

# Studio delle proprietà anticondensa di pitture da interno

Rapporto tecnico delle analisi  
eseguite presso Salentec



---

Rapporto tecnico dell'attività di consulenza svolta da Salentec per 3M riguardante la caratterizzazione di pitture da interno, formulate con diverse cariche inerti, utilizzate per incrementarne le proprietà anticondensa.

**Autori:**

Prof. Antonio Licciulli, Ing. Vincenzo Contaldi, Ing. Alberto Trapanese,  
Ing. Antonio Chiechi

**Contatti 3M:**

Giuseppe Sterlicchio  
*Sales & Marketing Operations*

Myriam Bergamaschi  
*Marketing*

Guido Cucchiar  
*Sales Agent 3M Glass Bubbles*

## Introduzione: generalità sulle pitture anticondensa

Quando la temperatura delle superfici raggiunge il punto di rugiada, il vapore acqueo contenuto nell'atmosfera condensa per formare piccole gocce che fluiscono per gravità e/o in presenza di ponti termici determinando accumuli di acqua che non vengono evaporati. In casa, il fenomeno della condensa avviene in ambienti molto umidi come la cucina o il bagno, oppure sulle superfici e sugli angoli più freddi come le finestre o le pareti esposte a nord o nei punti in cui si hanno ponti termici. La presenza di condensa sulle pareti può causare danni alle finiture, come il distaccamento della pittura, o favorire la proliferazione di muffe che rendono l'ambiente insalubre e spesso causano alle persone l'insorgere di allergie.

In passato il problema della muffa sulle pareti era affrontato con pitture antimuffa, cioè pitture con additivi chimici con azione biocida. L'efficacia dell'additivo chimico si affievolisce nel tempo ed agisce comunque nel momento in cui la muffa si sta già formando.

Un approccio più moderno è quello di prevenire la formazione di muffa utilizzando speciali pitture capaci di eliminare o ridurre la condensa grazie ad additivi che limitano il gradiente di temperatura tra l'ambiente e le parti fredde della casa

## Descrizione del test anticondensa

e incrementano la capacità della superficie di trattenere temporaneamente l'acqua condensata senza farla gocciolare.

Le capacità anticondensa vengono pertanto associate sia alla ridotta conducibilità termica della vernice applicata che alla quantità di acqua trattenuta stabilmente a bassa temperatura.

Diverse sono le metodiche di misura delle capacità anticondensa. La maggior parte di questi si basa sulla valutazione della quantità di acqua assorbita e trattenuta su campioni in forma di coni o piramidi invertite tenute a 0°C all'interno di camere climatiche in cui vengono raggiunte condizioni di umidità e temperatura controllate.

In questo studio il metodo utilizzato per stimare la capacità anticondensa di un film si conforma ad una procedura sviluppata dall'ente certificatore Nordtest (NT Poly 170) che simula il processo fisico di formazione della condensa. La procedura prevede l'utilizzo di quattro contenitori di metallo cilindrici con fondo conico rivestiti esternamente con la pittura da testare. I contenitori vengono riempiti di ghiaccio e acqua, in modo

da assicurarne all'interno la temperatura costante di 0°C, e posti simultaneamente in una camera climatica tenuta alla temperatura di 23 °C con 50% di umidità relativa. Dopo qualche decina di minuti comincia a formarsi la condensa, che inizia a gocciolare dalla punta dei coni e viene raccolta in contenitori posti su una bilancia elettronica che ne acquisisce il peso ogni 10 minuti (Figura 1). Le valutazioni ponderali relative alla quantità di acqua assorbita vengono effettuate quando la quantità di acqua gocciolata diviene costante nel tempo e possono dunque assumersi condizioni stazionarie di condensa e gocciolamento. Il test prevede la determinazione dell'acqua trattenuta come media dei quattro campioni.

Il coefficiente di assorbimento acqua (Water Percentage Absorption Coefficient, WPAC) è definito come il rapporto percentuale tra il peso dell'acqua trattenuta dalla pittura ( $W_{wa}$ ) e il peso del film di pittura umida applicato ( $W_{wp}$ ): in condizioni stazionarie.

$$\text{WPAC [\%]} = \frac{W_{wa}}{W_{wp}} \times 100$$

Perché il test sia valido, la deviazione standard deve essere inferiore al 5% del valore medio, ed in questo studio sono state rilevate sempre deviazioni standard inferiori al 2%. Il metodo Nordtest stabilisce che la capacità anticondensa è migliore se il WPAC è più alto, perché l'acqua condensata può facilmente rievaporare quando, con l'alternarsi del ciclo giorno-notte, le condizioni climatiche ritornano favorevoli. Un ulteriore dato ricavato dalle misure è la quantità di acqua trattenuta dalla pittura per unità di superficie WS.

$$WS [g/m^2] = \frac{W_{wa}}{S}$$



**Figura 1 - Particolare dell'apparato di misura anticondensa utilizzato**

## Confronto tra prodotti commerciali

Una prima campagna sperimentale è stata condotta testando una serie di pitture anticondensa commerciali scelte tra i marchi più conosciuti in Italia. Alcune di queste contengono sfere cave di vetro 3M, altre invece contengono altri tipi di cariche, non necessariamente di vetro. I grafici di Figura 5 e 6 riassumono i risultati raccolti. I campioni PC\_1 - 4 contengono cariche generiche, mentre i campioni PC\_5 - 8 contengono sfere di vetro 3M di diverse tipologia. Sebbene non sia possibile conoscere con precisione la tipologia e la quantità di cariche presenti nelle varie pitture, è possibile rilevare che in linea di massima i prodotti con sfere 3M Glass Bubbles mostrano un migliore comportamento anticondensa in accordo al test utilizzato, infatti ottengono valori di WPAC elevati rispetto alle pitture che utilizzano cariche differenti.

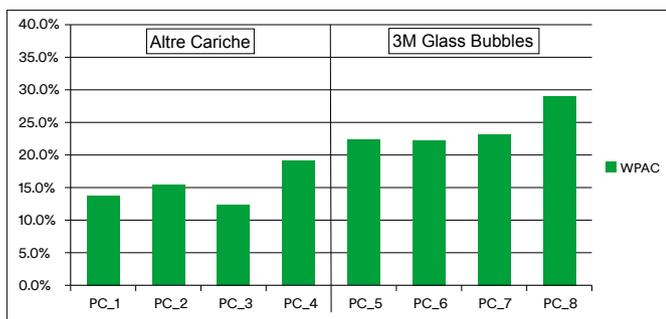


Figura 2 - Risultati test condotti su 8 differenti pitture anticondensa disponibili sul mercato

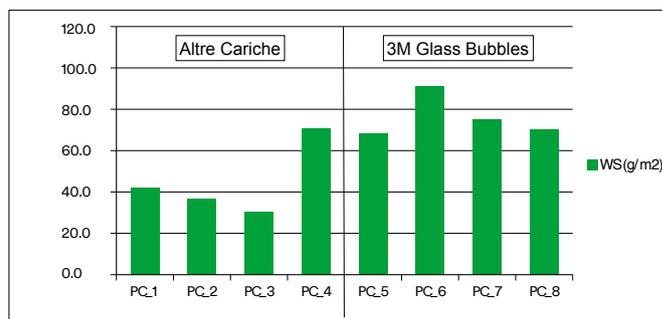


Figura 3 - Quantità di acqua trattenuta per m2 (WS) sulla superficie di alcune pitture anticondensa commerciali

## Test della conducibilità termica

La proprietà fisica principalmente associata alla capacità anticondensa è la capacità di isolamento termico che aumenta il gradiente di temperatura tra il ponte termico e l'ambiente interno, ritardando il raggiungimento del punto di rugiada.

Come noto, la presenza di sfere cave nella finitura fa diminuire la conducibilità della parete, per cui quando la temperatura esterna si abbassa, la temperatura sul lato interno la segue più lentamente e rimane più alta rispetto ad una pittura tradizionale, ritardando così la formazione della condensa.

Le misure di conducibilità termica condotte con strumento TCi della Quantachrome hanno evidenziato che le pitture con sfere cave hanno conducibilità 0,15 – 0,25 W/m°K a fronte di quella senza sfere che ha 0,5 W/m°K.

Le glass bubbles dunque migliorano di almeno un fattore 2 la capacità di isolamento delle vernici a parità di spessore.

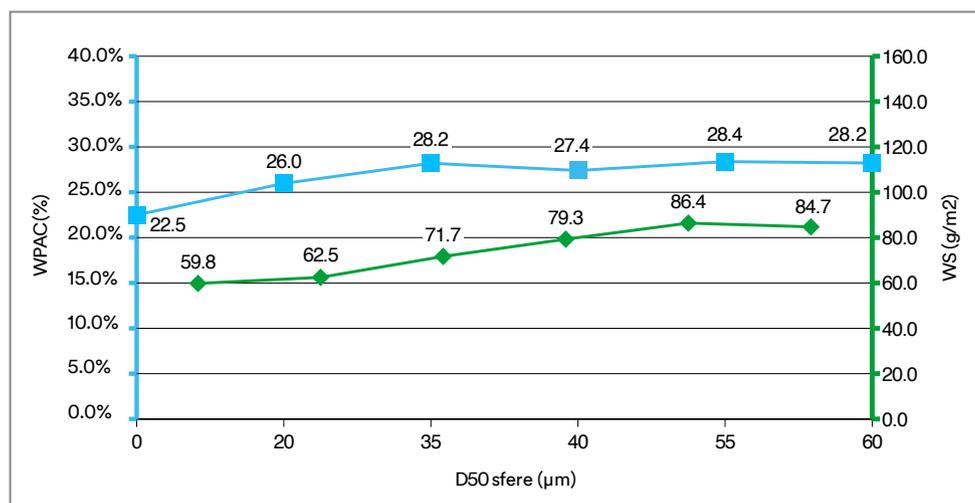
## Correlazione tra le proprietà anticondensa e la granulometria

Utilizzando Glass Bubbles 3M di diverse dimensioni è stato condotto uno studio approfondito sull'influenza della granulometria delle sfere cave sulla capacità anticondensa di pitture acriliche. Le cariche selezionate sono le Glass Bubbles denominate K15, K25, K37, S22 e iM16K, le cui specifiche tecniche sono riportate in Tabella 1. Le pitture sono state formulate in modo che il volume percentuale delle cariche nella pittura sia costante, pari al 32%.

Nome	Target Crush Strength 90% Survivals (bar)	True Density (g/cm <sup>3</sup> )	Particle Size (microns, by volume)			
			10%	50%	90%	Effective Top Size (95%)
K15	21	0,15	30	60	105	115
K25	52	0,25	25	55	95	105
K37	210	0,37	20	40	80	85
S22	28	0,22	20	35	60	75
iM16K	1103	0,46	13	22	31	37

**Tabella 1**  
Specifiche tecniche delle cariche studiate

I dati raccolti hanno evidenziato che la quantità di acqua trattenuta per unità di superficie delle pitture contenenti sfere cave aumenta all'aumentare delle dimensioni delle sfere (Figura 2). I valori di WPAC seguono praticamente lo stesso trend a meno di alcune eccezioni legate alle diverse densità delle pitture esaminate. Secondo il test, pertanto, il campione di pittura con le Glass Bubbles K25 (quelle con diametro 55  $\mu\text{m}$ ) ha una capacità anticondensa migliore.



**Figura 4 - Coefficiente di assorbimento acqua e quantità di acqua assorbita per m<sup>2</sup> delle pitture testate in funzione del diametro delle cariche**

Emerge chiaramente che l'introduzione di sfere cave nella pittura contribuisce ad aumentare le proprietà anticondensa della pittura (WPAC). Maggiore è la dimensione media delle sfere, maggiore è la quantità di acqua trattenuta sulla superficie e di conseguenza minore è il gocciolamento.

La riduzione di conducibilità termica è un parametro chiave del funzionamento delle pitture anticondensa. Tuttavia la conducibilità termica delle vernici non varia significativamente con le dimensioni delle glass bubbles.

Per interpretare i dati relativi alla maggiore capacità di assorbimento delle vernici contenenti glass bubbles di dimensioni maggiori sono state effettuate delle misure di rugosità utilizzando un profilometro a contatto KLA-Tencor P-16+. Lo strumento è in grado, mediante un tastatore, di mappare in 3D la superficie del campione e calcolare il fattore Sdr (developed interfacial area ratio) definito come:

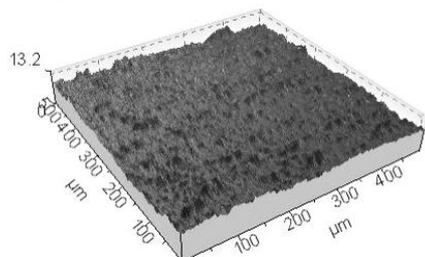
$$\text{Sdr} = \frac{(A_{\text{sup}} - A_{\text{sc}})}{A_{\text{sc}}} \times 100$$

che rappresenta l'incremento percentuale dell'area superficiale ( $A_{\text{sup}}$ ) rispetto all'area di scansione ( $A_{\text{sc}}$ ).

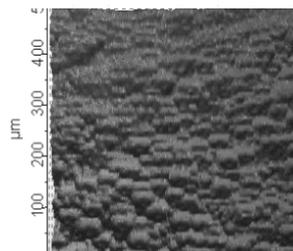
È stato utilizzato un tastatore di 4  $\mu\text{m}$  di diametro soggetto a 2 mg di forza peso con il quale sono state scansionate alla velocità di 50  $\mu\text{m/s}$  aree di 500 x 500  $\mu\text{m}$  suddivise in 168 tracce. È stato trovato che nei campioni con microsfere l'area superficiale, a seconda della distribuzione dimensionale, è 2-2,7 volte più estesa di quella del campione con solo carbonato di calcio (Tabella 2) ed in genere aumenta all'aumentare del diametro delle sfere. In Figura 3 è mostrata la morfologia in 3D delle pitture esaminate.

Cod. campione di pittura	Tipo sfere	D50 sfere ( $\mu\text{m}$ )	Sdr	A <sub>sup</sub> /A <sub>CaCO3</sub>
P_CaCO3	CaCO3	-	287,0	1
P_iM16K	iM16K	22	657,4	2
P_S22	S22	35	782,3	2,3
P_K37	K37	40	870,1	2,5
P_K25	K25	55	896,0	2,6
P_K15	K15	60	950,1	2,7

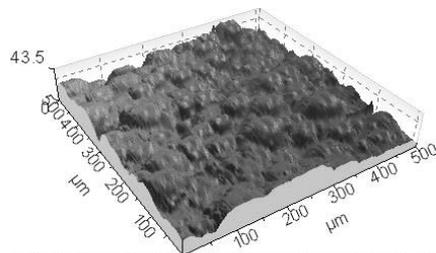
**Tabella 2 - Misure di area superficiale delle pitture con Glass Bubbles e relativi incrementi rispetto alla pittura di riferimento**



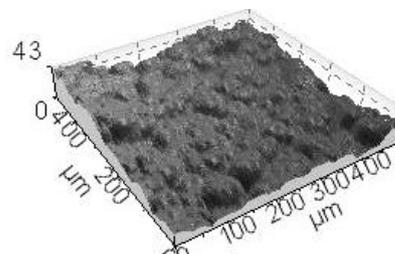
PC\_CaCO3



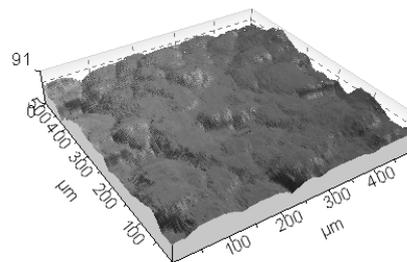
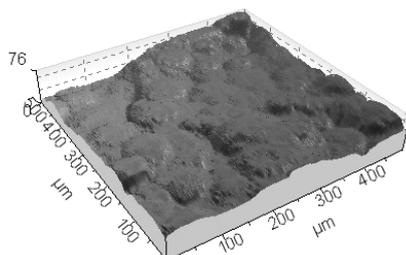
PC\_iM16K



PC\_S22

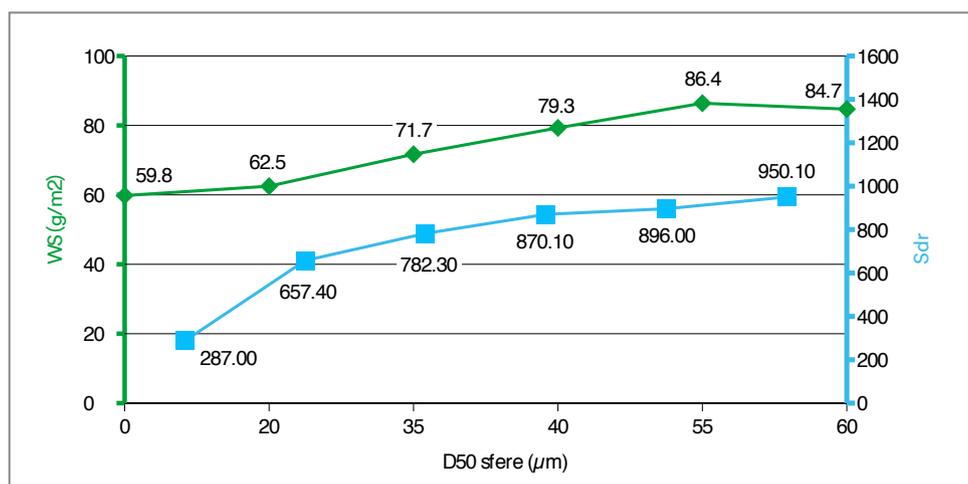


PC\_K37



**Figura 5 - Rilievi 3D delle pitture con Glass Bubbles acquisiti mediante profilometro a contatto**

In base a questi dati, si può estrapolare una correlazione tra i valori di acqua trattenuta (WPAC e WS) e i valori di rugosità e di area superficiale (Figura 4). Secondo la teoria del moto laminare di un fluido su lastra piana, la velocità di un fluido che scorre su una parete varia con la distanza dalla superficie di contatto ed esiste uno strato sottile a velocità nulla, cioè una parte di fluido che rimane solidale alla parete, denominato boundary layer o strato stagnante. Poiché lo spessore del boundary layer è sempre uguale, a parità di tutti gli altri fattori, la quantità d'acqua che rimane adesa alla pittura dipende dall'area superficiale e dalla rugosità.



**Figura 6** Relazione tra assorbimento acqua del film di pittura e incremento di area superficiale

---

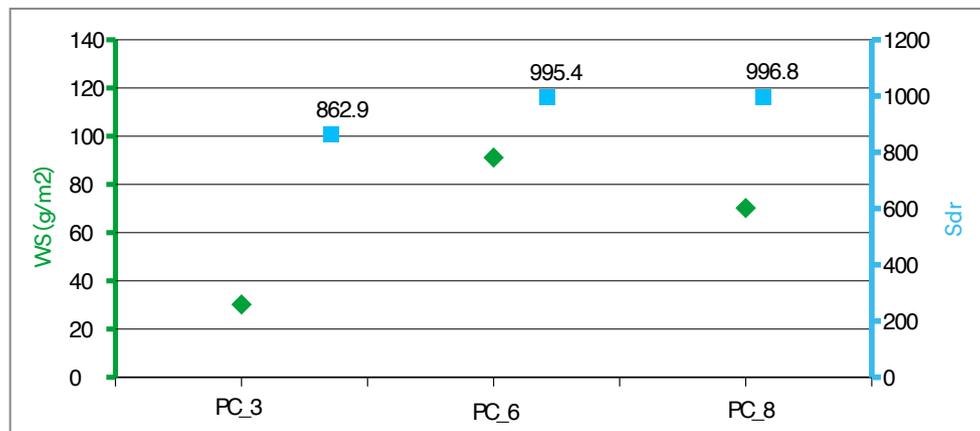
L'aumento di area superficiale determina un miglioramento dello scambio termico convettivo della parete e di conseguenza il processo di rievaporazione della condensa è facilitato.

L'ottimizzazione dell'area superficiale dipende da molti fattori. In linea di massima aumenta all'aumentare delle dimensioni delle particelle, ma dipende anche dalla distribuzione granulometrica perché incide sul fattore di impacchettamento. Di fondamentale importanza è la resistenza meccanica delle sfere per evitarne la rottura, che ne inficierebbe l'efficacia.

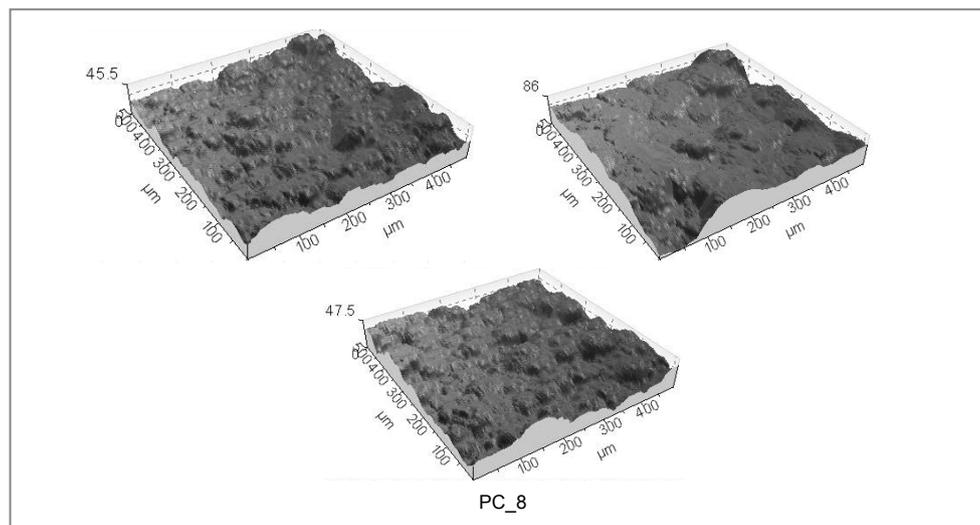
Il test utilizzato fornisce in maniera semplice un'indicazione dell'area superficiale misurando la quantità massima di acqua che è in grado di trattenere sulla superficie in condizioni di saturazione.

La misura dell'area superficiale effettuata con il profilometro a contatto effettuata sui campioni più significativi ha confermato l'esistenza della correlazione tra la quantità di acqua assorbita dal rivestimento (Figura 7) e il la superficie specifica WS. Sebbene in questo caso non sia noto il diametro delle microsfeere contenute nelle pitture, una valutazione qualitativa dei profili tridimensionali ha confermato che l'area superficiale, e quindi la quantità di acqua assorbita per unità di superficie, aumenta all'aumentare delle dimensioni delle sfere (Figura 8).

**Figura 7 - Quantità di acqua trattenuta per unità di superficie e Sdr di alcune pitture anticondensa commerciali**



**Figura 8 - Rilievi 3D di alcune pitture anticondensa commerciali acquisiti con profilometro a contatto**



## Conclusioni

Sono state valutate le proprietà anticondensa di pitture contenenti varie tipologie di cariche inerti ed in particolare microsfere cave di vetro (Glass Bubbles) prodotte da 3M.

Misure di conducibilità termiche su pitture contenenti glass bubbles e su pitture formulate con filler differenti indicano che l'isolamento termico delle vernici con glass bubbles è significativamente migliore.

Il metodo di test utilizzato associa le proprietà anticondensa alla quantità d'acqua stabilmente trattenuta sulla superficie della vernice (Nordtest NT POLY 170) su un cono cilindrico invertito tenuto a 0°C. Maggiore è questa quantità maggiore è la capacità anticondensa. I test condotti su campioni di pittura contenenti vari tipi di cariche hanno dimostrato che l'acqua trattenuta sulla superficie è maggiore in tutti i campioni che contengono sfere cave.

I test anticondensa condotti indicano che glass bubbles di maggiori dimensioni migliorano la capacità di trattenere acqua. Il fenomeno è stato interpretato ed associato all'incremento di area superficiale e rugosità dovuto alla presenza sfere di maggiore diametro e confermata da misure profilometriche.

I dati sperimentali confermano i risultati ottenuti testando diversi campioni di pitture commerciali: le migliori performance anticondensa sono ottenute dalle pitture formulate con microsfere cave di vetro.







**3M Advanced Materials Division**

**3M Italia srl**

Via N. Bobbio, 21

20096 Pioltello (MI)

Tel. 02 70351

[www.3mitalia.it](http://www.3mitalia.it)

© 3M 2017. Tutti i diritti riservati.