

UMIDITA' SUPERFICIALE SUI CAPPOTTI TERMICI

*Perché in particolari condizioni climatiche è possibile “leggere” i tasselli di fissaggio del Sistema Cappotto?
Che relazione ha il fenomeno con la formazione di condensa in facciata?*

A cura dell'Ing. Alessandro Giuliani

PREMESSA

Il presente approfondimento tecnico si pone la finalità di analizzare il fenomeno della **condensa superficiale** sui cappotti termici, a spiegazione anche del fenomeno noto come “cappotto a macchie di leopardo”, ovvero la “lettura” dei tasselli in facciata, in particolari condizioni climatiche.

La maggior parte dei documenti reperibili in letteratura tecnica per la valutazione dei fenomeni descritti nelle successive pagine è stata elaborata per valutare le problematiche derivanti dalla formazione di alghe e funghi sulle facciate dei cappotti. Poiché la presenza di umidità sulla superficie delle pareti costituisce uno dei fattori che concorrono a tali manifestazioni, l'indagine delle cause e alcune valutazioni sono ovviamente coincidenti con il caso da noi trattato.

Occorre, tuttavia, doverosamente premettere che le situazioni analizzate nell'approfondimento non manifestano specifici rischi di formazione di patologie a carico delle finiture superficiali esterne delle pareti, ma rientrano in un **comportamento assolutamente normale** dal punto di vista fisico delle stesse.

ANALISI DEL FENOMENO DELL'UMIDITÀ SUI CAPPOTTI TERMICI

La legge dello scambio termico per irraggiamento vale anche tra i corpi e la volta celeste, raggiungendo valori di flusso termico durante la notte anche fino a 40-75 W/m².

La volta celeste invernale, in assenza di nuvole, assume una temperatura apparente di -60° C, che si suppongono più o meno analoghi in estate.

Nella stagione invernale, però, lo scambio termico per **irraggiamento verso la volta celeste** è di molto superiore allo scambio convettivo tra la superficie e l'aria esterna (in assenza di vento), conseguentemente porta la superficie esterna della parete a temperature inferiori a quelle dell'aria circostante. Il raffreddamento è visibile nelle indagini termografiche svolte nel corso di numerose ricerche, effettuate con lo scopo preciso di individuarne natura ed entità del fenomeno.

Senza entrare nel merito delle equazioni di bilancio dello scambio termico radiativo, risulta di fondamentale importanza capire da quali fattori esso è influenzato. Tra questi quelli significativi sono:

- l'emissività della superficie;
- la temperatura della volta celeste e temperatura superficiale dell'oggetto;
- il fattore di vista tra superficie e volta celeste;

La Temperatura della volta celeste dipende dalla temperatura dell'aria, dall'umidità relativa e dalla percentuale di nuvole.

Tra i fattori precedenti ci concentreremo in particolare sul **fattore di vista** tra superficie e volta celeste, dipendente nel nostro caso dall'orientamento della superficie e dalle ostruzioni che si frappongono col cielo. Il fattore di vista è la frazione dell'irraggiamento emesso dalla volta celeste che giunge sulla superficie.

Approfondimento n. 11 – Gennaio 2018

Il contesto ambientale nel quale si inserisce l'edificio presenta situazioni specifiche, con fattori di vista che influenzano l'entità degli scambi per irraggiamento e le conseguenti variazioni delle temperature superficiali.

Per ragioni facilmente intuibili, un tetto piano “vede” una porzione di cielo senza ostruzioni e subirà il massimo scambio radiativo, nonché la maggiore riduzione della temperatura superficiale; superfici inclinate subiscono anche gli scambi infrarossi con il terreno e con gli edifici limitrofi dipendenti dal relativo fattore di vista.

Nel caso di una parete verticale con **cappotto termico**, il fattore di vista con la volta celeste è strettamente influenzato dall'**ampiezza dello sporto di gronda** e degli eventuali aggetti e balconi. La presenza di **fabbricati limitrofi** e delle aree verdi **influenzano molto** le temperature superficiali.

Ulteriori fattore di influenza per le temperature superficiali sono **la presenza dell'umidità e della pioggia**, associati ai relativi passaggi di stato (evaporazione condensazione) e dei fenomeni ventosi.

L'evaporazione dell'acqua sulle superfici causa una diminuzione ulteriore delle temperature superficiali, fenomeno che in caso di vento intenso può arrivare anche a 5-7 gradi.

LA FORMAZIONE DELLA BRINA E DELL'UMIDITÀ SULLA SUPERFICIE DEL CAPPOTTO

La presenza di brina o di umidità sulle superfici del cappotto termico è, conseguentemente, legata **alle temperature superficiali inferiori** alla temperatura dell'aria esterna che, in determinate condizioni di umidità relativa, causano una **condensazione sulla superficie** stessa del cappotto.

Si raggiunge, infatti, il **punto di rugiada**, ovvero lo stato in cui a determinate condizioni di temperatura (e di pressione) si ha la condensazione del vapore acqueo presente nell'aria sotto forma di goccioline d'acqua sulle superfici. Ciò avviene, come precedentemente spiegato, **sul rivestimento esterno delle pareti perimetrali** causando l'effetto bagnato e l'eventuale congelamento.

Il fenomeno **non ha nulla di patologico**, si verifica prevalentemente in condizioni climatiche caratterizzate da **freddo intenso ed umidità elevata**, ed indica **l'efficacia dell'isolamento a cappotto**, in particolare in presenza di **spessori elevati di isolante**, che hanno l'effetto di ridurre il flusso termico dall'interno all'esterno dell'edificio con conseguente abbassamento della temperatura superficiale esterna, che non è perturbata dalla presenza del riscaldamento. Come dimostrato da numerose analisi sperimentali, il fenomeno è pressoché nullo in caso di parete monolitica, ad esempio una parete in mattoni pieni semplicemente intonacata sulle due facce; tuttavia tali stratigrafie non sono idonee alla realizzazione di edifici energeticamente efficienti.

La **presenza dei tasselli di fissaggio** può in alcuni casi e condizioni climatiche particolari, venire evidenziata, dato che gli stessi sono dotati di una **capacità di condurre il calore superiore all'isolante** nel quale sono immersi e di una conseguente capacità di riscaldarsi più elevata per effetto dell'irraggiamento solare e del rialzo delle temperature. Ciò vale soprattutto su pareti colorate con tinte scure dove la **differenza risalta maggiormente**. In tali casi entra in gioco anche il maggiore coefficiente di assorbimento della radiazione solare, che incrementa il riscaldamento superficiale della parete accelerandone l'asciugatura.



FOTO 1 – ESEMPIO DI EFFETTO A “MACCHIA DI LEOPARDO”

CARATTERISTICHE FISICHE DEI MATERIALI

La **massa specifica molto piccola** dei rasanti esterni (intorno ai 1250 kg/mc per uno spessore di 5-7 mm) consente in tempi molto brevi il **raffreddamento dell'intero strato** e la manifestazione del fenomeno descritto. L'utilizzo di intonaci con spessore maggiore rende il fenomeno meno evidente ma non in maniera consistente, soprattutto in ragione della capacità di assorbimento dell'umidità da parte degli stessi e in modo meno sensibile per la massa superficiale.

Come abbiamo visto in precedenza, se la parete ha una struttura massiccia con un'**elevata inerzia termica** (con conseguente ritardo nelle variazioni di temperatura) la radiazione notturna non è sufficiente a portare la temperatura superficiale **al di sotto della temperatura di rugiada**. La diffusione di rivestimenti a cappotto dotati di spessori importanti di materiale isolante **riduce la temperatura superficiale esterna della parete** e, in condizioni ambientali particolarmente gravose dal punto di vista di temperatura e umidità relativa esterna, causa l'insorgenza dei **fenomeni di condensazione superficiale** e brinamento.

Un'ulteriore considerazione per meglio comprendere le manifestazioni descritte potrebbe essere quella di valutare l'**effusività** ovvero la risposta del materiale sottoposto ad una sollecitazione energetica. Questo valore, nella situazione che ci interessa valutare, indica l'**attitudine del materiale a riscaldarsi** sotto l'effetto di una sollecitazione quale l'irraggiamento solare; tanto più il valore è piccolo tanto più facilmente il materiale si riscalda. Da una pubblicazione di ANIT citata in bibliografia si hanno i seguenti valori, a cui abbiamo aggiunto quello del sughero Corkpan:

Materiale	Effusività termica [J / m ² s ^{1/2} K]
Colla/rasante	906
EPS additivato con grafite	27
PVC del tassello	530
Corkpan	98

Rispetto ad un normale rasante si vede come **il tassello tenda a riscaldarsi con maggiore facilità**, ciò vale anche in assenza di radiazione diretta con le dovute proporzioni. È evidente il fatto che il sughero espanso sia un materiale che subisce le variazioni termiche **in modo meno repentino** di un EPS additivato.

CONCLUSIONI

Premesso, come già spiegato, che la manifestazione del **fenomeno ha carattere fisico** e non patologico, si possono operare alcuni accorgimenti per ridurre quantomeno l'impatto estetico delle "macchie di leopardo". Per prima cosa, nella realizzazione di cappotti termici di spessore elevato si può coprire il tassello con un "tappo" del materiale isolante al fine di evitare differenze di temperatura marcate tra il tassello e il pannello, con conseguente colorazione più scura del primo per effetto dello scioglimento della brina o l'evaporazione del condensato.

Un'altra possibilità potrebbe essere quella di rivestire esternamente la facciata con pitture IR riflettenti che sperimentalmente hanno dimostrato di poter ridurre il fenomeno. Tuttavia, gli effetti a lunga durata di questo tipo di intervento non paiono ad oggi sufficientemente garantiti e risulta difficile capire la reale efficacia degli stessi.

La presenza di generosi sporti di gronda **riduce o evita il fenomeno**, in quanto riduce il fattore di vista della volta celeste e il conseguente raffreddamento e limita la bagnatura delle pareti per effetto della pioggia battente, oltre a proteggere i trattamenti superficiali **dal dilavamento meteorico**.

Il colore della facciata ed il relativo coefficiente di assorbimento della radiazione solare determinano la **rapidità di asciugatura della parete** esposta alla radiazione solare, i colori scuri si riscaldano più rapidamente e l'effetto bagnato, che si evidenzia prima, scompare anche prima. Trattandosi esclusivamente di un fattore estetico, vale anche il fatto che su pareti molto chiare o bianco le **differenze di asciugatura risultano impercettibili**.

In virtù delle numerose concause che concorrono alla manifestazione del fenomeno, tra i quali i fattori di vista e l'esposizione di ogni singolo edificio, risulta molto complesso individuare con certezza uno spessore di isolante cautelativo oltre il quale il fenomeno si verificherà.

Testo a cura dell'Ing. Alessandro Giuliani, ingegnere edile e Consulente CasaClima.

Approfondimento n. 11 – Gennaio 2018

Note bibliografiche

ANIT - Diagnostica IR dei sistemi a cappotto – Anit 2013

Lanzoni D. - Diagnosi e certificazione energetica: prove strumentali sugli edifici – Maggioli Editore 2012

Kunzel H. - Factors Determining Surface Moisture on External Walls – 2007

Sedlbauer K., Krus M., Fitz C., Kunzel H. - Reducing the Risk of Microbial Growth on Insulated Walls by PCM Enhanced Renders and IR Reflecting Paints -2011

Fraunhofer Institut Bauphysik – IBP Report 478 – “Prevention of algae and mould growth on facades by coatings with lowered long-wave emission” - 2006

Consorzio Cortexa - Informazione tecnica “Alghe e funghi su facciate” pubblicata da Fachverband WDV-Systeme