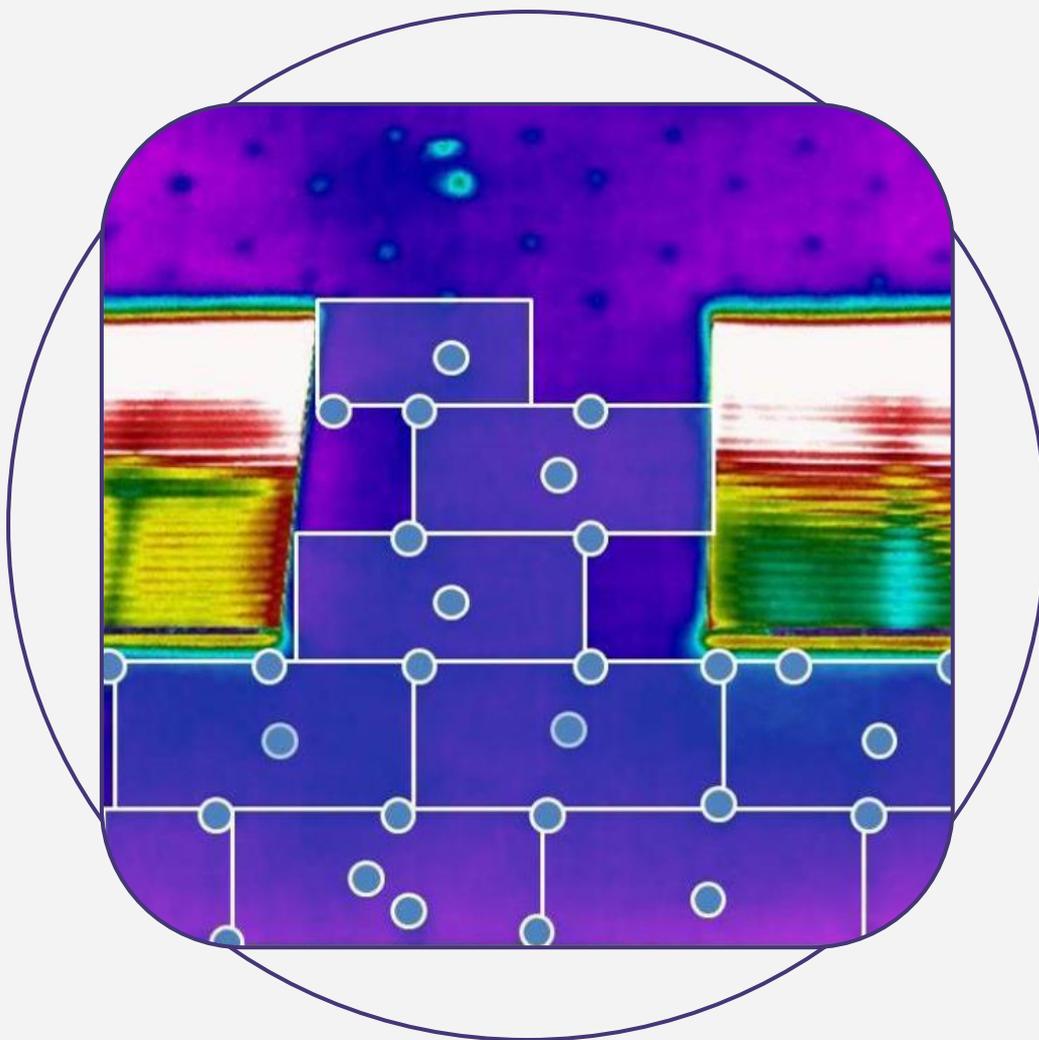




DIAGNOSTICA TERMOGRAFICA PER ETICS

Le possibilità di uso delle indagini termografiche attive e passive per lo studio dei sistemi a cappotto



I MANUALI ANIT

ANIT, Associazione Nazionale per l'Isolamento Termico e acustico, pubblica periodicamente **guide e manuali** sulle tematiche legate all'efficienza energetica e all'isolamento acustico degli edifici.

Gli argomenti trattati riguardano la legislazione, le norme tecniche di riferimento, le tecnologie costruttive, le indicazioni di posa e molto altro.

Le **guide** sono riservate ai Soci ANIT e analizzano leggi e norme del settore, i **manuali** sono scaricabili per tutti gratuitamente e affrontano con un taglio pratico temi sviluppati in collaborazione con le Aziende associate.



STRUMENTI PER I SOCI

I soci ricevono



Costante **aggiornamento** sulle norme in vigore con le GUIDE



I software per calcolare **tutti i parametri** energetici, igrotermici e acustici degli edifici



Servizio di **chiarimento tecnico** da parte dello Staff ANIT

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

Il presente manuale è realizzato in collaborazione con:



CAPAROL

THE POWER OF SURFACE.

Tutti i diritti sono riservati

Questo documento è stato realizzato da Tep s.r.l.

Le informazioni riportate sono da ritenersi indicative ed è sempre necessario riferirsi a eventuali documenti ufficiali in vigore. I contenuti sono aggiornati alla data in copertina. Si raccomanda di verificare sul sito www.anit.it l'eventuale presenza di versioni più aggiornate.

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

INDICE

PREMESSA	3
1 LA NORMATIVA SUL SISTEMA A CAPPOTTO	4
1.1 <i>UNI/TR 11715.....</i>	4
1.2 <i>Normativa per indagini IR</i>	4
2 IL PROGETTO DI STUDIO “CAPIR”	5
2.1 <i>Descrizione geometrica del manufatto</i>	5
2.2 <i>Descrizione delle indagini passive qualitative</i>	12
2.3 <i>Descrizione delle indagini attive qualitative.....</i>	14
2.4 <i>Sintesi delle condizioni di misura</i>	21
3 CASI DI STUDIO – INDAGINI PASSIVE QUALITATIVE.....	22
3.1 <i>Esempio di cappotto con tasselli senza rondelle montati “a filo”</i>	22
3.2 <i>Esempio di cappotto posato con tasselli</i>	26
3.3 <i>Esempio di cappotto posato senza tasselli e con giunti di malta</i>	27
4 CASI DI STUDIO – INDAGINI ATTIVE QUALITATIVE	29
4.1 <i>Esempio di cappotto ben posato con tasselli senza rondelle</i>	29
4.2 <i>Esempio di cappotto con tasselli senza rondelle</i>	32
4.3 <i>Esempio di cappotto ben posato con tasselli e rondelli in EPS.....</i>	35
4.4 <i>Esempi di cappotto con anomalie</i>	37
5 PROCEDURA DI DIAGNOSI SU SISTEMA A CAPPOTTO.....	38
5.1 <i>Elenco delle attività</i>	38
5.2 <i>Risultato delle attività:.....</i>	39
CONCLUSIONI	40
6 SOLUZIONI TECNICHE CAPATECT ETICS.....	41
CONTATTI	52

PREMESSA

Le motivazioni che hanno portato alla riedizione del presente documento di approfondimento, realizzato nella prima edizione nel 2012, sul rapporto tra indagine termografica e sistema di isolamento a cappotto sono diverse e possono essere così riassunte:

- negli ultimi anni il sistema a cappotto è uno dei metodi più diffusi per l'isolamento termico degli edifici di nuova costruzione e per quelli esistenti e purtroppo le regole di buona posa non sono state sempre seguite da tutti gli operatori – installatori; è opportuno quindi soffermarsi sul problema del riconoscimento di anomalie del sistema a cappotto e sulla possibilità di verificare la corretta posa del sistema con indagini non distruttive;
- Il potenziarsi dei bonus edilizi, a culminare con il superbonus 110%, hanno favorito il diffondersi del sistema a cappotto;
- la progettazione e posa dei sistemi a cappotto ha una norma dedicata, UNI TR 11715, del 2018 che ben categorizza e riassume la regola dell'arte;
- il mercato edile ha visto l'introduzione da più di 15 anni delle indagini termografiche in maniera diffusa con la commercializzazione di prodotti adatti all'uso professionale;
- durante i corsi di aggiornamento e formazione di Anit e di DAW Akademie si è discusso frequentemente sull'uso della termografia ai fini della verifica della corretta installazione del cappotto per quanto riguarda la posa dei pannelli e dei tasselli e i relativi ponti termici, per il problema energetico e per il problema estetico.

Le informazioni del Manuale sono quindi basate sullo studio del 2012-13 realizzato da DAW, FLIR Systems e TEP srl che hanno operato nel rispetto delle proprie competenze al fine di sviscerare la problematica dell'indagine termografica sul cappotto ai fini della diagnostica e della verifica.

Daw ha prodotto i casi di studio di sistemi a cappotto da analizzare con indagini termografiche per mezzo di una campagna di misure che ha portato ad esempi positivi e negativi e rappresentativi delle diverse problematiche che si sono sviluppate nel corso degli anni.

Flir Systems ha reso disponibile il proprio know how sull'impiego delle termocamere per definire i requisiti minimi per poter ottenere immagini adeguate alle valutazioni da realizzare.

Tep ha seguito il coordinamento scientifico, la realizzazione della campagna di misure e la rielaborazione dei dati alla base dello studio.

L'auspicio è che i professionisti progettisti e direttori lavori possano avere un documento a disposizione che sintetizza la buona progettazione e posa dei sistemi a cappotto e la possibilità di indagini non invasive offerte dalle indagini termografiche.

1 LA NORMATIVA SUL SISTEMA A CAPPOTTO

1.1 UNI/TR 11715

Nel 2018 è stata pubblicato il rapporto tecnico **UNI/TR 11715** Isolanti termici per l'edilizia - Progettazione e messa in opera dei sistemi isolanti termici per l'esterno (ETICS).

La norma rappresenta lo stato dell'arte sulla progettazione e la messa in opera dei sistemi di isolamento a cappotto (ETICS- External Thermal Insulation Composite System).

E' un documento molto ampio, che tratta diversi temi, molti dei quali ripresi in questo manuale.

I punti principali sono:

- Componenti del sistema
- Preparazione del supporto
- Requisiti degli isolanti
- Realizzazione in opera del sistema
- Progettazione ed esecuzione dei nodi
- Manutenzione e recupero dei cappotti

Si tratta quindi di un riferimento fondamentale per tutte le figure professionali legate al mondo dei sistemi a cappotto: progettisti, imprese, tecnici chiamati a verificare eventuali errori di posa o interventi di ripristino su cappotti ammalorati. È importante che tutti questi soggetti conoscano e approfondiscano la norma, anche con l'intento di parlare un "linguaggio comune" che consenta di ottenere la massima qualità nella realizzazione di questi sistemi.

Nell'analisi dei difetti di posa svolta all'interno di questo manuale si è presa come riferimento la regola dell'arte prescritta nella norma UNI/TR 11715.

1.2 Normativa per indagini IR

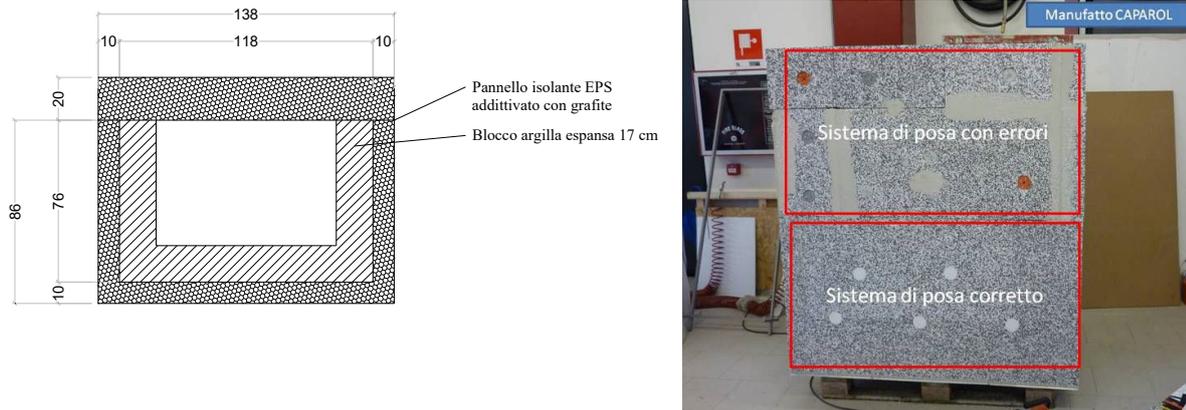
Anche le indagini termografiche sono inquadrabili in un contesto normativo molto ampio e dettagliato. Si riportano le principali norme valide sul territorio nazionale e che sono alla base delle considerazioni presenti nel manuale:

- UNI EN 16714 1-2-3 sulle prove non distruttive di termografia con definizioni, principi generali e proprietà e requisiti delle macchine termografiche
- UNI 13187 del 2000 molto datata e con indicazioni prevalentemente legate ad indagini con edifici riscaldati e in regime possibilmente stazionario
- UNI 11867 del 2022 che riporta indicazioni generali per il corretto utilizzo della termografia all'infrarosso e richiama i concetti di analisi quantitativa e qualitativa
- UNI ISO 18434-1: 2011 dedicata al monitoraggio e alla diagnostica delle macchine ma con indicazioni utili alla determinazione della valutazione della temperatura apparente e dell'emissività per le indagini quantitative
- UNI EN ISO 9712 dedicata alla qualificazione del personale per l'uso delle macchine termografiche e l'interpretazione dei risultati e le modalità di qualificazione.

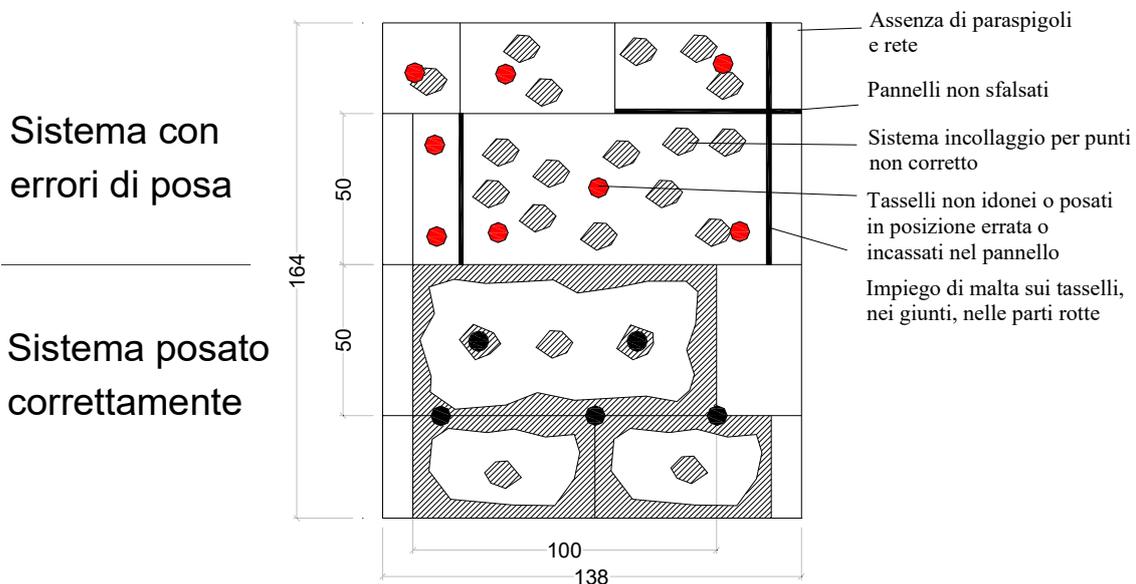
2 IL PROGETTO DI STUDIO “CAPIR”

2.1 Descrizione geometrica del manufatto

Per poter studiare i fenomeni termici caratterizzanti il sistema di posa a cappotto si è realizzato un manufatto rivestito su tre lati con cappotto in pannelli isolanti Capatect Dalmatiner® (EPS additivato con grafite) con la parte superiore delle superfici opache caratterizzata da comuni errori di posa e con la parte inferiore caratterizzata da una posa a regola d’arte con rondelle in EPS sopra i tasselli. La posa è stata eseguita dagli istruttori di Daw Akademie. Segue la descrizione geometrica del manufatto.



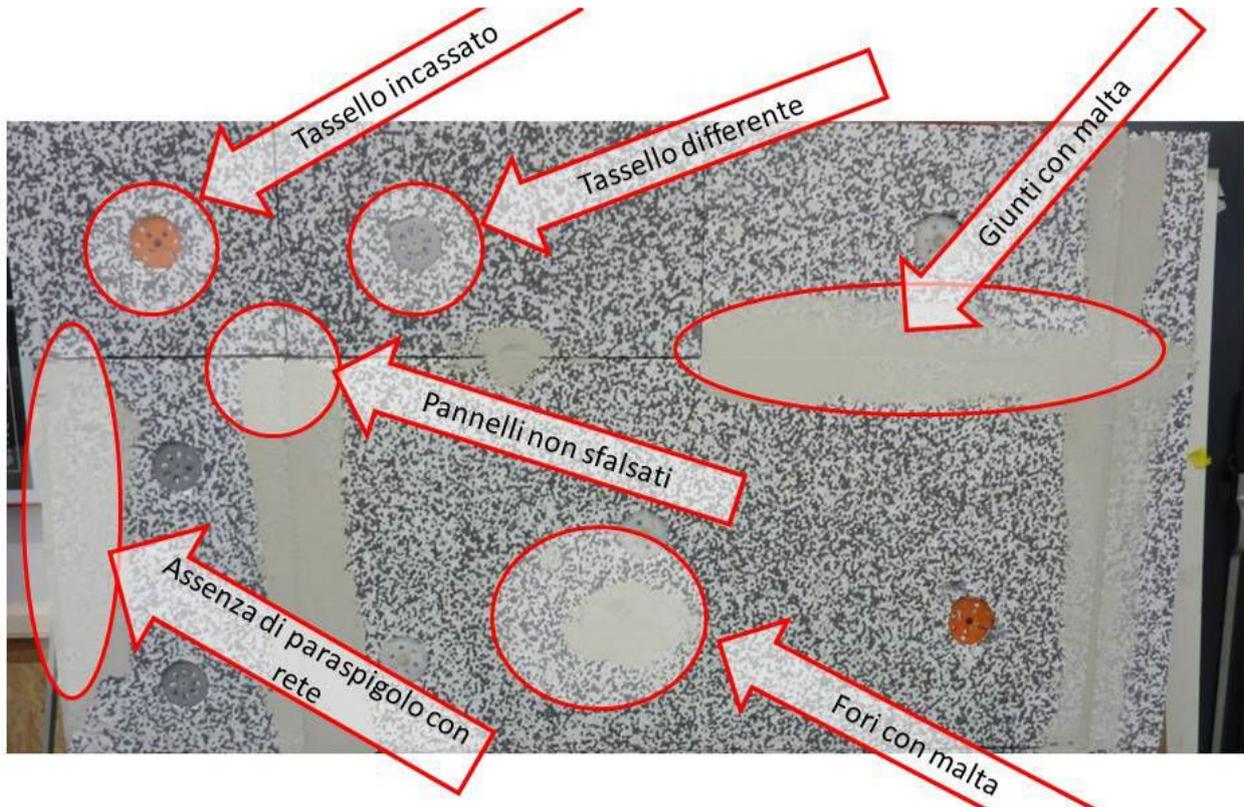
Ingombri della pianta del manufatto



Descrizione dello schema di posa del cappotto in prospettiva: comuni errori di posa nella parte alta, posa a regola d’arte nella parte inferiore

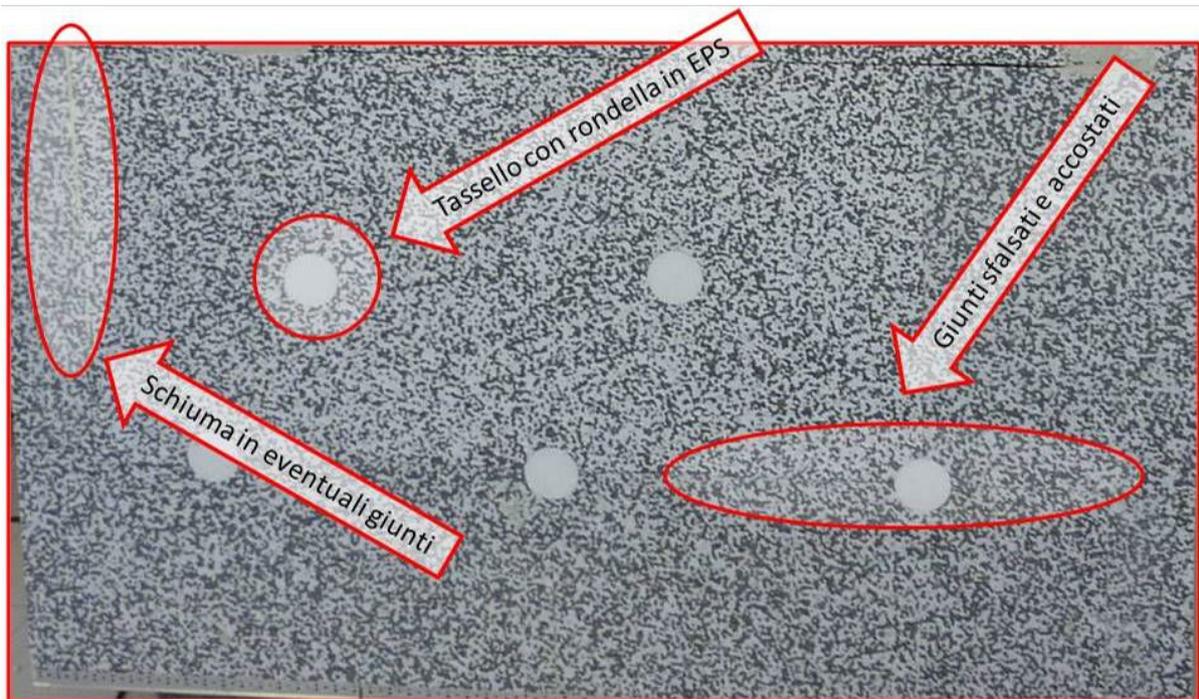
L’immagine sopra mostra la parte frontale del manufatto realizzato ad hoc con sistema di posa del cappotto nella parte bassa corretto e con errori nella parte alta; nella parte frontale bassa del manufatto il sistema a cappotto è stato realizzato con le rondelle in polistirolo (evidenti in bianco). Nella parte superiore sono presenti gli errori di posa indicati nell’immagine successiva.

Comuni errori di posa riprodotti in parte frontale:



Dettaglio della parte alta con indicati gli errori di posa tipici del sistema a cappotto

Posa a regola d'arte in parte frontale:



Dettaglio della parte bassa del sistema a cappotto realizzato a regola d'arte

Comuni errori di posa riprodotti:



Ingrandimento parte frontale con errori di posa



Ingrandimento parte frontale con errori di posa

Dettaglio del sistema a cappotto sul lato sinistro SX del manufatto:

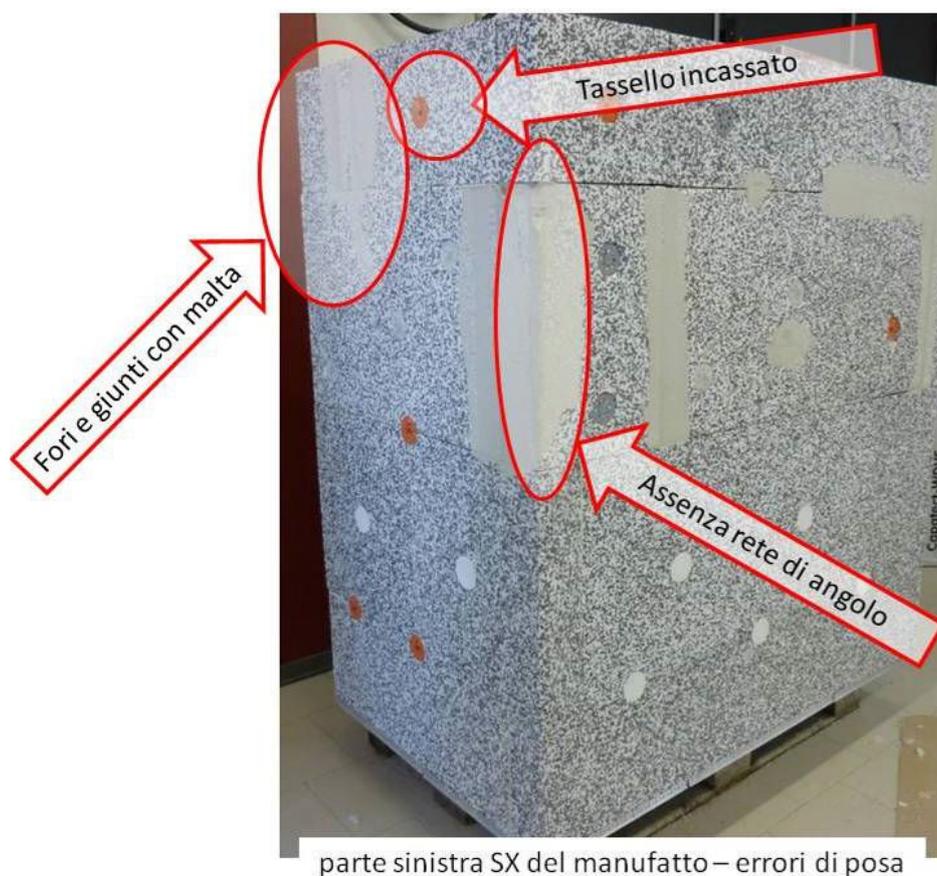
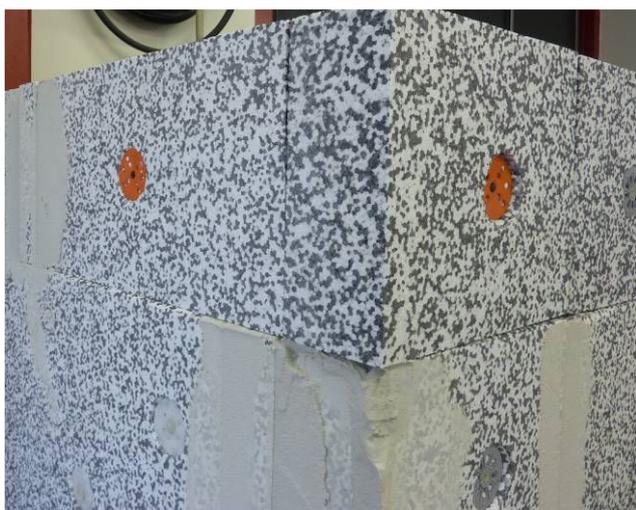


Immagine dell'angolo tra la parte frontale e la parte sinistra SX del manufatto con sistema di posa del cappotto corretto nella parte bassa (tasselli con o senza rondelle) e con errori di posa nella parte alta

Dettaglio del sistema a cappotto sul lato sinistro SX del manufatto con errori di posa:



Ingrandimento parte SX



Ingrandimento angolo parte frontale - SX

Dettaglio del sistema a cappotto sul lato destro DX del manufatto:



Immagine della parte destra DX del manufatto con sistema di posa del cappotto corretto nella parte bassa (tasselli con e senza rondelle) e con errori di posa nella parte alta

Dettaglio del sistema a cappotto sul lato destro DX del manufatto con errori di posa:



Ingrandimento parte DX



Ingrandimento parte DX

Procedura di rasatura e finitura:



Dettaglio della parte alta con l'errore di posa nella rasatura della rete: si appoggia la rete e si rassa



Dettaglio della parte bassa con la corretta posa nella rasatura della rete: si rassa, si immerge la rete e si uniforma la rasatura



Durante l'asciugatura del rasante posato nello stesso periodo la parte bassa con una rasatura armata eseguita correttamente asciuga uniformemente a differenza della parte alta



Immagine del manufatto rivestito con intonachino

A seguito delle misure realizzate si è proceduto con la rimozione del sistema a cappotto posato in modo non corretto nella parte superiore e corretto in quella inferiore.



Fasi della rimozione dei pannelli



Particolare con tassello posato correttamente tra i giunti dei pannelli e rondella in EPS davanti al tassello



Rimosso il rivestimento e il sistema a cappotto nella parte alta è presente il sistema di incollaggio non corretto per punti, nella parte bassa il sistema di incollaggio corretto con cordolo e tre punti all'interno



Rimosso il rivestimento e il sistema a cappotto nella parte alta è presente il sistema di incollaggio non corretto per punti, nella parte bassa il sistema di incollaggio corretto con cordolo e tre punti all'interno

2.2 Descrizione delle indagini passive qualitative

Il manufatto è stato indagato con una termocamera FLIR Systems T640 installata su cavalletto e con tempi di acquisizione automatici. Il tipo di indagine si definisce “passiva” in quanto si eseguono le indagini in occasione di una sollecitazione termica che deriva dalla trasmissione del calore tra zona riscaldata ed esterno che “attiva” una distribuzione di temperature superficiali da inquadrare come analisi in regime quasi stazionario.

L’indagine è da realizzarsi con pareti già termicamente cariche. Il monitoraggio è stato effettuato in data 15/03/2013 in condizione passiva con la parte interna del manufatto riscaldata a circa 20 °C e non irradiata dal sole dalle 8:00 alle 9:30 con una temperatura dell’aria esterna prossima ai 1-2°C.



Indagini su manufatto con coefficiente di emissività alto con termocamera fissa 15/03/2013

Nelle pagine successive vengono evidenziati i risultati di tali indagini. Per mezzo di un’indagine passiva è possibile individuare i tasselli con termocamere di ottima risoluzione (le differenze di temperatura sono sotto 0,5 °C) in condizioni favorevoli. L’individuazione del tassello permette generalmente di verificare la coerenza del sistema di posa ed è quindi uno strumento per poter comprendere con altre informazioni se il tutto è stato realizzato a regola d’arte.

La termovisione del tassello per mezzo della termocamera non è l’individuazione di un’anomalia ma semplicemente la constatazione di un diverso comportamento superficiale di materiale più conduttivo rispetto al materiale del cappotto.

Nota: i tasselli dei sistemi ETICS certificati sono a “taglio termico”, dunque con trasmittanza puntuale nulla o trascurabile, ma il diverso comportamento termico rispetto ai pannelli isolanti può essere evidenziato dalle misure termografiche (differenza di temperatura dell’ordine di decimi di °C).

Cenni sulla trasmissione del calore in regime stazionario

Il parametro per valutare l'attitudine di un materiale a lasciarsi attraversare dall'energia termica è la conduttività termica λ che può rappresentare il "regolatore della velocità" al passaggio del calore nel materiale. Per capire il comportamento di un prodotto inserito in una parete il parametro di riferimento è la resistenza termica R_t che dipende dall'attitudine del materiale a condurre il calore e lo spessore complessivo di materiale che resiste al passaggio.

$$R_t = \frac{s}{\lambda} \quad \frac{m^2 \cdot K}{W}$$

Maggiore è il valore di resistenza termica, maggiore è la capacità di resistere al passaggio di energia. Confrontando i valori per i materiali presenti su una parete con isolamento a cappotto si ottiene:

Materiale	Densità [kg/m ³]	Calore specifico [J/kgK]	Capacità termica volumetrica [kJ/m ³ K]	Conduttività termica [W/mK]
Colla/rasante	1400	837	1172	0.70
EPS additivato con grafite	15	1450	22	0.033
PVC (del tassello)	1400	1255	1757	0.16

Analizzando le caratteristiche dei materiali, evidenziati in tabella, si può comprendere il diverso comportamento che essi avranno nei confronti della trasmissione di calore.

Il pvc (tenuto conto che all'interno è presente un'anima di metallo) e la colla/rasante hanno valori di conduttività termica λ maggiore rispetto all'EPS e quindi reagiscono in maniera differente rispetto alla dispersione di calore:

- nel caso di trasmissione del calore dall'interno riscaldato del manufatto verso l'esterno vi sono dei punti e delle aree di trasmissione del calore privilegiato, ovvero sono presenti sulla struttura dei ponti termici localizzati; in questi punti il comportamento superficiale è tipico delle aree meno isolate: all'esterno si manifestano temperature superficiali superiori alle aree con isolamento termico in EPS;
- durante le indagini si può verificare una variazione di temperatura dell'aria esterna che può influenzare il comportamento superficiale dei primissimi strati di rivestimento. Durante le misure realizzate è infatti aumentata la temperatura dell'aria esterna e quindi si è verificato un riscaldamento superficiale della parete. Il meccanismo in essere è quindi di differente riscaldamento delle parti superficiali ed è quindi rilevante studiare anche l'effusività.

2.3 Descrizione delle indagini attive qualitative

Il manufatto è stato indagato con due termocamere FLIR Systems: una prima fissa T640 installata su cavalletto e con tempi di acquisizione automatici, la seconda mobile B360 e con tempi di acquisizione temporale casuali. Il tipo di indagine si definisce “attiva” in quanto si eseguono le indagini in occasione di una sollecitazione termica consistente (irraggiamento solare) che “attiva” una reazione in termini di trasmissione del calore mostrata dalle temperature superficiali, che è da inquadrare come analisi in regime variabile e non stazionario.

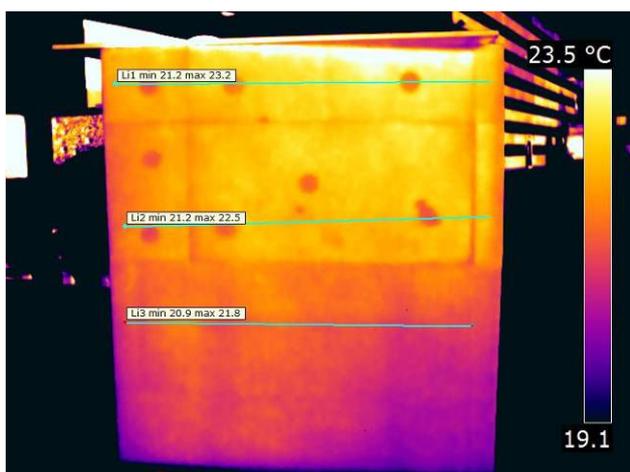
Il caricamento attivo consiste quindi nell’irraggiamento solare che investe la superficie. La fase di scaricamento consiste nel monitorare una struttura che ha accumulato energia e che rilascia tale energia per effetto dell’ombreggiamento. Il monitoraggio è stato effettuato in data 28/03/2012 in condizione attiva di caricamento con esposizione est dalle 9:15 alle 11:04 con coefficiente di assorbimento solare α medio e in condizione di scaricamento dalle 11:12 alle 12:02 posizionando il manufatto in ombra. Successivamente i risultati ottenuti sono stati confermati e integrati dalla campagna di misure condotta in data 04/05/2012 con il manufatto parzialmente sovra tinteggiato con coefficiente di assorbimento solare chiaro (cioè indice di riflessione alla luce alto: maggiore del 90%).



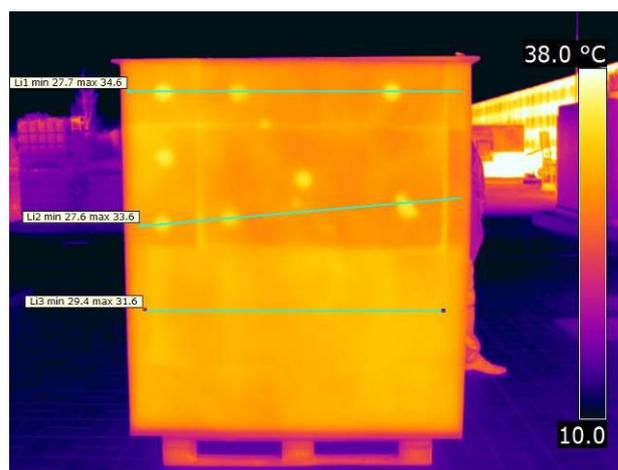
Indagini su manufatto con coefficiente di assorbimento solare medio con termocamera fissa 28/03/2012



Indagini su manufatto con coefficiente di assorbimento solare medio, chiaro e con struttura in lana di roccia e tasselli senza rondella 04/05/2012



Indagine termografica di caricamento della superficie esterna della parete con coefficiente di assorbimento solare medio



Indagine termografica di scaricamento della superficie esterna della parete con coefficiente di assorbimento solare medio

Per poter analizzare adeguatamente cosa accade nei vari casi indicati dalle indagini termografiche e per poter capire se sono anomalie o meno dal punto di vista della posa, è necessario soffermarsi su alcuni cenni relativi alla trasmissione del calore in regime variabile sulla superficie del cappotto.

Cenni alla trasmissione del calore in regime variabile

Nella trasmissione del calore in regime variabile (ovvero con temperature al contorno che oscillano nel tempo) la resistenza termica, la conduttività e lo spessore di ogni materiale non sono sufficienti a spiegare il comportamento termico dei vari strati. È infatti necessario valutare i materiali conoscendone anche la densità e il calore specifico. Il parametro che caratterizza i materiali in regime variabile è l'effusività termica b .

Effusività termica

L'effusività termica b è un indice della risposta energetica di un materiale sollecitato energeticamente: la temperatura superficiale esterna del rivestimento a cappotto soggetto a irraggiamento solare è fortemente influenzata da come il materiale in superficie conduce termicamente e dalla sua possibilità di accumulare calore per scaldarsi: l'effusività, in questo contesto, riassume la facilità di riscaldamento del materiale soggetto a irraggiamento solare: minore il valore, minore la quantità di energia necessaria a scaldare il materiale.

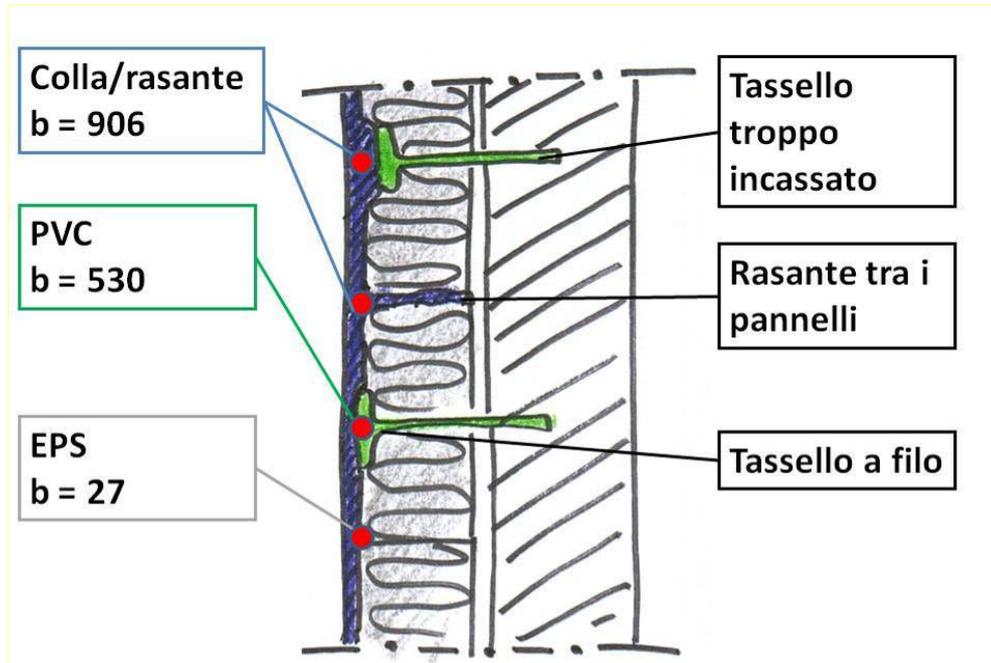
$$b = (\lambda \cdot \rho \cdot c)^{0.5} \text{ [J/m}^2\text{s}^{1/2}\text{K]}$$

Confrontando i valori di effusività b per i materiali presenti in superficie ad un cappotto dell'esempio riportato si ottiene:

Materiale	Densità [kg/m ³]	Calore specifico [J/kgK]	Capacità termica volumetrica [kJ/m ³ K]	Conduttività termica [W/mK]	Effusività termica [J/m ² s ^{1/2} K]
Colla/rasante	1400	837	1172	0.70	906
EPS additivato con grafite	15	1450	22	0.033	27
PVC (del tassello)	1400	1255	1757	0.16	530

Analizzando le caratteristiche dei materiali si può comprendere il diverso comportamento che essi avranno nei confronti del caricamento energetico dovuto all'irraggiamento e quindi dello scaricamento dovuto all'ombreggiamento. Il pvc e la colla/rasante hanno valori di effusività b e di capacità termica molto differenti rispetto all'EPS e quindi reagiscono in maniera differente rispetto alla sollecitazione:

- in caso di irraggiamento solare la sollecitazione tende a scaldare la superficie e quindi il pvc e la colla/rasante, avendo un valore di effusività decisamente maggiore dell'EPS, saranno inizialmente più freddi rispetto all'EPS poiché a parità di energia assorbita l'EPS si scalderà con maggiore facilità; i tasselli e i giunti di colla/rasante saranno punti più freddi;
- in caso di ombreggiamento la sollecitazione è di raffreddamento e quindi il pvc e la colla rasante, avendo una maggiore capacità termica volumetrica (e maggiore di due ordini di grandezza) avranno accumulato maggiore quantità di energia e quindi saranno inizialmente più caldi rispetto all'EPS che si raffredda più rapidamente; i tasselli e i giunti di colla/rasante saranno punti più caldi.



Casistica di materiali in superficie con differenti valori di diffusività termica

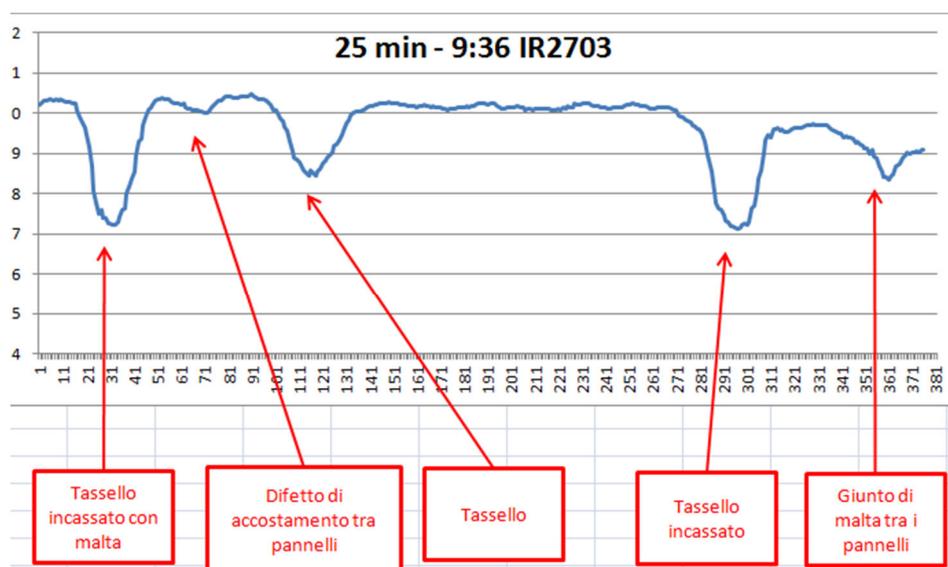
Le valutazioni compiute sono valide solo per i primi strati di materiale investiti dall'irraggiamento solare ma non sono estendibili all'intera struttura che in tal caso è da studiare in accordo con la norma UNI EN 13786 e i parametri di sfasamento temporale, attenuazione e trasmittanza termica periodica Y_{ie} ; per tali valutazioni il parametro di riferimento è la diffusività termica a .

Analizzando le caratteristiche dei materiali posti in superficie ad un cappotto, evidenziati in tabella, si può comprendere il diverso comportamento che essi avranno nei confronti del caricamento energetico dovuto all'irraggiamento e dello scaricamento dovuto all'ombreggiamento.

Esempio di analisi di caricamento

Condizioni: esposizione est, Milano, marzo, assenza di vento, parete in condizioni iniziali a temperatura ambientale di circa 18 °C, coefficiente di assorbimento solare stimato $\alpha = 0.6$. Termocamera impiegata: FLIR T640, obiettivo FOL 13 (FOV 45° x 30°) A fronte della grande quantità di energia che investe la superficie per effetto dell'irraggiamento solare la parte con isolante si scalda più rapidamente poiché le zone con colla rasante hanno una maggiore capacità termica. Per i tasselli il comportamento è analogo poiché pur essendo maggiormente conduttivi, hanno anch'essi una maggiore capacità termica. Il comportamento delle temperature superficiali è quindi condizionato dall'effusività b .

Il seguente grafico mostra le differenze di temperatura che si verificano sulla parte superiore del manufatto dove sono presenti e conosciuti gli errori di posa indicati.



Esempio di valutazione delle temperature superficiali con indicazione di temperature differenti

La struttura è stata indagata per più di 2 ore dall'inizio dell'irraggiamento e sono stati analizzati i dati di temperatura superficiale per periodi di irraggiamento rappresentativi con una griglia di analisi come da tabella seguente:

Tempo irr.	Ora	ΔT di rilevazione	Cosa si vede?	Come si vede?	È un'anomalia di posa?
25'	9:36	7°C	tasselli incassati e con malta	+ freddo distintamente ($\Delta T > 2 \text{ }^\circ\text{C}$)	Si
			difetto di accostamento tra pannelli	+ freddo non distintamente ($\Delta T < 0.5 \text{ }^\circ\text{C}$)	Si
			tasselli	+ freddo distintamente ($\Delta T > 1 \text{ }^\circ\text{C}$)	No
			malta tra i pannelli	+ freddo distintamente ($\Delta T = 0.5 \text{ }^\circ\text{C}$)	Si
			accostamento corretto tra pannelli	-	No
			tasselli con rondella in EPS	+ freddo non distintamente ($\Delta T < 0.5 \text{ }^\circ\text{C}$)	No

Sintesi della indagine

	<p>Descrizione della prova La prova è stata effettuata in accordo con le indicazioni delle norme per l'uso della termocamera infrarossa.</p> <p>Descrizione del manufatto La parete del manufatto è orientata ad est ed è realizzata con un cappotto in EPS additivato con grafite con comuni errori di posa nella parte alta e a regola d'arte nella parte bassa.</p> <p>Materiali impiegati sulla superficie Il rivestimento superficiale è realizzato con finitura con alta emissività nell'infrarosso IR lontano e medio coefficiente di assorbimento solare.</p> <p>Data e ora della prova 28/03/2012, dalle 9:15 alle 11:04 Condizioni climatiche: temperatura dell'aria 18°C, assenza di vento e precipitazione, cielo non coperto</p>
---	---

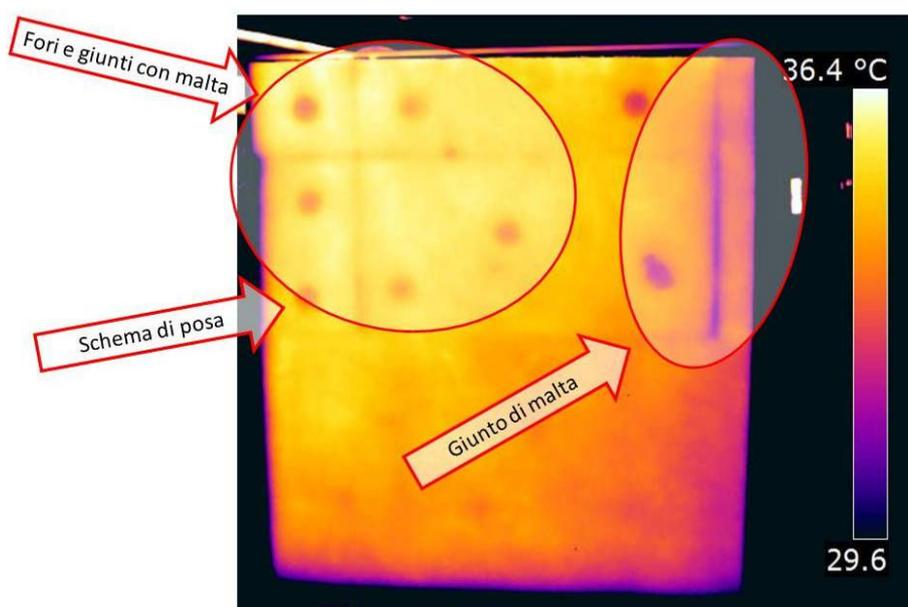


Immagine termografica IR2713

Risultati indagine:

- lo schema di posa non è corretto
- sono presenti giunti di malta tra i pannelli
- i tasselli sono posati incassandoli

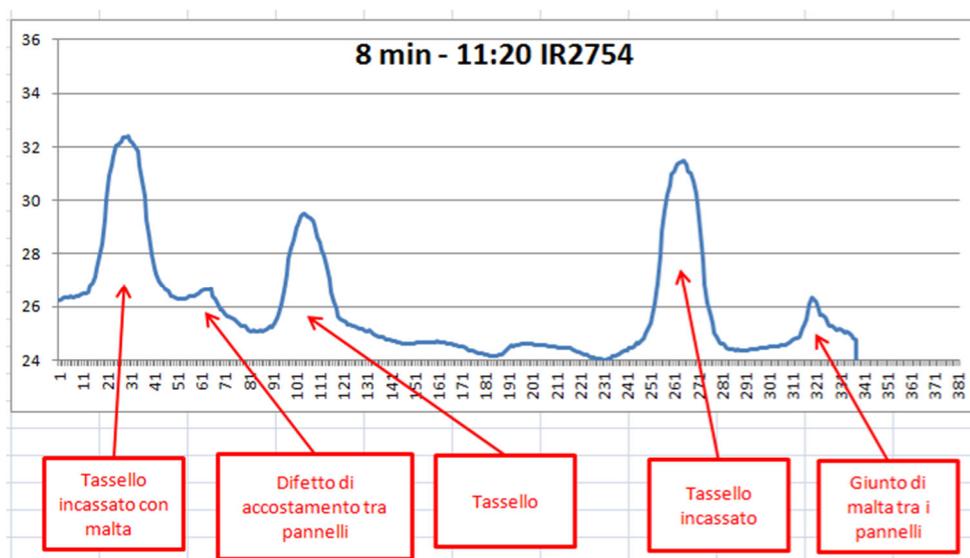
Conclusioni

- il non corretto schema di posa dei tasselli mostra la non padronanza del sistema di posa del cappotto delle maestranze impiegate
- la presenza di malta nei giunti, nei tasselli e nei buchi potrà comportare difetti estetici di differente macchiatura e possibili difetti di degrado futuri

Esempio di analisi di scaricamento

Condizioni: esposizione in ombra, Milano, marzo, assenza di vento, parete in condizioni iniziali a temperatura superficiale pari a circa 40 °C, coefficiente di emissione stimato $\epsilon = 0.95$ (con lunghezze d'onda della radiazione λ comprese tra 8-14 μm), coefficiente di assorbimento solare stimato $\alpha = 0.6$, temperatura dell'aria di circa 18°C. Termocamera impiegata: FLIR T640, obiettivo FOL 13 (FOV 45° x 30°).

Il comportamento dei componenti a seguito dell'irraggiamento in fase di scaricamento può essere così semplificato: gli strati superficiali sono differenziati tra materiale isolante con bassa conducibilità termica e ridotta capacità termica e colla rasante o tasselli in PVC con elevata conducibilità termica e maggiore capacità termica. A fronte dell'energia accumulata per effetto dell'irraggiamento solare la parte con isolante si raffredda più velocemente poiché è minore l'energia accumulata ovvero è minore la capacità termica volumetrica. Il seguente grafico mostra le differenze di temperatura che si verificano sulla parte superiore del manufatto dove sono presenti e conosciuti gli errori di posa indicati.



Esempio di valutazione delle temperature superficiali con indicazione di temperature differenti

Si noti come l'immagine di scaricamento sia lo specchio dell'immagine di caricamento. Dove il materiale impiega maggiore tempo per scaldarsi, rimanendo più freddo (caricamento), lo stesso materiale impiega maggiore tempo per raffreddarsi e quindi rimane più caldo (scaricamento).

Tempo da fine irr.	Ora	ΔT di rilevazione	Cosa si vede?	Come si vede?	È un'anomalia di posa?
8'	11:20	30°C	tasselli incassati e con malta	+ caldo molto distintamente ($\Delta T > 4 \text{ °C}$)	Sì
			difetto di accostamento tra pannelli	+ caldo non distintamente ($\Delta T < 0.5 \text{ °C}$)	Si
			tasselli	+ caldo molto distintamente ($\Delta T > 3 \text{ °C}$)	No
			malta tra i pannelli	+ caldo distintamente ($\Delta T > 2 \text{ °C}$)	Si
			accostamento corretto tra pannelli	-	No
			tasselli con rondella in EPS	-	No

R Sintesi della indagine

	<p>Descrizione della prova La prova è stata effettuata in accordo con le indicazioni delle norme di uso della termocamera infrarossa.</p> <p>Descrizione del manufatto La parete del manufatto è orientata ad est ed è realizzata con un cappotto in EPS additivato con grafite con comuni errori di posa nella parte alta e a regola d'arte nella parte bassa.</p> <p>Materiali impiegati sulla superficie Il rivestimento superficiale è realizzato con finitura con alta emissività nell'infrarosso IR lontano e medio coefficiente di assorbimento solare.</p> <p>Data e ora della prova 28/03/2012, dalle 11:12 alle 12:02 Condizioni climatiche: temperatura dell'aria 18°C, assenza di vento e precipitazione, cielo non coperto</p>
---	---

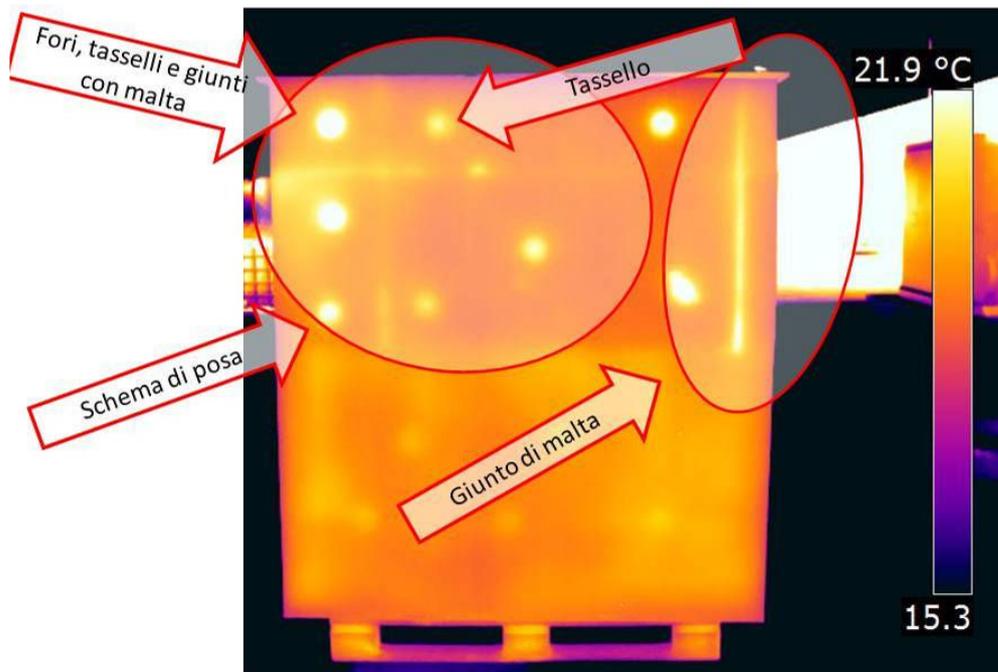


Immagine termografica IR2713

Risultati indagine:

- lo schema di posa non è corretto
- sono presenti giunti di malta tra i pannelli
- i tasselli sono posati incassandoli

Conclusioni

- il non corretto schema di posa dei tasselli mostra la non padronanza del sistema di posa del cappotto delle maestranze impiegate
- la presenza di malta nei giunti, nei tasselli e nei buchi potrà comportare difetti estetici di differente macchiatura e possibili difetti di degrado futuri

2.4 Sintesi delle condizioni di misura

Condizioni di misura per caricamento:

Coefficiente di assorbimento solare	$\alpha = 0.8$ alto	$\alpha = 0.1$ - basso
Quando devo essere in campo?	Possibilmente all'inizio dell'irraggiamento solare	<u>Necessariamente all'inizio dell'irraggiamento solare</u>
Entro quanto tempo devo indagare la struttura?	È opportuno indagare la struttura entro i primi 50 minuti di irraggiamento	È opportuno indagare la struttura entro i primi 20 minuti di irraggiamento
Che differenze di temperatura devo essere in grado di leggere?	La strumentazione coniugata con la distanza di indagine devono garantire la lettura di ΔT di almeno 1°C . Ciò significa che lo strumento termografico a disposizione dovrebbe avere un buon fattore di merito con una sensibilità termica minima (NETD) di almeno $0,08-0,1^{\circ}\text{C}$	La strumentazione coniugata con la distanza di indagine devono garantire la lettura di ΔT di almeno 1°C . Ciò significa che lo strumento termografico a disposizione dovrebbe avere un elevato fattore di merito con una sensibilità termica minima (NETD) di almeno $0,05-0,03^{\circ}\text{C}$

Condizioni di misura per scaricamento:

Coefficiente di assorbimento solare	$\alpha = 0.8$ alto	$\alpha = 0.1$ - basso
Emissività nell'infrarosso lontano	$\varepsilon = 0.95$	$\varepsilon = 0.95$
Quando devo essere in campo?	<u>Necessariamente all'inizio dell'ombreggiamento</u>	<u>Necessariamente all'inizio dell'ombreggiamento</u>
Entro quanto tempo devo indagare la struttura	È opportuno indagare la struttura entro i primi 10 minuti di scaricamento	È opportuno indagare la struttura entro i primi 10 minuti di scaricamento
Che differenze di temperatura devo essere in grado di leggere?	La strumentazione coniugata con la distanza di indagine devono garantire la lettura di ΔT di almeno 2°C . Ciò significa che lo strumento termografico a disposizione dovrebbe avere buon fattore di merito con una sensibilità termica minima (NETD) di almeno $0,08-0,1^{\circ}\text{C}$	La strumentazione coniugata con la distanza di indagine devono garantire la lettura di ΔT di almeno 1°C . Ciò significa che lo strumento termografico a disposizione dovrebbe avere buon fattore di merito con una sensibilità termica minima (NETD) di almeno $0,08-0,1^{\circ}\text{C}$

3 CASI DI STUDIO – INDAGINI PASSIVE QUALITATIVE

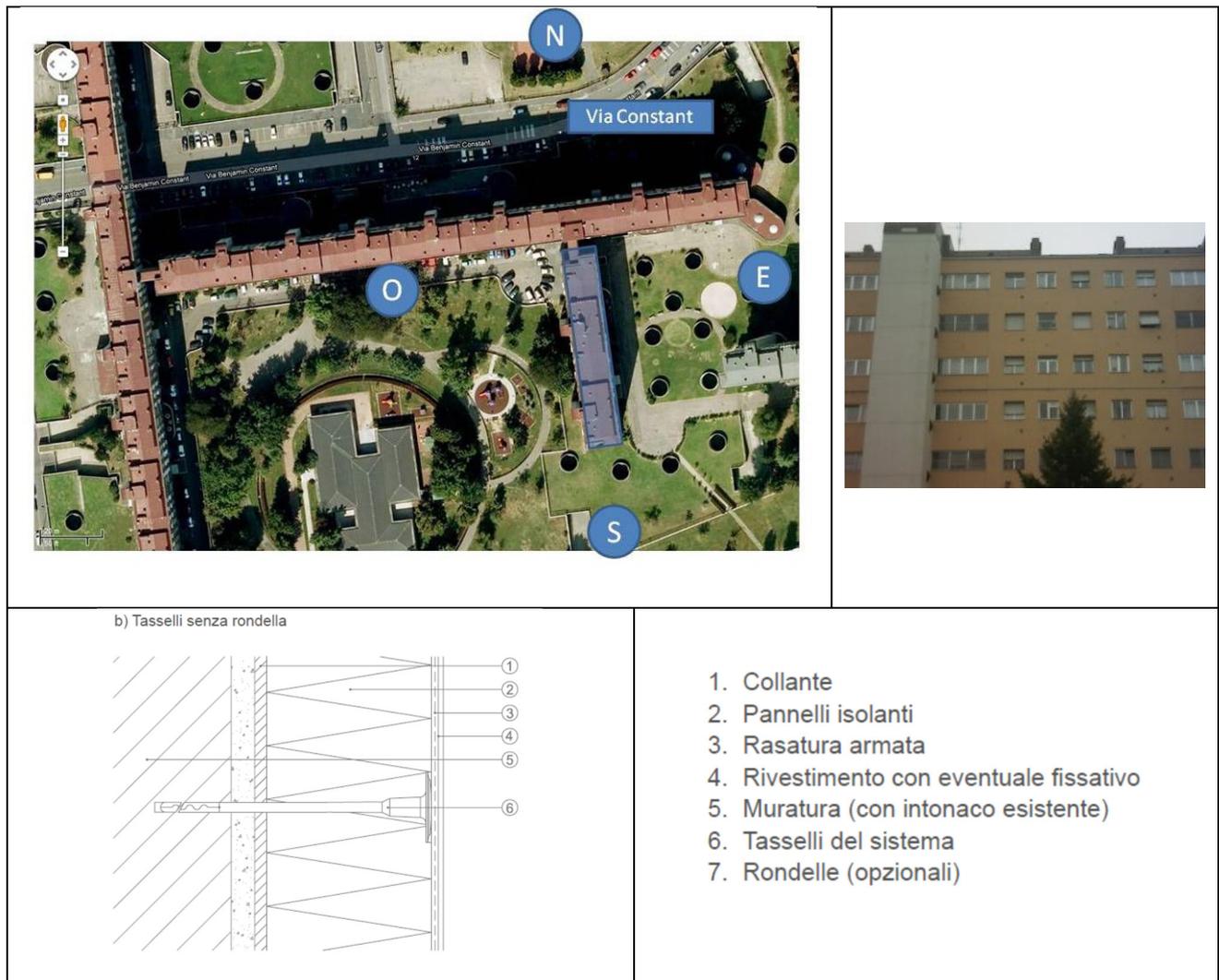
3.1 Esempio di cappotto con tasselli senza rondelle montati “a filo”

Ore di indagine – passiva ore 21:00 – 21:30

Mese indagine: marzo

Intervento realizzato nel 2011-2012

Condominio con cappotto in EPS da 6 e 8 cm con tasselli non a taglio termico senza rondella in EPS. Tassellatura posata con cura.

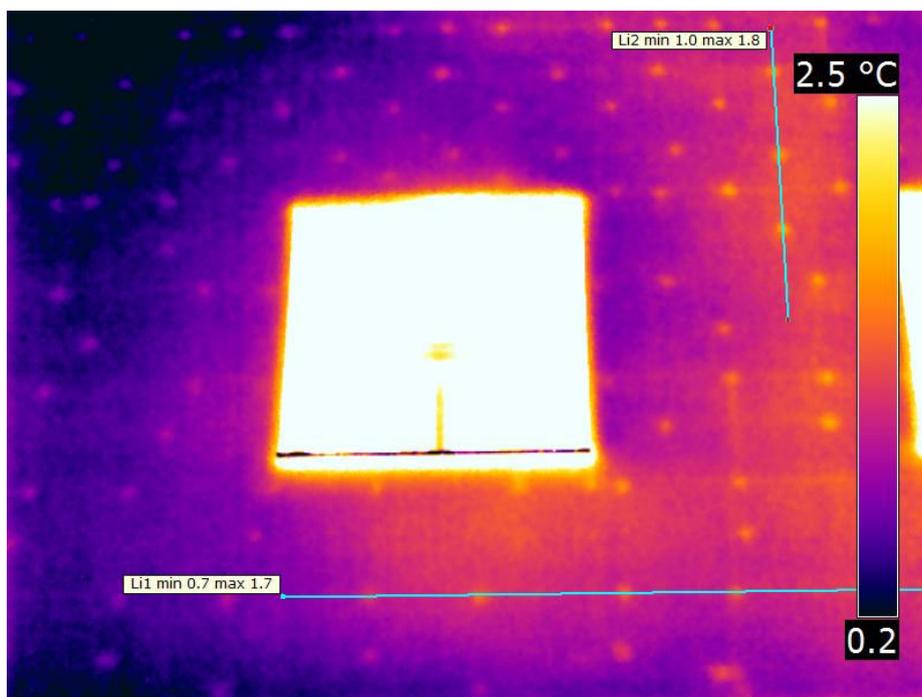


In relazione alla tipologia di posa del cappotto è presumibile aspettarsi:

- la (termo) visione dei tasselli
- la corretta posa dei tasselli con sistema di tassellatura a T (in relazione agli schemi di posa)
- l'assenza di difetti macroscopici tra i giunti dei pannelli o dei tasselli stuccati (cioè incassati e rivestiti da rasante: errore di posa)

Dall'analisi dei termogrammi realizzati (ne seguono solo alcuni esempi) si possono delineare le seguenti valutazioni:

- le pareti non sono state oggetto di irraggiamento solare;
- il gradiente di temperatura tra l'interno e l'esterno $\Delta T > 16^\circ\text{C}$ (sono raccomandate differenze di temperatura almeno di 15°C) poiché la temperatura esterna dell'aria era compresa tra -2 e 0°C ;
- **si evidenzia la presenza dei tasselli (più caldi);**
- **si evidenzia lo schema di posa**
- **si evidenzia la presenza di giunti di malta**



Prospetto est - Immagine 1857

Nota: dalla lettura dei tasselli si evidenzia un errore di posa dei pannelli: allineamento del giunto orizzontale tra i pannelli agli spigoli dell'apertura.

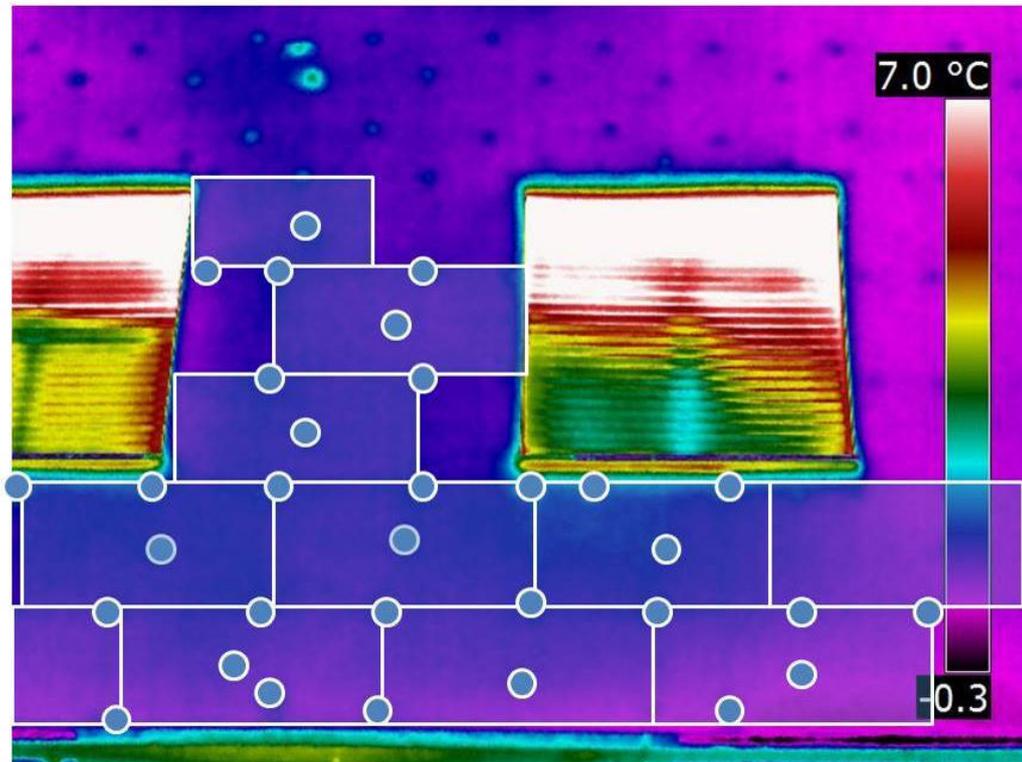


Esempio di valutazione delle temperature superficiali con indicazione di temperature differenti

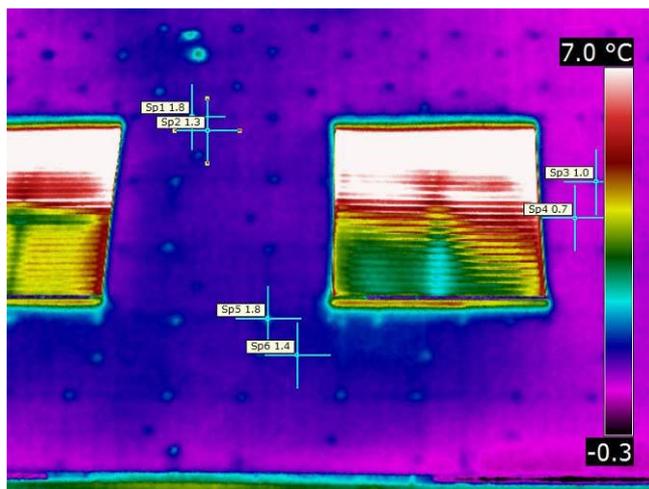
- i tasselli sono rilevabili già ad una distanza di 10 m;
- **in condizioni quasi stazionarie** la tassellatura appare evidente e indagabile se è "leggibile" una differenza di temperatura di almeno $0.2-0.5^\circ\text{C}$.

Nota: differenze di temperatura (rilevate in regime stazionario in corrispondenza dei tasselli) elevate (maggiori di 5°C) possono evidenziare l'impiego di tasselli non a taglio termico (non idonei).

La visione dei tasselli è un'informazione estremamente preziosa poiché consente di valutare la posa dei pannelli: la posa dei tasselli può essere individuata e ricondotta o meno ad uno schema di posa proposto in funzione del tipo di materiale del pannello. Nell'immagine sottostante si è individuato uno schema di posa che può essere indicativo di un'adeguata preparazione dell'impresa.

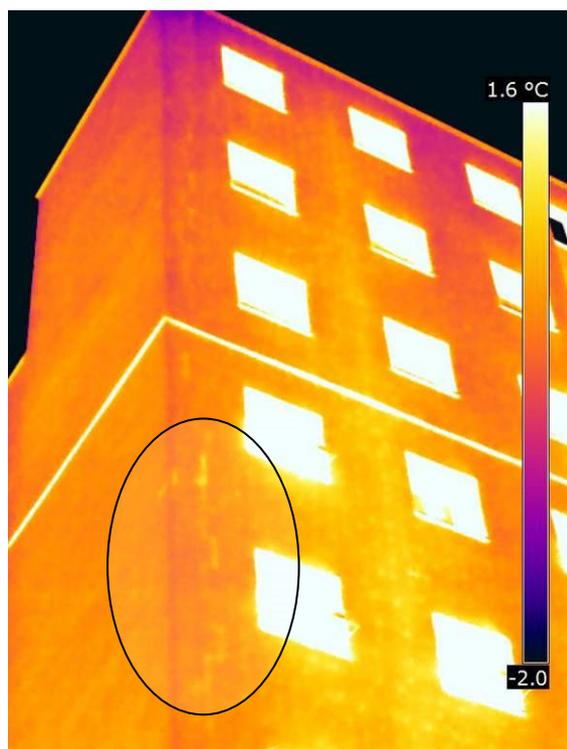


Schema di posa - prospetto est - Immagine 1855

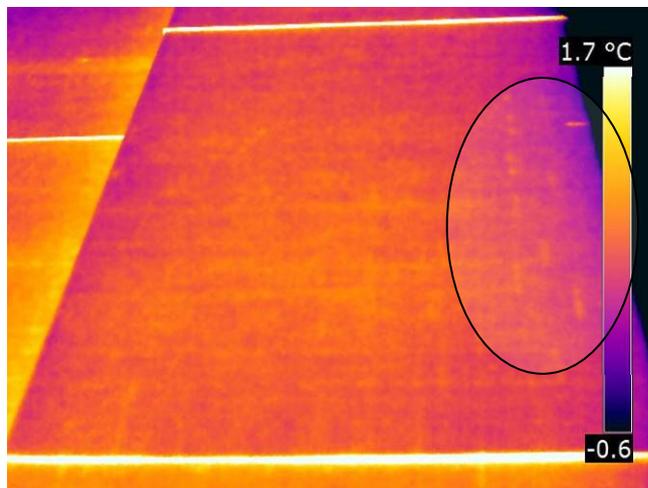


Per vedere i tasselli in questione, la differenza di temperatura è di circa 0.4 °C come attesta l'immagine con tre punti di indagine in cui si paragona il valore nel tassello a quello del pannello.

Ma sono stati realizzati degli errori di posa? Con un'indagine passiva e con la strumentazione idonea è possibile individuare punti in cui i pannelli non sono stati correttamente accostati:



Giunti di malta? prospetto est - Immagine 1899



Giunti di malta? prospetto sud - Immagine 1907

L'indagine passiva in adeguate condizioni climatiche e con la strumentazione adatta restituisce indicazioni sulla posizione dei tasselli, sullo schema di posa e sulla presenza di giunti di malta ed altri fenomeni di ponte termico puntuale.

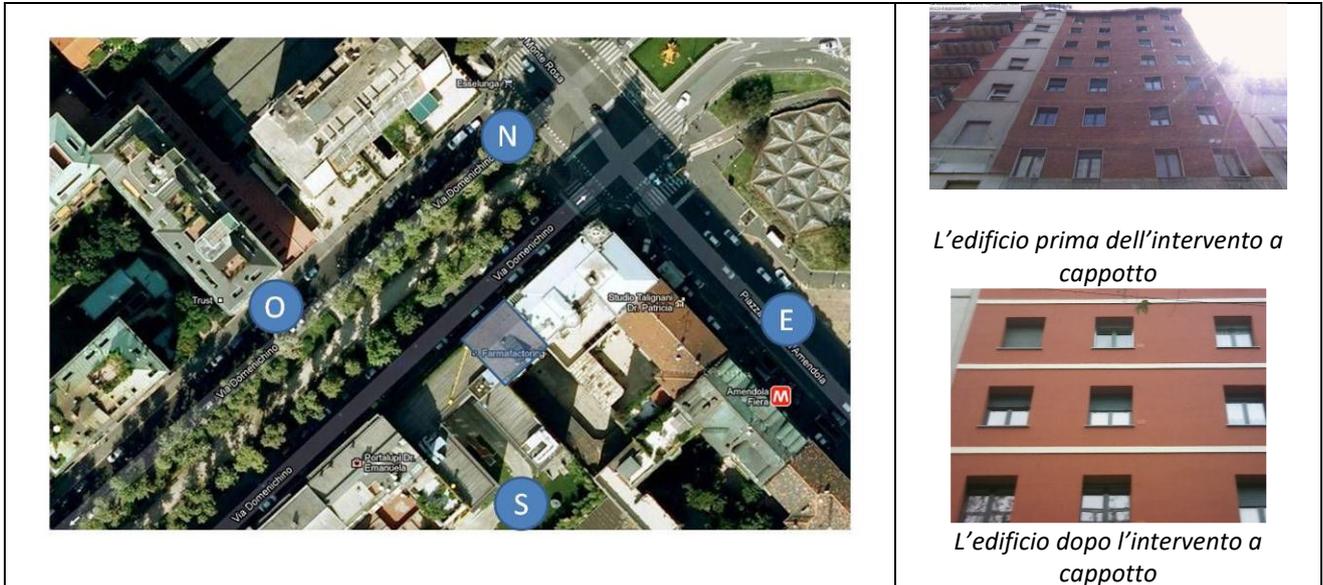
3.2 Esempio di cappotto posato con tasselli

Ore di indagine – passiva ore 20:00 – 21:00

Mese indagine: gennaio

Intervento realizzato nel 2011-2012

Condominio con cappotto.

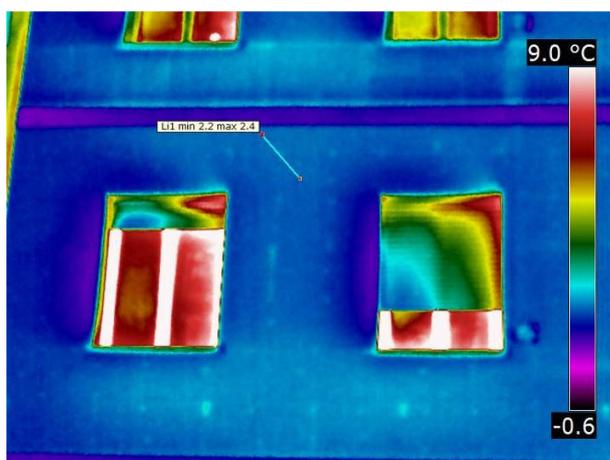


In relazione alla tipologia di posa del cappotto è presumibile aspettarsi:

- la (termo) visione dei tasselli
- la corretta posa dei tasselli con sistema di tassellatura a T (in relazione agli schemi di posa)
- l'assenza di difetti macroscopici tra i giunti dei pannelli o dei tasselli maltati (errore di posa)

Dall'analisi dei termogrammi realizzati (ne seguono solo alcuni esempi) si possono delineare le seguenti valutazioni:

- le pareti non sono state oggetto di irraggiamento solare;
- il gradiente di temperatura tra l'interno e l'esterno $\Delta T > 16^{\circ}\text{C}$ (sono raccomandate differenze di temperatura almeno di 15°C) poiché la temperatura esterna dell'aria era compresa tra -2 e 0°C ;
- **si distinguono poco i tasselli (più caldi);**
- **si distingue con difficoltà lo schema di posa**



Prospetto est - Immagine 438

in condizioni quasi stazionarie la tassellatura non appare evidente e indagabile; la differenza di temperatura rispetto al tassello è di $0.1-0.2^{\circ}\text{C}$.

3.3 Esempio di cappotto posato senza tasselli e con giunti di malta

Ore di indagine – passiva ore 14:00 – 15:00

Mese indagine: gennaio

Intervento realizzato nel 1990-1995

Condominio con cappotto senza tasselli in EPS da 5 cm.



In relazione alla tipologia di posa del cappotto è presumibile aspettarsi:

- l'assenza di (termo) visione dei tasselli (assenza di tasselli)
- la presenza di difetti macroscopici tra i giunti dei pannelli (errori di posa)

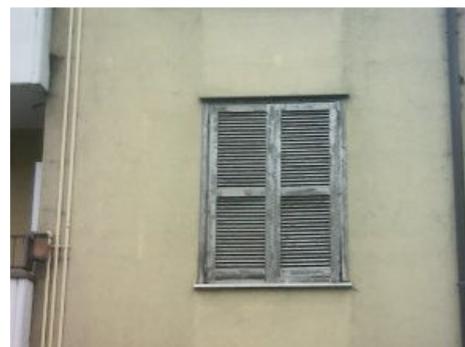
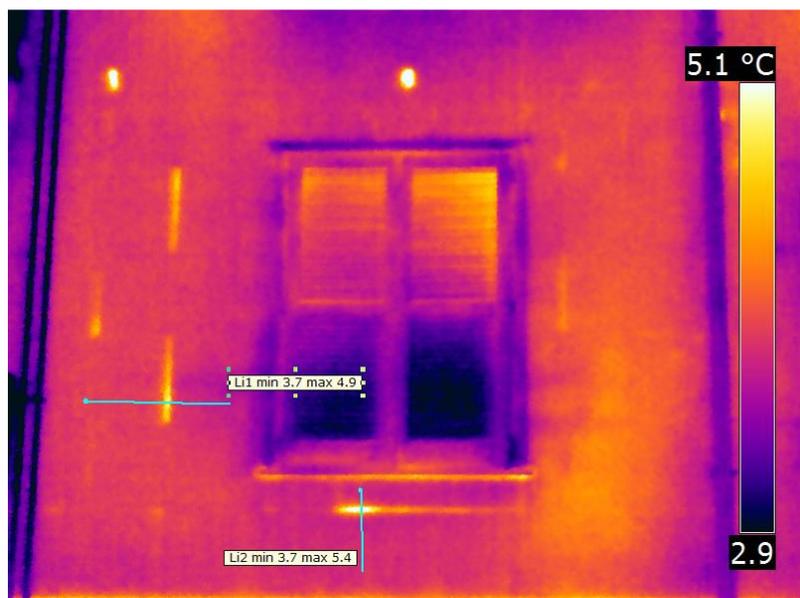
Dall'analisi dei termogrammi realizzati (ne seguono solo alcuni esempi) si possono delineare le seguenti valutazioni:

- le pareti non sono state oggetto di irraggiamento solare;
- il gradiente di temperatura tra l'interno e l'esterno $\Delta T > 16^\circ\text{C}$ (sono raccomandate differenze di temperatura almeno di 15°C) poiché la temperatura esterna dell'aria era compresa tra 0 e 1°C ;
- **non si distinguono tasselli (più caldi): i tasselli non sono stati impiegati;**
- **si evidenziano errori di posa – malta tra i pannelli**



Prospetto ovest - Immagini 1322-1323

La differenza di temperatura tra pannello e malta è compresa tra 0.7 e 0.5 °C.



Prospetto ovest - Immagini 1328-1329



Prospetto ovest - Immagini 1342-1343

La differenza di temperatura tra pannello e malta è compresa tra 0.5 e 1.7 °C.

4 CASI DI STUDIO – INDAGINI ATTIVE QUALITATIVE

4.1 Esempio di cappotto ben posato con tasselli senza rondelle

Ore di indagine – caricamento e scaricamento ore 11:40 – 12:44

Mese indagine: marzo

Intervento realizzato nel 2011-2012

Condominio con cappotto in EPS da 6 e 8 cm con tasselli non a taglio termico senza rondella in EPS. Tassellatura posata con cura; ispezioni in cantiere per la corretta posa.

<p>b) Tasselli senza rondella</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Collante 2. Pannelli isolanti 3. Rasatura armata 4. Rivestimento con eventuale fissativo 5. Muratura (con intonaco esistente) 6. Tasselli del sistema 7. Rondelle (opzionali)

In relazione alla tipologia di posa del cappotto è presumibile aspettarsi:

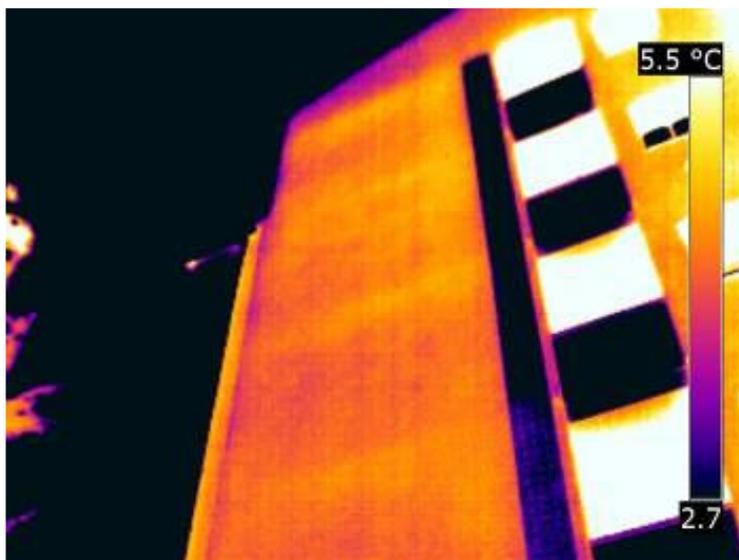
- la (termo) visione dei tasselli
- la corretta posa dei tasselli con sistema di tassellatura a T (in relazione agli schemi di posa)
- l'assenza di difetti macroscopici tra i giunti dei pannelli o dei tasselli maltati (errore di posa)

Dall'analisi dei termogrammi realizzati (ne seguono solo alcuni esempi) si possono delineare le seguenti valutazioni:

- le pareti non soggette ad irraggiamento solare con esposizione nord e ovest e quindi con gradienti di temperatura tra l'interno e l'esterno $\Delta T < 10^\circ\text{C}$ (sono raccomandate differenze di temperatura almeno di 15°C) **non evidenziano la presenza dei tasselli**;
-



Prospetto ovest



Immagini 5480 e 5479

- i tasselli non si "manifestano" né da 10 m né da indagini più vicine (entro 3m);
- **in condizioni variabili** ovvero di caricamento e scaricamento energetico della parete per effetto dell'irraggiamento solare (parete est e sud/est al mattino) **la tassellatura appare evidente e indagabile**;
- in condizioni "stazionarie" di irraggiamento (il sole irradia in un lasso di tempo prolungato) i tasselli non sono più termicamente visibili.



Prospetto sud e est irradiato e ombreggiato

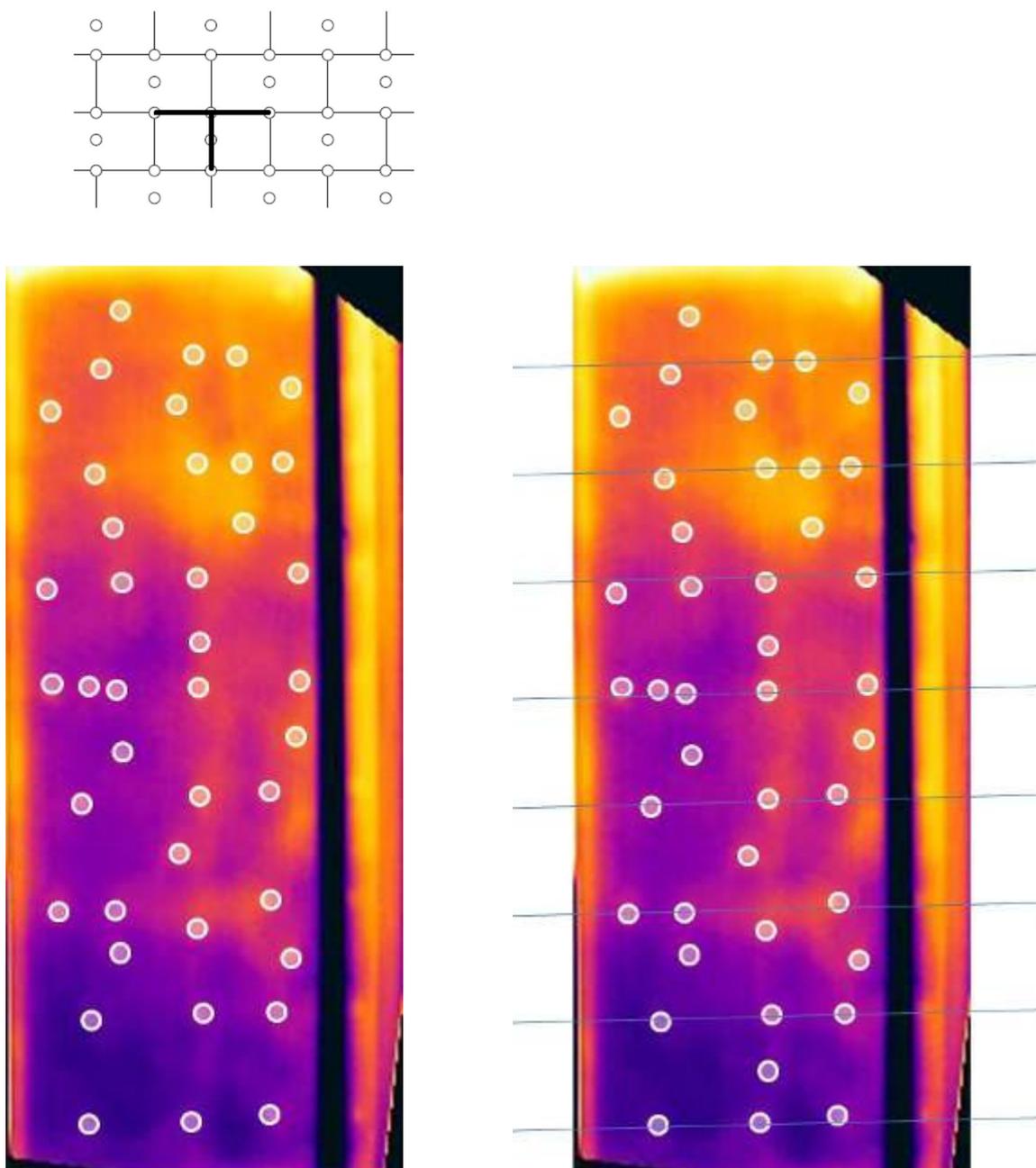


Immagini 5516 e 5515

La visione dei tasselli è un'informazione estremamente preziosa poiché consente di valutare la posa dei pannelli come da termogrammi che seguono che sono stati oggetto di foto raddrizzamento della parete senza finestra: la posa dei tasselli può essere individuata e ricondotta o meno ad uno schema di posa proposto in funzione del tipo di materiale del pannello.

- Nello schema a T un tassello è posto al centro di ogni pannello e un altro ad ogni incrocio dei giunti. Questo schema è consigliato per l'applicazione dei pannelli in polistirolo espanso.

Fig. 7: schema di tassellatura a "T"



Nell'immagine sono stati individuati i tasselli che appaiono a una prima analisi disposti in maniera caotica mentre a seguito di un'analisi più approfondita è possibile individuare lo schema di posa seguito dagli installatori.

Lo schema di posa non è sempre di immediata lettura, per esempio a causa del riposizionamento dei tasselli mal fissati o dell'utilizzo di pannelli tagliati. E' necessario quindi che l'interpretazione delle immagini avvenga con il supporto di tecnici di cantiere che conoscano le problematiche che si sviluppano nella pratica della posa.

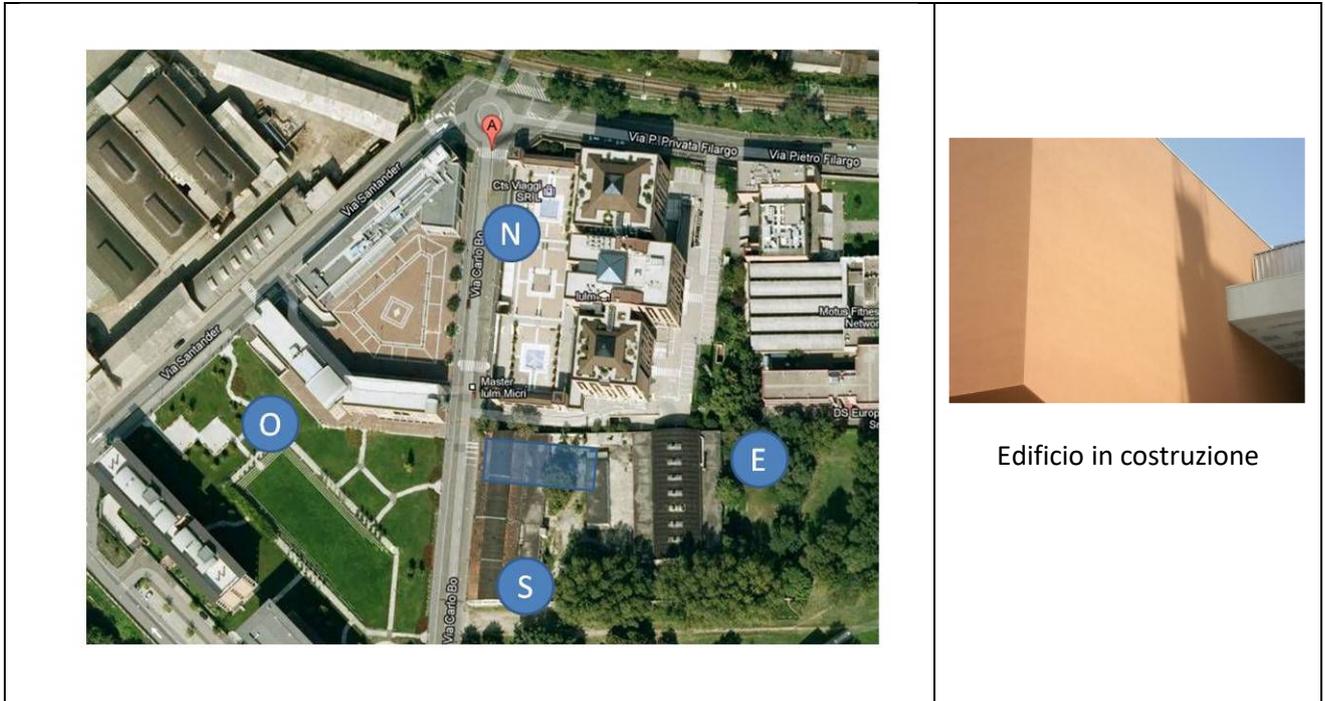
4.2 Esempio di cappotto con tasselli senza rondelle

Ore di indagine –caricamento ore 14:30

Mese indagine: aprile

Intervento realizzato nel 2012-2013

Edificio con cappotto con tasselli senza rondella in EPS.



Edificio in costruzione

In relazione alla tipologia di posa del cappotto è presumibile aspettarsi:

- la (termo) visione dei tasselli
- la corretta posa dei tasselli con sistema di tassellatura a (in relazione agli schemi di posa)
- l'assenza di difetti macroscopici tra i giunti dei pannelli o dei tasselli maltati (errore di posa)



Prospetto ovest

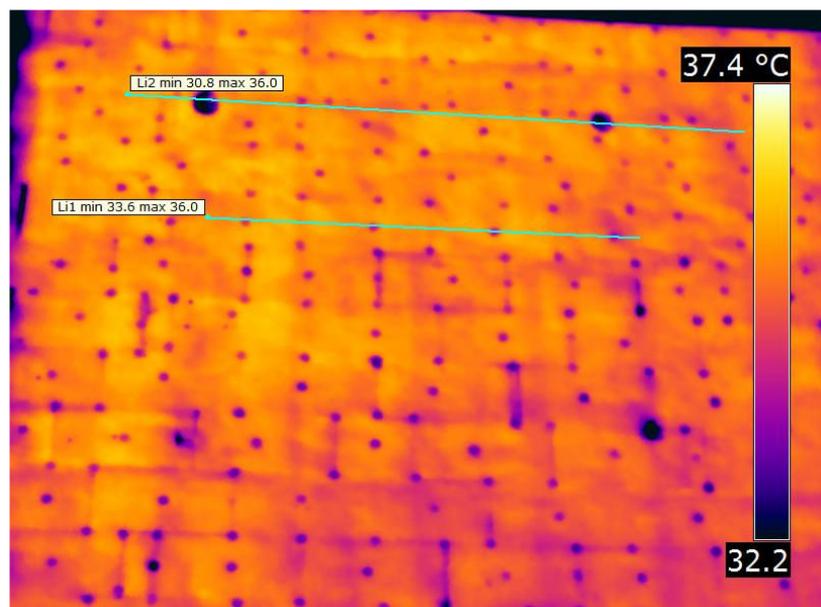
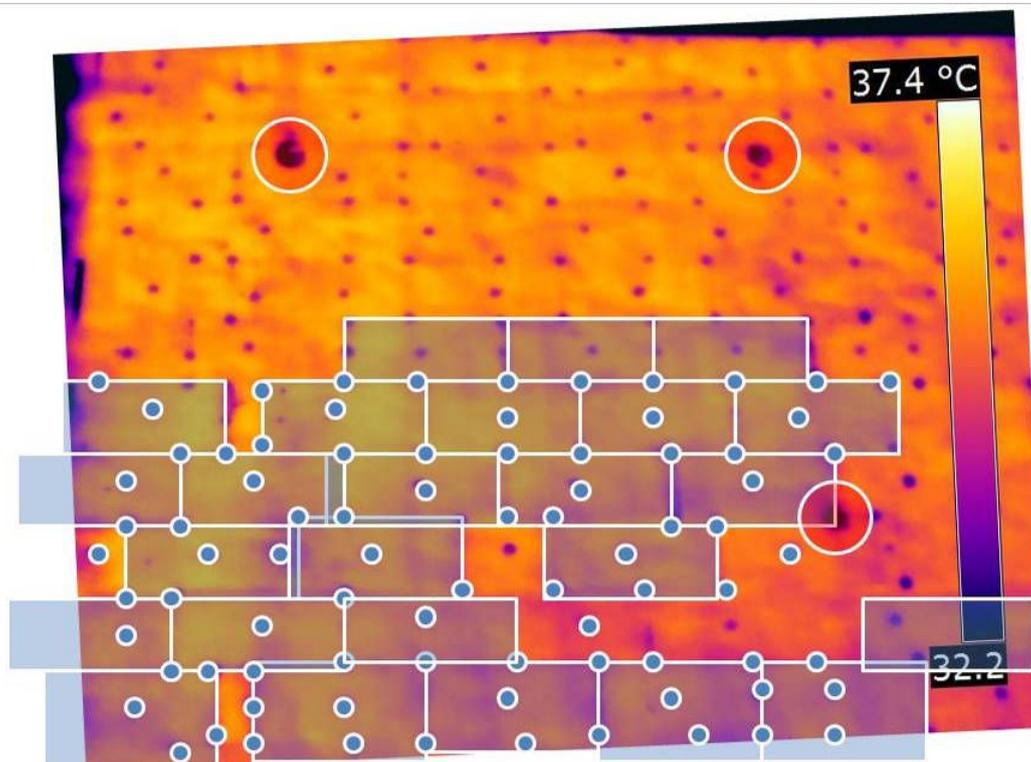


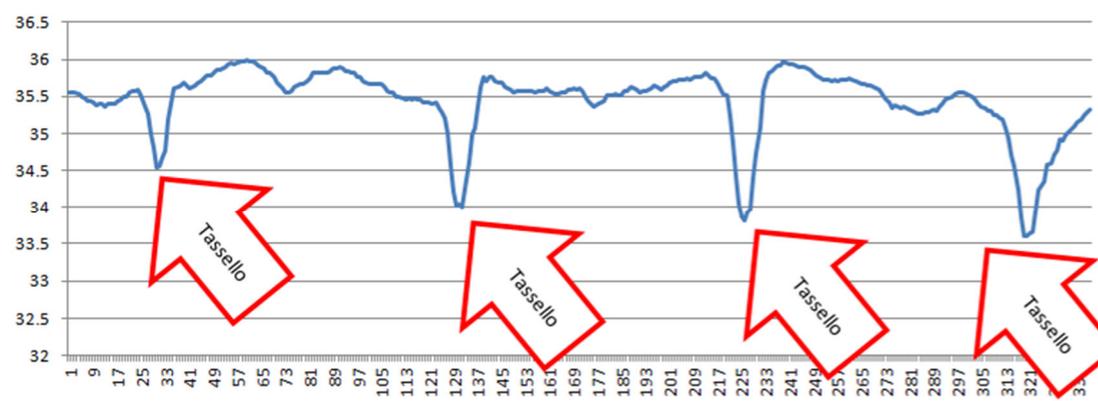
Immagine 2167 e 2168

La visione dei tasselli è un'informazione estremamente preziosa poiché consente di valutare la posa dei pannelli: la posa dei tasselli può essere individuata e ricondotta o meno ad uno schema di posa proposto in funzione del tipo di materiale del pannello. Nell'immagine sottostante si è individuato uno schema di posa che può essere indicativo di un'adeguata preparazione dell'impresa.

Nell'immagine sono anche evidenziati alcuni punti di anomalia con temperatura molto diverse rispetto ai tasselli.

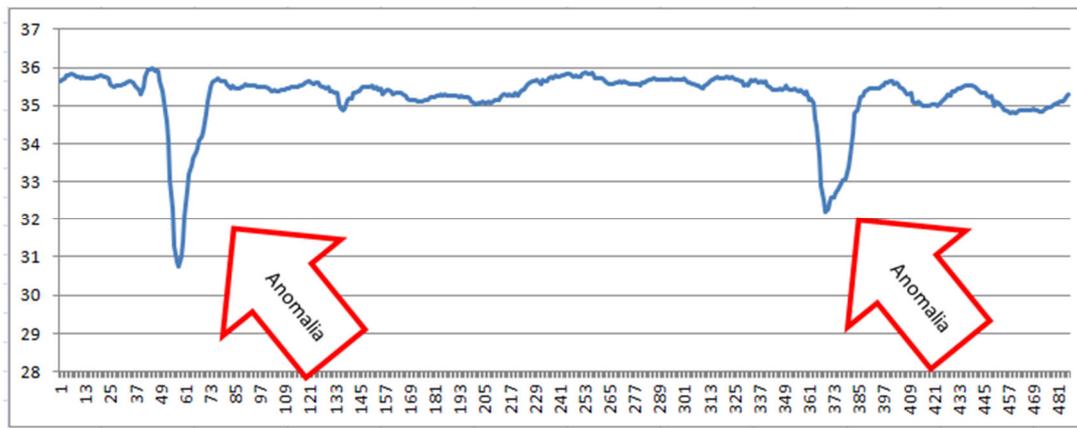


Schema di posa - prospetto ovest - Immagine 2167



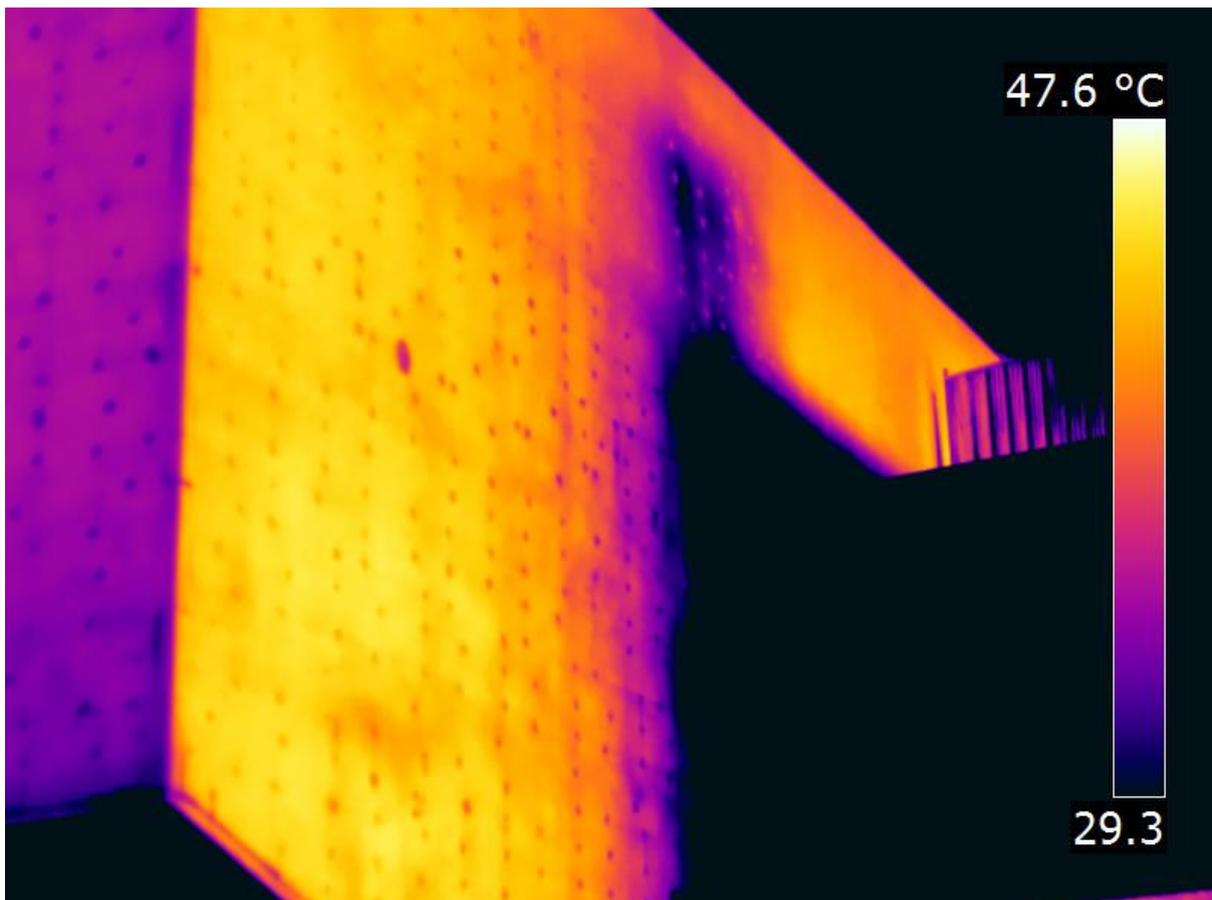
Esempio di valutazione delle temperature superficiali con tasselli in "caricamento" in riferimento all'immagine IR 2167, linea Li1

- i tasselli sono rilevabili già ad una distanza di 10 m;
- **in condizioni di caricamento** la tassellatura appare evidente e indagabile e la differenza di temperatura compresa tra 1 e 2 °C;



Esempio di valutazione delle temperature superficiali con anomalia in caricamento in riferimento all'immagine IR 2167, linea Li2

- l'anomalia si manifesta già ad una distanza di 10 m;
- **in condizioni di caricamento** l'anomalia appare evidente e indagabile e la differenza di temperatura compresa tra 3 e 5 °C.



Schema di posa - prospetto sud-ovest - Immagine 2179

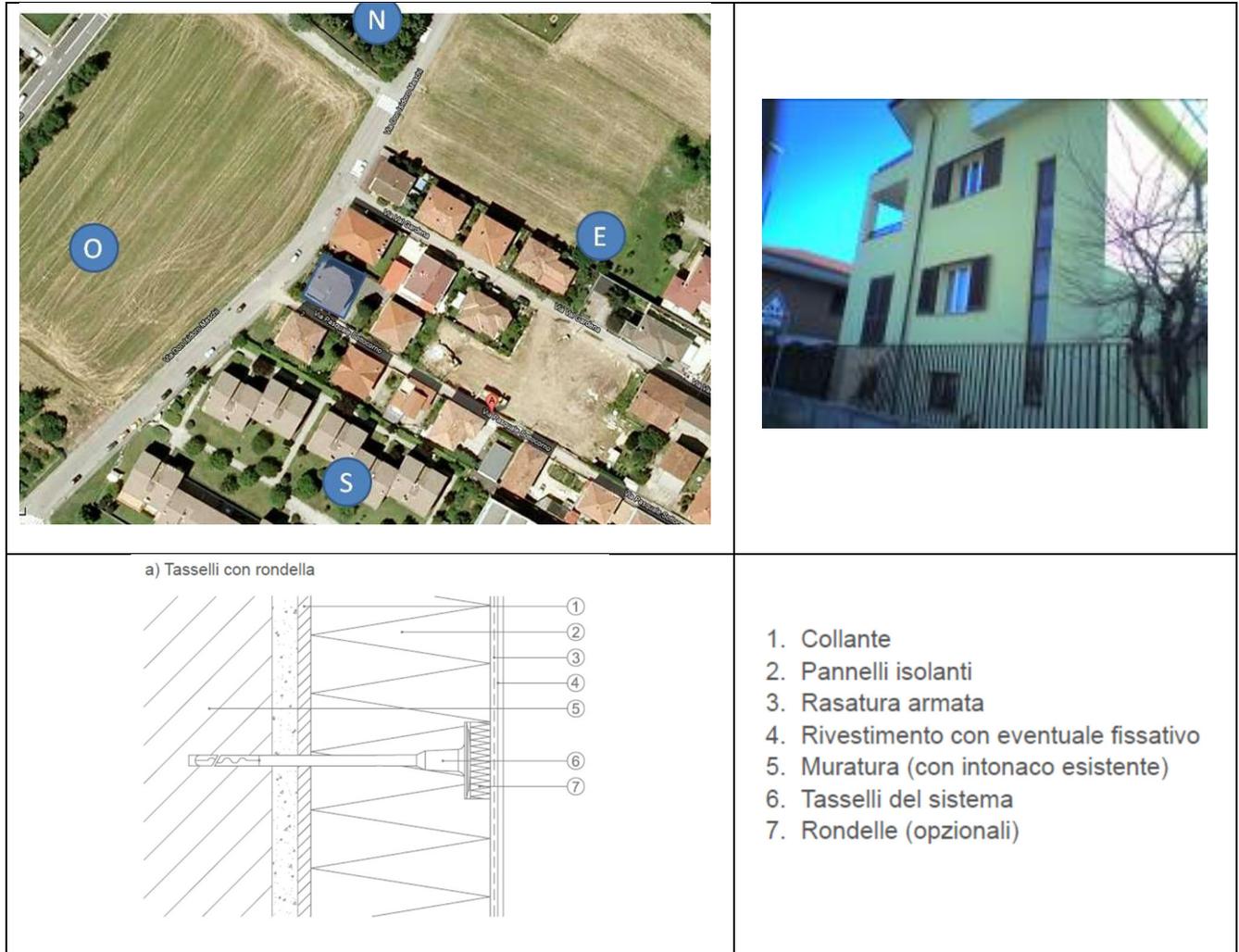
4.3 Esempio di cappotto ben posato con tasselli e rondelli in EPS

Ora di indagine con caricamento: 13:14 – 13:27

Mese indagine: marzo

Intervento del 2011

Villetta con cappotto in EPS da 10 cm con tasselli a taglio termico e rondella in EPS da 2 cm. Tassellatura posata con cura.



In relazione alla struttura è presumibile aspettarsi:

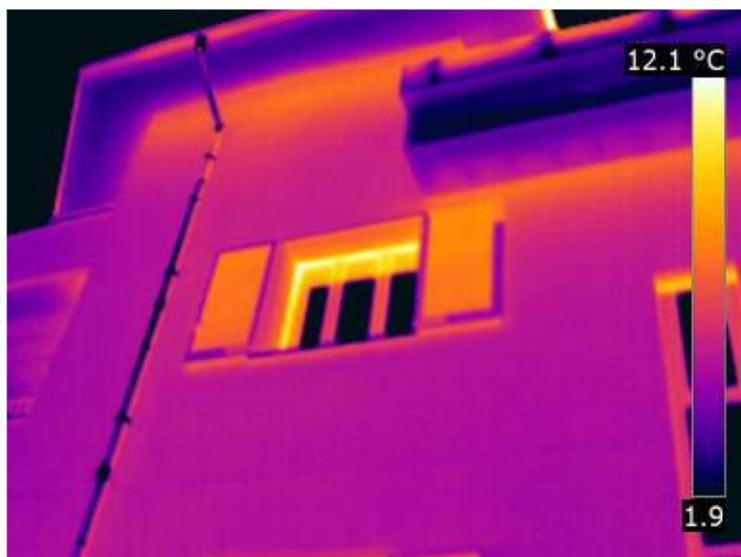
- la non (termo) visione dei tasselli
- assenza di difetti macroscopici tra i giunti dei pannelli o dei tasselli maltati

Dall'analisi dei termogrammi realizzati (ne seguono solo alcuni esempi) si possono delineare le seguenti valutazioni:

- le pareti non soggette ad irraggiamento solare con esposizione nord e ovest e quindi con gradienti di temperatura tra l'interno e l'esterno $\Delta T < 20^\circ\text{C}$ **non manifestano la presenza dei tasselli anche a distanza ravvicinata;**
- i tasselli non si manifestano né da 10 m né da indagini più vicine (entro 3m);



Prospetto nord-ovest



Immagini 5569 e 5568

- **in condizioni variabili** ovvero di caricamento e scaricamento energetico della parete per effetto dell'irraggiamento solare (parete est e sud/est al mattino) **la tassellatura non appare evidente e indagabile;**
- per effetto del consistente irraggiamento solare emergono i sormonti della rete della rasatura esterna sopra il cappotto con un passo di circa 90 cm (il che è corretto poiché la rete è larga 1 metro e la sovrapposizione si effettua per 10 cm).



Prospetto sud



Immagini 5590 e 5591

4.4 Esempi di cappotto con anomalie

Indagine in scaricamento della superficie irradiata: 15:52 – 16:20

Edificio con cappotto in EPS senza tasselli - 1986.

In relazione alla struttura è presumibile aspettarsi:

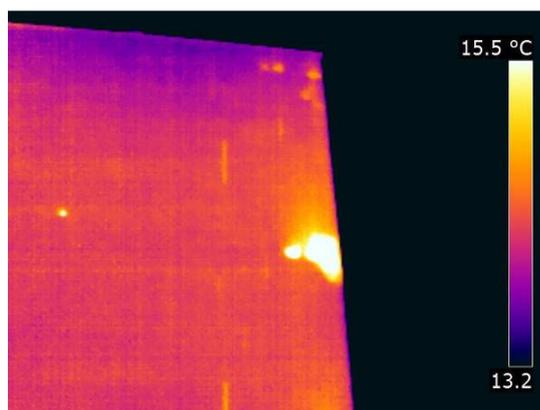
- la non (termo) visione dei tasselli
- presenza o meno a seconda della corretta modalità di posa di giunti tra i pannelli

Dall'analisi dei termogrammi realizzati (ne seguono solo alcuni esempi) si possono delineare le seguenti valutazioni:

- le pareti soggette ad un prolungato irraggiamento solare (>1.5 h) hanno una distribuzione di temperatura uniforme che non consente di evidenziare la presenza di anomalie o meno;
- presenza di anomalie riconducibili a pannelli non perfettamente accostati in parete non oggetto di irraggiamento ma in fase di scaricamento.



Prospetto ovest



Immagini 4363 e 4364

Indagine in scaricamento della superficie irradiata: 16:11 – 16:54

Edificio con cappotto in EPS senza tasselli.

In relazione alla struttura è presumibile aspettarsi:

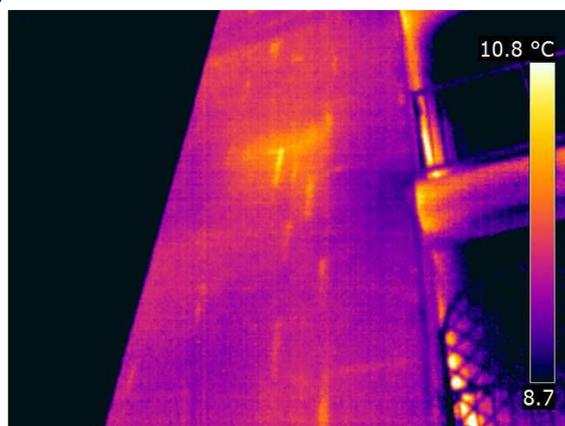
- la non (termo) visione dei tasselli
- presenza o meno a seconda della corretta modalità di posa di giunti tra i pannelli

Dall'analisi dei termogrammi realizzati (ne seguono solo alcuni esempi) si possono delineare le seguenti valutazioni:

- le pareti soggette ad un prolungato irraggiamento solare (>3 h) solare hanno una distribuzione di temperatura uniforme che non consente di evidenziare la presenza di anomalie o meno
- presenza di anomalie riconducibili a pannelli non perfettamente accostati in parete non oggetto di irraggiamento ma in fase di scaricamento.



Prospetto est



Immagini 5682 e 5683

5 PROCEDURA DI DIAGNOSI SU SISTEMA A CAPPOTTO

Il presente capitolo propone una check -list delle operazioni da eseguire per eseguire la diagnosi su un sistema a cappotto, ad esempio in caso di ammaloramento o difetti. L'obiettivo è elencare in maniera ordinata le attività da eseguire, specificando in quali di queste può essere di utile supporto la termografia.

Per tutti gli step previsti si tiene a riferimento lo stato dell'arte definito dalla norma UNI/TR 11715 se vigente al momento del progetto.

5.1 Elenco delle attività

Si riportano **in rosso** gli aspetti che possono essere supportati da indagine termografica.

Analisi dell'eventuale documentazione di progetto disponibile: l'analisi riguarda principalmente tre documenti (se presenti):

- relazione ex-legge 10 con dettaglio delle stratigrafie e dei ponti termici
- progetto del sistema a cappotto presente nelle tavole (con evidenza della certificazione del sistema con ETA – valutazione tecnica europea)
- capitolato lavori con descrizione dei vari componenti del sistema a cappotto previsti

Dall'analisi della relazione legge 10 si può capire se la progettazione risulta rispondente ai requisiti minimi in vigore al momento della richiesta del titolo abilitativo dell'intervento, mentre il progetto del sistema a cappotto e il capitolato lavori costituiscono il riferimento con il quale confrontare ciò che viene rilevato in campo in termini di realizzazione. Fondamentale per l'attività progettuale è il riferimento alla norma UNI/TR 11715.

Analisi visiva e invasiva della corretta realizzazione degli strati funzione del sistema: intonaco di finitura, intonaco di base con rete di rinforzo, materiale isolante, tassellatura; l'analisi visiva viene realizzata con indagini di natura invasiva per arrivare sino allo strato esterno del materiale isolante. Le indagini dovrebbero essere preferibilmente realizzate in diversi punti distinti e accessibili delle pareti, al fine di verificare l'omogeneità delle modalità di posa su tutta la superficie del cappotto.

Aspetti rilevanti da verificare:

- presenza di rete di rinforzo: **le immagini termografiche permettono a volte di vedere le zone di sormonto della rete (come nel caso di studio del paragrafo 4.3)**
- intonaco di fondo ben aggrappato all'isolante
- rete in posizione 1/2 o 1/3 esterno in modo da armare l'intonaco
- spessore dell'intonaco di base

Analisi visiva e invasiva per la verifica dell'impiego dei componenti del sistema a supporto della realizzazione:

- rete di armatura negli spigoli dei serramenti e delle aperture
- spigoli con profili e rete

Questi componenti (accessori) non costituiscono strati funzionali del sistema, ma l'impiego di elementi adatti e la loro corretta applicazione risulta fondamentale per la qualità finale del cappotto. L'analisi visiva viene realizzata con indagini di natura invasiva per verificare la presenza e il corretto posizionamento dei componenti. Le indagini verranno realizzate almeno in 4 punti distinti tra quelli critici (spigoli, angoli delle finestre, zone di sormonto). **L'indagine termografica può aiutare a verificare la corretta posa soprattutto della rete agli angoli del serramento.**

Analisi termografica qualitativa-attiva: a seconda dell'esposizione dei prospetti è possibile realizzare campagne di misura termografica in procedura qualitativa attiva per verificare la corretta posa sulla base di informazioni superficiali esterne. Le indagini vengono realizzate in occasione dell'arrivo della radiazione solare e in occasione del raffreddamento della superficie nell'ora in cui termina il soleggiamento diretto.

Nello specifico l'indagine termografica consente di esprimere un giudizio su:

- presenza e posizione dei tasselli e valutazione dello schema di posa
- corretto accostamento dei pannelli
- eventuale presenza di malta collante usata in modo errato superficialmente o altri materiali non idonei

Vedi capitolo 2.3, nel quale l'argomento viene diffusamente trattato.

Sistema di incollaggio: per valutare la corretta posa del sistema di incollaggio è generalmente necessario rimuovere almeno un pannello di isolante (dimensioni "standard" 50x100 cm). Rimosso il pannello, l'indagine visiva consente di verificare la modalità di incollaggio.

Aspetti rilevanti da verificare, tipo di sistema di incollaggio:

- incollaggio per cordolo perimetrale e punti
- incollaggio a tutta superficie
- incollaggio per punti (modalità non prevista dalla UNI/TR 11715)
- superficie di incollaggio (dipende dal sistema, in genere $\geq 40\%$)

5.2 Risultato delle attività:

L'obiettivo finale delle attività svolte è la stesura di un report che descriva le prove realizzate e tre tipi di giudizio sulle eventuali non conformità riscontrate rispetto alla procedura di corretta progettazione e posa:

- 1) eventuale non conformità di progetto o di realizzazione rispetto al progetto
- 2) livello di gravità della non conformità: grave, media, leggera
- 3) diffusione della non conformità: episodica o sistematica

Oltre all'elaborazione del giudizio dovrebbero essere indicate le opportune operazioni da eseguire per porre rimedio alle non conformità riscontrate.

Nota: la posa in opera di un sistema ETICS segue regole codificate e verificate nel corso di molti decenni. Il mancato rispetto delle regole può incidere pesantemente sul comportamento dei sistemi e sulla loro durabilità e "riparabilità".

CONCLUSIONI

Obiettivo generale dello studio è portare consapevolezza nel mondo edile, dalla produzione, alla progettazione, alla realizzazione e all'indagine IR, che il sistema a cappotto è un sistema da scegliere e posare con cura in accordo con le indicazioni del produttore del sistema.

Ai fini della corretta progettazione e della corretta posa è quindi necessario un percorso di informazione e formazione che le aziende e le associazioni rendono disponibili all'interno di eventi di aggiornamento e formazione dedicati sia ai progettisti/direttori lavori, sia agli installatori.

Allo stesso tempo per mezzo dell'indagine termografica è necessario essere consapevoli di ciò che l'operatore termografico individua come anomalia superficiale: è necessario conoscere il sistema a cappotto e cosa, di ciò che si ha l'opportunità di vedere in adeguate condizioni ambientali, posso considerare anomalia o meno.

Il documento si configura quindi come documento trasversale al mondo che ruota intorno alle seguenti fasi edili:

- **Progettista architettonico, termotecnico e direttore lavori:** l'importanza della scelta del sistema a cappotto certificato con ETA e di installatori specializzati nella posa del sistema a cappotto.
- **Installatore:** posare a regola d'arte poiché ciò che si "vede" con l'indagine termografica, si vedrà ben presto come difetto estetico e/o come degrado del rivestimento esterno.

Nota: dal 2018 ai sensi della norma UNI 11716 è possibile per un installatore ottenere la qualificazione professionale di "installatore dei sistemi ETICS".

- **Operatore termografico:** l'importanza di conoscere il sistema a cappotto e di conoscere le corrette condizioni di indagine termografica per riconoscere dalle anomalie termiche le effettive anomalie di posa.

Come indicato in premessa il presente documento si configura come documento di approfondimento sul rapporto indagine termografica e sistema di isolamento a cappotto. È quindi l'inizio di un percorso e sarà suscettibile di modifiche ed integrazioni future legata alla diagnostica igrotermica dei sistemi a cappotto.

6 SOLUZIONI TECNICHE CAPATECT ETICS

Sistemi Capatect ETICS

Per Caparol il concetto di isolamento termico per esterni è rappresentato da una tecnologia composta da diversi componenti che agiscono sinergicamente tra loro, meglio definita con una parola chiave: Sistema.

Questa filosofia ha dato vita alla linea di soluzioni **Capatect ETICS** che prevede **8 Sistemi di isolamento termico ETICS**, catalogati in base al materiale isolante utilizzato, oltre ad un **ciclo specifico** denominato **Perimeter Line**, utile per realizzare le **porzioni perimetrali** alla base degli edifici, a diretto contatto con il terreno, e trasversale a tutti i Sistemi.

Con l'aggiunta di ben **4 opzioni di configurazione**, è poi possibile ottenere **19 alternative** di Sistema che possono essere così dettagliate:

- **Classic Set** – varietà, qualità e semplicità per Sistemi ad alto valore aggiunto nelle loro configurazioni “standard”.
- **Carbon Edition** – grazie alla quale è possibile realizzare Sistemi ad alta resistenza meccanica e tinte scure.
- **Wooden Buildings** – che include tutte le soluzioni tecniche per realizzare cicli di isolamento dall'esterno su strutture in legno o in lastre su struttura leggera.
- **Original Melderfer®** – per realizzare finiture modulari speciali a scelta tra diverse geometrie e colori.

	Classic Set	Carbon Edition	Wooden Buildings	Original Melderfer®
TOP LINE	•	•	•	•
TOP LINE MECHANIC	•	-	-	•
MW LINE	•	•	•	•
MW LINE MECHANIC	•	-	-	•
PU LINE	•	-	-	-
PF LINE	•	-	-	•
WF LINE	-	-	•	-
HF LINE	•	-	•	-
PERIMETER LINE	-	•	-	-

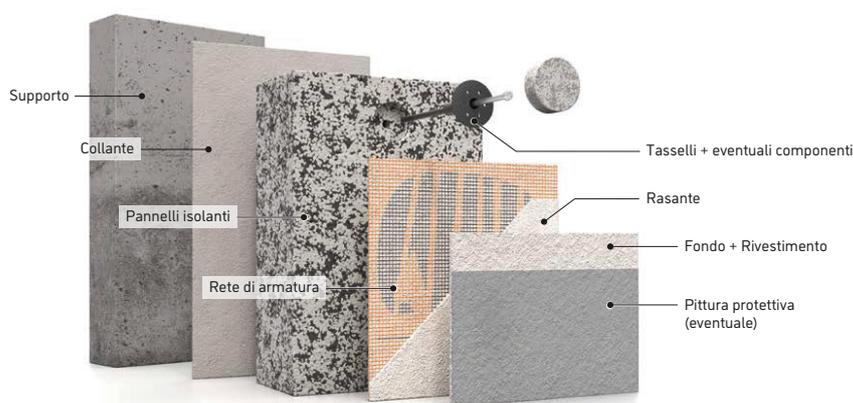
SISTEMI > SISTEMI - OPZIONI

Tutte le configurazioni previste sono dotate di **Valutazione Tecnica Europea** (European Technical Assessment – ETA, garanzia certificata di durabilità) e si distinguono per la qualità superiore dei loro componenti tra i quali possiamo annoverare i collanti rasanti a matrice minerale ad elevata permeabilità al vapore e basso modulo elastico (**Capatect-Klebe-und Spachtelmasse 190** e **Capatect-Klebe-und Armierungsmasse 186M**), i rasanti alleggeriti additivati con elementi minerali leggeri quali il vetro espanso per prestazioni elastiche migliorate (**Capatect Minera ECO LS**) oppure la più vasta scelta di finiture decorative e protettive che può spaziare dai rivestimenti acril-silossanici fibrorinforzati (**Muresko Putz**), rivestimenti silossanici (**Capatect Amphisilan Fassadenputz K**) e rivestimenti metilsiliconici integrati con nano-tecnologie specifiche, studiati per mantenere le superfici isolate pulite e protette nel tempo (**Capatect Thermosan Fassadenputz K**).

Capatect Top Line

Il Sistema di isolamento termico **Capatect Top Line** è sviluppato con componenti ad alta tecnologia, fra i quali i pannelli isolanti **Dalmatiner**, che identificano in modo inconfondibile i Sistemi di isolamento termico Caparol. La linea Dalmatiner, che da sempre si distingue per eccellenti caratteristiche tecniche, compie oggi un ulteriore passo in avanti, evolvendo verso prestazioni funzionali potenziate insieme ad un'impronta ambientale più sostenibile. Le nuove miscele di perle bianche e perle additate con grafite minerale, vengono ora bilanciate grazie all'ottimizzazione delle connessioni tra gli elementi leggeri che garantisce prestazioni superiori in trazione ed elasticità. Grazie all'impiego di materie prime derivate da fonti rinnovabili in percentuali fino al 100%, i processi produttivi portano ad un risparmio di emissioni di CO₂ fino al 70% rispetto ad una tradizionale filiera che impiega risorse derivate dall'utilizzo di materie prime fossili, contribuendo concretamente alla sostenibilità ed aiutando l'ambiente. Tutte queste caratteristiche combinate con quelle distintive degli altri componenti come i rasanti minerali specifici, i rivestimenti nanotecnologici o i rivestimenti rinforzati con fibre di carbonio (adattabili anche nel Sistema **Capatect Top Line Mechanic**, specifico per ancoraggio su guide qualora i supporti risultino deboli, non portanti e quindi non idonei per l'incollaggio tradizionale dei pannelli isolanti) rendono questa opzione di configurazione indicata per interpretare le richieste tecniche ed estetiche più esigenti.

TOP LINE | CLASSIC SET



Sistema di isolamento termico ETICS con pannelli in EPS additivati con grafite di qualità Dalmatiner. La scelta sicura per le esigenze di tutti i giorni.



CARATTERISTICHE

Materiale isolante	EPS con grafite
Struttura rivestimento (rasante, finitura)	Silossanica Acridsilossanica
Resistenza agli urti	Categoria II
Classificazione al fuoco sistema	B - s1 - d0 B - s2 - d0
Indice di riflessione I.R. minimo	20
Conducibilità termica materiale isolante	0,030 - 0,033 W/mK
Resistenza alle sollecitazioni meccaniche	■ ■ ■ ■ ■
Reazione al fuoco	■ ■ ■ ■ ■
Stabilità del colore	■ ■ ■ ■ ■
Pulizia di facciata	■ ■ ■ ■ ■

CERTIFICAZIONI

ETA 13/0498

ETA 12/0383

ETA 05/0131

Consultare i certificati ETA per conoscere il dettaglio delle corrette combinazioni dei prodotti.

COMPONENTI DEL SISTEMA

- Collante**
 - Capatect klebe- und Spachtelmasse 190
 - Capatect klebe- und Armierungsmasse 186M
 - Capatect 185 Dämmkleber
- Pannelli isolanti**
 - Capatect PS Dämmplatte Dalmatiner 160 Plus R
 - Capatect PS Dämmplatte Dalmatiner Premium R
 - Capatect PS Dämmplatte Dalmatiner 161 Light R
 - Capatect PS Dämmplatte 030 Exklusiv R
- Tasselli + eventuali componenti**
 - Capatect STR Carbon + Capatect Polystyrol-Rondelle Ø 60 mm
 - Capatect Carbon Fix
- Rasante**
 - Capatect klebe- und Spachtelmasse 190
 - Capatect klebe- und Armierungsmasse 186M
- Rete di armatura**
 - Capatect Gewebe 650
- Fondo**
 - PutzGrund
- Rivestimento**
 - Capatect ThermoSan Fassadenputz NQG K15
 - Capatect CarboPor K15
 - Capatect AmphiSilan Fassadenputz FEIN / K12 / K15 / K20 / R20 / K30 / R30
 - Capatect Muresko Putz K12 / K15
 - Capatect 622 Putz K15
 - Capatect Rustik Putz K10 / K12
 - Capatect Sylitol Fassadenputz K15
- Pittura protettiva (eventuale)**
 - ThermoSan NQG

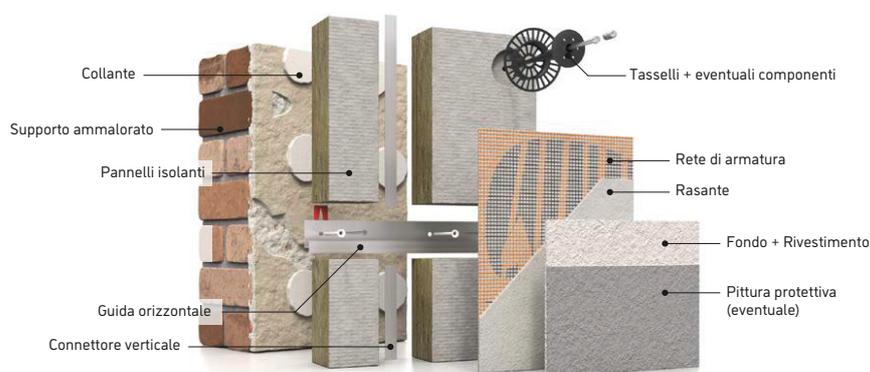
Capatect MW Line

Il Sistema **Capatect MW Line** con pannelli isolanti in lana di roccia presenta prestazioni superiori in termini di proprietà acustiche dovute alla struttura fibrosa della matrice minerale che contribuisce significativamente al miglioramento delle prestazioni fonoisolanti della parete su cui il pannello viene installato, consentendo nello stesso tempo di realizzare pacchetti di chiusura “traspiranti” e con una stabilità dimensionale elevata rispetto ad altri materiali presenti sul mercato.

Il pannello isolante in lana di roccia presenta le migliori caratteristiche di comportamento al fuoco essendo incombustibile (classe A1). In caso di incendio non genera né fumi tossici né gocciolamento prevenendo la propagazione del fuoco e contribuendo ad incrementare le prestazioni dell'elemento costruttivo ETICS in cui è installato fino a raggiungere una classe di reazione al fuoco di sistema in A2, s1, d0.

Le alte prestazioni dei pannelli in lana di roccia Capatect oggi poi possono essere integrate nel nuovo Sistema meccanico Capatect **MW Line Mechanic** che attraverso l'uso di speciali pannelli in MW appositamente studiati per il fissaggio su guide in alluminio consente di portare la qualità e l'innovazione dei Sistemi Capatect ETICS anche nel caso di supporti problematici (intonaci decoesi, piastrelle ceramiche distaccate o con finitura liscia, ...).

MW LINE MECHANIC | CLASSIC SET



Sistema di isolamento termico ETICS con pannelli in lana di roccia applicabili su guide. Sistema ininfiammabile, traspirante e con alte prestazioni acustiche, su supporti critici.



CARATTERISTICHE

Materiale isolante	Lana Minerale
Struttura rivestimento (rasante, finitura)	Silossanica Acrilsilossanica
Resistenza agli urti	Categoria II
Classificazione al fuoco sistema	A2 - s1 - d0
Indice di riflessione I.R. minimo	20
Conducibilità termica materiale isolante	0,037 W/mK
Resistenza alle sollecitazioni meccaniche	■ ■ ■ ■ ■
Reazione al fuoco	■ ■ ■ ■ ■
Stabilità del colore	■ ■ ■ ■ ■
Pulizia di facciata	■ ■ ■ ■ ■

CERTIFICAZIONI

ETA 10/0436

Consultare i certificati ETA per conoscere il dettaglio delle corrette combinazioni dei prodotti.

COMPONENTI DEL SISTEMA

- Collante**
 - Capatect Klebe- und Armierungsmasse 186M
 - Capatect Dämmkleber 185
- Pannelli isolanti**
 - Capatect MW Dämmplatte 037 Mechanic
- Tasselli + eventuali componenti**
 - Capatect STR Carbon + Capatect VT 2G + Capatect Mineralfaser rondelle
 - Capatect STR Carbon + Capatect VT90 + Capatect Duebelstopfen
- Rasante**
 - Capatect Klebe- und Armierungsmasse 186M
- Rete di armatura**
 - Capatect Gewebe 650
- Fondo**
 - PutzGrund
- Rivestimento**
 - Capatect ThermoSan Fassadenputz NQG K15
 - Capatect AmphiSilan Fassadenputz FEIN / K12 / K15 / K20 / R20 / K30 / R30
 - Capatect 622 Putz K15
 - Capatect Sylitol Fassadenputz K15
- Pittura protettiva (eventuale)**
 - ThermoSan NQG
- Componenti ancoraggio meccanico**
 - Capatect Halteleisten 632/00 Alu + Capatect Verbindungsstücke 633/00 Alu + Capatect SDK U + Capatect Distanzstücke

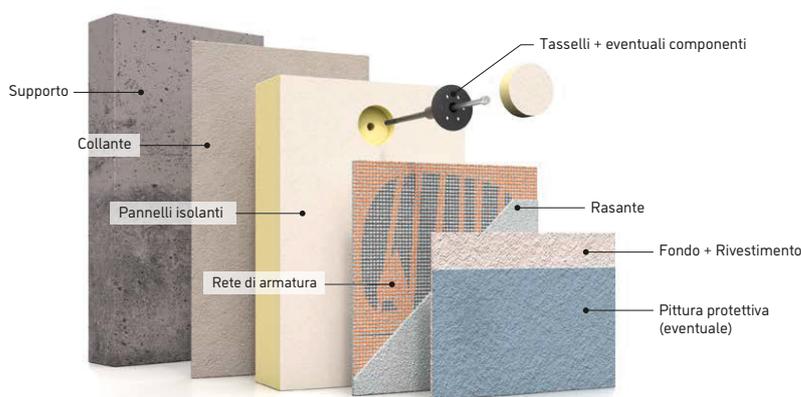
Capatect PU Line

Il Sistema di isolamento termico **Capatect PU Line** è sviluppato per massimizzare la resistenza termica a parità di spessore e ridurre conseguentemente l'ingombro del pacchetto isolante.

Il Sistema **ETICS** è caratterizzato dalle elevate prestazioni del pannello isolante in poliuretano **Capatect PU Dammplatte Class SK** che unisce la praticità di impiego con sicurezza di elevati e costanti standard qualitativi in grado di assicurare la stabilità del materiale e l'efficacia isolante per l'intera durata dell'opera.

Dal punto di vista della sostenibilità ambientale il poliuretano, a parità di spessore, garantisce un migliore isolamento termico, riducendo le masse volumiche rispetto ad altri prodotti isolanti. L'efficienza termica, unita alla leggerezza, permette di limitare i volumi e i pesi impiegati nelle applicazioni; un vantaggio che si traduce in una drastica riduzione di tutti i consumi determinati da trasporto, installazione e, a fine vita, dismissione o riciclo dei prodotti garantendo ottimi risultati nelle analisi di ciclo vita (analisi Life Cycle Assessment).

PU LINE | CLASSIC SET



Sistema di isolamento termico ETICS con pannelli in schiuma poliuretana Polyiso. Per minimizzare le dispersioni a parità di spessore e ridurre l'ingombro del Sistema.



CARATTERISTICHE

Materiale isolante	Poliuretano
Struttura rivestimento (rasante, finitura)	Acrilossilossanica
Resistenza agli urti	Categoria I
Classificazione al fuoco sistema	B - s1 - d0
Indice di riflessione I.R. minimo	20
Conducibilità termica materiale isolante	0,024 - 0,025 - 0,026 - 0,027 W/mK
Resistenza alle sollecitazioni meccaniche	■ ■ ■ ■ ■
Reazione al fuoco	■ ■ ■ ■ ■
Stabilità del colore	■ ■ ■ ■ ■
Pulizia di facciata	■ ■ ■ ■ ■

COMPONENTI DEL SISTEMA

- Collante**
 - Capatect Klebe- und Spachtelmasse 190
- Pannelli isolanti**
 - Capatect PU Dämmplatte Class SK
- Tasselli + eventuali componenti**
 - Capatect STR Carbon + Capatect Polystyrol-Rondelle Ø 60 mm
 - Capatect Carbon-Fix
- Rasante**
 - Capatect Klebe- und Spachtelmasse 190
- Rete di armatura**
 - Capatect Gewebe 650/110
- Fondo**
 - PutzGrund
- Rivestimento**
 - Capatect 622 Putz K15
- Pittura protettiva (eventuale)**
 - ThermoSan NQG

CERTIFICAZIONI

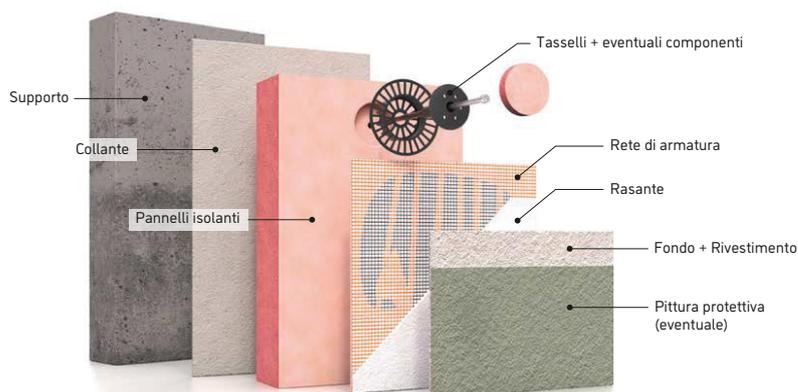
ETA 10/0027

Consultare i certificati ETA per conoscere il dettaglio delle corrette combinazioni dei prodotti.

Capatect PF Line

La necessità di isolare termicamente le superfici verticali opache degli edifici ottimizzando gli spessori a disposizione è sempre più frequente. Al fine di soddisfare questa esigenza la linea Capatect prevede **Capatect PF Line**, il Sistema di isolamento ETICS con pannelli in resina fenolica studiati per l'uso in facciata che grazie all'elevato potere isolante, dovuto alla bassa conducibilità termica, l'ottima reazione al fuoco e l'inesistente emissione di fumi tossici in caso di incendio, rendono questa soluzione ideale per essere impiegata nell'isolamento civile, commerciale ed industriale.

PF LINE | CLASSIC SET



Sistema di isolamento termico ETICS con pannelli in resina fenolica. Per minimizzare le dispersioni a parità di spessore e ridurre l'ingombro del Sistema.



CARATTERISTICHE

Materiale isolante	Resina Fenolica
Struttura rivestimento (rasante, finitura)	Silossanica
Resistenza agli urti	Categoria II
Classificazione al fuoco sistema	B - s1 - d0
Indice di riflessione I.R. minimo	20
Conducibilità termica materiale isolante	0,019 - 0,021 W/mK
Resistenza alle sollecitazioni meccaniche	-
Reazione al fuoco	■ ■ ■ ■ ■
Stabilità del colore	■ ■ ■ ■ ■
Pulizia di facciata	■ ■ ■ ■ ■

CERTIFICAZIONI

ETA 11/0300

Consultare i certificati ETA per conoscere il dettaglio delle corrette combinazioni dei prodotti.

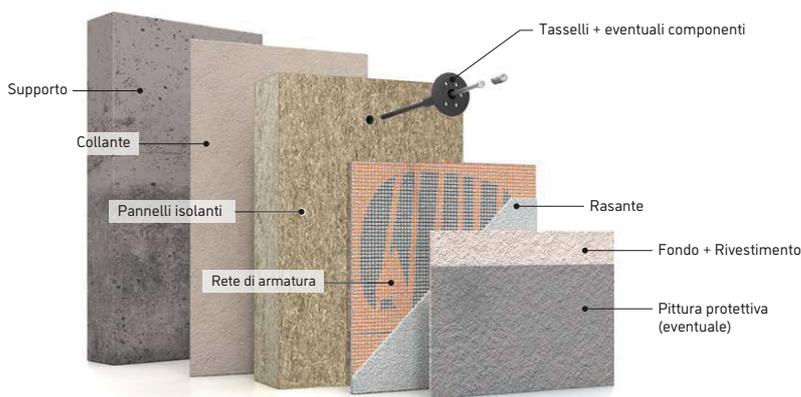
COMPONENTI DEL SISTEMA

- Collante**
 - Capatect Klebe- und Spachtelmasse 190
 - Capatect Dämmkleber 185
- Pannelli isolanti**
 - Capatect PF Dämmplatte K5
 - Capatect PF Dämmplatte High Performance
- Tasselli + eventuali componenti**
 - Capatect STR Carbon + Capatect VT 2G + Capatect Polystyrol-Rondelle Ø 60 mm
 - Capatect Carbon-Fix
- Rasante**
 - Capatect CS-Klebe- und Armierungsmörtel 850
- Rete di armatura**
 - Capatect Gewebe 650
- Fondo**
 - PutzGrund
- Rivestimento**
 - Capatect ThermoSan Fassadenputz NQG K15
 - Capatect AmphiSilan Fassadenputz K15 / K20 / R20 / K30 / R30
- Pittura protettiva (eventuale)**
 - ThermoSan NQG

Capatect HF Line

Il Sistema di isolamento termico ETICS con pannelli in fibra di canapa **Capatect HF Line** sviluppa un approccio sostenibile grazie ad un eccellente bilancio ecologico ed energetico. Infatti **Capatect HF Dämmplatte 042 Wall** è il pannello da cappotto in canapa che coniuga per la prima volta i vantaggi dell'industria specializzata nell'isolamento termico a i processi della filiera agricola di tipo tradizionale. Acustica, traspirabilità ed un eccezionale comportamento termico estivo sono i principali vantaggi di questo prodotto e di questa tipologia di Sistema ETICS.

HF LINE | CLASSIC SET



Sistema di isolamento termico ETICS con pannelli in fibra di canapa. Approccio sostenibile grazie ad un eccellente bilancio ecologico ed energetico.



CARATTERISTICHE

Materiale isolante	Fibra di Canapa
Struttura rivestimento (rasante, finitura)	Silossanica
Resistenza agli urti	Categoria II
Classificazione al fuoco sistema	B - s1 - d0
Indice di riflessione I.R. minimo	20
Conducibilità termica materiale isolante	0,042 W/mK
Resistenza alle sollecitazioni meccaniche	■ ■ ■ ■ ■
Reazione al fuoco	■ ■ ■ ■ ■
Stabilità del colore	■ ■ ■ ■ ■
Pulizia di facciata	■ ■ ■ ■ ■

COMPONENTI DEL SISTEMA

- Collante**
 - Capatect Minera ECO LS
- Pannelli isolanti**
 - Capatect HF Dämmplatte 042 Wall
- Tasselli + eventuali componenti**
 - Capatect STR Carbon + Capatect Hanffaser Rondelle
- Rasante**
 - Capatect Minera ECO LS
- Rete di armatura**
 - Capatect Gewebe 650
- Fondo**
 - PutzGrund
- Rivestimento**
 - Capatect CarboPor K15
- Pittura protettiva (eventuale)**
 - ThermoSan NQG

CERTIFICAZIONI

ETA 05/0052

Consultare i certificati ETA per conoscere il dettaglio delle corrette combinazioni dei prodotti.

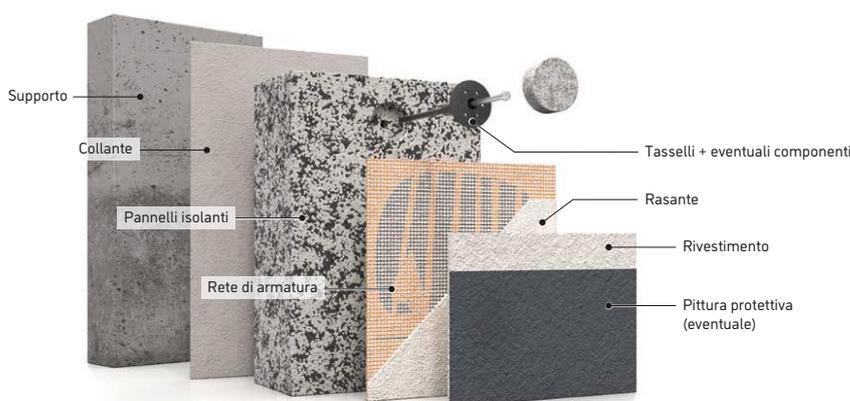
Capatect Carbon Edition

Molti studi scientifici sono concordi nel suggerire un legame tra il climate change e gli eventi atmosferici sempre più violenti che stanno lentamente diventando parte della nostra quotidianità.

Bombe d'acqua improvvise ma, soprattutto, grandinate sempre più intense, oltre a rappresentare un pericolo per gli esseri umani, producono effetti devastanti sull'agricoltura, sui veicoli, ed anche sulle infrastrutture e gli edifici. Più in particolare, questi ultimi, coibentati con pacchetti isolanti a cappotto non adeguatamente progettati o installati, possono essere soggetti a danni anche ingenti.

Grazie all'esperienza ultra decennale di Caparol nell'ambito dei Sistemi di isolamento termico ETICS, è possibile ridurre drasticamente, e addirittura evitare, tali rischi. La linea Capatect ETICS, presenta infatti soluzioni specifiche denominate **Carbon Edition**, caratterizzate da massima resistenza alla grandine e agli urti in genere con opzioni di configurazione che prevedono l'integrazione di rasanti e finiture ad elevata prestazione additivati con fibre di carbonio, in grado di raggiungere performance superiori contro urti e grandine, senza compromettere le altre importanti caratteristiche come la bassa presa di sporco e la massima idrorepellenza.

TOP LINE | CARBON EDITION



Sistema di isolamento termico ETICS con pannelli in EPS Dalmatiner additivati con grafite e rasatura armata potenziata. Resistente agli urti, alla grandine e per colori scuri.



CARATTERISTICHE

Materiale isolante	EPS con grafite
Struttura rivestimento (rasante, finitura)	Silossanica
Resistenza agli urti	Categoria I - HW4
Classificazione al fuoco sistema	B - s1 - d0
Indice di riflessione I.R. minimo	10 (5)
Conducibilità termica materiale isolante	0,030 - 0,031 W/mK
Resistenza alle sollecitazioni meccaniche	■ ■ ■ ■ ■
Reazione al fuoco	■ ■ ■ ■ ■
Stabilità del colore	■ ■ ■ ■ ■
Pulizia di facciata	■ ■ ■ ■ ■

COMPONENTI DEL SISTEMA

- Collante**
 - Capatect klebe-und Armierungsmasse 186M
- Pannelli isolanti**
 - Capatect PS Dämmplatte Dalmatiner 160 Plus R
 - Capatect PS Dämmplatte Dalmatiner Premium R
- Tasselli + eventuali componenti**
 - Capatect STR Carbon + Capatect Polystyrol-Rondelle Ø 60 mm
 - Capatect Carbon-Fix
- Rasante**
 - Capatect CarbonSpachtel
- Rete di armatura**
 - Capatect Gewebe 650
- Rivestimento**
 - Capatect CarboPor K15
- Pittura protettiva per colorazioni IR > 5**
 - CoolProtect

CERTIFICAZIONI

ETA 05/0131

Consultare i certificati ETA per conoscere il dettaglio delle corrette combinazioni dei prodotti.

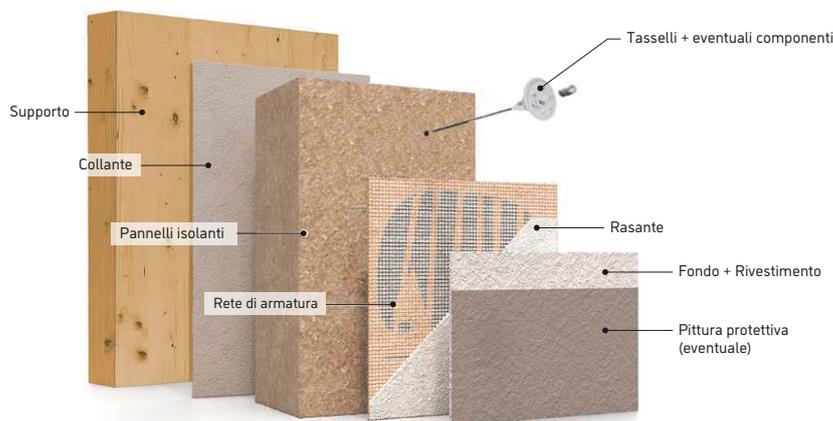
Ripristino Sistemi ETICS danneggiati da grandine

Caparol offre soluzioni anche per il ripristino di pacchetti isolanti esistenti danneggiati da grandine, cicli tecnici che sono dettagliati nel nuovissimo documento tecnico “Vademecum Tecnico Grandine e Sistemi ETICS - Ripristino e manutenzione”, che rappresenta la summa di tutte le indicazioni tecniche necessarie, suddivise per tipologia di intervento e che con semplici ed esaurienti spiegazioni grafiche indica come procedere passo dopo passo per una riparazione efficace e duratura del pacchetto isolante danneggiato.

Wooden Buildings

La linea Capatect ETICS prevede tutte le soluzioni per l’isolamento termico delle strutture leggere in legno o in lastre grazie ai Sistemi **Wooden Buildings** che consentono ampia possibilità di configurazione in funzione della filosofia progettuale che si intende applicare spaziando quindi dal Sistema TOP Line al MW Line fino ad arrivare ai Sistemi con pannelli in fibra di legno autoportanti e bordi ad incastro oppure i Sistemi con pannelli isolanti nativi in Fibra di Canapa specificamente studiata per l’isolamento delle facciate.

WF LINE | WOODEN BUILDINGS



Sistema di isolamento termico ETICS con pannelli in fibra di legno. Soluzione certificata studiata appositamente per edifici in legno.



CARATTERISTICHE

Materiale isolante	Fibra di legno
Struttura rivestimento (rasante, finitura)	Silossanica
Resistenza agli urti	-
Classificazione al fuoco sistema	B2*
Indice di riflessione I.R. minimo	20
Conducibilità termica materiale isolante	0,040 - 0,043 W/mK
Resistenza alle sollecitazioni meccaniche	-
Reazione al fuoco	-
Stabilità del colore	■ ■ ■ ■ ■
Pulizia di facciata	■ ■ ■ ■ ■

CERTIFICAZIONI

AbZ Z 33.47-668

Consultare i certificati AbZ per conoscere il dettaglio delle corrette combinazioni dei prodotti.

* In accordo con la norma tedesca di progettazione DIN 4102

COMPONENTI DEL SISTEMA

- Collante (opzionale)**
 - Capatect Rollkleber 615
- Pannelli isolanti**
 - Capatect WF Dämmplatte Exterior Compact 1.8
 - Capatect WF Dämmplatte Exterior Compact 1.4
- Tasselli + eventuali componenti**
 - Capatect STR H + Capatect Rondelle Massiv
- Rasante**
 - Inthermo HFD Armierungsmasse
- Rete di armatura**
 - Capatect Gewebe 650
- Fondo**
 - PutzGrund
- Rivestimento**
 - Inthermo HFD Siliconharzputz
- Pittura protettiva (eventuale)**
 - ThermoSan NQG

Original Meldorf®

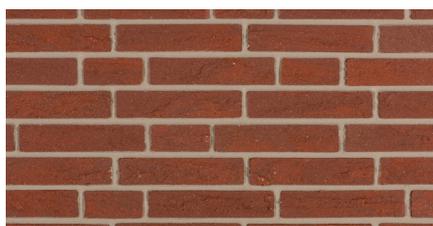
La quarta opzione configurativa riguarda principalmente l'ampia scelta di finiture non convenzionali per Sistemi Capatect ETICS studiate appositamente per consentire la più assoluta personalizzazione della facciata.

Gli elementi modulari **Original Meldorf®** sono realizzati con sabbie naturali, pietre macinate e riempitivi minerali e rappresentano la selezione più elegante delle infinite varianti realizzabili nello stabilimento di Nindorf, situato nello Schleswig-Holstein all'estremo nord della Germania.

Meldorf® è "Original" perché unica realtà nel settore degli elementi modulari con proprio sito produttivo, dove gli Original Meldorf® vengono realizzati grazie ad una tecnica che unisce i vantaggi della manualità artigianale tramandata da 40 anni con la riproducibilità e ed affidabilità del processo industriale.

Questa particolarità permette di fabbricare elementi in una varietà di dimensioni, finiture, colori e forme praticamente infinita, mantenendo costante l'elevato standard qualitativo.

Grazie al peso ed allo spessore contenuto gli Original Meldorf® sono applicabili su quasi tutti i supporti e consentono un notevole risparmio di tempo e di costi rispetto ai classici elementi faccia a vista e ai clinker. Sono idonei al rivestimento di Sistemi di isolamento termico Capatect ETICS, di superfici di facciate ventilate, di edifici realizzati in muratura standard, oltre che essere adatti anche a rivestire pareti interne. Per quanto riguarda i Sistemi di isolamento termico gli Original Meldorf® rappresentano una soluzione estremamente sicura ed affidabile, possono essere utilizzati a prescindere dallo spessore del tipo di materiale isolante (pannelli in lana di roccia, EPS e poliuretano) ed in particolare se applicati sulla lana di roccia non ne inficiano né diminuiscono la prestazione al fuoco. Uno dei vantaggi principali degli Original Meldorf® è costituito dalla possibilità di evitare l'aggiunta di giunti di dilatazione passanti. Incollaggio, posa e fughe sono realizzati in un'unica soluzione con un solo materiale, con importante semplificazione del lavoro. Le superfici presentano un'eccezionale durabilità e resistenza al gelo e ai raggi UV, ed asciugano velocemente.



FRIESLAND | URBAN CLASSIC
Formato: 240 x 52 mm



ALTWEISS | URBAN CLASSIC
Formato: 240 x 52 mm



KOPENHAGEN | NEW DESIGN
Formato: 400 x 40 mm



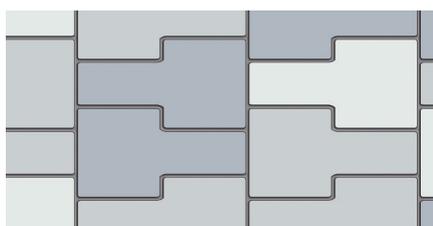
RHOMBUS | MY MELDORFER
Formato: assortito



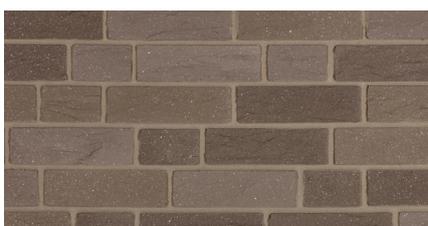
4166/1 | MY MELDORFER
Formato: assortito



BORK | NEW DESIGN
Formato: 740 x 52 mm



TETRIS + 3991/3 | MY MELDORFER
Formato: assortito



WESTERWALD | URBAN CLASSIC
Formato: 240 x 71 mm

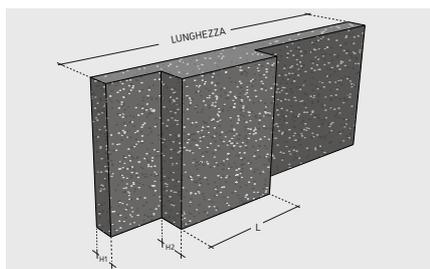


4111/1 | MY MELDORFER
Formato: assortito

Engineering+

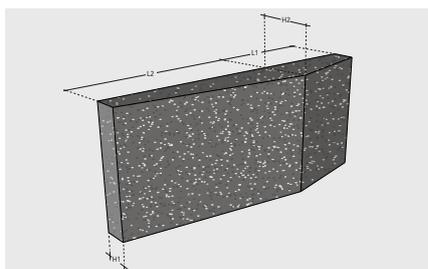
L'innovazione prosegue poi la linea **Engineering+** che comprende una serie di soluzioni concepite per portare la progettazione e l'installazione dei Sistemi Capatect ETICS ad un nuovo livello evolutivo, abbattendo le barriere della progettazione architettonica in facciata. Si tratta di elementi isolanti tridimensionali per creare superfici estremamente personalizzate grazie a geometrie, curve o spigoli in aggetto o rientranti.

Grazie all'esperienza pluridecennale di Caparol nel mondo dell'isolamento termico ETICS e all'implementazione degli elementi isolanti volumetrici preformati è ora possibile realizzare facciate termicamente efficienti e in grado di soddisfare le più svariate scelte progettuali, nel rispetto dei più alti standard qualitativi e funzionali.



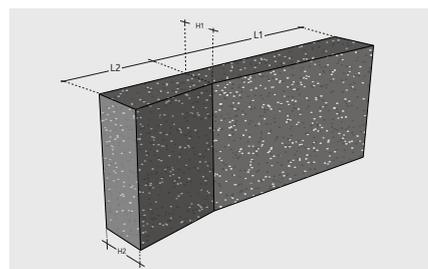
PRISMA

- Volume tridimensionale di materiale isolante con prisma in aggetto
- Proporzioni prisma e spessori personalizzabili
- Disponibili in EPS Dalmatiner e MW



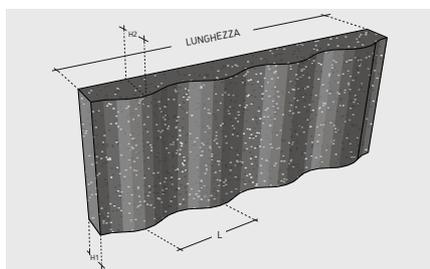
CONVEX

- Volume tridimensionale di materiale isolante sagomato ad angolo convesso
- Proporzioni cuspidi aggettante e spessori personalizzabili
- Disponibili in EPS Dalmatiner e MW



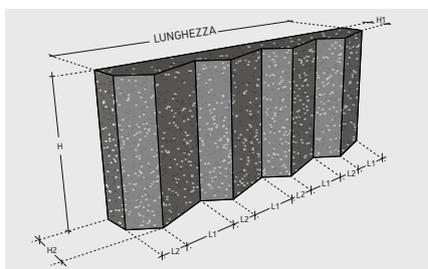
CONCAVE

- Volume tridimensionale di materiale isolante sagomato ad angolo concavo
- Proporzioni cuspidi rientrante e spessori personalizzabili
- Disponibili in EPS Dalmatiner e MW



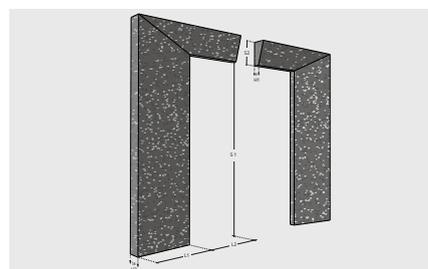
WAVE

- Volume tridimensionale di materiale isolante sagomato ad andamento sinusoidale
- Ampiezza dell'onda, altezza dell'onda e spessori personalizzabili
- Disponibili in EPS Dalmatiner e MW



ZIG ZAG

- Volume tridimensionale di materiale isolante sagomato con serie di cuspidi aggettanti
- Proporzioni cuspidi e spessori personalizzabili
- Disponibili in EPS Dalmatiner e MW



SPLAY

- Volume tridimensionale di materiale isolante sagomato strombato
- Proporzioni della strombatura e spessori personalizzabili
- Disponibili in EPS Dalmatiner e MW

Architecture+

I Sistemi di isolamento termico ETICS richiedono finiture altamente performanti e protettive per garantire facciate belle e pulite nel tempo. Così Caparol concepisce i suoi Sistemi Capatect ETICS, da sempre.

Architecture+ è la nuova collezione di finiture materiche decorative per Sistemi ETICS.

Frutto di particolari tecniche applicative, permette di ottenere superfici sorprendenti con effetti inconsueti: di movimento, materici, tattili, cangianti con giochi di luce, ombra e colore, lisci o fortemente legati all'artigianalità, per aree estese opportunamente progettate oppure per ridotte e mirate texture di interruzione.

Architecture+ è l'elemento emozionale e di estetica evoluta che si va ad aggiungere all'efficienza e alle prestazioni dei Sistemi Capatect ETICS.



P-BULLIED

- Applicazione di rivestimento a spessore di sistema Capatect da portare a completa maturazione
- Applicazione in doppia mano di Capatect **PrimaPor MP / Capatect SH-Modellierputz**, rivestimento silossanico colorato decorativo e strutturabile
- Strutturazione della texture superficiale su supporto "fresco" con **Capatect Gewebe 650**
- Esecuzione di levigatura su supporto asciutto e successiva pulizia
- Applicazione di **Top Lasur NQG** velatura silossanica con particelle di nanoquarzo



TINY DOTS

- Applicazione di rivestimento a spessore di sistema Capatect da portare a completa maturazione
- Applicazione in doppia mano di **Capatect PrimaPor MP / Capatect SH-Modellierputz**, rivestimento silossanico colorato decorativo e strutturabile
- Esecuzione di levigatura su supporto asciutto e successiva pulizia
- Applicazione di **Top Lasur NQG** velatura silossanica con particelle di nanoquarzo



G-SHADE

- Applicazione di rivestimento a spessore di sistema Capatect da portare a completa maturazione
- Applicazione in doppia mano di **Capatect PrimaPor MP / Capatect SH-Modellierputz**, rivestimento silossanico colorato decorativo e strutturabile
- Applicazione di **CapaGold** finitura satinata ad effetto metallico dorato



LEAKED SAND

- Applicazione di rivestimento a spessore di sistema Capatect da portare a completa maturazione
- Applicazione in doppia mano di **Capatect PrimaPor MP / Capatect SH-Modellierputz**, rivestimento silossanico colorato decorativo e strutturabile
- Strutturazione della texture superficiale su supporto "fresco"
- Esecuzione di levigatura su supporto asciutto e successiva pulizia
- Applicazione di **Top Lasur NQG** velatura silossanica con particelle di nanoquarzo



C-VISION

- Applicazione di rivestimento a spessore di sistema Capatect da portare a completa maturazione
- Applicazione in doppia mano di **Capatect PrimaPor MP / Capatect SH-Modellierputz**, rivestimento silossanico colorato decorativo e strutturabile
- Strutturazione della texture superficiale su supporto "fresco"
- Esecuzione delle incisioni decorative e successiva pulizia



SKYFALL

- Applicazione di rivestimento a spessore di sistema Capatect da portare a completa maturazione
- Applicazione in doppia mano di **Capatect PrimaPor MP / Capatect SH-Modellierputz**, rivestimento silossanico colorato decorativo e strutturabile
- Strutturazione della texture superficiale su supporto "fresco"
- Esecuzione di levigatura su supporto asciutto e successiva pulizia
- Applicazione di **Top Lasur NQG** velatura silossanica con particelle di nanoquarzo

CONTATTI

- ANIT, Associazione Nazionale per l'Isolamento Termico e acustico
www.anit.it
info@anit.it
- Caparol Italia - Divisione della DAW Italia GmbH & Co KG
www.caparol.it
info@caparol.it

ANIT



ASSOCIAZIONE
NAZIONALE
PER L'ISOLAMENTO
TERMICO E ACUSTICO

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 e studi di progettazione,
- **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



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



Servizio di
chiarimento tecnico
da parte dello Staff

www.anit.it

info@anit.it

Tel. 0289415126