

## NOTE SULLE MISURE DI UMIDITA'

Per la misura della umidità si possono usare diversi metodi: i più usati sono i seguenti:

### Misura capacitiva dell'umidità aria ambiente

I sensori capacitivi sono costituiti da un polimero sensibile all'umidità su un supporto vetroso, che giace tra due strati metallici (costituendo in tal modo un condensatore con il polimero come dielettrico). L'assorbimento di acqua da parte del polimero fa variare la sua costante dielettrica e quindi la capacità del condensatore, che risulta quindi proporzionale alla umidità, senza alcuna dipendenza dalla pressione atmosferica.

Vantaggi dei sensori capacitivi sono anche: nessuna manutenzione e possibilità di misure sotto 0°C

### Misura psicrometrica dell'umidità aria ambiente

E' il metodo più preciso e si basa su una doppia misura di temperatura da parte di due sonde di cui una mantenuta bagnata (bulbo secco e bulbo umido). La sonda bagnata, per effetto della evaporazione (favorita da un ventilatore interno con velocità aria di almeno 2 m/sec) si raffredda. Il confronto tra le due temperature, attraverso il diagramma dell'aria umida (diagramma di Mollier) fornisce il valore dell'umidità relativa e degli altri parametri correlati, riferiti a pressione di 1013 mbar. Per pressioni diverse, si possono apportare le opportune correzioni.

Negli strumenti moderni, tutto è effettuato automaticamente.

I vantaggi del metodo, oltre la precisione, consistono nello scarso invecchiamento delle sonde e nella possibilità di arrivare a misurare fino al 100% u.r.

Gli svantaggi sono legati alla necessità di mantenere sempre la riserva d'acqua (problemi per il monitoraggio a lungo termine) e la difficoltà di misure sotto 0°C.

### Misure di umidità all'interno di materiali:

*Per i materiali granulari* (come ghiaia, sabbia, cereali, granulati vari, rifiuti), si può utilizzare una sonda di tipo capacitivo con la punta (a penetrazione) protetta con filtri di vario tipo, fino a metalli sinterizzati con porosità fino a 10 micron. Con tale sistema viene misurata ancora l'umidità aria ambiente che si viene a stabilire nella cella di misura all'interno della punta della sonda.

*Per murature e materiali da costruzione* si possono usare sistemi basati sulla misura di conduttività tra due elettrodi che vengono inseriti a piccola profondità nel materiale. In alcuni casi, dove si può operare un foro di diametro di 6 mm, si possono inserire speciali sonde capacitivie di ridotto diametro. Entrambi i sistemi hanno lo svantaggio di richiedere la introduzione nel materiale.

Un altro metodo, non intrusivo, si basa sulla misura della costante dielettrica del materiale. Una sonda emette un campo elettrico ad alta frequenza che penetra nel materiale fino ad una profondità di circa 2,5 cm. Attraverso la taratura del sistema per un certo materiale, si può avere una indicazione abbastanza precisa della quantità di acqua contenuta nello stesso.

### Piccolo vocabolario per le misure di umidità

**Umidità relativa:** indica la percentuale di aria che è saturata con vapore acqueo, ossia quale percentuale di vapore acqueo rispetto al massimo possibile è contenuto nell'aria in esame. Il tutto riferito ad una certa temperatura e pressione.

**Umidità assoluta:** è il peso di acqua contenuto in un metro cubo di miscela aria-vapore acqueo

**Rapporto di miscelazione:** è l'umidità assoluta riferita a 1 kg di aria secca

**Entalpia:** indica la quantità di calore contenuta nell'aria umida. E' un parametro importante per calcolare le caratteristiche di raffreddamento e riscaldamento, per es: negli scambiatori di calore

**Pressione parziale vapore:** la legge di Dalton afferma che la pressione totale di una miscela di gas è uguale alla somma delle pressioni che i singoli componenti gassosi eserciterebbero se occupassero da soli l'intero volume della miscela. Il contributo individuale di ogni componente alla pressione totale della miscela è detto pressione parziale: la pressione parziale dovuta alle molecole di acqua costituisce la pressione del vapore acqueo. Se la percentuale di vapore acqueo nell'atmosfera aumenta, aumenta proporzionalmente anche la pressione del vapore. Quindi, la pressione del vapore è una misura esatta della quantità di vapore nell'aria.

**Pressione del vapore di saturazione:** l'aria non può contenere più di una certa quantità di vapore acqueo, detta pressione del vapore di saturazione, definita come grammi di vapore acqueo per kg di aria umida. Questo parametro dipende dalla temperatura dell'aria: è basso a basse temperature e alto ad alte temperature.

**Punto di rugiada:** è la temperatura alla quale la umidità relativa è=100%, cioè è la temperatura al di sotto della quale tutto il vapore acqueo della miscela si trasforma in goccioline di acqua (a parità di altre condizioni)

### Misure di umidità

In generale tutti i sensori di umidità non hanno risposte troppo rapide, per cui è necessario dare un certo tempo alla misura, in particolare se si passa da un ambiente ad un altro con una differenza di umidità rilevante.

Le sonde capacitivie dotate di filtro sono particolarmente lente, in quanto il filtro rallenta il cambio dell'aria ambiente all'interno della cella di misura. Lo scopo del filtro è quello di proteggere la sonda dallo sporco; pertanto è opportuno mantenere tale filtro efficiente e, in caso si noti un tempo di risposta eccessivamente lungo, sostituirlo.

Misure in ambienti attorno a 90% di um. rel. possono portare a condensazioni parziali sul sensore, provocando misure non corrette. In tale caso lasciare asciugare la sonda per alcune ore in ambiente più secco possibile.

## Alcune sonde per la misura di umidità e temperatura ambiente

Il catalogo sonde di umidità è molto vasto; qui di seguito vengono elencate alcune delle più comuni.

### FHA646-E1 , E1/C

sensore: tipo capacitivo (umidità); NTC (temperatura)

campo misura: FHA646-E1:-20..+60°C / 5...98%U.R.

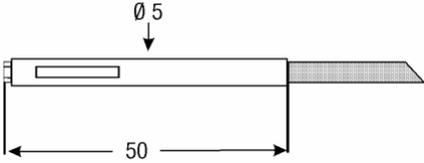
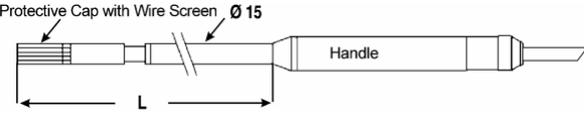
FHA646-E1C:-20..+80°C / 5...98%U.R.

precisione: ±2% (U.R.) ; ±0,1°C (da 0 a +70°C)

**tipo 646-E1:** contenitore in plastica

**tipo 646-E1/C:** contenitore inox, compens. attiva della umidità in



<p>funzione temperatura</p> <p>T90: 10 sec circa (senza filtro, aria a 5 m/s)  diametro=12 mm; cavo 1,5 m  FHA646-E1: L=155 mm  FHA646-E1C : L=160 mm  FHA646-E2C: L=275 mm  FHA646-E3C: L=530 mm;</p>	
<p><b>FHA6466</b>  costruzione compatta  caratteristiche come sopra</p>	
<p><b>FHA646R</b>  sensore: tipo capacitivo (umidità); NTC (temperatura)  campo misura: -30...+100°C / 5...98%U.R.  precisione: ±2% (U.R) ; ±0,1°C (da 0 a +70°C)  T90: 10 sec circa (aria ad 1 m/s)  dimens: L=50 mm; diam.= 5 mm  cavo 2 m</p>	
<p><b>FHA636HRx</b> (per mis. in alta temperatura)  sensore: tipo capacitivo (umidità); PT100 (temperatura)  campo misura: 0...100%U.R.  precisione U.R: ±1,5% U.R a 23°C ; ±2,5% tra 10% e 90% U.R.  precisione temp: ±0,3°K a 23°C  T90: 15 s (senza filtro)  FHA636HR1: -50...+150°C, L=250 mm  FHA636HR2: -50...+200°C, L=400 mm  impugnatura: 180 mm; resist. temp.: -20...+60°C  cavo 2 m</p>	
<p><b>FNA846</b> (portatile)  tipo: psicrometrico con 2 sensori NTC  campo misura: 0...+60°C / 10...100%U.R.  precisione: ±1% U.R a cond. nom ; ±0,1°K (da 0 a +60°C)  con serbatoio acqua e ventilatore  dimens: L=245 mm; diam.= 50 mm  cavo 1,5 m</p>	
<p><b>FNA8463</b> (monitoraggio)  tipo: psicrometrico con serbatoio lunga durata  caratteristiche: simili a FNA846  dimens: L175xP50xA75 mm</p>	
<p><b>FHA696MF</b> (umidità nei materiali)  principio: capacitivo  campo misura: 0...50% di contenuto umido  campo lavoro: 0...60°C  per materiali da costruzione, legno, carta  dimens. corpo cilindrico: 130 mm x F 40 mm</p>	