ISOLIEREN & GESTALTEN MIT GLAS SANCO®

Informazioni tecniche

Condensazione nel vetro isolante

La formazione di condensa nel vetro isolante è un fenomeno fisico, spesso causa di insoddisfazione di chi ne è interessato. La domanda da chiarire in prima linea è: „Dove si depone la cosiddetta acqua di condensa“?

Come si forma la condensa?

Le persone che portano gli occhiali conoscono molto bene il problema dell'appannamento dei vetri che sorge se, venendo da un luogo freddo, entrano in un ambiente riscaldato. Se una superficie fredda viene a contatto con aria calda e carica di umidità, si forma, di conseguenza su questa, della condensa. Le leggi fisiche funzionano sempre, sia che si tratti di occhiali o di bottiglie di birra da frigorifero.

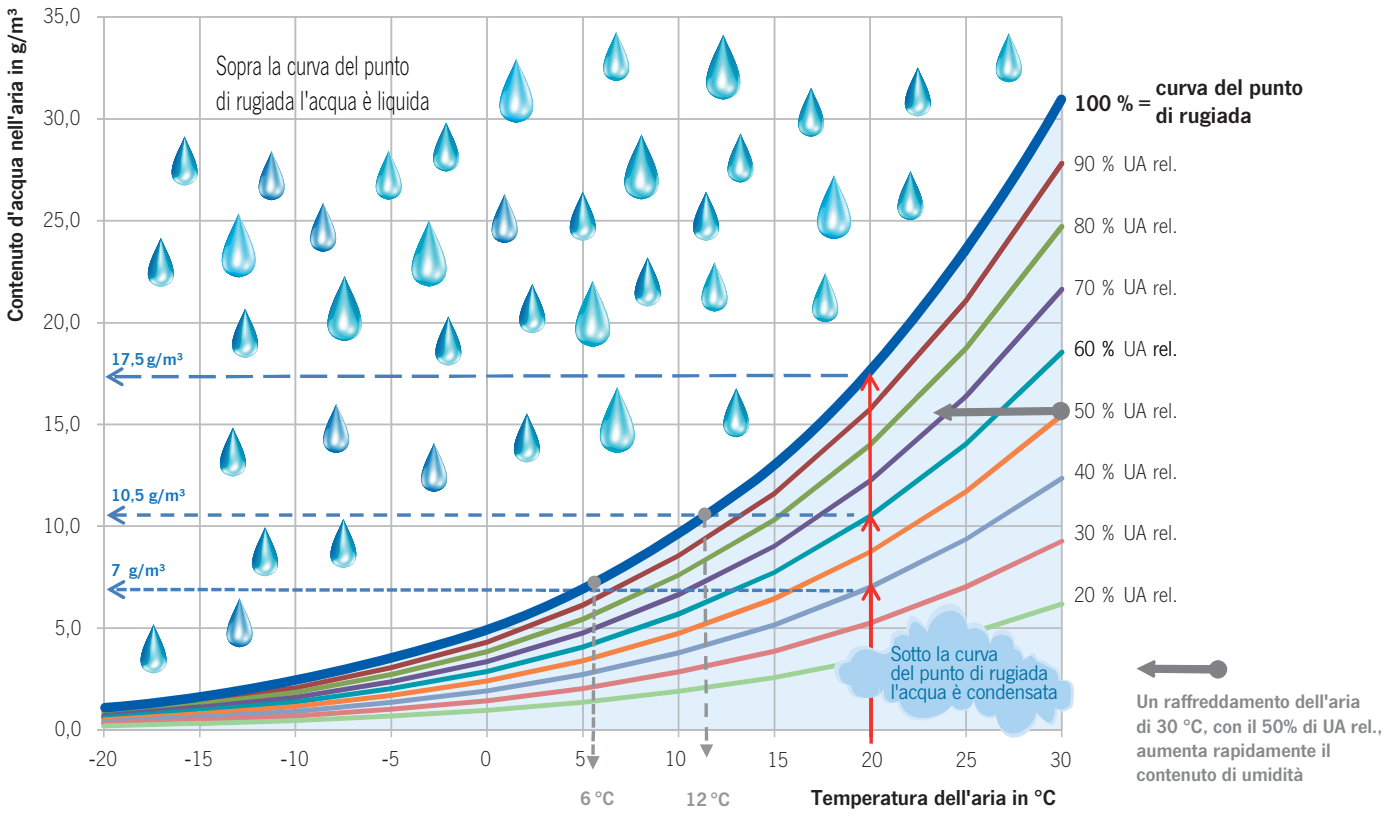
L'aria assorbe l'umidità. Più l'aria è calda e più acqua può essere trasformata in vapore acqueo; al contrario, più fredda è l'aria e minore è la quantità d'acqua disponibile. Il contenuto di umidità dell'aria viene indicato come umidità relativa dell'aria in percentuale; la capacità massima è del 100 %.

Nel caso in cui l'aria calda, con contenuto di umidità invariabile, si raffredda, per esempio attraverso il contatto con una bottiglia di birra fredda, l'umidità relativa dell'aria sale. Se arriva al 100 %, raggiunge la percentuale massima e, di conseguenza, il cosiddetto „punto di rugiada": l'acqua, che si è formata nell'aria, inizia a condensarsi in forma di gocce di rugiada. La temperatura, raggiunta in questo momento, si definisce „temperatura del punto di rugiada". Questa indicazione di temperatura teorica dipende dal contenuto di umidità e dalla temperatura dell'aria iniziali. Più fredda è la superficie o più alto è il contenuto di umidità, più grande è l'effetto o, per meglio dire, la quantità di condensa.

Casi in cui si può formare la condensa

a) sulla superficie del vetro interno ④
b) sul bordo del vetro interno ④
c) sulla superficie del vetro esterno ①
d) nell'intercapedine del vetro ② ③

Diagramma del punto di rugiada



Raffigurazione: Diagramma con curve dell'umidità relativa dell'aria in relazione alla temperatura. La curva, con il 100 % di umidità rel. dell'aria, viene definita curva del punto di rugiada. Questa indica il valore massimo di umidità che, ad una certa temperatura, l'aria può assorbire fino a saturazione.

Dal diagramma si può apprendere quanti grammi d'acqua, ad un certo livello di umidità relativa dell'aria e temperatura, sono contenuti in un metro cubo d'aria.

Esempio: 1 m³ d'aria, a 20 °C e il 40 % di umidità rel., contiene 7 g di vapore acqueo. Al 60 % di umidità rel. ne sono presenti 10,5 g.
A saturazione, cioè al 100 % di UA rel., un metro cubo d'aria a 20 °C, può assorbire un valore massimo di 17,5 g di vapore acqueo. Tuttavia, la stessa quantità d'aria a 0 °C, ne può contenere solo 4,8 g. Se un metro cubo d'aria a 20 °C, saturo di vapore acqueo, si raffredda fino a raggiungere la temperatura di 0 °C, condensando così la differenza di 12,7 g di vapore acqueo, si formeranno gocce di „rugiada".

Dalle curve si può anche apprendere quanto un'interfaccia debba essere fredda, così che l'aria, con un certo contenuto d'umidità e una certa temperatura, non condensi. Per apprendere ciò, si deve prendere in considerazione la temperatura sotto il punto in cui la temperatura in diminuzione taglia la curva del punto di rugiada. La tabella che segue permetterà di apprendere la temperatura del punto di rugiada in maniera ancora più semplice. Se l'aria, contenente il 40 % d'umidità rel., raggiunge i 20 °C, si raggiunge il punto di rugiada a 6 °C. Al 60 % d'umidità rel., l'aria comincia a condensare già a 12 °C. Questo significa di conseguenza che, se l'aria è molto umida, la temperatura del punto di rugiada e quasi uguale alla temperatura dell'aria (differenza minima del punto di rugiada); uno specchio in bagno, per esempio, può appannarsi semplicemente se, dopo una doccia, la sua temperatura è di poco più fredda dell'aria. Al contrario, per la formazione di condensa a temperature asciutte, dovrebbe essere molto più freddo (differenza massima del punto di rugiada).

A condizioni climatiche standard di 20 °C e al 50 % di umidità relativa dell'aria nell'ambiente, la temperatura del punto di rugiada è 9,3 °C. Se le superfici sono più calde, c'è da aspettarsi la condensa. La formazione di muffa non avviene solo alla precipitazione di condensa, ma già all'80 % di umidità relativa dell'aria. La formazione di muffa si raggiunge, in condizioni di clima standard, già ad una temperatura di superficie di 12,5 °C.

Temperatura del punto di rugiada in relazione alla temperatura dell'aria e all'umidità relativa dell'aria

Temperatura dell'aria in °C	Temperatura del punto di rugiada in °C con un'umidità relativa dell'aria del													
	30 %	35 %	40 %	45 %	50 %	55 %	60 %	65 %	70 %	75 %	80 %	85 %	90 %	95 %
30	10,5	12,9	14,9	16,8	18,4	20,0	21,4	22,7	23,9	25,1	26,2	27,2	28,2	29,1
29	9,7	12,0	14,0	15,9	17,5	19,0	20,4	21,7	23,0	24,1	25,2	26,2	27,2	28,1
28	8,8	11,1	13,1	15,0	16,6	18,1	19,5	20,8	22,0	23,2	24,2	25,2	26,2	27,1
27	8,0	10,2	12,2	14,1	15,7	17,2	18,6	19,9	21,1	22,2	23,3	24,3	25,2	26,1
26	7,1	9,4	11,4	13,2	14,8	16,3	17,6	18,9	20,1	21,2	22,3	23,3	24,2	25,1
25	6,2	8,5	10,5	12,2	13,9	15,3	16,7	18,0	19,1	20,3	21,3	22,3	**23,2**	24,1
24	5,4	7,6	9,6	11,3	12,9	14,4	15,8	17,0	18,2	19,3	20,3	21,3	22,3	23,1
23	4,5	6,7	8,7	10,4	12,0	13,5	14,8	16,1	17,2	18,3	19,4	20,3	21,3	22,2
22	3,6	5,9	7,8	9,5	11,1	12,5	13,9	15,1	16,3	17,4	18,4	19,4	20,3	21,2
21	2,8	5,0	6,9	8,6	10,2	11,6	12,9	14,2	15,3	16,4	17,4	18,4	19,3	20,2
20	1,9	4,1	6,0	7,7	**9,3**	10,7	12,0	13,2	14,4	15,4	16,4	17,4	18,3	19,2
19	1,0	3,2	5,1	6,8	8,3	9,8	11,1	12,3	13,4	14,5	15,5	16,4	17,3	18,2
18	0,2	2,3	4,2	5,9	7,4	8,8	10,1	11,3	12,5	13,5	14,5	15,4	16,3	17,2
17	- 0,6	1,4	3,3	5,0	6,5	7,9	9,2	10,4	11,5	12,5	13,5	14,5	15,3	16,2
16	- 1,4	0,5	2,4	4,1	5,6	7,0	8,2	9,4	10,5	11,6	12,6	13,5	14,4	15,2
15	- 2,2	- 0,3	1,5	3,2	4,7	6,1	7,3	8,5	9,6	10,6	11,6	12,5	13,4	14,2
14	- 2,9	- 1,0	0,6	2,3	3,7	5,1	6,4	7,5	8,6	9,6	10,6	11,5	12,4	13,2
13	- 3,7	- 1,9	- 0,1	1,3	2,8	4,2	5,5	6,6	7,7	8,7	9,6	10,5	11,4	12,2
12	- 4,5	- 2,6	-1,0	0,4	1,9	3,2	4,5	5,7	6,7	7,7	8,7	9,6	10,4	11,2
11	- 5,2	- 3,4	- 1,8	- 0,4	1,0	2,3	3,5	4,7	5,8	6,7	7,7	8,6	9,4	10,2
10	- 6,0	- 4,2	- 2,6	- 1,2	0,1	1,4	2,6	3,7	4,8	5,8	6,7	7,6	8,4	9,2
Interpolare linearmente per raggiungere un risultato approssimativo														

25 °C di aria calda con alto contenuto d'umidità: Il punto di rugiada è quasi uguale alla temperatura dell'aria (vedi esempio dello specchio in bagno)

A condizioni climatiche standard di 20 °C / 50 % UA rel., la temperatura del punto di rugiada è 9,3 °C

Fonte: DIN 4108-3, protezione termica e risparmio energetico in stabili, parte 3

In poche parole:
Se la temperatura dell'aria è sotto il punto di rugiada, si forma la condensa. Più è umida l'aria, tanto prima ha luogo questo effetto.

Condensa sulla superficie del vetro interno

Alcuni di voi si ricorderanno ancora di aver visto da bambini i bei cristalli di ghiaccio che, negli inverni più freddi, si formavano sulla superficie interna delle finestre che allora avevano ancora una sola lastra di vetro monolitico. A causa di un cattivo isolamento termico, la lastra di vetro era, sulla superficie interna, fredda quasi come la temperatura esterna e l'acqua, condensata sulla superficie del vetro, si trasformava in ghiaccio.

Con i moderni vetri isolanti, ad alta protezione termica, una condensa, estesa a tutta la superficie, si forma solo in casi rari. La temperatura delle superfici interne di vetri isolanti doppi o tripli è normalmente molto più al di sopra del punto di rugiada. La temperatura della superficie interna del vetro si avvicina di molto alla temperatura dell'ambiente interno se sussiste un valore Ug ideale (basso) del vetro, cioè un migliore isolamento. Un vetro, con le caratteristiche appena descritte, potrebbe raggiungere nonostante ciò la temperatura del punto di rugiada, unicamente a causa di condizioni estreme: una temperatura esterna estremamente fredda o un altissimo grado d'umidità nella stanza o addirittura entrambe le cose, come per esempio in un bagno dopo una doccia calda in pieno inverno o anche in cucina.
Arieggiare regolarmente, cambiando rapidamente e completamente aria calda e umida con aria fredda, senza permettere alla stanza di raffreddarsi troppo, è quindi, in un edificio senza un sistema di ventilazione, assolutamente necessario. È vero che l'aria fredda contiene, in relazione alla sua temperatura, un alto tasso di umidità relativa dell'aria, per esempio a causa di clima freddo e umido. Tuttavia quest'aria fredda si riscalderà nella stanza e la sua umidità relativa scenderà rapidamente, grazie all'aumento della temperatura. In confronto all'aria calda e umida che c'era prima di arieggiare, adesso il rischio di formazione di condensa è molto minore.

Ulteriori possibili cause, a motivo di condizioni sfavorevoli di costruzione, saranno trattate nel prossimo sottotitolo. Nei vetri isolanti moderni, la condensa potrebbe formarsi, non tanto tra le due lastre di vetro, quanto sui bordi. Questo in relazione all'influenza dei ponti termici.

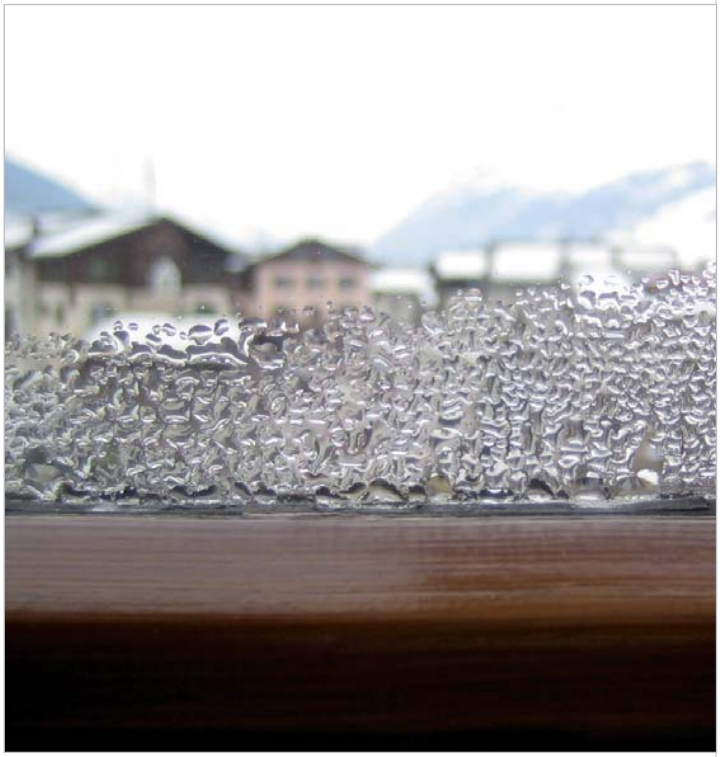
Condensa sul bordo del vetro interno

All'inizio della stagione fredda, uno dei motivi più frequenti di reclami di finestre, è la formazione di condensa ai lati del vetro della finestra, quasi sempre sul bordo inferiore.

Registrando il clima dell'ambiente, si può verificare se, a circa 20 °C di temperatura nella stanza, l'umidità relativa dell'aria supera, per un periodo di tempo persistente, il 50 %. In questo caso, la causa del problema è, con molta probabilità, un arieggiamento sbagliato o, addirittura, mancanza totale di questo. Spesso è di aiuto rispettare semplicemente alcune regole basilari: arieggiare regolarmente, evitare lo sviluppo eccessivo d'umidità (per esempio a causa di presenza di panni umidi stesi o simili nell'appartamento), deviare possibilmente l'umidità là dove va a formarsi (per esempio attraverso una cappa aspirante in cucina), e soprattutto tenere chiuse le porte di stanze poco riscaldate, in maniera tale da evitare il contatto d'aria calda e umida con superfici fredde. Anche le stanze più fredde devono essere regolarmente arieggiate, in modo tale che il contenuto di umidità dell'aria nella stanza non raggiunga livelli troppo alti; in caso contrario potrebbe formarsi della muffa. L'arieggiamento regolare provvede inoltre all'alimentazione di ossigeno necessario e contribuisce alla rimozione di sostanze inquinanti e di cattivi odori. Nel caso di edifici vecchi o d'epoca non ristrutturati è sufficiente l'arieggiamento naturale procurato dalle fughe e fessure delle finestre a scarsa tenuta; al contrario, edifici nuovi o edifici vecchi ristrutturati, dotati di finestre moderne, sono praticamente ermetici. In questo caso è possibile far entrare aria fresca solo aprendo completamente e regolarmente tutte le finestre o attraverso un sistema di ventilazione.

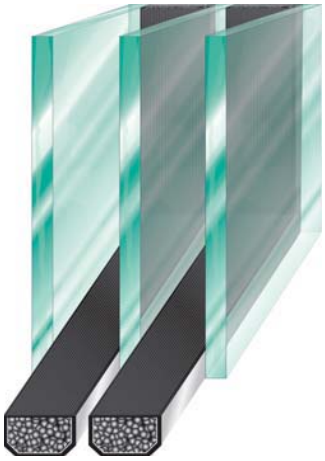
Condizioni sfavorevoli di costruzione come, ad esempio, un intradosso della finestra troppo profondo con finestre fissate troppo esternamente, davanzali interni troppo sporgenti, comò o elementi simili posizionati direttamente sotto la finestra o collocazione sbagliata dei caloriferi, impediscono la circolazione dell'aria. Questo porta al raffreddamento dello strato d'aria fermo vicino alla finestra. Anche questa può essere una causa della formazione di condensa. Lo stesso vale per finestre, sui cui davanzali appoggiano vasi di piante o finestre con tende o plissé.

Un notevole abbassamento della temperatura delle superfici può essere tuttavia dovuto ai ponti termici. Nella fabbricazione di vetrate isolanti doppie o triple vengono spesso usati profili distanziatori convenzionali in alluminio, un materiale termoconduttivo, che trasporta rapidamente l'aria calda all'esterno. In questo modo il bordo della lastra di vetro all'interno della stanza si raffredda molto di più del centro e qui comincia a formarsi la condensa. È quindi consigliabile sin dall'inizio l'impiego di sistemi di bordo composito con giunti caldi o „warm edge", trattandosi di materiali a bassa emissività. Ne conseguirà un minor raffreddamento sul bordo inferiore della lastra di vetro e, di conseguenza, il pericolo di formazione di condensa sarà notevolmente inferiore.



Secondo la norma DIN 4108-2, si dovrebbero evitare ponti termici in edifici con temperature estremamente basse delle superfici interne, poiché potrebbero portare a deposito di condensa, formazione di muffa e accresciute dispersioni di calore. La formazione di condensa, momentanea e in piccole quantità, su finestre e facciate in vetro, è tollerabile nel caso in cui la superficie non assorba l'umidità e siano stati presi provvedimenti per evitare il contatto con materiali adiacenti sensibili.

A meno che non ci siano condizioni sfavorevoli di costruzione o errori d'utilizzo, la formazione di condensa sui bordi inferiori di vetri isolanti tripli con giunti caldi, è molto improbabile.



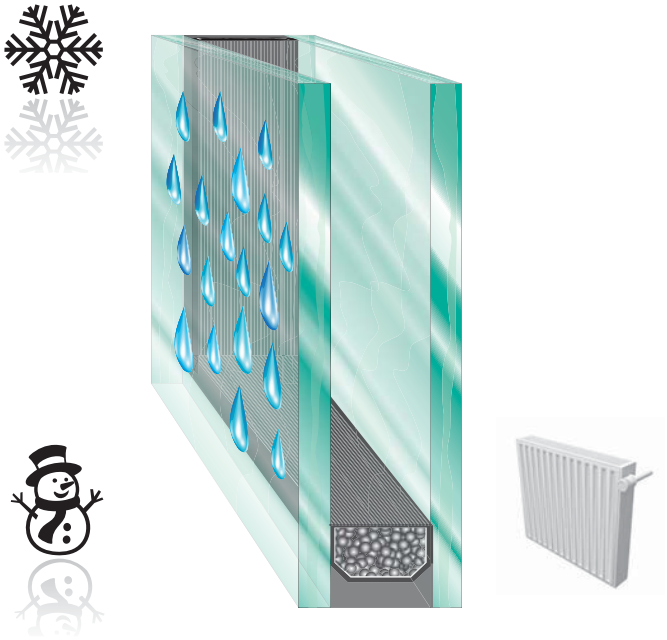
Sistema di bordo composito SANCO® ACS

Condensa sulla superficie del vetro esterno

Chi in inverno apre finestre moderne a bassa emissività per arieggiare, potrà osservare un appannamento momentaneo sulla superficie esterna; l'aria calda e umida della stanza sfiora la lastra di vetro esterna fredda, in quanto isolante. A causa degli stessi principi fisici, cioè raffreddamento sotto la temperatura del punto di rugiada, l'umidità dell'aria della stanza si depone in forma di condensa sulla lastra esterna fredda.

Nel caso di un vetro isolante normale ad alta emissività, il calore viene trasportato continuamente all'esterno. Per questo motivo, la lastra del vetro interna diventa notevolmente più fredda dell'aria nella stanza e la lastra di vetro esterna viene inevitabilmente riscaldata. Come descritto al sottotitolo „Condensa sulla superficie del vetro interno", le superfici interne di vetri super isolanti a bassa emissività doppi e tripli hanno una temperatura che si avvicina a quella dell'aria nella stanza. Di conseguenza anche la lastra esterna avrà una temperatura che si avvicina a quella dell'aria esterna. Questa è una caratteristica qualitativa del vetro isolante che contribuisce al risparmio energetico e la dimostrazione che la vetrata non lascia fuggire il calore verso l'esterno.

Se di notte il cielo è limpido e l'aria è molto fredda, e la temperatura della lastra di vetro esterna è più bassa della temperatura dell'aria esterna, avviene la stessa cosa che succede ad una macchina parcheggiata all'aperto.



Se la temperatura dell'aria esterna scende sotto il punto di rugiada, si forma la condensa. Un ambiente umido, per esempio adiacente ad un corso d'acqua, intensifica il problema. In casi estremi, la condensa sul lato esteriore della finestra, potrebbe addirittura congelarsi. Finestre a lucernario sono più colpite da questo effetto, effetto simile a quello del parabrezza e del lunotto posteriore di una macchina. L'effetto si può attenuare solo impedendo una perdita di calore della lastra, durante notti particolarmente fredde, per esempio attraverso oscuranti esterni come le persiane o attraverso un rivestimento esterno per la riduzione del potere di radiazione. Il peggioramento dell'isolamento termico della lastra di vetro non può certo essere soluzione sensata!La condensa sulla lastra esterna è una conferma della qualità dell'isolamento termico del vetro isolante.

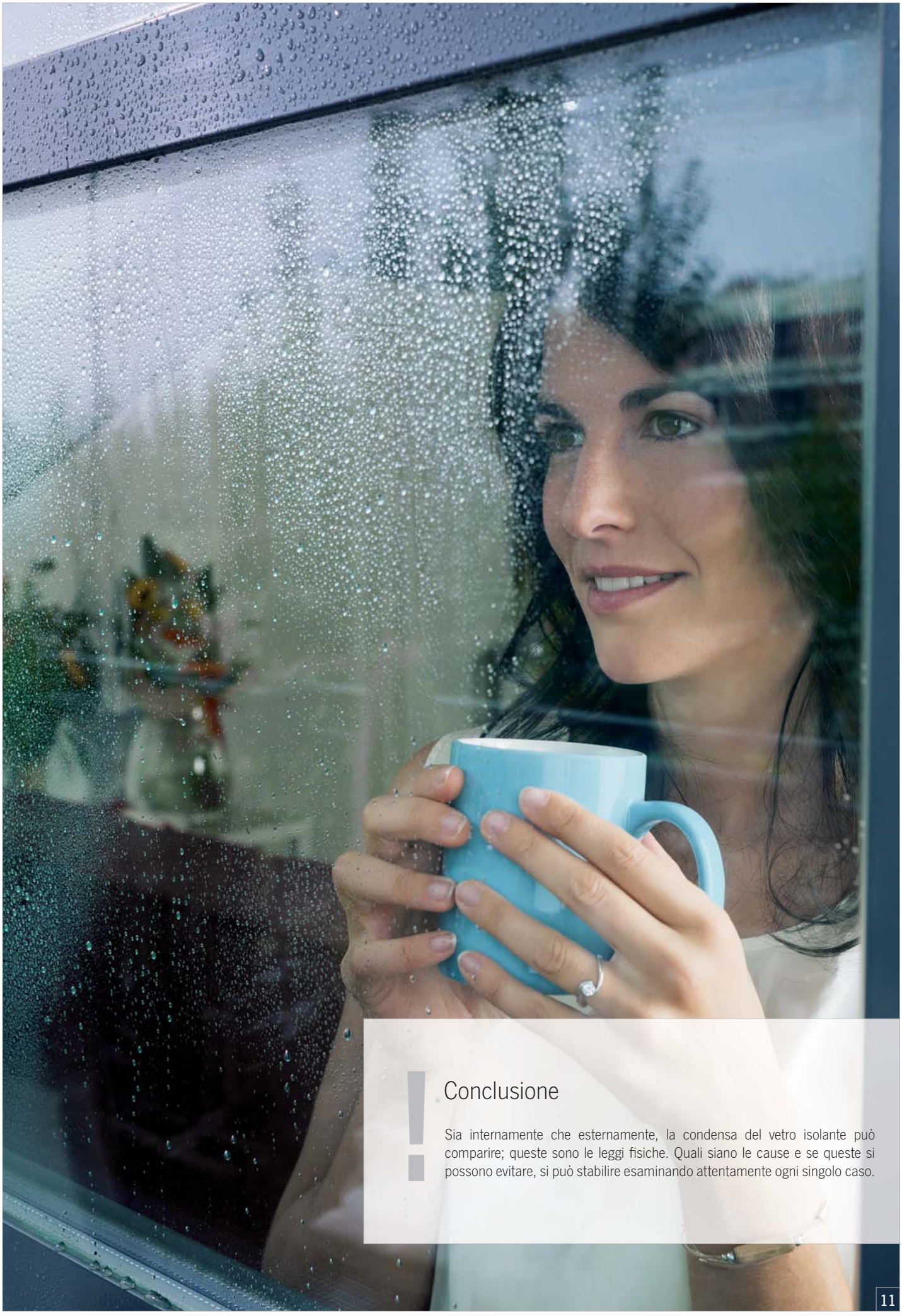
SANCO® SILVERSTAR® FREE VISION T

- L'appannamento esterno viene arrestato quasi al 100 %
- Ideale per vetri isolanti con valore Ug basso
- Vetro ecologico antiappannamento con coating magnetronico depositato sotto vuoto spinto

In inverno, di notte, se il cielo è limpido, di solito fa molto freddo. Servendosi dell'esempio della macchina parcheggiata all'aperto e dei principi della fisica, riusciremo a illustrare meglio il punto. Ogni corpo emette radiazioni di calore, finché ciò che „vede" è più freddo che questo stesso. Il parabrezza e il lunotto posteriore dell'auto spesso si congelano più in fretta e più intensamente del resto della macchina. Perché? Questi elementi sono disposti in maniera tale da „guardare" il cielo notturno freddo e „vedono" così una temperatura notevolmente bassa, -270 °C, temperatura vicina al punto zero. Ciò significa che le radiazioni, emesse da questi, sono più forti di quelle emesse dai vetri laterali che, con molta probabilità, sono protette da una parete o qualcosa di simile. A causa delle radiazioni, il parabrezza e il lunotto raggiungono una temperatura inferiore a quella del punto di rugiada dell'aria dell'ambiente, formandosi così della condensa che congelerà. Per lo stesso motivo, nonostante che nel deserto durante il giorno la temperatura sia molto alta, durante la notte, grazie ad un cielo particolarmente limpido e alle radiazioni emesse verso l'universo, questa potrebbe spesso abbassarsi notevolmente.

Condensa nell'intercapedine del vetro

Nel caso in cui la condensa, si forma nell'intercapedine del vetro, il vetro isolante è difettoso e deve essere sostituito. È sconsigliabile cercare di riparare il danno. Se ciò si verifica entro due anni dal montaggio delle lastre di vetro, si tratta o di un errore di fabbricazione o il sistema di bordo composito non è più ermetico, problema che può sorgere solo a causa di mancata osservanza delle normative per la lavorazione del vetro. Il disidratante che, durante il processo di fabbricazione, viene immesso nel profilo distanziatore, rende estremamente secco l'intercapedine del vetro; la temperatura del punto di rugiada deve essere inferiore a -60 °C. Se, a causa di danno del sistema di bordo composito, entra vapore acqueo, l'umidità aumenta e, di conseguenza, aumenta anche la temperatura del punto di rugiada. Se sulla superficie interna del vetro la temperatura scende sotto il punto di rugiada, si forma la condensa.



Conclusione

Sia internamente che esternamente, la condensa del vetro isolante può comparire; queste sono le leggi fisiche. Quali siano le cause e se queste si possono evitare, si può stabilire esaminando attentamente ogni singolo caso.

TA WERBEAGENTUR 10/2012

GLAS MÜLLER VETRI AG - Spa
Eugen-Müller-Straße 8 – Via Eugen Müller 8
I-39100 Bozen – Bolzano
Tel. +39 0471 065211
Fax +39 0471 911583
info@glasmueller.it – www.glasmueller.it

www.sanco.de