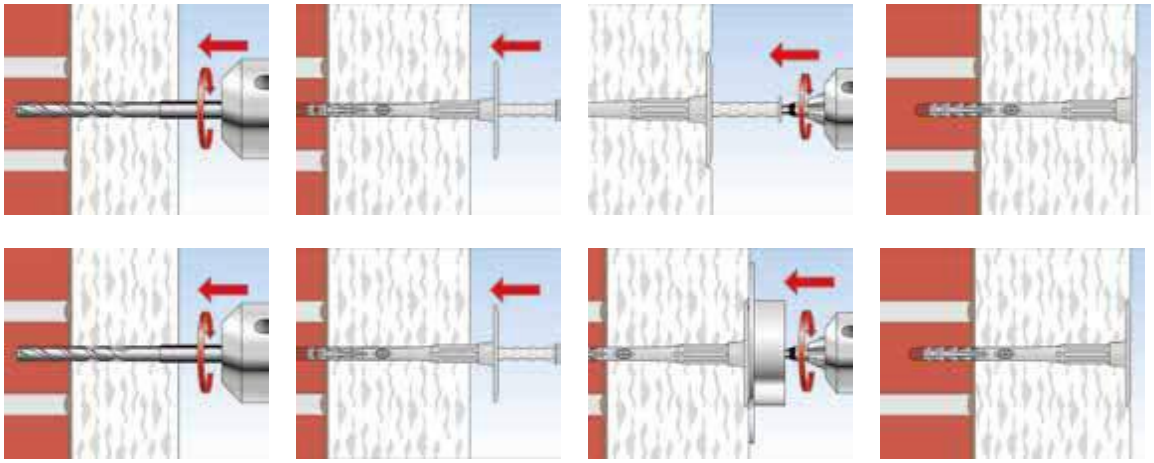
I sistemi di fissaggio del sistema a cappotto a loro volta possono essere classificati secondo diversi criteri. Indipendentemente dalla loro distinzione, questi fissaggi vengono tutti installati eseguendo un foro che attraversa il cappotto e va ad innestarsi sul materiale di supporto sottostante lo strato isolante.
Il foro dovrà essere eseguito secondo la prescrizione dell'ETA del fissaggio, che risulterà essere di una profondità precisa e dovrà essere effettuato a rotazione senza percussioni per i mattoni semipieni (perforati verticalmente) e nei materiali con scarsa resistenza.
La scelta della lunghezza del fissaggio, è una conseguenza dello spessore del materiali isolante e degli strati sottostanti – colla, intonaco od altro.

Una prima distinzione dei tasselli per cappotto riguarda la metodologia di installazione, che può essere ad avvitamento o a percussione.

Il tasselli a percussione assicurano la corretta espansione della spina con pochi colpi di martello.



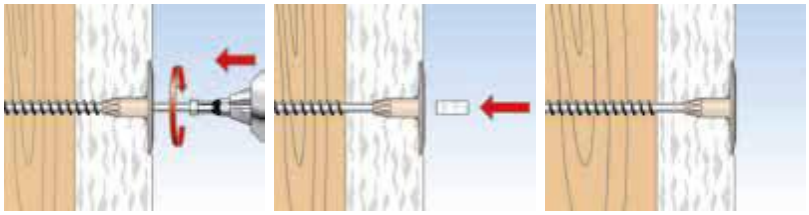
I tasselli ad avvitamento, grazie alla progressività dell'avanzamento della spina, sono più facilmente regolabili e precise nelle applicazioni a filo.



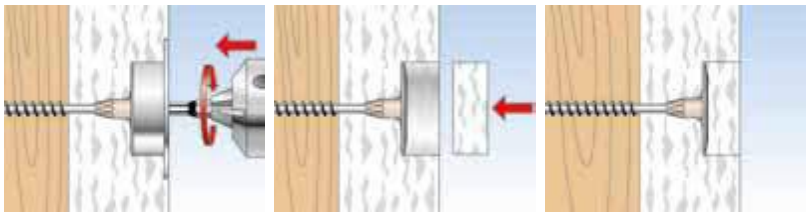
Grazie al loro sistema innovativo, i tasselli fischer hanno un'espansione asimmetrica che avviene a "Y", contribuendo così ad una miglior tenuta del tassello ed assicurando – in caso di corretta installazione – di poter meglio adattarsi a materiali di supporto particolarmente vuoti o non omogenei.

Esiste inoltre uno speciale tassello fischer - certificato secondo ETAG0014 - che può essere installato sia a battere che ad avvitare.
I tasselli ad avvitamento possono essere installati in due modi diversi: a filo superficie o a scomparsa.

Nel primo caso, detta anche installazione a raso, il disco del tassello va in appoggio con il pannello isolante del cappotto, sino a formare un'unica superficie uniforme.

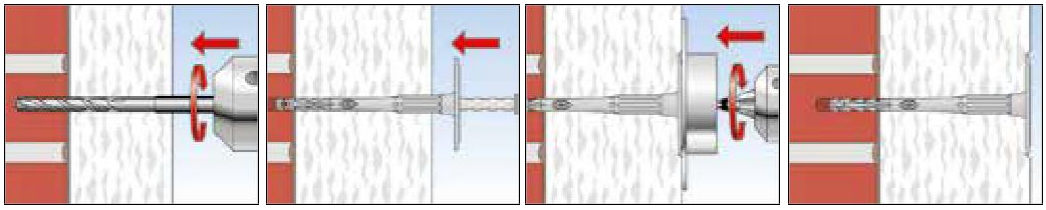


Nella seconda tipologia di installazione, detta anche installazione ad incasso, il tassello viene inserito all'interno del pannello isolante, fatto espandere, e viene poi coperta la cavità creatasi con un disco di pari materiale.



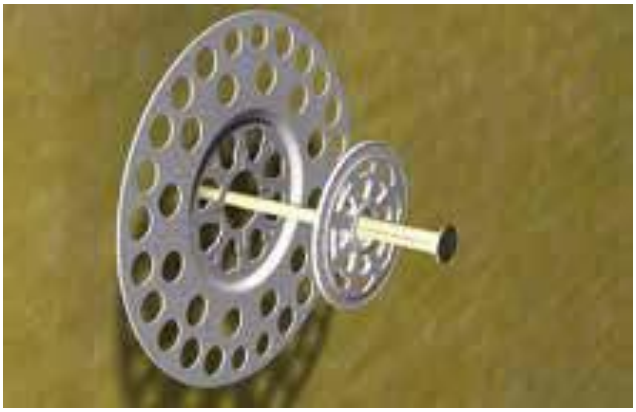
Questa tipologia di installazione per essere effettuata necessita di un utensile di montaggio specifico. Tale utensile con un'unica azione crea la nicchia necessaria del diametro e della profondità corretti e fa espandere il tassello in modo regolare.

Le installazioni a filo possono essere effettuate sia senza accessori che con l'ausilio dello specifico utensile di montaggio.



Nel caso in cui si stia utilizzando un pannello isolante molto soffice (esempio: lana di roccia) i 60mm di diametro della rosetta del tassello potrebbero non essere sufficienti per distribuire in modo uniforme le forze, e si potrebbero generare problemi schiacciamento del materiale isolante.

Per ovviare a ciò è sufficiente utilizzare dei dischi di ritegno che possono essere da 90mm, 110mm o addirittura 140mm. Andando ad aumentare la superficie di appoggio evitano possibili inconvenienti post-installazione.

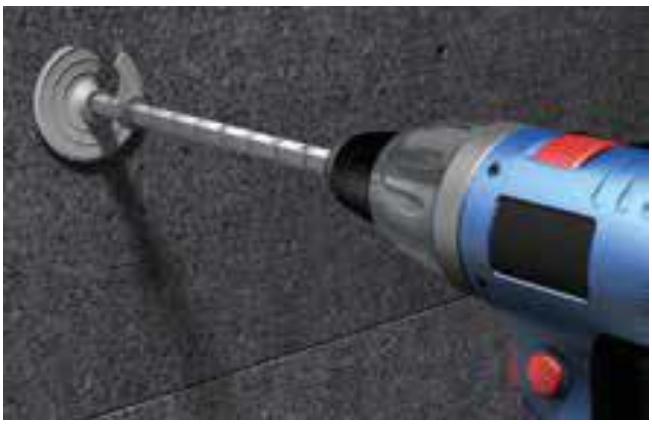


I tasselli a fungo fischer con spina composita in acciaio, sia a battere che ad avvitare, possono fissare cappotti spessi fino a 350mm ed assicurano un taglio termico totale (o prossimo allo zero sulle misure limite) nonostante contengano materiali metallici. L'espansione asimmetrica e la forma della spina garantiscono inoltre resistenza di carico elevate.

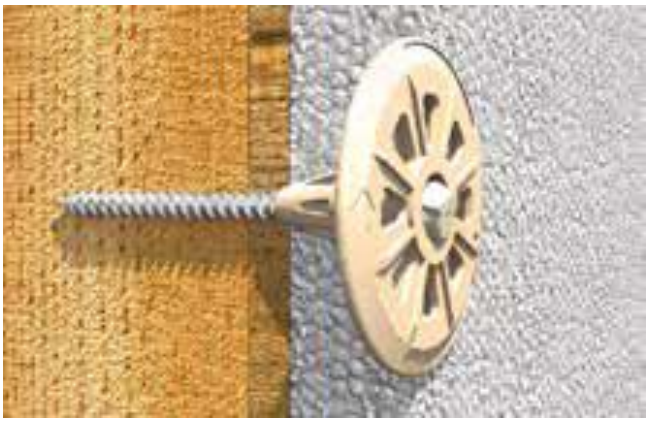
Oltre ai tradizionale tasselli "a fungo", esiste inoltre una soluzione innovativa: un tassello a elica che può fissare cappotti che vanno dai 100mm ai 400mm. In questo caso l'unica variante da considerare è la tipologia di supporto, ovvero:

- supporto non intonacato,
- supporto intonacato,
- supporto con cappotto esistente.

L'elica taglia in modo pulito il materiale isolante, senza danneggiarlo, e la testa elicoidale si posiziona all'interno del materiale isolante eliminando ogni possibile problematica di ponte termico in facciata.
Questo prodotto ottimizza spazio di stoccaggio poiché a parità di supporto un unico articolo consente di fissare cappotti di tutti gli spessori, e consente anche di risparmiare tempo grazie alla sua modalità di installazione.



Tutti i tasselli per il fissaggio del cappotto della gamma fischer possiedono certificazioni secondo ETAG 014 per categoria d'uso A, B, C, D, E.
L'unica eccezione riguarda il tassello per materiale di supporto legno la cui vite è marcata CE per il fissaggio sul legno secondo la norma di riferimento.

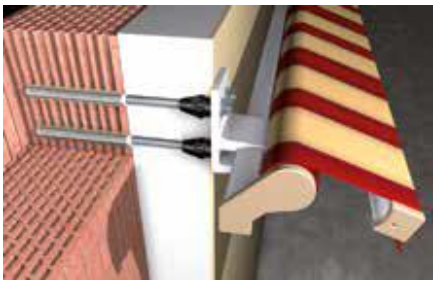


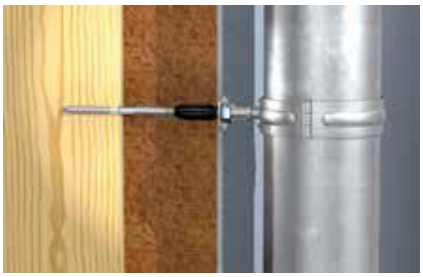
4.2 Fissaggio sul sistema a cappotto

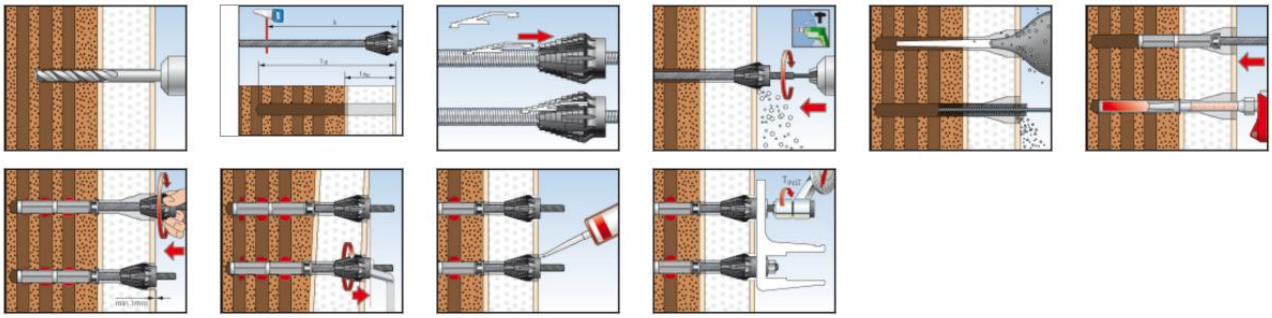
I fissaggi sul sistema a cappotto sono invece quei prodotti che consentono di effettuare delle installazioni esterne, negli edifici che sono stati isolati termicamente.
Nel caso si debbano installare oggetti di peso ridotto e che non trasmettono particolari sollecitazioni alla struttura, come ad esempio lampade o sensori, vi sono dei prodotti spiroidali che vanno avvitati all'interno del cappotto e che assicurano i carichi necessari.

Nel caso invece si debbano installare oggetti ben più pesanti o che trasmettono sollecitazioni alla struttura, quali possono essere insegne, parabole o tende da sole, vi è la necessità di andare ad ancorarsi nel materiale di supporto per sostenere il carico importante, garantendo allo stesso tempo l'isolamento termico.

Questa doppia necessità, così come esplicitata nella UNI/TR 11715 può essere assolta da tasselli specifici a taglio termico costituiti da una barra in acciaio ed un connettore in materiale plastico ad alta resistenza.







Il Fischer Thermax assolve le seguenti funzioni:

- offre la necessaria rigidezza del sistema, affinché non venga rovinato a compressione l'isolante,
- la forma e la tecnologia garantiscono il taglio termico,
- la finitura finale effettuata con sigillanti a base di polimeri modificati garantisce la tenuta all'acqua dell'interfaccia tassello-muro.

4.3 Un esempio di riqualificazione energetica

Riportiamo di seguito a titolo di esempio la descrizione di un intervento di riqualificazione energetica e ampliamento di un edificio esistente sito a Padova. Nell'intervento sono stati utilizzati sistemi di fissaggio fischer per l'isolamento a cappotto, la posa dei serramenti e la connessione solaio/muratura/pareti.

DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

Il progetto è il risultato di un complesso mix di valutazioni e confronti serrati tra il committente, i progettisti e le imprese coinvolte. La strategia adottata ha consentito di realizzare un intervento che ha dato nuova vita a un edificio di fine anni '50 senza perdere la traccia dell'identità originaria.

L'ampliamento in sopraelevazione ha portato i piani abitabili da 2 a 3 con un aumento di superficie netta da 71m^2 a 130m^2. L'intervento di sopraelevazione è stato progettato con una struttura portante a telaio in legno e una copertura in legno, combinati ad un cappotto in EPS e in fibra di legno. Questa scelta ha permesso di evitare di sovraccaricare l'edificio da un punto di vista statico e di ridurre il peso del 50% dell'ultimo piano con la demolizione dell'involucro preesistente.

Render dell'edificio prima e dopo l'intervento. [Fonte: Studio Dario e Mion architetti]

L'isolamento termico sulle murature esistenti in mattoni pieni è stato realizzato con pannelli in EPS con grafite da 12 cm, mentre sulle pareti della sopraelevazione è stato realizzato con pannelli in fibra di legno da 10 cm, in aggiunta allo strato isolante integrato nella struttura a telaio.

Altissima attenzione è stata posta alla definizione dei dettagli costruttivi, approccio che ha portato il calcolo dell'indice di fabbisogno di calore a 29 kWh/(m^{2}a) confermato daii consumi energetici della prima stagione invernale attestati a circa 250 € totali per i servizi di riscaldamento, acqua calda sanitaria e uso cucina.

Nell'insieme l'edificio ha poi acquistato una nuova veste con la realizzazione di una terrazza a sbalzo fissata al cordolo del sottotetto.

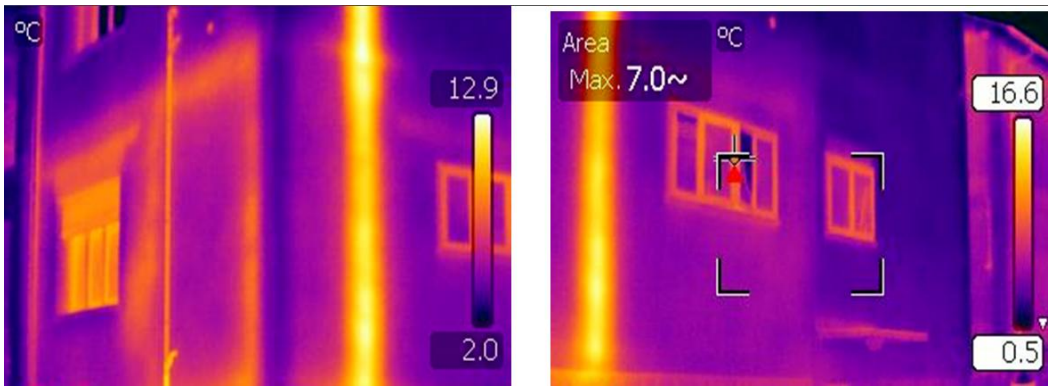
Le trasmittanze delle principali strutture dopo l'intervento:

- parete riqualificata U= 0,22 W/m^{2}K
- parete a telaio ampliamento U= 0,19 W/m^{2}K
- nuova copertura U= 0,13 W/m^{2}K
- serramenti U_w 1,1 W/m^{2}K

INDAGINE TERMOGRAFICA PRELIMINARE

Sono stati eseguiti alcuni rilievi preliminari che hanno evidenziato le problematiche tipiche di questi edifici costruiti a cavallo tra gli anni '50 e '60 con scarsa qualità dei materiali:

- evidenti ponti temici dei solai
- passaggio di una canna fumaria all'interno della muratura
- scarsa qualità dei serramenti con significative dispersioni termiche



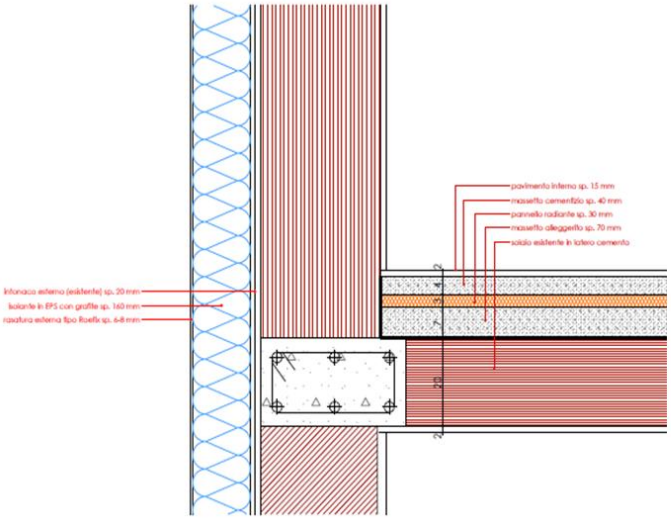
Immagini termografiche utilizzate per il rilievo preliminare. [Fonte: Studio Dario e Mion architetti]

ISOLAMENTO A CAPPOTTO DELLE PARETI E FISSAGGI PUNTUALI A TAGLIO TERMICO

Il cappotto in EPS grafitato sulla parte di muratura esistente è stato realizzato con collante e successivamente tassellato come da norma UNI/TR 11715-2018.

Pur utilizzando fissaggi aventi coefficiente di conducibilità termica puntuale $\chi \leq 0{,}002$ W/K (riferimento da UNI/TR 11715) si è preferito adottare una soluzione a incasso dell'ancorante FIF CS ad avvitamento attraverso l'adozione di frese omologate nell'ETA del prodotto che producono nella fase di inserimento ed espansione del fissaggio nicchie nel materiale isolante per 18 mm poi chiuse con i dischi EPS grafitato D70.

Per il fissaggio puntuale dei cavi dell'Enel, già presenti nella vecchia struttura dell'edificio e non spostabili, sono stati utilizzati dei tasselli a taglio termico Thermax M12.

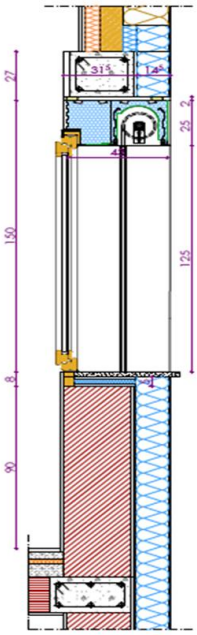


Sistema a cappotto: dettaglio di progetto e realizzazione in cantiere. [Fonte: Studio Dario e Mion architetti]

POSA DEI SERRAMENTI

Il nodo serramento-parete è stato studiato per ogni tipologia di finestra presente ponendo particolare attenzione alla gestione del giunto primario e secondario con materiali rispondenti alle caratteristiche previste dalla UNI 11673-1.

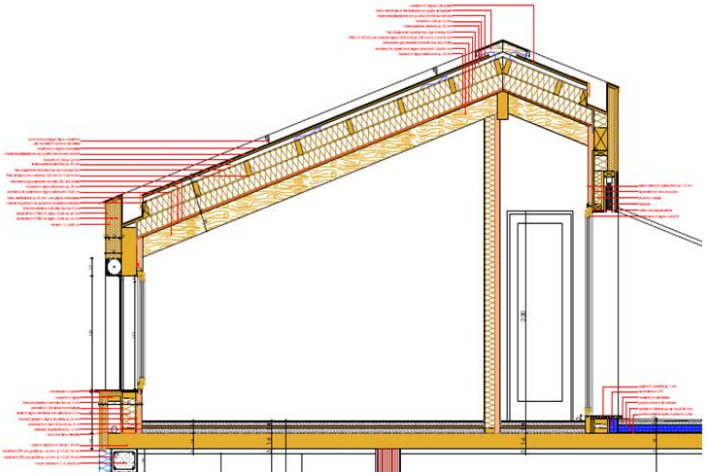
Il controtelaio in compensato fenolico realizzato su 4 lati è stato fissato con tasselli in nylon SXRL a garanzia delle prestazioni meccaniche verificate in fase progettuale. Le soglie sono state posate su blocchi di calcestruzzo cellulare previa stesura di guaina liquida. Tenuta all'aria, continuità termo-acustica e gestione dei flussi di umidità sono stati gestiti con membrane funzionali e schiuma elastica per il giunto primario e nastri multifunzione per il giunto secondario.



Dettaglio del nodo serramento-parete e fase di posa in opera. [Fonte: Studio Dario e Mion architetti]

CONNESSIONE SOLAIO/MURATURA/PARETI

La nuova struttura si è resa indispensabile anche per l'ancoraggio del nuovo solaio in XLAM da cm 16 che è stato fissato tramite elementi realizzati con ancorante chimico epossidico FIS EM Plus e barre filettate certificate in classe 8.8.



Schema di progetto della nuova copertura e fase di demolizione del tetto e di parete della muratura esistente per creare un nuovo cordolo in CA per legare l'edificio. [Fonte: Studio Dario e Mion architetti]

ANIT, Associazione Nazionale per l'Isolamento Termico e acustico, ha tra gli obiettivi generali la diffusione, la promozione e lo sviluppo dell'isolamento termico ed acustico nell'edilizia e nell'industria come mezzo per salvaguardare l'ambiente e il benessere delle persone.

ANIT

- Diffonde la corretta informazione sull'isolamento termico e acustico degli edifici
- Promuove la normativa legislativa e tecnica
- Raccoglie, verifica e diffonde le informazioni scientifiche relative all'isolamento termico ed acustico
- Promuove ricerche e studi di carattere tecnico, normativo, economico e di mercato

I soci **ANIT** si dividono nelle categorie

- **SOCI INDIVIDUALI**: Professionisti, studi di progettazione e imprese
- **SOCI AZIENDA**: Produttori di materiali e sistemi per l'isolamento termico e acustico
- **SOCI ONORARI**: Enti pubblici e privati, Università e Scuole Edili, Ordini e Collegi professionali

---

STRUMENTI PER I SOCI

I soci ricevono

Costante aggiornamento sulle norme in vigore con le GUIDE ANIT

I Software ANIT per calcolare tutti i parametri energetici, igrotermici e acustici degli edifici

Servizio di chiarimento tecnico da parte dello Staff ANIT

La rivista specializzata Neo-Eubios

I servizi e la quota di iscrizione variano in base alla categoria di associato
I Soci Individuali possono accedere alla qualifica "**Socio Individuale Più**" per ottenere servizi avanzati

Per informazioni

www.anit.it | **info@anit.it** | **Tel. 0289415126**

ANIT - Associazione Nazionale per l'Isolamento Termico e acustico
Via Lanzone 31 - 20123 – Milano