

CertiMaC
soc.cons. a r.l.
Via Granarolo, 62
48018 Faenza RA
Italy
tel. +39 0546 670363
fax +39 0546 670399
www.certimac.it
info@certimac.it

R.I. RA,
partita iva e
codice fiscale
02200460398
R.E.A. RA
180280
capitale sociale
€ 84.000
interamente versato

Sperimentazione eseguita

P.I. Germano Pederzoli



Redatto

Ing. Mattia Morganti



Approvato

Ing. Luca Laghi



RAPPORTO DI PROVA

120215-R-4608

DETERMINAZIONE SPERIMENTALE DELLA PERMEABILITA' AL VAPORE D'ACQUA (NORMA UNI EN ISO 7783) DI UN PRODOTTO PER INTONACI A BASE DI LEGANTI ORGANICI DENOMINATO "SUBERITE A GRANA MEDIA", DELLA DITTA "SUBERITE SYSTEM S.R.L.", PORCIA (PN).

LUOGO E DATA DI EMISSIONE:	Faenza, 16/06/2015
COMMITTENTE:	Suberite System S.r.l.
STABILIMENTO:	via Maestri del Lavoro 7, 33080 Porcia (PN)
TIPO DI PRODOTTO:	Intonaco a base di leganti organici
NORMATIVE APPLICATE:	UNI EN ISO 7783:2012
DATA RICEVIMENTO CAMPIONI:	20/04/2015
DATA ESECUZIONE PROVE:	Maggio-Giugno 2015
PROVE ESEGUITE PRESSO:	CertiMaC, Faenza

NOTA: I risultati contenuti nel presente rapporto di prova si riferiscono esclusivamente ai campioni sottoposti alle prove di seguito descritte.

E' inoltre ad uso esclusivo del Committente nell'ambito dei limiti previsti dalla normativa cogente e non può essere riprodotto (in forma cartacea o digitale) parzialmente, senza l'approvazione scritta del laboratorio.

Revisione -	Il presente Rapporto di Prova è composto da n. 9 pagine	Pagina 1 di 9	
Classificazione:	Prog. CNT	Ris. III	Arch. +5

1. Introduzione

Il presente rapporto descrive la prova di:

- *determinazione della permeabilità al vapore d'acqua di un intonaco a base di leganti organici,*

effettuata su una tipologia di prodotto consegnato al laboratorio CertiMaC di Faenza dal Committente in data 20/04/2015 (Rif. 2-a, 2-b). La prova è stata effettuata in accordo con le norme riportate nei Rif. 2-c, Rif. 2-d.

2. Riferimenti

- a. Preventivo: prot. 15149/lab del 20/04/2015.
- b. Conferma: pagamento acconto ricevuto il 06/05/2015.
- c. Norma UNI EN ISO 7783:2012. Pitture e Vernici. Determinazione delle Proprietà di Trasmissione del Vapore Acqueo.
- d. Norma UNI EN ISO 12572:2006. Prestazione igrometrica dei materiali e dei prodotti per edilizia. Determinazione delle proprietà di trasmissione del vapore d'acqua.

3. Oggetto della prova

La prova è stata eseguita sul prodotto in gres fatto pervenire al laboratorio sotto forma di:

- *N° 1 foglio di Suberite di dimensioni approssimativamente pari ad 1 m².*

La prova è stata eseguita a partire dalla realizzazione in laboratorio di tre campioni ottenuti per taglio dal campione inviato presso il Laboratorio, così come richiesto dalla norma 2-c.

La preparazione dei campioni ha previsto la realizzazione di provini di sezione circolare di diametro pari a circa 95 mm e spessore medio pari a circa 1.5÷2 mm. Previo condizionamento in ambiente di laboratorio per un periodo di sette giorni, i materiali sono stati sottoposti alla prova. In Fig. 1 è riportata la fotografia del campione.



Figura 1. Esempio di campione consegnato in laboratorio.

	Sperimentazione eseguita	Redatto	Approvato	Pagina 2 di 9
	P.I. Germano Pederzoli	Ing. Mattia Morganti	Ing. Luca Laghi	120215-R-4608

4. Apparato di prova

Le prove di determinazione della permeabilità al vapore d'acqua, realizzate ai sensi delle Norme al Rif. 2-d,e, sono state realizzate tramite un'attrezzatura opportunamente costruita secondo le indicazioni della stessa norma ed il cui schema è riportato in Fig. 2. Di seguito, in Fig. 3, si riporta invece l'attrezzatura realmente utilizzata.

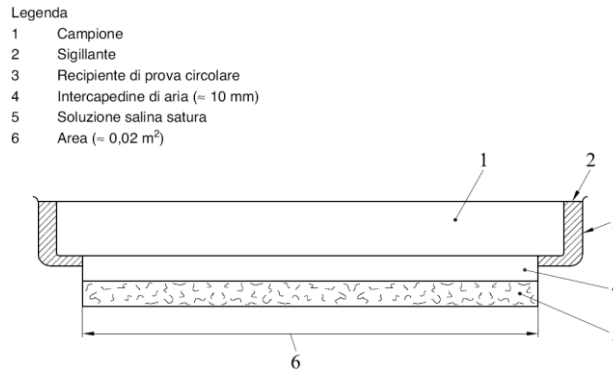


Figura 2. Schema attrezzatura di prova (Rif. 2-d, e).



Figura 3. Attrezzatura di prova in dotazione al laboratorio, realizzata in PVC.

L'attrezzatura così realizzata rispetta i requisiti richiesti e presenta le seguenti caratteristiche:

- Superficie di scambio: $\approx 0.018 \text{ m}^2$, da cui segue un diametro di circa 152 mm;
- Vano inferiore per l'alloggiamento della soluzione satura salina di KNO_3 necessaria, come si vedrà, per garantire le condizioni di umidità relativa all'interno;
- Intercapedine di $15 \pm 5 \text{ mm}$ tra la superficie inferiore del campione e il pelo libero della soluzione;
- Vano superiore porta campione con dimensione tale da ospitare provini di sezione circolare e spessore rappresentativo del prodotto da analizzare.

5. Esecuzione della prova e descrizione dei risultati

5.1. Determinazione della permeabilità al vapore acqueo

	Sperimentazione eseguita	Redatto	Approvato	Pagina 3 di 9
	P.I. Germano Pederzoli	Ing. Mattia Morganti	Ing. Luca Laghi	120215-R-4608

La prova è stata eseguita nel pieno rispetto della norma 2-d,e che fissa i metodi per determinare la permeabilità al vapore d'acqua di prodotti edilizi in condizioni di flusso stazionario per condizioni di umidità relativa fissata e costante. Quest'ultima condizione viene garantita grazie all'utilizzo di una soluzione salina satura di KNO_3 (Nitrato di Potassio) che alla temperatura di $20^\circ C$ garantisce un livello di umidità relativa pari al 93.2%. I contenitori con all'interno i provini opportunamente sigillati lungo il perimetro circonferenziale, vengono posti in un ambiente a temperatura controllata ($20^\circ \pm 2^\circ C$ e $50 \pm 5\%$ u.r.) ove la tensione di vapore dell'acqua è mantenuta ad un valore diverso da quella all'interno dei contenitori in modo da garantire la presenza di un gradiente di pressione di vapore tale da innescare i fenomeni di diffusione secondo i criteri dettati dalle *Leggi di Fick*.

Il flusso di vapore, indicato con $\Delta m'$ (kg/s), viene valutato in condizioni di stazionarietà e monodimensionalità a partire dalla variazione di massa dell'insieme contenitore-campione-soluzione. Nello specifico, per incrementare il flusso di vapore e facilitare così il fenomeno di diffusione, si è scelto di fissare le condizioni di umidità esterne al campione con una soluzione satura di LiCl, come esposto nella norma al Rif. 2-d, la quale ha consentito di garantire un'umidità relativa costante a $20^\circ C$ e pari al 11% nominale (27.5 circa all'equilibrio termico).

Questo processo ripetuto nel tempo ad intervalli di tempo opportuni consente di determinare il raggiungimento della condizione di variazione lineare della massa, visualizzabile graficamente mettendo in relazione la massa e il tempo, quando i punti successivi si dispongono appunto su di una linea retta (Cfr. Fig. 6). Da tale correlazione è possibile pervenire al valore di G, pendenza della retta valutata trascurando la fase iniziale relativa al transitorio.

Il valore di flusso è propedeutico per la determinazione della Permeanza Igroscopica al Vapore acqueo W (1) e del coefficiente di permeabilità al vapore μ (2):

$$W = \frac{G}{A \cdot \Delta p_v} \quad (1)$$

dove:

- W = Permeanza Igroscopica ($kg/m^2 Pa s$);
- G = Flusso di Vapore acqueo (kg/s);
- A = Superficie di scambio effettiva legata al diametro dell'attrezzatura e $\approx 0.015 m^2$;
- Δp_v = Differenza di tensione di vapore dell'acqua tra l'aria nell'ambiente controllato e la soluzione salina interna (Pa);

Da cui:

$$\mu = \frac{\delta_a}{W \cdot d} \quad (2)$$

dove:

- μ = Coefficiente di permeabilità al vapore (-);
- δ_a = Permeabilità Igroscopica dell'aria valutata con la relazione di Schirmer ($kg/m s Pa$);
- d = Spessore medio del provino (m);

	Sperimentazione eseguita	Redatto	Approvato	Pagina 4 di 9
	P.I. Germano Pederzoli	Ing. Mattia Morganti	Ing. Luca Laghi	120215-R-4608



Figura 4. Attrezzatura di Prova + campione.



Figura 5. Ambiente di Prova condizionato.

La configurazione di prova costituita dal solo coating autoportante generalmente posato in opera a spessori non trascurabili e comunque superiori al mm, non si è resa necessaria la misura dello spessore del coating in via meccanica mediante sistema a tastatore con risoluzione di lettura pari a $\pm 5 \mu\text{m}$. Ciò ha semplificato tale fase di valutazione, ma non è stato possibile ottenere campioni a spessore perfettamente omogeneo. Dalle rilevazioni fatte sui tre campioni risultano gli spessori riportati in Tab. 1. Da questi si andrà poi a determinare il valore V (rateo di trasmissione di Vapore – $(\text{g}/\text{m}^2 \text{ d})$). Tale parametro è alla base della determinazione dello spessore d'aria equivalente s_d (m) e del fattore di resistenza al vapore acqua μ (-).

5.2. Dati di input e condizioni al Contorno

In Tab. 1 si riportano le masse iniziali registrate al tempo 0 in assenza di sigillante per i cinque provini analizzati e inseriti nell'attrezzatura (Cfr. Fig. 4) e si evidenzia il provino n. 1 per il quale sono riportate, a titolo di esempio, i risultati ottenuti e le seguenti elaborazioni:

	Sperimentazione eseguita	Redatto	Approvato	Pagina 5 di 9
	P.I. Germano Pederzoli	Ing. Mattia Morganti	Ing. Luca Laghi	120215-R-4608

Campione	Massa Sistema M_0 (kg)	Spessore medio del Coating (mm)
1	0.1599	1.69
2	0.1592	1.74
3	0.1595	1.72

Tabella 1. Misura della massa iniziale M_0 del sistema (kg)

Si riportano inoltre le condizioni medie ambientali al contorno durante il corso di tutta la prova in termini di temperatura ed umidità relativa:

- Temperatura media interna (Rif. Sistema Fig. 4): **24.5 °C**;
- Temperatura media esterna (Rif. Laboratorio): **20 ± 2 °C**;
- Umidità relativa interna: **93.2%** - assunta pari al valor nominale garantito dalla soluzione satura di KNO_3 poiché lo spazio interno al campione è di dimensioni ridottissime rispetto alla quantità di soluzione presente e tale quindi da garantire il livello di umidità previsto;
- Umidità relativa esterna al campione (Rif. Sistema Fig. 4): **27.5%** - valore medio rilevato lungo la prova).

Le prove realizzate sui campioni di Fig. 1 hanno restituito i seguenti risultati (Tab. 2 e Fig. 6 – relativi, a titolo di esempio, al solo provino 1):

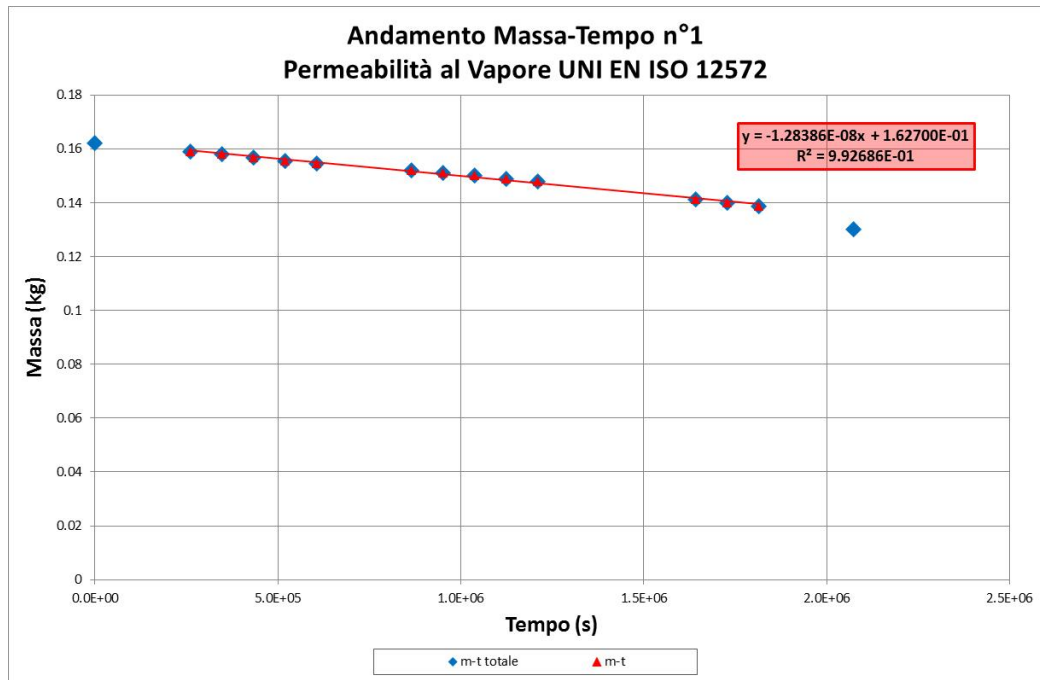


Figura 6. Correlazione Massa-Tempo al termine della Prova

	Sperimentazione eseguita	Redatto	Approvato	Pagina 6 di 9
	P.I. Germano Pederzoli	Ing. Mattia Morganti	Ing. Luca Laghi	120215-R-4608

Dai risultati ottenuti si può constatare come il transitorio iniziale presenti una variazione non lineare della massa e perciò non venga considerato ai fini della determinazione *empirica* del parametro G.

Tempo (h)	Tempo (s)	Massa Campione (kg)
CAMPIONE		N° 1
0	0	0.1622
72	259200	0.1592
96	345600	0.1580
120	432000	0.1567
144	518400	0.1555
168	604800	0.1545
240	864000	0.1522
264	950400	0.1511
288	1036800	0.1501
312	1123200	0.1490
336	1209600	0.1480
456	1641600	0.1412
480	1728000	0.1399
504	1814400	0.1388
576	2073600	0.1303

Tabella 2. Dati di perdita in massa relativi al Campione 1.

Dai valori misurati (Cfr. Tab. 2 e Figg. 4-6) si possono elaborare i dati ai sensi delle relazioni (1) e (2) al fine di determinare il coefficiente di permeabilità al vapore μ (Tab. 3):

	CAMPIONE			Valori Medi
	1	2	3	
S_d (m)	0.12	0.12	0.12	0.12
μ	73	71	72	72

Tabella 3. Valori di Permeabilità al Vapore.

I valori presenti in tabella 3 sono stati preventivamente corretti, così come richiesto dalla norma al Rif. 2-c, per tenere conto di alcuni aspetti, descritti nella successiva appendice A e legati alla presenza del bordo schermato.

	Sperimentazione eseguita	Redatto	Approvato	Pagina 7 di 9
	P.I. Germano Pederzoli	Ing. Mattia Morganti	Ing. Luca Laghi	120215-R-4608

6. Conclusioni

Dalla sperimentazione fatta si dichiara che il valore del coefficiente di permeabilità al vapore d'acqua medio μ risulta pari a **72**, mentre lo spessore equivalente d'aria risulta pari a **0.12 m**.

7. Lista di distribuzione

ENEA	Archivio	1 copia
CertiMaC	Archivio	1 copia
Committente	Suberite System S.r.L.	1 copia

	Sperimentazione eseguita	Redatto	Approvato	Pagina 8 di 9
	P.I. Germano Pederzoli	Ing. Mattia Morganti	Ing. Luca Laghi	120215-R-4608

APPENDICE A

All'Appendice F della Norma di cui al Rif. 2-d, viene presentata una correzione da apportare al parametro g , densità di flusso di vapore ($\text{kg}/\text{m}^2\text{s}$), per tener conto dell'effetto del *bordo schermato del provino*, ossia della situazione tale per cui il diametro del provino è maggiore del diametro dell'attrezzatura di prova.

In tal caso, il *bordo schermato* funge da percorso preferenziale per il vapore nel caso di flusso bidimensionale. Considerando di operare in condizioni, per ipotesi, monodimensionali, l'obiettivo è pertanto di incrementare, correggendolo, il flusso di vapore che attraversa il campione in modo da tener conto anche della quota parte che attraversa il bordo schermato. Di seguito si riporta, a titolo di esempio, la relazione utilizzata per determinare g_{me} , flusso di vapore corretto (Cfr. F.1) e la correlazione grafica fornita dalla norma per pervenire allo stesso parametro (Cfr. Fig. 7)

$$\frac{g_{me}}{g} = 1 + \frac{4 \cdot d}{\pi \cdot S} \cdot \ln\left(\frac{2}{1 + \exp(-2 \cdot \pi \cdot b/d)}\right) \quad (F.1)$$

dove:

g_{me} è la portata di vapore misurata in presenza di un bordo schermato, in $\text{kg}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$;

g è la portata di vapore trascurando il bordo schermato, in $\text{kg}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$;

d è lo spessore del provino, in m;

b è la larghezza del bordo schermato, in m (vedere figura A.1);

S è il diametro idraulico, in m, (quattro volte l'area di prova diviso per il perimetro).

I valori del rapporto g_{me}/g calcolati mediante l'equazione (F.1) dipendono da due rapporti: b/d , la dimensione del bordo schermato diviso per lo spessore del provino e d/S , lo spessore diviso la dimensione caratteristica del provino. La figura F.1 indica i valori di g_{me}/g in funzione di questi due rapporti. I valori di g_{me} misurati utilizzando un recipiente con un bordo schermato devono essere corretti dividendoli per il valore appropriato di g_{me}/g , calcolato dall'equazione (F.1) o ricavato dalla figura F.1, prima di calcolare la permeanza.

Entità della correzione per bordo schermato

Legenda

- 1 g_{me}/g
- 2 Spessore del provino diviso per il diametro idraulico, d/S

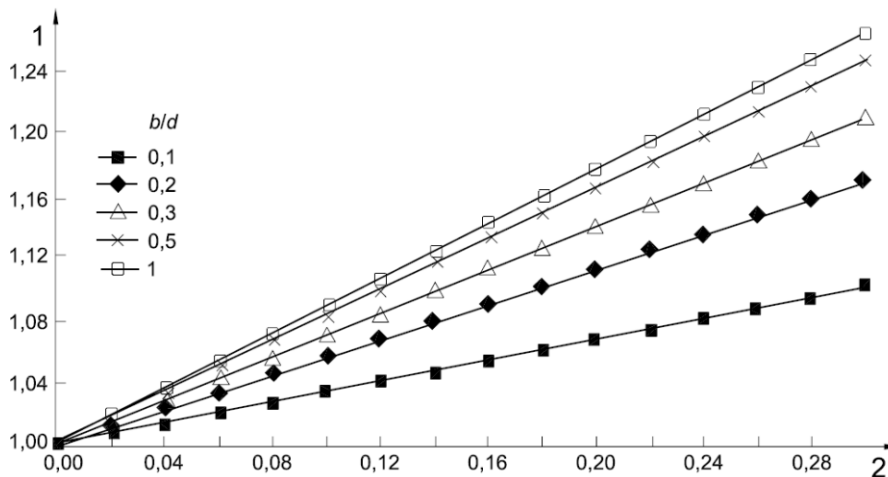


Figura 7. Determinazione del Coefficiente correttivo – effetto del bordo schermato.

	Sperimentazione eseguita	Redatto	Approvato	Pagina 9 di 9
	P.I. Germano Pederzoli	Ing. Mattia Morganti	Ing. Luca Laghi	120215-R-4608

