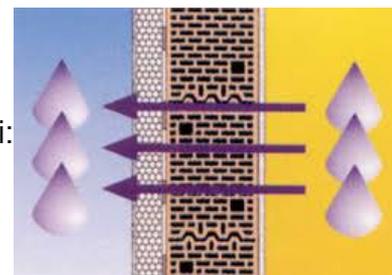




### Traspirazione/permeabilità vapore

#### UN ANEDDOTO:

Prima di inoltrarci nella spiegazione della TRASPIRAZIONE<sup>1</sup> dei materiali ritengo doveroso iniziare con un aneddoto<sup>2</sup> che riunisce in sé le molteplici incomprensioni e i malintesi che sono alla base di affermazioni fantascientifiche sulla respirazione della casa fatta attraverso i muri: Un venditore zelante, appena uscito da un meeting aziendale cerca di propinare la particina appena imparata.....



*"vede dottore, applicare una pittura non traspirante sul muro di una casa, è come pitturarsi tutta la pelle, con un isolante..... si ottiene la morte in pochi attimi." il dottore chiede: "è sorprendente ma, mi dica, perché si muore?" risposta: "... ma è ovvio, perché non si respira e se non si respira, si muore!" il dottore "... non conviene respirare dal naso o, meglio ancora, dalla bocca?", proseguendo con la spiegazione: "non si muore perché è impedita la respirazione ma piuttosto perché viene bloccata l'autoregolazione termica del corpo, il sudore è conseguenza dell'equilibrio termico, l'aria serve per ossigenare il sangue, l'ossigeno si unisce con gli zuccheri e diviene il carburante per l'organismo. Il gas di scarto (l'anidride carbonica) esce dalla bocca non dalle braccia >> finendo con il doveroso suggerimento: "... non associ due cose così diverse, la casa non ha nulla a che fare con il corpo umano, se non per il fatto che lo contiene."*

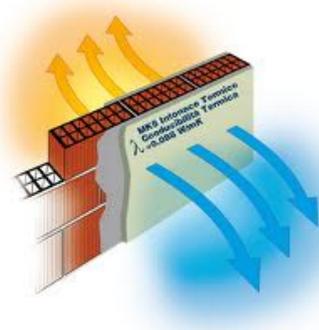
E' vero che l'umidità all'interno delle abitazioni è determinata da una elevata produzione di vapore da parte degli abitanti (cucinando, lavandosi, mettendo il bucato ad asciugare sui caloriferi, ed anche l'eventuale esistenza di umidità di risalita capillare che rilascia l'acqua, sotto forma di vapore, all'interno dei locali, ecc.).

Un valore indicativo, può essere quantificato in 10 litri di acqua (sotto forma di vapore) a famiglia, (quattro persone) per giornata.

Per ripristinare lo stato di benessere, (il comfort<sup>3</sup> si ha quando l'umidità relativa dei locali non supera il 65-70%) ed evitare danni quali condense e quindi muffe, cattivi odori ma anche degrado delle strutture, l'aria umida in eccesso deve essere smaltita.

Meno dell'1%, dell'aria umida riesce ad essere smaltita attraverso la traspirazione dei muri e tetto, il 99%, pertanto, viene eliminato mediante il ricambio dell'aria aprendo le finestre, o attraverso la cappa di aspirazione in cucina, o tramite deumidificatori e/o climatizzatori.

L'importante è prenderne coscienza, fidandosi della tecnologia e di quanto detto sopra, lasciamo perdere le fantasie commerciali che ci fanno credere, di aver bisogno della "respirazione dei muri".



<sup>1</sup> **traspirazione** si intende la perdita d'acqua sotto forma di vapore da parte di un tessuto biologico a contatto con l'ambiente esterno.

<sup>2</sup> **Aneddoto** nell'accezione d'oggi può anche indicare un racconto di preciso interesse, che sia relativo a un avvenimento o a un personaggio

<sup>3</sup> **comfort** è una sensazione puramente soggettiva percepita dall'utente e serve ad indicare il "livello di benessere" percepito.



### Traspirazione/permeabilità vapore

Quando l'umidità relativa<sup>1</sup> raggiunge il valore 65-70%, deve attivarsi una forma di areazione. L'ideale è un igrostat<sup>2</sup> collegato ad una bocchetta di scambio con l'esterno che immette o espelle aria in relazione alla percentuale di umidità relativa riscontrata. Nel caso non usassimo della tecnologia dovremmo capire da soli quando è il momento di aprire una finestra; per non incorrere in errori ricordiamo comunque che per cambiare l'aria viziata sono sufficienti 5 minuti. Rivestendo le pareti e i soffitti interni con del cartongesso, oppure utilizzando un rivestimento traspirante con un coefficiente  $\mu$  basso otterremo il caratteristico effetto spugna, questo non per far respirare il muro, ma per utilizzare la finitura interna come polmone nei momenti in cui la produzione di vapore acqueo sale, per poi ricederla quando la percentuale relativa ritorna entro i limiti di comfort.

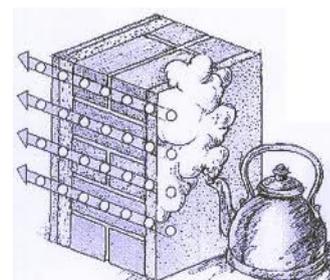
#### TRASPIRABILITÀ DEI MATERIALI:

##### $\mu$ - resistenza alla diffusione al vapore;

rapporto fra la permeabilità dell'aria (190x10<sup>-9</sup> g/s m Pa) e la permeabilità del materiale. (numero adimensionale sempre maggiore di 1).

##### $\delta v$ - permeabilità al vapore;

rappresenta la quantità di vapore che passa nell'unità di tempo attraverso una sezione unitaria di una parete di spessore unitario sotto una determinata differenza di pressione. (g/s m Pa – grammo/secondo metro Pascal)



In edilizia, per traspirabilità di un materiale si intende la capacità di un materiale di essere attraversato dall'aria umida.

La traspirabilità è in genere correlata alla porosità del materiale.

Tanto più un materiale è traspirante, tanto più bassa è la possibilità che si crei condensa sulla sua superficie del materiale.

La traspirabilità permette anche un migliore isolamento termico, infatti l'aria secca in condizioni stagnanti è un buon isolante termico.

La principale unità di misura impiegata viene identificata con una lettera greca  $\mu$  "mu".

Il  $\mu$  è la resistenza che oppone il materiale al passaggio del vapore paragonandolo alla resistenza che da un metro di aria. Si tratta quindi di una grandezza adimensionale (un coefficiente misurato empiricamente<sup>3</sup> in laboratorio) più questo valore è basso, mai inferiore ad 1, tanto più facilmente il vapore riuscirà ad attraversare il materiale.

<sup>1</sup> **L'umidità relativa** (o UR) è il rapporto tra la quantità di vapore acqueo contenuto in una massa d'aria e la quantità massima di vapore acqueo che la stessa massa d'aria riesce a contenere nelle stesse condizioni di temperatura e pressione

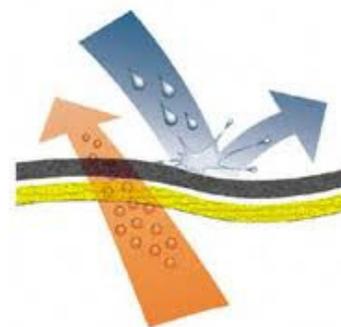
<sup>2</sup> **igrostat** Apparecchio che regola automaticamente l'umidità dell'aria in un ambiente

<sup>3</sup> **empiricamente** Che si basa sull'esperienza, su ciò che può essere dimostrato sperimentalmente



### Traspirazione/permeabilità vapore

Nella pratica quotidiana e nelle schede tecniche, si impiega ormai sempre più frequentemente il valore **Sd'**, che si ottiene moltiplicando il  $\mu$  del materiale con lo spessore del prodotto espresso in metri. Si ottiene così lo spessore dello strato di aria equivalente che oppone una resistenza uguale a quella del prodotto specifico. In altre parole una materiale con **Sd** di 0,5 metri significa che, per attraversare questo materiale, il vapore impiega la stessa fatica che impiegherebbe per attraversare mezzo metro di aria. Il  $\mu$  del materiale non cambia, ma l'**Sd** invece si, in funzione dello spessore.



Un altro modo di quantificare la capacità traspirante dei materiali che si può trovare in alcune schede tecniche è la diffusione al vapore (**WDD**<sup>2</sup> "wasserdampfdurchlässigkeit" o permeabilità a vapore acqueo), cioè la quantità di acqua (espressa in grammi) sotto forma di vapore che passa attraverso un metro quadrato di membrana nelle 24 ore (**gr/m<sup>2</sup> 24h**). Il dato è molto semplice da capire e si può facilmente relazionare alla prevista produzione di vapore all'interno di un qualsiasi alloggio.

Nella pratica quotidiana e nelle schede tecniche, si impiega ormai sempre più frequentemente il valore **Sd**, che si ottiene moltiplicando il  $\mu$  del materiale con lo spessore del prodotto espresso in metri. Si ottiene così lo spessore dello strato di aria equivalente che oppone una resistenza uguale a quella del prodotto specifico. In altre parole una membrana con **Sd** di 0,5 metri significa che, per attraversare questa membrana, il vapore impiegherà lo stesso tempo che impiega per attraversare mezzo metro di aria. Il  $\mu$  del materiale non cambia ma l'**Sd** invece si, in funzione dello spessore.

Un altro modo di quantificare la capacità traspirante dei materiali che si può trovare in alcune schede tecniche è la diffusione al vapore (**WDD** "wasserdampfdurchlässigkeit" o permeabilità a vapore acqueo), cioè la quantità di acqua (espressa in grammi) sotto forma di vapore che passa attraverso un metro quadrato di membrana nelle 24 ore (**gr/m<sup>2</sup> 24h**). Il dato è molto semplice da capire e si può facilmente relazionare in funzione della prevista produzione di vapore all'interno di un qualsiasi alloggio.

Per dare dei parametri e comprendere le unità di misura possiamo considerare il materiale:  
**Traspirante** quando il valore **Sd** oscilla fra 0,02 metri e 0,2 metri di spessore d'aria.

**Freno vapore** quando il valore **Sd** oscilla fra 0,2 metri e (70 -100) metri di spessore d'aria.

**Barriera o freno vapore** quando il valore **Sd** sale dai 100 metri in su.

Se trasferiamo le precedenti ipotesi utilizzando l'unità di misura **WDD**, possiamo considerare traspirante una diffusione del vapore superiore ai 1000 (**gr/m<sup>2</sup> 24h**) grammi di acqua per metro quadrato nelle 24 ore; mentre considereremo freno al vapore i valori che vanno da qualche decina a qualche unità di grammi di acqua per metro quadrato nelle 24 ore.

<sup>1</sup> **Sd** acronimo Superficie Diffusione vapore.

<sup>2</sup> **WDD** acronimo di "wasserdampfdurchlässigkeit" che tradotto vuole dire "permeabilità al vapore acqueo".



### Traspirazione/permeabilità vapore

Nella tabella seguente, per daremo alcuni valori del coefficiente  $\mu$  relativi ad alcuni materiali tipici.

(Materiale)	( $\mu$ )	(Materiale)	( $\mu$ )
blocchi di calcestruzzo poroso autoclavato	5 - 10	malta di cemento	18 - 35
pannelli di gesso	5 - 10	conglomerato cementizio armato	35 - 70
intonaco di calce macroporosa	9	pannelli in legno	40
malta di gesso	9 - 10	legno pressato	50 - 100
malta di calce naturale	9 - 11	polistirolo espanso	80 - 300
malta di calce e gesso	10	muratura di clinker pieno	100
muratura di mattoni	10 - 15	cartoni bitumati	2000-3000
malta di calce plastica	13 - 25	fogli di PVC	> 20000
malta di calce e cemento	15 - 35	alluminio	infinito

Il calcolo del  $\mu$  si trova attraverso prove di laboratorio in questo modo, da un provino attraverso la formula per trovare la permeabilità del materiale:

$$\delta v = 1 / (A * \Delta p / (\Delta g / \Delta t) - R_A)$$

Dove:

- $\delta v$  = unità di misura permeabilità al vapore (Kg<sup>m2</sup> s Pa).
- A** = area del recipiente di prova in (m<sup>2</sup>).
- $\Delta p$  = differenza di tensione vapore interno esterno recipiente in (Pa).
- $\Delta g / \Delta t$  = flusso di vapore in (Kg/sec).
- $R_A$  = resistenza della membrana nel recipiente di prova.

Il test dei cinque provini viene effettuato nel modo descritto sotto: mantenendo costante la pressione in uno dei due scomparti dei recipienti di prova con nel mezzo il campione da testare, controllando poi costantemente il peso con bilancia di precisione per 12 giorni, otterremo, in peso, la quantità del vapore acqueo che ha attraversato il campione. Posizionando i dati raccolti in una tabella come la Tab.2 sottostante, ci permetterà di ottenere prima ( $\Delta g / \Delta t$ ) flusso vapore<sup>1</sup>, poi, conoscendo il valore di ( $R_A$ ) resistenza della membrana, di ( $\Delta p$ ) flusso di vapore, ed infine di (**A**) area del recipiente, possiamo calcolare, prima il flusso di vapore in (Kg/sec), poi la permeabilità ( $\delta v$ ) e per finire utilizzando la formula:



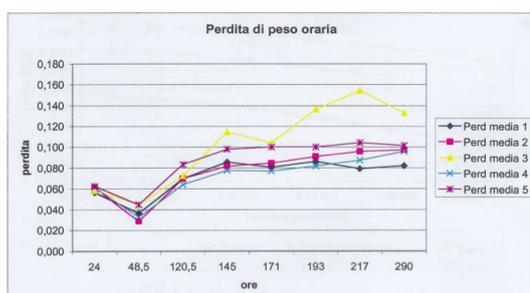
<sup>1</sup> Flusso vapore movimento di vapore da zone diverse misurabile in velocità vapore o quantità vapore



### Traspirazione/permeabilità vapore

$$\mu = 1.9410^{-10} / \delta v * s$$

possiamo trovare il coefficiente  $\mu$  dividendo la permeabilità dell'aria ( $1.9410^{-10}$ ) con la permeabilità del materiale testato moltiplicandola per lo spessore ( $s$  in m) dello stesso.



Tav. 1 grafico perdita di peso

Tempo (h)	Tempo (secondi)	Peso (Kg)				
		ST 1	ST 2	ST 3 <sup>2</sup>	ST 4	ST 5
0	0	2,0512	2,1074	2,0827	2,1216	2,1196
24	86400	2,0498	2,1059	2,0813	2,1201	2,1181
48,5	174600	2,0489	2,1052	2,0802	2,1193	2,1170
120,5	433800	2,0439	2,1002	2,0750	2,1147	2,1110
145	522000	2,0418	2,0982	2,0722	2,1128	2,1086
171	615600	2,0397	2,0960	2,0695	2,1108	2,1060
193	694800	2,0378	2,0940	2,0665	2,1090	2,1038
217	781200	2,0359	2,0917	2,0628	2,1069	2,1013
290	1044000	2,0299	2,0846	2,0531	2,0999	2,0939

Tav. 2 tabella perdita di peso

	Provini					Media
	1	2	3	4	5	
Flusso $\Delta G/\Delta t$ [Kg/sec]	2,0E-08	2,2E-08	2,8E-08	2,1E-08	2,5E-08	2,2E-08
$\Lambda$ [Kg/m <sup>2</sup> s Pa]	4,83E-10	5,17E-10	6,77E-10	4,92E-10	5,85E-10	5,19E-10
Coefficiente di permeabilità al vapore $\mu$	20,10	18,75	14,33	19,72	16,58	19,42

Tav. 3 tabella valori calcolati

D'alla tavola 3 realizzando una media dei coefficienti di  $\mu$  otteniamo, prendendo solamente i valori significativi, un valore equivalente a (**19**), quindi il materiale testato avrà  $\mu = 19$ .