



Sensori di umidità Hydronix

Guida alla configurazione e alla calibratura



Per riordinare usare il codice articolo:	HD0679it
Revisione:	1.12.0
Data della revisione:	Giugno 2026

Copyright

Le informazioni contenute all'interno della presente documentazione non possono essere adattate o riprodotte, parzialmente o integralmente e in alcuna forma, così come il prodotto stesso, senza la previa autorizzazione scritta di Hydronix Limited, a cui, da questo punto in avanti, si farà riferimento come Hydronix.

© 2026

Hydronix Limited
Units 11-12, Henley Business Park
Pirbright Road, Normandia
Guildford
Surrey
GU3 2DX, REGNO UNITO
Regno Unito

Numero di iscrizione al registro delle imprese: 01609365 | IVA: GB384155148

Tutti i diritti riservati

RESPONSABILITÀ DEL CLIENTE

Nell'applicazione del prodotto descritto nella presente documentazione, il cliente accetta il fatto che il prodotto è un sistema elettronico programmabile intrinsecamente complesso e che potrebbe non essere completamente esente da errori. Così facendo, il cliente si assume pertanto la responsabilità di assicurarsi che il prodotto sia correttamente installato, messo in opera, utilizzato e sottoposto a manutenzione da personale competente e adeguatamente preparato e in modo conforme a qualsiasi istruzione o precauzione di sicurezza resa disponibile o secondo la buona pratica ingegneristica, e di verificare sotto tutti gli aspetti l'uso del prodotto nell'applicazione specifica.

ERRORI NELLA DOCUMENTAZIONE

Il prodotto descritto nella presente documentazione è soggetto a sviluppi e miglioramenti costanti. Qualsiasi informazione e dettaglio di natura tecnica riguardanti il prodotto e il suo impiego, compresi le informazioni e i dettagli contenuti in questa documentazione, sono forniti da Hydronix in buona fede.

Hydronix è lieta di accettare commenti e suggerimenti riguardanti il prodotto e la presente documentazione.

RICONOSCIMENTI

Hydronix, Hydro-Probe, Hydro-Mix, Hydro-Skid, Hydro-View e Hydro-Control sono marchi di fabbrica registrati di Hydronix Limited.

RISCONTRI DEL CLIENTE

Hydronix si impegna costantemente a migliorare non solo i prodotti ma anche i servizi offerti alla clientela. Per inviare suggerimenti su come migliorare i prodotti e i servizi e ulteriori utili riscontri servirsi dell'apposito modulo disponibile sul sito www.hydronix.com/contact/hydronix_feedback.php.

Se il riscontro riguarda un prodotto certificato ATEX o un servizio associato, si prega di indicare i dati di contatto e il codice e il numero di serie del prodotto, per consentirci di metterci in contatto e comunicare, se del caso, eventuali consigli sulla sicurezza. Non è obbligatorio lasciare i dati di contatto, fermo restando che in ogni caso tutte le informazioni verranno trattate con riservatezza.

Uffici di Hydronix

Sede centrale Regno Unito

Indirizzo: Units 11-12 Henley Business Park
Pirbright Road
Normandy
Surrey
GU3 2DX

Tel: +44 1483 468900

E-mail: support@hydronix.com
sales@hydronix.com

Sito Web: www.hydronix.com

Ufficio nordamericano

Copre Nord e Sud America, i territori degli Stati Uniti, Spagna e Portogallo

Indirizzo: 692 West Conway Road
Suite 24, Harbor Springs
MI 47940
USA

Tel: +1 888 887 4884 (numero verde)
+1 231 439 5000

Fax: +1 888 887 4822 (numero verde)
+1 231 439 5001

Ufficio europeo

Copre l'Europa centrale, la Russia e il Sudafrica

Tel: +49 2563 4858
Fax: +49 2563 5016

Ufficio francese

Tel: +33 652 04 89 04

Cronologia delle revisioni:

N. revisione	Data	Descrizione della modifica
1.0.0	Febbraio 2015	Prima versione
1.1.0	Luglio 2015	Aggiunta la sezione sulla calibratura con modalità multiple
1.2.0	Ottobre 2015	Aggiunto processo per la calibratura di un sensore in un mescolatore
1.3.0	Maggio 2016	Aggiunte le impostazioni modalità allarme
1.3.1	Agosto 2016	Aggiornamento limitato
1.4.0	Settembre 2016	Aggiornata la gestione del materiale di calibratura. Corretta la calibratura Brix.
1.5.0	Aprile 2017	Aggiornata gradazione della temperatura all'uscita per il sensore HMHT
1.6.0	Dicembre 2017	Aggiornamento limitato
1.7.0	Giugno 2021	Integrazione Filtro incluso Integrazione Protocollo secondario
1.8.0	Febbraio 2023	Aggiunta di Hydro-Probe BX e CA Moisture Probe
1.9.0	Settembre 2024	Informazioni sulla pulizia delle superfici in ceramica nella sezione diagnostica specificata. Chiarimento sulla selezione della modalità di misurazione. Informazioni sui parametri di filtraggio della semina. Descrizione della procedura di calibratura rivista. Modifiche minime al formato
1.10.0	Novembre 2024	Chiarimento delle informazioni sulle funzioni di filtraggio (in base alla versione 3.2.0 del firmware HS0102)
1.11.0	Febbraio 2026	Sezione 1.1 "Uso previsto" aggiunta
1.12.0	Giugno 2026	Riferimento EN0090 aggiunto

Indice

Capitolo 1 Introduzione	11
1 Introduzione.....	11
Capitolo 2 Configurazione.....	15
1 Configurazione del sensore	15
2 Configurazione delle uscite analogiche.....	15
3 Impostazione di ingressi/uscite digitali	17
4 Parametri per il calcolo della media	19
5 Filtri.....	20
6 Tipica traccia di umidità di un sensore Hydronix all'interno di un materiale in scorrimento.....	22
7 Filtraggio del segnale in un'applicazione con mescolatore.....	23
8 Modalità di misurazione	26
9 Restituzione dei dati del sensore	28
10 Protocollo secondario	30
Capitolo 3 Integrazione del sensore e calibratura del materiale.....	31
1 Integrazione del sensore.....	31
2 Introduzione alla calibratura del materiale	31
3 Coefficiente SSD e contenuto di umidità SSD	33
4 Memorizzazione dei dati di calibratura.....	33
5 Procedura di calibratura per i materiali in libero scorrimento (lineare)	35
6 Calibratura lineare	37
7 Calibratura quadratica	38
8 Calibratura di un sensore in un mescolatore	39
9 Calibratura Brix.....	41
Capitolo 4 Best practice	43
1 Istruzioni generali per tutte le applicazioni	43
Capitolo 5 Diagnostica del sensore	45
1 Diagnostica del sensore	45
Capitolo 6 Domande frequenti	51
Appendice A Riferimenti ad altri documenti	53
1 Riferimenti ad altri documenti.....	53

Indice delle figure

Figura 1. Collegamento del sensore (panoramica).....	13
Figura 2. Istruzioni per l'impostazione della variabile di uscita	15
Figura 3. Traccia di umidità pura non graduata all'interno di materiale in scorrimento	22
Figura 4. Grafico che mostra il segnale filtrato	23
Figura 5. Curva di umidità tipica	23
Figura 6. Grafico che indica il segnale puro durante un ciclo di impasto	24
Figura 7. Filtraggio del segnale puro non graduato (1).....	24
Figura 8. Filtraggio del segnale PURO (2).....	25
Figura 9. Relazione tra valori non graduati e umidità	27
Figura 10. Distribuzione dei dati nel sensore.....	28
Figura 11. Uscita non specificata	29
Figura 12. Uscita legacy selezionata	29
Figura 13. Calibratura per 3 materiali differenti.....	32
Figura 14. Risultati di calibratura tipici	32
Figura 15. Calibratura nel sensore.....	34
Figura 16. Calibratura nel sistema di controllo.....	34
Figura 17. Esempio di una buona calibratura del materiale	37
Figura 18. Esempi di punti di calibratura del materiale inadeguati	38
Figura 19. Esempio di una buona calibratura quadratica	39
Figura 20. Esempio di una calibratura quadratica errata	39
Figura 21. Esempio di una buona calibratura Brix.....	42
Figura 22. Esempio di una calibratura Brix errata	42

1 Introduzione

Questa Guida alla configurazione e alla calibratura vale solo per i sensori Hydronix seguenti:

Hydro-Probe	(numeri di modello da HP04 in poi)
Hydro-Probe XT	(numeri di modello da HPXT02 in poi)
Hydro-Probe Orbiter	(numeri di modello da ORB3 in poi)
Hydro-Probe SE	(numeri di modello da SE03 in poi)
Hydro-Mix	(numeri di modello da HM08 in poi)
Hydro-Mix HT	(numeri di modello da HMHT01 in poi)
Hydro-Mix XT	(numeri di modello da HMXT01 in poi)
Hydro-Probe BX	(numeri di modello da HPBX01 in poi)
CA Moisture Probe	(numeri di modello da CA0022)

I manuali d'uso di altri modelli possono essere scaricati dal sito www.hydronix.com.



I sensori di umidità a microonde Hydronix impiegano filtri di elaborazione del segnale digitale ad alta velocità e tecniche di misurazione avanzate che producono un segnale che varia in modo lineare con le variazioni di umidità del materiale sottoposto a misurazione. Il sensore deve essere installato in un flusso di materiale e fornisce un output online della variazione dell'umidità nel materiale.

Le tipiche applicazioni includono la misurazione dell'umidità in sabbia, aggregati, calcestruzzo, biomasse, semi, mangimi per animali e prodotti agricoli.

I sensori sono progettati per funzionare in diverse applicazioni e sono stati concepiti per consentire lo scorrimento del materiale sopra di essi. I seguenti sono esempi di applicazioni tipiche:

- Contenitori/Tramogge/Silo
- Trasportatori
- Distributori a scosse
- Mescolatori

Il sensore è dotato di due uscite analogiche che sono completamente configurabili e possono essere calibrate internamente per fornire un valore di umidità diretto che sia compatibile con qualsiasi sistema di controllo.

Sono disponibili due ingressi digitali per controllare la funzione interna di calcolo della media. Il sensore, che esegue 25 misurazioni al secondo, rileva rapidamente qualsiasi variazione del contenuto di umidità e ne determina la media. Ciò agevola l'impiego dei dati nel sistema di controllo.

Uno degli ingressi digitali può essere configurato in modo da fornire un'uscita digitale che produce un segnale d'allarme qualora una lettura risulti superiore o inferiore alla media. Ciò può servire, ad esempio, per segnalare un'eccessiva umidità oppure la necessità di riempire un contenitore.

I sensori Hydronix sono progettati e realizzati con materiali adeguati ad offrire un servizio affidabile per molti anni, anche in condizioni molto difficili. Tuttavia, come altri dispositivi elettronici sofisticati, è bene non esporli a impatti non necessari. Occorre prestare particolare attenzione alla superficie in ceramica che, per quanto estremamente resistente alle abrasioni, è molto fragile e può infrangersi se colpita direttamente.

ATTENZIONE – NON SOTTOPORRE A URTI LA PARTE IN CERAMICA



Il sensore deve essere installato correttamente per garantire una campionatura rappresentativa del materiale interessato. È essenziale collocare il sensore in un punto in cui la superficie in ceramica è completamente inserita nel flusso principale del materiale. Non deve essere installato su materiale stagnante o dove il materiale può accumularsi sul sensore.

Tutti i sensori Hydronix sono precalibrati in fabbrica in modo da restituire una lettura pari a 0 quando sono esposti all'aria e pari a 100 quando sono immersi in acqua. Questo dato viene denominato "Lettura non graduata" ed è il valore di base utilizzato per tarare il sensore al materiale da misurare. Poiché in tal modo tutti i sensori sono standardizzati, se occorre sostituirne uno non è necessario ripetere la calibratura del materiale.

Dopo l'installazione il sensore deve essere calibrato al materiale (vedere il Capitolo 3 per maggiori dettagli). La calibratura del sensore può essere effettuata in due modi:

- *Calibratura nel sensore:* il sensore viene calibrato internamente e fornisce l'umidità effettiva.
- *Calibratura nel sistema di controllo:* il sensore fornisce una lettura non graduata che è proporzionale all'umidità. I dati di calibratura nel sistema di controllo convertono questo valore in umidità effettiva.

1.1 Uso previsto

I dispositivi Hydronix non sono destinati a misurazioni per uso commerciale. Devono essere utilizzati esclusivamente per il controllo di processo e il monitoraggio industriale.

2 Tecniche di misurazione

I sensori utilizzano l'esclusiva tecnica digitale a microonde Hydronix che produce misurazioni più precise rispetto alle tecniche analogiche e offre una scelta di modalità di misurazione (non in tutti i sensori; consultare la documentazione specifica del sensore utilizzato per le specifiche tecniche). La modalità predefinita è la F, che è adatta a tutti i materiali ma in particolare a sabbia e aggregati. Per ulteriori informazioni sulla modalità da scegliere, contattare Hydronix all'indirizzo support@hydronix.com.

3 Collegamento e configurazione del sensore

Il sensore di umidità può essere configurato da remoto utilizzando un collegamento digitale seriale e un PC con installato il software di configurazione e calibratura Hydro-Com. Per la connessione a PC, Hydronix fornisce convertitori RS232-485 e un modulo di interfaccia USB (consultare il manuale HD0303).

Nota: ogni qualvolta viene citato il software Hydro-Com in questa guida, ci si riferisce alle versioni 2.0.0 e successive. È possibile utilizzare versioni precedenti del software Hydro-Com per configurare il sensore, ma in tal caso alcune funzionalità non saranno disponibili. Per ulteriori dettagli consultare il Manuale d'uso di Hydro-Com.

Sono disponibili due configurazioni di base per collegare il sensore a un sistema di controllo batch:

- Analogica: l'uscita CC è configurabile su:
 - 4–20 mA
 - 0–20 mA
 - Per ottenere un'uscita da 0–10 V, utilizzare il resistore da 500 Ohm fornito con il cavo del sensore.
- Digitale: un'interfaccia seriale RS485 consente lo scambio diretto di dati e informazioni di controllo tra il sensore e il computer di controllo impianto. Sono anche disponibili adattatori opzionali USB ed Ethernet.

Il sensore può essere configurato in modo da fornire un valore lineare compreso tra 0 e 100 unità non graduate, con la calibratura del materiale eseguita nel sistema di controllo. In alternativa, è anche possibile calibrare il sensore internamente, in modo che restituisca l'umidità effettiva.

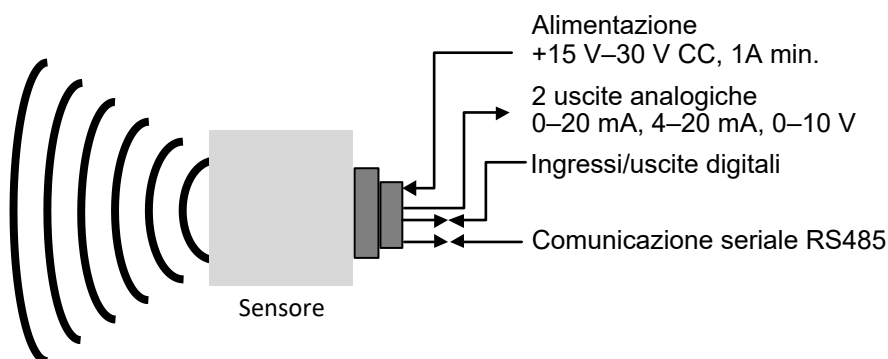


Figura 1. Collegamento del sensore (panoramica)

1 Configurazione del sensore

I sensori di umidità a microonde Hydronix dispongono di diversi parametri interni che consentono di ottimizzare il funzionamento del sensore per applicazioni specifiche. Queste impostazioni possono essere visualizzate e modificate utilizzando il software Hydro-Com. Informazioni su tutte le impostazioni sono reperibili nel Manuale d'uso di Hydro-Com (HD0682).

Il software Hydro-Com e il relativo manuale d'uso possono essere scaricati gratuitamente all'indirizzo www.hydronix.com.

Tutti i sensori Hydronix funzionano allo stesso modo e utilizzano gli stessi parametri di configurazione. Tuttavia, non tutte le funzioni vengono utilizzate in tutte le applicazioni; i parametri del calcolo della media, ad esempio, sono generalmente utilizzati per i processi in batch.

2 Configurazione delle uscite analogiche

L'intervallo operativo delle due uscite del loop di corrente può essere adattato all'apparecchiatura a cui il dispositivo è collegato; il collegamento ad un PLC, ad esempio, può richiedere un'uscita di 4–20 mA o 0–10 V CC. Inoltre, le uscite possono essere configurate in modo da rappresentare misurazioni differenti effettuate dal sensore, quali umidità o temperatura.

La Figura 2 può essere utile nella scelta della variabile dell'uscita analogica corretta per un determinato sistema.

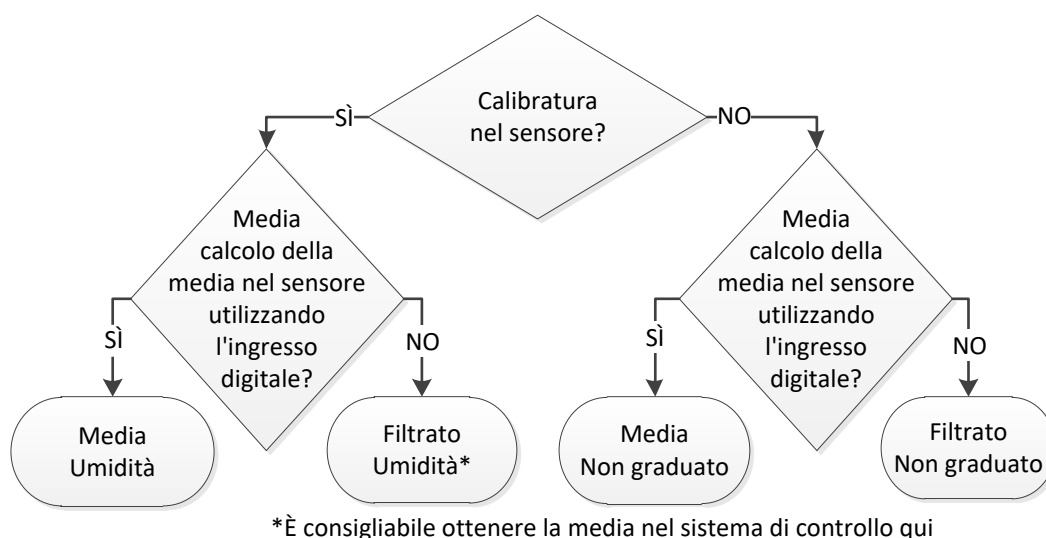


Figura 2. Istruzioni per l'impostazione della variabile di uscita

2.1 Tipo di uscita

Definisce il tipo di uscita analogica. Sono disponibili tre opzioni:

- 0–20 mA È il valore di fabbrica predefinito. L'aggiunta di un resistore di precisione esterno da 500 Ohm consente di convertire 0–20 mA in 0–10 V CC.
- 4–20 mA

2.2 Variabili di uscita 1 e 2

Definiscono quali letture del sensore saranno rappresentate dall'uscita analogica, da scegliere tra 10 opzioni.

2.2.1 Puro non graduato

È la variabile non filtrata e non graduata. Un valore puro non graduato di 0 rappresenta la lettura in aria, mentre 100 sarebbe la lettura in acqua. Poiché a questa variabile non è applicato alcun filtro, non deve essere utilizzata per il controllo dei processi. Può essere utilizzata invece per la registrazione durante l'installazione iniziale del sensore.

2.2.2 Puro non graduato 2

Se impostata, questa variabile restituisce la lettura della modalità di misurazione alternativa configurata per il sensore (vedere la sezione 0 nel Capitolo 2 per ulteriori informazioni sulle modalità di misurazione alternative). Non verrà applicato alcun filtro.

Nota: questa modalità non è disponibile in tutti i sensori; consultare le specifiche tecniche nelle istruzioni di installazione del sensore utilizzato).

2.2.3 Filtrato non graduato

L'uscita filtrata non graduata è una lettura proporzionale all'umidità e ha un valore compreso tra 0 e 100. Un valore non graduato pari a 0 corrisponde alla lettura in aria, mentre un valore pari a 100 corrisponde alla lettura in acqua.

2.2.4 Filtrato non graduato 2

Questa uscita filtrata non graduata utilizza la seconda modalità di misurazione configurata nel sensore.

Nota: questa modalità non è disponibile in tutti i sensori. Consultare le specifiche tecniche nelle istruzioni di installazione del sensore utilizzato.

2.2.5 Media non graduata

È la variabile "pura non graduata" elaborata per il calcolo della media del batch con i parametri impostati per tale calcolo. Per ottenere una lettura media, si deve configurare l'ingresso digitale su "Medio/Applicazione". Quando questo ingresso digitale è attivato, viene calcolata la media delle letture pure non graduate. Quando il valore dell'ingresso digitale è basso, questo valore medio viene mantenuto costante.

2.2.6 Umidità filtrata %

Questo valore è graduato utilizzando la variabile "filtrata non graduata" e i coefficienti A, B e SSD.

$$\text{Umidità filtrata \%} = A \times (F.N/G)^2 + B \times (F.N/G) + C - \text{SSD}$$

Questi coefficienti derivano esclusivamente da una calibratura del materiale, quindi la precisione del valore di umidità dipende dall'accuratezza della calibratura.

Il coefficiente SSD è il valore di umidità assorbita (Saturated Surface Dry) per il materiale in uso e consente di esprimere la lettura dell'umidità percentuale visualizzata solo in umidità superficiale (libera).

2.2.7 Umidità pura %

È la variabile che rappresenta la percentuale di umidità pura prima dell'applicazioni di filtri o del calcolo della media. Poiché a questa variabile non è applicato alcun filtro, si sconsiglia di utilizzarla per il controllo dei processi.

2.2.8 Umidità media %

È la variabile che rappresenta la percentuale di umidità pura elaborata per il calcolo della media del batch con i parametri impostati per il calcolo della media. Per ottenere una lettura media, si deve configurare l'ingresso digitale su "Medio/Applicazione". Quando si commuta l'ingresso digitale su un valore alto, viene calcolata la media delle letture di umidità pura. Quando il valore dell'ingresso digitale è basso, il valore medio viene mantenuto costante.

2.2.9 Brix

Questo valore può essere calibrato in modo da essere proporzionale al grado Brix di un materiale. In tali casi il sensore dovrà essere calibrato al materiale specifico. La calibratura richiede la relazione tra le letture non graduate del sensore e il grado Brix del materiale da definire.

Nota: questa uscita non è disponibile in tutti i sensori. Consultare le specifiche tecniche nelle istruzioni di installazione del sensore utilizzato.

2.2.10 Temperatura

Per tutti i sensori, ad eccezione del modello Hydro-Mix HT (HMHT), la gradazione della temperatura sull'uscita analogica è fissa: la gradazione a zero (0 oppure 4 mA) corrisponde a 0°C, quella massima (20 mA) a 100°C

Il sensore Hydro-Mix HT (HMHT) ha un'uscita fissa di 0-150°C: la gradazione a zero (0 oppure 4 mA) corrisponde a 0°C, quella massima (20 mA) a 150°C (solo per versioni firmware HS0102 v1.07 e successive).

2.3 Bassa % e Alta %

Questi due valori impostano l'intervallo di umidità quando la variabile di uscita è impostata su "Umidità filtrata %" o "Umidità media %". I valori predefiniti sono 0% e 20% dove:

0–20 mA 0 mA rappresenta 0% e 20 mA rappresenta 20%

4–20 mA 4 mA rappresenta 0% e 20 mA rappresenta 20%

Questi limiti sono impostati per l'intervallo operativo dell'umidità e devono corrispondere al valore mA per la conversione in umidità nel sistema di controllo del batch.

3 Impostazione di ingressi/uscite digitali

3.1 Opzioni di ingresso/uscita digitali

Il sensore ha due ingressi digitali. Il secondo di questi può anche essere configurato come uscita.

Per ulteriori dettagli di connessione consultare la Guida ai collegamenti elettrici HD0678.

Ingresso digitale 1 può essere impostato come segue:

Inutilizzato:	Lo stato dell'ingresso viene ignorato.
Medio/Applicazione	Consente di controllare il periodo di avvio e di arresto per il calcolo della media del batch. Quando il segnale d'ingresso è attivato, e dopo un periodo di ritardo impostato dal parametro "Ritardo medio/applicazione", i valori "puro" o "non graduato" iniziano a produrre la media (vedere la sezione 4.3 sulla modalità Media). Quando l'ingresso viene disattivato, il calcolo della media si interrompe e il valore medio viene mantenuto costante per poter essere letto dal sistema di controllo del batch (PLC). Quando il segnale di ingresso viene nuovamente attivato e dopo il periodo di ritardo impostato dal parametro "Ritardo medio/applicazione", il valore medio viene ripristinato e il calcolo della media riprende.
Umidità/Temperatura	Consente di commutare l'uscita analogica tra la variabile Non graduata o Umidità (a seconda dell'impostazione) e la temperatura. Questa opzione risulta utile quando è necessaria l'uscita temperatura continuando a utilizzare una sola uscita analogica. Con l'ingresso attivo, l'uscita analogica indicherà la variabile di umidità appropriata (Non graduata o Umidità). Quando l'ingresso è attivato, l'uscita analogica indicherà la temperatura del materiale (in gradi centigradi). La gradazione della temperatura sull'uscita analogica è fissa: la gradazione a zero (0–4 mA) corrisponde a 0°C e la gradazione massima (20 mA) a 100°C.
Filtro incluso:	Filtro incluso si usa per comandare quando i filtri di segnale sono applicati ai Segnali puri. Quando l'ingresso è alto, lo stato del Filtro incluso diventa attivo e i filtri del segnale vengono applicati al segnale puro. Quando l'ingresso è basso, lo stato del filtro incluso diventa inattivo (vedere le sezioni 5.4 e 5.5 Filtro semina per maggiori dettagli).
Sincro mescolatore	Quando l'ingresso è attivato, viene avviato un nuovo ciclo di misurazione sincronizzato.

L'ingresso/uscita digitale 2 può essere impostato come ingresso per Umidità/Temperatura, ma può anche essere impostato come uscita con i seguenti valori:

Silo vuoto	Questa uscita viene attivata se il valore Non graduato o Umidità scende oltre i limiti inferiori definiti nella sezione Calcolo della media. Può essere utilizzata per segnalare a un operatore quando il sensore è esposto all'aria (poiché in questo caso il valore del sensore è pari a zero) e può indicare lo stato di silo vuoto.
Dati fuori intervallo	L'uscita sarà attiva se la lettura dell'umidità o quella non graduata sono al di sotto o al di sopra dei rispettivi limiti.
Sensore OK	Questa uscita è attiva se: • La lettura della frequenza è compresa tra i punti di calibrazione definiti di aria e acqua $\pm 3\%$ • La lettura dell'ampiezza è compresa tra i punti di calibrazione definiti di aria e acqua $\pm 3\%$ • La temperatura dei componenti elettronici interni è inferiore alla soglia operativa di sicurezza. • La temperatura del risonatore RF è superiore alla soglia operativa di sicurezza. • La tensione dell'alimentazione interna è nell'intervallo previsto.
Allarme temperatura	

materiale L'allarme si attiva se la temperatura del materiale non rientra nei limiti configurati.

Tracciamento automatico stabile: Indica se la lettura del sensore è stabile. Per stabilità si intende la deviazione di un numero prestabilito di punti dati. Sia il valore di deviazione, sia la quantità di dati utilizzati, in secondi, possono essere configurati nel sensore. L'uscita è attiva se la deviazione del Tracciamento automatico è inferiore alla soglia di Tracciamento automatico definita.

Calibratura fuori intervallo L'uscita sarà attiva se la lettura non graduata in una qualsiasi delle modalità di misurazione è più di 3 punti al di sopra o al di sotto dei valori non graduati usati nella calibratura. Può essere utilizzata per segnalare la possibilità/l'utilità di aggiungere un altro punto di calibratura.

Ritenzione media: Duplicato dell'ingresso digitale 1

3.2 Impostazioni di configurazione ingressi/uscita

3.2.1 Limite alto e limite basso (Allarmi)

Un Limite alto e un Limite basso possono essere impostati sia per la percentuale di umidità, sia per il valore non graduato del sensore. I due parametri funzionano indipendentemente. L'uscita Silo vuoto si attiverà quando la lettura è sotto il limite basso. L'uscita Dati non validi si attiverà quando la lettura è sopra il limite alto o sotto il limite basso.

3.2.2 Limite alto e limite basso della temperatura del materiale (Allarmi)

Le uscite limite alto e limite basso del materiale sono utilizzate per configurare l'allarme relativo alla temperatura del materiale. Se l'ingresso/uscita digitale 2 è impostato come allarme della temperatura del materiale, l'uscita si attiva quando il sensore della temperatura del materiale è sopra il limite superiore o sotto il limite inferiore.

3.2.3 Soglia deviazione Tracciamento automatico

È utilizzata per configurare l'allarme Tracciamento automatico stabile. Quando è configurata, l'uscita si attiva se la deviazione della lettura filtrato non graduato è inferiore a questo limite.

3.2.4 Tempo Tracciamento automatico

Il valore Tracciamento automatico imposta la quantità di dati, in secondi, che viene inclusa nel calcolo della media per determinare la deviazione del Tracciamento automatico.

3.2.5 Modalità allarme

Determina la modalità di misurazione (Modalità F, Modalità V, Modalità E o Legacy) utilizzata per calcolare i valori degli allarmi. La Modalità allarme è disponibile solo per i sensori con più modalità di misurazione. Una volta configurato, il sensore calcola i valori degli allarmi utilizzando solo la modalità di misurazione selezionata. La Modalità allarme determina inoltre quale modalità è utilizzata per calcolare i valori di tracciamento automatico.

4 Parametri per il calcolo della media

Per il calcolo della media il sensore utilizza il valore puro o non filtrato non graduato (configurato dall'utente). I seguenti parametri determinano in che modo vengono elaborati i dati per il calcolo della media del batch quando si utilizza l'ingresso digitale o il calcolo remoto della media. Non vengono utilizzati, in genere, per i processi continui.

4.1 Limite alto e limite basso

Un Limite alto e un Limite basso possono essere impostati sia per la percentuale di umidità, sia per il valore non graduato. I due parametri funzionano indipendentemente. Se la lettura del sensore non rientra entro questi limiti durante il calcolo della media, i dati verranno esclusi dal calcolo della media.

I valori vengono configurati utilizzando i limiti alto e basso nella configurazione di ingressi e uscite (sezione 3.2.1).

4.2 Ritardo di applicazione medio

Quando si utilizza il sensore per la misurazione del contenuto di umidità di un materiale che viene scaricato da un contenitore o da un silo, si verifica spesso un breve ritardo tra il segnale di controllo emesso per avviare il batch e l'inizio del flusso di materiale sul sensore. Le letture dell'umidità in questo lasso di tempo devono essere escluse dal valore medio del batch, poiché è probabile che siano misurazioni statiche non rappresentative. Il valore di "Ritardo di applicazione medio" imposta la durata di questo periodo di esclusione iniziale. Per la maggior parte delle applicazioni 0,5 secondi è un valore adeguato, ma in alcuni casi potrebbe essere necessario aumentarlo. Le opzioni disponibili sono: 0, 0,5, 1, 1,5, 2 e 5 secondi.

4.3 Modalità Media

Imposta la modalità utilizzata per calcolare la media. Le modalità disponibili sono "Pura" (Non graduata/Umidità) e "filtrata" (Non graduata/Umidità). Nelle applicazioni in cui apparecchiature meccaniche, come pale di mescolatori o coclee, passano sopra il sensore e interferiscono con la lettura, l'uso del valore "Filtrato" consente di rimuovere i picchi e le contrazioni del segnale. Se il flusso del materiale è stabile, ad esempio quando la misurazione avviene presso l'erogatore di un silo, il calcolo della media deve essere impostato su "Puro".

5 Filtri

L'impostazione di filtro predefinite sono reperibili nell'apposita nota tecnica del sensore interessato; per i dettagli vedere Appendice A Riferimenti ad altri documenti.

Il risultato "Puro" (lettura non graduata), misurato 25 volte al secondo, può contenere un elevato livello di "disturbo" dovuto all'irregolarità del segnale causata dal flusso di materiale. Di conseguenza, affinché il segnale sia utilizzabile per il controllo dell'umidità, è necessario sottoporlo ad adeguato filtraggio.

Le impostazioni di filtraggio predefinite sono adatte alla maggior parte delle applicazioni, ma è possibile personalizzarle, se necessario.

Poiché ogni applicazione ha caratteristiche differenti, non esistono impostazioni di filtraggio predefinite che siano perfette per tutte le applicazioni. Il filtro ideale è quello che consente di ottenere un segnale scorrevole e una risposta rapida.

Le impostazioni di percentuale di umidità pura e pura non graduata **non** devono essere utilizzate a scopo di controllo.

La lettura non graduata pura viene elaborata dai filtri nel seguente ordine; prima i filtri di velocità di risposta limitano le variazioni brusche del segnale, poi i filtri di elaborazione del segnale digitale rimuovono i disturbi ad alta frequenza e, infine, il filtro di ottimizzazione (impostato utilizzando la funzione Tempo di filtraggio) rende scorrevole l'intero intervallo di frequenze.

Ogni filtro descritte in dettaglio di seguito.

5.1 Filtri di velocità di risposta

I filtri di velocità di risposta sono utili per eliminare grandi picchi o contrazioni nella lettura del sensore causati da interferenze meccaniche in un processo.

Questi filtri impostano limiti di velocità per variazioni significative, positive e negative, nel segnale puro. È possibile impostare dei limiti distinti per le variazioni positive e negative. Le opzioni disponibili sono: Nessuno, Leggero, Medio e Pesante. Più “pesanti” sono le impostazioni, più il segnale sarà “ritagliato” e di conseguenza lenta la risposta.

5.2 Elaborazione del segnale digitale

I filtri di elaborazione del segnale digitale (DSP, Digital Signal Processing) rimuovono il disturbo eccessivo dal segnale utilizzando un algoritmo avanzato. Il filtro riduce i disturbi ad alta frequenza. Il vantaggio del filtro DSP è che tratta come validi tutti i segnali all'interno di un intervallo di frequenze significativo. Ne consegue un segnale scorrevole che risponde rapidamente alle variazioni di umidità.

I filtri DSP sono particolarmente utili nelle applicazioni con disturbi elevati come un ambiente di mescolatura. Sono meno adatti ad ambienti con disturbi ridotti.

Le opzioni disponibili sono: Nessuno, Molto leggero, Leggero, Medio, Pesante e Molto pesante.

5.3 Tempo di filtraggio (Tempo stabilizzatore)

Il tempo di filtraggio ottimizza il segnale proveniente dai filtri di velocità di risposta e DSP. Questo filtro ottimizza l'intero segnale e pertanto ne rallenta la risposta. Il tempo di filtraggio è definito in secondi.

Le opzioni disponibili sono: 0, 1, 2,5, 5, 7,5, 10 e un periodo di tempo definito dall'utente fino a 100 secondi.

5.4 Valore nominale del Filtro incluso

Se il parametro Uso ingresso digitale 1 (vedere sezione 3.1) è impostato su "Filtro incluso", lo stato del Filtro incluso sarà controllato dallo stato dell'ingresso digitale. Altrimenti, lo stato del Filtro incluso sarà controllato da questo valore nominale del Filtro incluso (vedere **Tabella 1**).

I valori puri saranno inclusi nell'output filtrato solo quando lo stato del Filtro incluso è attivo.

Imposizione ingresso 1	Uso	Condizione	Stato Filtro incluso
"Filtro incluso"		Stato Ingresso digitale: Basso	Inattivo
"Filtro incluso"		Stato Ingresso digitale: Alto	Attivo
Qualsiasi impostazione	altra	Valore puro inferiore al valore nominale	Inattivo
Qualsiasi impostazione	altra	Valore puro superiore al valore nominale	Attivo

Tabella 1: Tabella Stato Filtro incluso

Quando l'ingresso digitale 1 è impostato su un parametro diverso da Filtro incluso e il parametro Filtro Semina è impostato su Ultimo valore filtrato (vedere la sezione 5.5), si osserva la seguente funzionalità:

Quando il Valore grezzo scende al di sotto del valore nominale del Filtro incluso, l'ultimo valore filtrato viene mantenuto costante. Quando il Valore grezzo sale nuovamente al di sopra del valore nominale, si avvierà il filtraggio partendo dal valore precedentemente mantenuto.

Si consiglia di impostare il parametro su un valore basso per includere tutte le misurazioni. Il valore predefinito è -5.

5.5 Filtro semina

Il parametro del Filtro Semina funziona in combinazione con il valore nominale del Filtro Incluso (vedere sezione 5.4) e l'opzione Filtro incluso dell'Ingresso digitale 1 (vedere sezione 3.1).

L'impostazione stabilisce se l'uscita filtrata riparte dall'ultimo valore filtrato o dall'ultimo valore grezzo noto dopo che lo stato Filtro incluso diventa attivo.

Vedere Tabella 2 per la funzionalità dell'Uscita filtrata a seconda dell'impostazione del parametro Filtro semina.

Impostazione del Filtro semina	Stato Filtro incluso	Funzionalità
Ultimo valore filtrato	Attivo	Aggiornamenti valori filtrati non graduati
Ultimo valore filtrato	Inattivo	Si visualizza il Filtrato non graduato quando l'ingresso è disattivato
Ultimo valore puro	Attivo	Aggiornamenti Filtrata non graduata
Ultimo valore puro	Inattivo	Uscite Puro non graduato

Tabella 2: Funzionalità Uscita Filtrato non graduato

6 Tipica traccia di umidità di un sensore Hydronix all'interno di un materiale in scorrimento

Quella mostrata nella Figura 3 è una tipica traccia pura non graduata di un materiale in scorrimento. Il segnale è irregolare a causa dell'azione del materiale che scorre oltre il sensore.

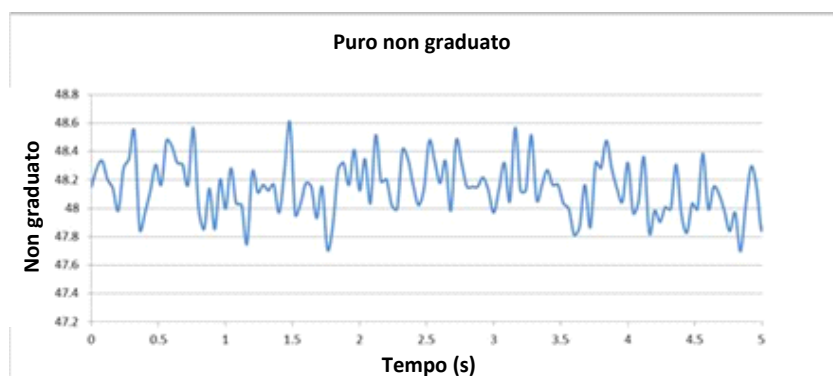


Figura 3. Traccia di umidità pura non graduata all'interno di materiale in scorrimento

I picchi positivi e le contrazioni negative possono essere esclusi utilizzando i filtri di velocità di risposta che riducono i disturbi indesiderati. Dopo che il segnale è stato elaborato dai filtri di velocità di risposta e, se selezionato, dal filtro DSP, il segnale viene ulteriormente ottimizzato dal Tempo di filtraggio (Tempo stabilizzatore). Ne risulta una rappresentazione molto più chiara dell'umidità nel materiale (Figura 4).

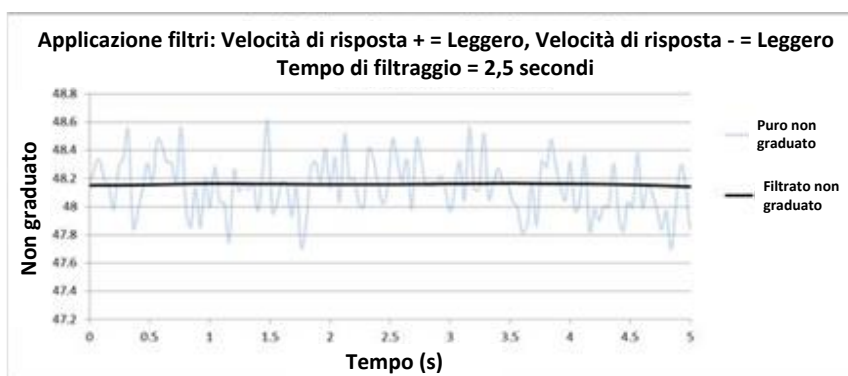


Figura 4. Grafico che mostra il segnale filtrato

7 Filtraggio del segnale in un'applicazione con mescolatore

A causa dei notevoli disturbi causati dalle lame del mescolatore, sarà necessario sottoporre il segnale a un certo livello di filtraggio al fine di renderlo utilizzabile per il controllo dell'umidità. Le impostazioni predefinite sono adatte alla maggior parte delle applicazioni, ma è possibile personalizzarle, se necessario.

Poiché ogni mescolatore ha una propria azione di mescolamento, non esistono impostazioni di filtraggio predefinite che siano perfette per tutti i mescolatori. Il filtro ideale è quello che consente di ottenere un segnale scorrevole e una risposta rapida.

La Figura 5 mostra una tipica curva di umidità durante un ciclo di mescola di cemento. Il mescolatore inizia a funzionare a vuoto e, non appena viene caricato il materiale, il segnale passa a un valore stabilito, Punto A. Una volta aggiunta l'acqua, il segnale aumenta e si stabilizza al Punto B, punto in cui la lavorazione del batch è completa e il materiale viene scaricato. La stabilità delle letture ai punti A e B significa che tutti gli ingredienti all'interno del mescolatore sono miscelati in modo omogeneo.

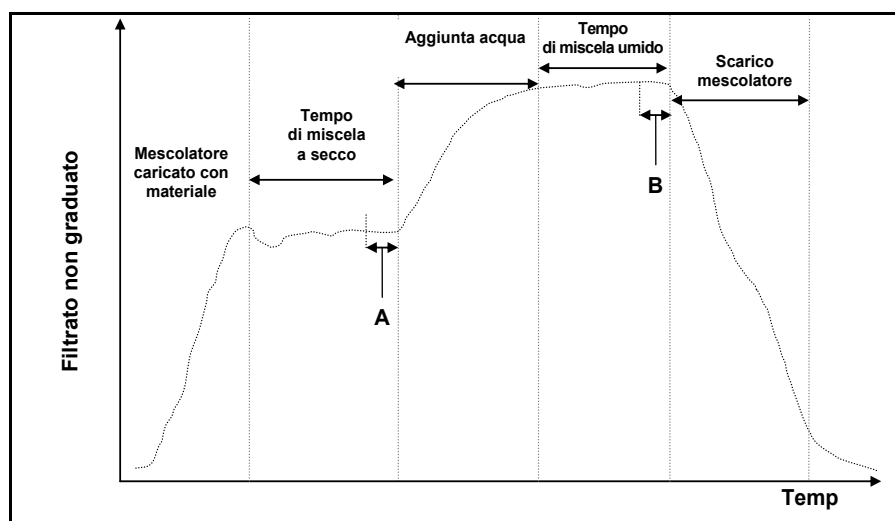


Figura 5. Curva di umidità tipica

Il grado di stabilità ai punti A e B può avere un effetto significativo sulla precisione e sulla ripetibilità. La maggior parte dei sistemi di controllo automatizzati dell'acqua misura l'umidità a secco e calcola la quantità di acqua da aggiungere all'impasto sulla base di un riferimento finale noto di una particolare ricetta. Quindi, è estremamente importante disporre di un segnale stabile nella fase di impasto a secco del ciclo, al punto A. Ciò consente al sistema di controllo dell'acqua di ricavare una lettura rappresentativa e calcolare in modo accurato l'acqua da aggiungere. Per la stessa ragione, la stabilità al punto di impasto con acqua (punto B) fornirà un riferimento finale rappresentativo di un buon impasto al momento della calibratura della ricetta.

La Figura 6 mostra i dati puri non graduati registrati da un sensore durante un ciclo effettivo di impasto: sono evidenti i picchi causati dall'azione di mescolamento delle lame.

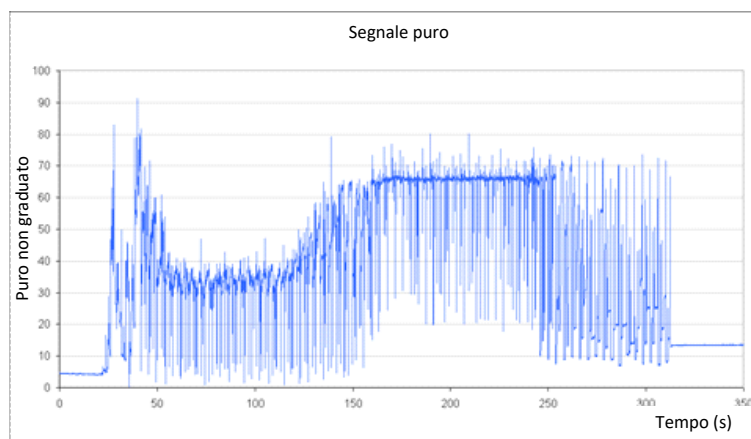


Figura 6. Grafico che indica il segnale puro durante un ciclo di impasto

I due grafici seguenti mostrano l'effetto del filtraggio sugli stessi risultati puri sopra riportati. La Figura 7 mostra l'effetto dell'utilizzo delle seguenti impostazioni di filtraggio, che creano la linea "Filtrata non graduata" sul grafico.

Velocità di risposta + = Media
 Velocità di risposta - = Leggero
 Tempo di filtraggio = 1 secondo

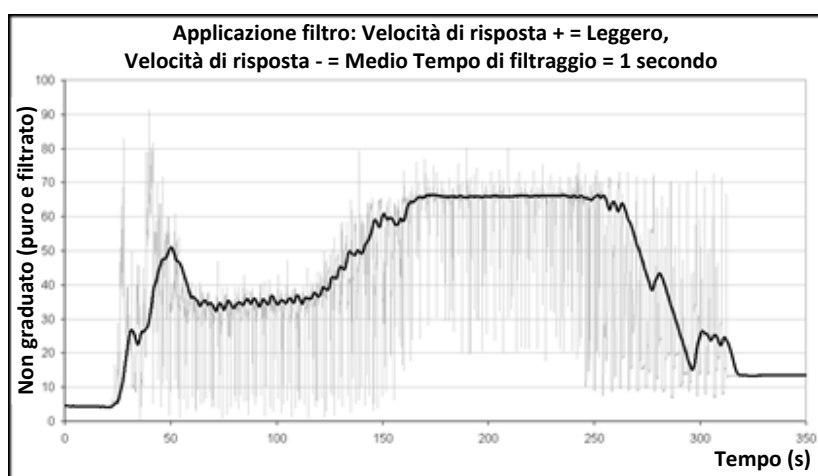


Figura 7. Filtraggio del segnale puro non graduato (1)

La Figura 8 mostra l'effetto delle seguenti impostazioni:

Velocità di risposta + = Leggero
Velocità di risposta - = Leggero
Tempo di filtraggio = 7,5 secondi

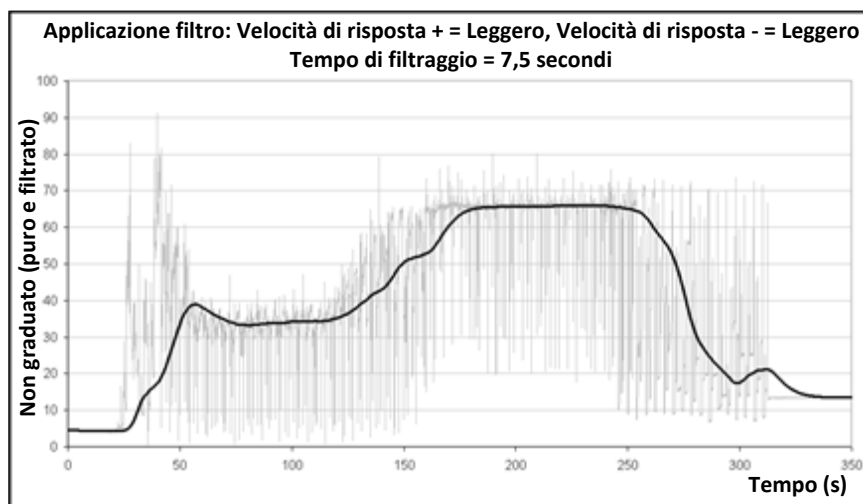


Figura 8. Filtraggio del segnale PURO (2)

Nella Figura 8 appare chiaro che il segnale è più stabile nella fase a secco del ciclo di impasto, il che rappresenta un vantaggio quando si esegue la calibratura dell'acqua.

Le impostazioni di filtraggio predefinite sono adatte a molte applicazioni. Tuttavia, per determinare le impostazioni ottimali, si consiglia di monitorare i risultati nei primi tempi di messa in servizio al fine di bilanciare riduzione dei disturbi e velocità di risposta.

8 Modalità di misurazione

Le modalità di misurazione consentono di ottimizzare la sensibilità del sensore per un determinato materiale.

Non tutti i sensori offrono una scelta di modalità di misurazione e le impostazioni predefinite delle modalità di misurazione variano a seconda dei modelli. Per ulteriori informazioni, consultare le specifiche tecniche nelle istruzioni di installazione del sensore utilizzato.

Sono disponibili fino a tre modalità di misurazione: Modalità F, Modalità V e Modalità E.

Selezionare la modalità più adatta può incrementare la precisione della lettura, ma può limitare il valore massimo di umidità misurabile del sensore.

Il sensore calcola continuamente il valore non graduato in ciascuna delle modalità disponibili (F, V ed E). È importante notare che il sensore non funziona in una modalità specifica, ma piuttosto in tutte le modalità in qualunque momento. Ciascun materiale o processo avrà una modalità operativa ottimale selezionabile dall'operatore.

8.1 Selezione della modalità di misurazione da utilizzare

La modalità più appropriata verrà determinata dalle esigenze dell'utente, dal tipo di applicazione e dal materiale misurato.

Le fluttuazioni di precisione, stabilità e densità, oltre all'intervallo di umidità operativo, sono tutti fattori che consentono di determinare la modalità di misurazione più adatta.

Per la maggior parte delle applicazioni, la modalità F offre un equilibrio adeguato tra stabilità e sensibilità.

Per le applicazioni in cui la variazione del valore non graduato (US) è ridotta nell'intervallo operativo dell'umidità, la modalità V o la modalità E possono fornire una risposta più sensibile. Si noti che la modalità V e la modalità E potrebbero produrre misurazioni meno stabili e potrebbe essere necessario modificare le impostazioni del filtro.

Le modalità V ed E, pur offrendo una maggiore sensibilità, si saturano a un livello di umidità inferiore e possono essere inadatte ad applicazioni con un contenuto di umidità più elevato.

Nella maggior parte delle applicazioni, la modalità F fornirà la misurazione più stabile di tutte le modalità. Tuttavia, occasionalmente, l'analisi delle modalità può mostrare che altre modalità forniscono misurazioni più stabili. Ciò si può stabilire registrando ogni modalità a una frequenza di registrazione su Puro e confrontando la stabilità di ciascuna modalità.

8.2 Effetti della scelta di modalità diverse

Ciascuna modalità comporterà una relazione diversa tra i valori 0–100 non graduati del sensore e la percentuale di umidità.

Quando si eseguono misurazioni in qualsiasi materiale, è in genere utile che una variazione notevole delle letture non graduate del sensore corrisponda a una variazione lieve nei livelli di umidità. In tal modo sarà possibile ottenere letture di umidità calibrate più precise (vedere la Figura 9). A tal fine si presume che il sensore sia in grado di eseguire le misurazioni nell'intera gamma di umidità necessaria e che non sia configurato in modo da risultare eccessivamente sensibile.

Tutte le modalità restituiranno un risultato lineare stabile. L'obiettivo è scegliere la modalità che mostra la linea di calibratura dell'umidità più piana, come la linea B nella Figura 9. Si noti che, sebbene la linea B sia più precisa, le 100 unità non graduate massime possono essere ottenute a una percentuale di umidità inferiore a quella massima prevista per il materiale misurato. La percentuale di umidità più alta esatta che può essere ottenuta è proporzionale al gradiente della calibratura del materiale e deve essere determinata dall'utente.

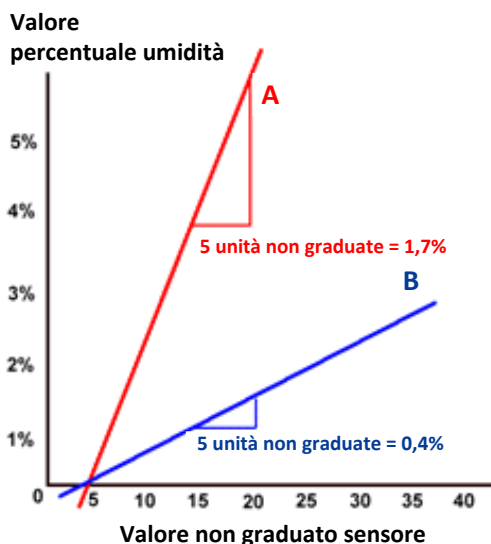


Figura 9. Relazione tra valori non graduati e umidità

Per individuare la modalità più appropriata per un determinato materiale, tipo di mescolatore o applicazione, si consiglia di eseguire dei test. Prima di farlo è opportuno contattare Hydronix per chiedere consiglio sulle impostazioni raccomandate per la specifica applicazione.

I test variano in base all'applicazione. Per una misurazione da svolgere per un periodo prolungato, è consigliabile registrare l'output del sensore con diverse modalità di misurazione all'interno del medesimo processo. È possibile registrare facilmente i dati utilizzando un PC e il software Hydronix Hydro-Com, stampando i risultati per confrontarli.

Per ulteriori analisi, tra cui l'analisi di filtraggio del sensore, Hydronix può fornire ulteriori consigli e il software necessari agli utenti più esperti per ottenere le impostazioni ottimali per un sensore.

È possibile scaricare il software Hydro-Com e la guida per l'utente dal sito www.hydronix.com.

Quando si utilizza il sensore per ottenere un segnale di uscita che sia calibrato rispetto all'umidità (una misurazione assoluta dell'umidità), è consigliabile eseguire la calibratura utilizzando le diverse modalità di misurazione e confrontare i risultati (vedere il Capitolo 3 per maggiori dettagli).

Per ulteriori informazioni, contattare il team di assistenza Hydronix all'indirizzo support@hydronix.com

9 Restituzione dei dati del sensore

Il sensore dispone in qualunque momento di tutti i dati necessari per tutte le modalità, quindi la modalità viene selezionata quando si sceglie la variabile di uscita. Ciò fa parte del processo di ottimizzazione del funzionamento del sensore in relazione al materiale misurato.

Il diagramma sottostante mostra la disposizione dei dati all'interno del sensore:

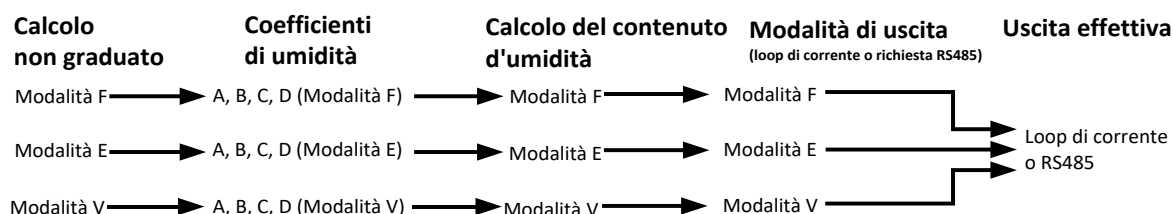


Figura 10. Distribuzione dei dati nel sensore

9.1 Loop di corrente analogici

Se si sceglie come uscita il loop di corrente analogico, oltre a selezionare il valore Non graduato o Umidità occorre anche selezionare la modalità da usare. Quindi l'uscita analogica 1 può essere impostata, ad esempio, su "Filtrato Non graduato Modalità F" o "Media Umidità Modalità E".

9.2 Protocollo RS485

Il protocollo Hydronix Hydro-Link è stato esteso in modo da consentire la richiesta di dati per differenti modalità. Con il protocollo esteso l'host può richiedere, ad esempio, il valore "Media Non graduato Modalità V" o "Filtrato Non graduato Modalità E". Gli utenti che desiderano implementare il protocollo Hydro-Link in un sistema di controllo possono richiederne la specifica completa a Hydronix.

9.3 Retrocompatibilità con sistemi host precedenti

Per i sistemi host nuovi, lo schema descritto sopra (Figura 10) offre prestazioni e flessibilità ottimali per determinare e selezionare la modalità più adatta per ciascun tipo di materiale. Si raccomanda di seguire tale schema per tutte le nuove implementazioni.

Poiché molti sensori saranno collegati a sistemi precedenti, sono state apportate alcune aggiunte allo schema per supportare tali sistemi e garantirne la compatibilità. Questi sensori precedenti funzionavano in una delle modalità, che era predeterminata e impostata sul parametro Tipo non graduato 1. Inoltre supportavano solo un set di coefficienti di calibratura A, B, C e D.

Nei sensori con firmware HS0102 è stato implementato uno schema leggermente ampliato per mantenere la retrocompatibilità. Se la variabile di uscita del loop di corrente o la richiesta del protocollo Hydro-Link non specificano una modalità (come avviene nei sistemi precedenti), viene applicata l'impostazione Tipo non graduato 1, e la modalità viene determinata da tale impostazione, come illustrato nel diagramma seguente:

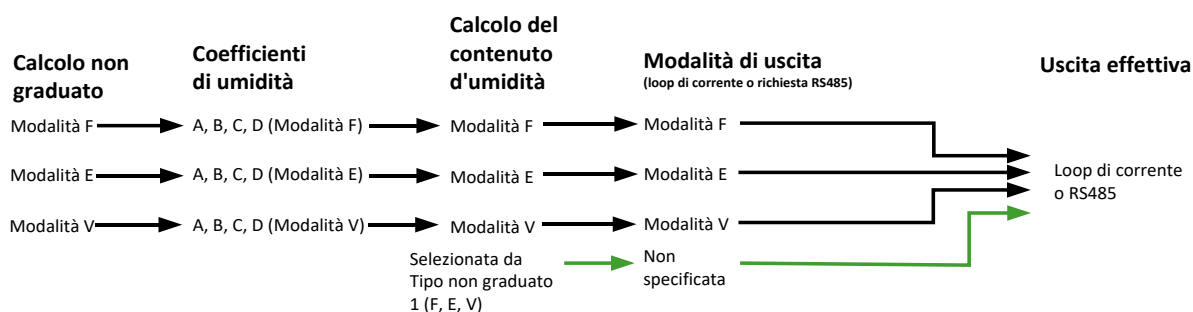


Figura 11. Uscita non specificata

Poiché le applicazioni host più vecchie non sono in grado di scrivere i coefficienti A, B, C e D per ciascuna delle modalità, è stata implementata un'ultima estensione che supporta un set di coefficienti delle modalità legacy, come illustrato nella versione finale del diagramma:

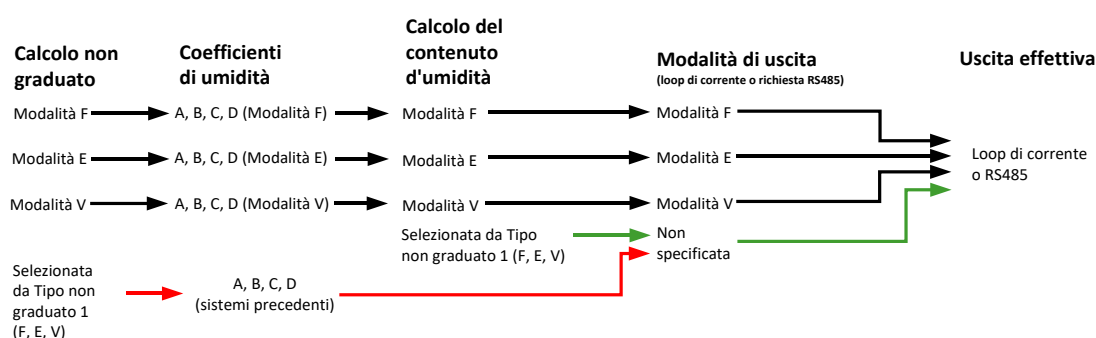


Figura 12. Uscita legacy selezionata

Se viene impostata un'uscita del loop di corrente o viene effettuata una richiesta del protocollo RS485 senza specificare la modalità (per un valore Umidità), il processo è il seguente:

- se i coefficienti legacy sono diversi da zero, vengono utilizzati per calcolare il valore Umidità (freccie rosse nel diagramma);
- se i coefficienti legacy sono tutti uguali a zero, viene utilizzato il parametro Tipo non graduato 1 per selezionare i coefficienti applicabili e l'Umidità (freccie verdi). Ciò consente di calibrare i sensori su un sistema host corrente in tutte le modalità e utilizzarli con un sistema host precedente.

9.4 Non graduato 2

Nei sensori di generazione precedente era stato implementato un calcolo Non graduato per consentire il confronto di due modalità contemporaneamente. In tal modo era possibile ottenere letture non graduate per una seconda modalità, ma non letture dell'umidità. A fini di retrocompatibilità, negli ultimi sensori è stato incluso un valore Non graduato 2, ma poiché questi sensori calcolano sempre tutte le modalità, tale valore non deve essere utilizzato nei sistemi host nuovi.

Con i sensori più recenti, è possibile effettuare diverse richieste tramite il protocollo RS485 per confrontare le modalità oppure configurare le due uscite del loop di corrente analogico su due modalità diverse.

10 Protocollo secondario

I sensori che utilizzano il firmware HS0102 v1.11.0 e superiore hanno la possibilità di comunicare utilizzando il protocollo Modbus RTU. Tale possibilità va ad aggiungersi al protocollo Hydro-Link RS485 predefinito. La stessa connessione elettrica è utilizzata sia per i messaggi Hydro-Link che Modbus RTU; tuttavia, può essere elaborato un solo tipo di messaggio di protocollo alla volta.

Il protocollo secondario è configurato separatamente, il che gli consente di avere impostazioni di comunicazione diverse rispetto al protocollo predefinito (Indirizzo, Baud e Parità).

Per informazioni dettagliate sui registri di comunicazione Modbus vedere: Hydronix Microwave Moisture Sensor Modbus RTU Protocol Register Mapping HD0881 (Mappatura del registro di protocollo Modbus RTU dei sensori di umidità a microonde Hydronix HD0881)

10.1 Configurazione di Modbus

Per consentire al sensore di accettare i comandi Modbus RTU, si deve attivare il protocollo secondario, e le impostazioni di comunicazione devono corrispondere alla configurazione del sistema di controllo. Per configurare il sensore per Modbus RTU, si deve utilizzare il software Hydro-Com HS0099 v1.11.0 e superiore.

Le configurazioni disponibili e i valori predefiniti sono i seguenti:

Impostazione configurazione	Predefinito	Opzioni
Protocollo secondario	Modbus	Nessuna Modbus
Baud	19200	2400 4800 9600 19200 38400 57600 115200
Indirizzo	1	1-247
Parità	Nessuna	Nessuna 1 Bit di arresto Nessuna 2 Bit di arresto Pari Dispari

Tabella 1. Configurazione di Modbus

1 Integrazione del sensore

È possibile integrare il sensore in un processo in tre modi:

- Il sensore può essere configurato in modo da fornire un valore lineare compreso tra 0 e 100 unità non graduate, con la calibratura del materiale eseguita in un sistema di controllo esterno.

Oppure

- Il sensore può essere calibrato internamente mediante il software di configurazione e calibratura Hydro-Com, per ottenere un valore assoluto della percentuale di umidità.

Oppure

- Il sensore può anche essere utilizzato per produrre un valore target.

Hydronix mette a disposizione dei progettisti di sistemi che desiderano sviluppare la propria interfaccia strumenti di sviluppo software.

Per dettagli completi su come integrare il sensore in un sistema di controllo o in un processo, consultare il documento EN0077 (Metodi di controllo dell'umidità per i batch).

2 Introduzione alla calibratura del materiale

2.1 Il valore “non graduato”

In fabbrica ogni sensore è individualmente calibrato in un ambiente controllato in modo che un valore zero (0) corrisponda alla misurazione nell'aria e 100 alla misurazione nell'acqua. In tal modo, si ottiene dal sensore un valore puro su un intervallo da 0 a 100, che viene detto valore non graduato.

2.2 Perché è necessaria la calibratura?

I sensori di umidità a microonde Hydronix misurano le proprietà elettriche di un materiale. Ciascun materiale ha caratteristiche elettriche uniche e di conseguenza è necessario effettuare una calibratura per ottenere valore di umidità o grado Brix reali. Poiché l'umidità in un materiale varia, il sensore rileva queste variazioni e regola il valore non graduato di conseguenza. Siccome ogni materiale ha proprietà elettriche differenti, il valore non graduato a una certa percentuale di umidità sarà diverso per ciascun materiale.

La Figura 13. Calibratura per 3 materiali differenti mostra la linea di calibratura per tre materiali diversi. Si può notare come per ciascun materiale, quando il valore non graduato è pari a 20, la percentuale di umidità corrispondente è diversa. Per il materiale A, un valore non graduato di 20 corrisponde a un'umidità del 15%. Allo stesso valore non graduato, per il materiale B l'umidità è del 10%.

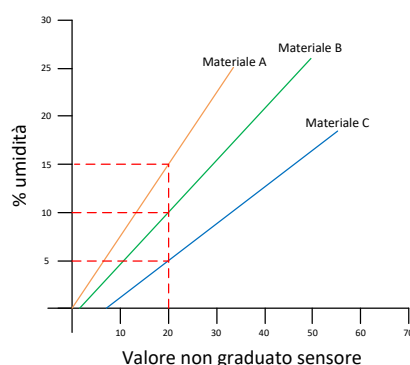


Figura 13. Calibratura per 3 materiali differenti

La calibratura del materiale mette in relazione il valore non graduato all'umidità "reale" (Figura 14). Questa correlazione viene determinata misurando il valore non graduato di un materiale con varie percentuali di umidità o grado Brix e raccogliendo un campione del materiale. L'umidità del campione è determinata mediante un'accurata procedura di laboratorio. Questa procedura è descritta in dettaglio in questa guida.

Valore non graduato sensore	Risultato umidità in laboratorio
10	5
20	10
30	15
40	20

Figura 14. Risultati di calibratura tipici

2.3 Variazioni nel materiale

È importante collocare il sensore in un punto in cui il flusso di materiale sia adeguato e regolare. Le fluttuazioni nella composizione del materiale, come miscela, densità o gradi di compattezza diversi, possono incidere negativamente sulla validità della calibratura. Per consigli di montaggio, consultare le istruzioni di installazione del sensore utilizzato.

Per ulteriori consigli su applicazioni specifiche, contattare il team di assistenza Hydronix all'indirizzo support@hydronix.com.

2.4 Tipi di calibratura

I sensori di umidità a microonde Hydronix possono essere calibrati con diversi metodi differenti.

Lineare

La calibratura di un materiale per l'umidità è in genere lineare, e il processo è descritto a pagina 35. Viene impiegata la seguente equazione:

$$\% \text{ di umidità} = B \times (\text{lettura non graduata}) + C - SSD$$

Quadratica

Vi è anche una funzione quadratica da utilizzare nei rari casi in cui la misurazione del materiale mostra caratteristiche non lineari; la funzione utilizza un termine quadratico nell'equazione di calibratura, come mostrato di seguito.

$$\% \text{ di umidità} = A \times (\text{lettura non graduata})^2 + B (\text{lettura non graduata}) + C - SSD$$

L'utilizzo del coefficiente quadratico (A) è necessario solo nelle applicazioni complesse; per la maggior parte dei materiali la linea di calibratura sarà lineare, nel qual caso "A" è impostata su zero.

Brix

Alcuni sensori possono essere calibrati per calcolare il grado Brix (solidi disciolti). Per la calibratura Brix si utilizza un tipo di linea diversa mediante l'equazione:

$$Brix = A - B \cdot e^{\left(\frac{C \cdot us}{1000000}\right)} + \frac{D \cdot us^2}{1000}$$

Per ulteriori informazioni sui tipi di calibratura e per stabilire quale sia il tipo corretto da usare, contattare il reparto assistenza Hydronix all'indirizzo support@hydronix.com.

3 Coefficiente SSD e contenuto di umidità SSD

Nella prassi, per la calibratura, è possibile ottenere solo valori da un campione asciugato al forno (umidità totale). Se occorre determinare il contenuto di umidità superficiale (umidità libera), è necessario utilizzare il coefficiente SSD (Saturated Surface Dry), anche noto in alcuni settori di industria come WAV (Water Absorption Value, valore di adsorbimento dell'acqua).

Umidità assorbita + midità libera = Umidità totale

Il coefficiente SSD utilizzato nelle procedure e nelle attrezzature Hydronix è la proprietà di adsorbimento dell'acqua (WAV) o valore di umidità assorbita (SSD) del materiale. Il valore SSD può essere determinato mediante procedure standard di settore o ottenuto dal fornitore del materiale.

Il contenuto di umidità superficiale si riferisce **solo** all'umidità sulla superficie dell'aggregato, cioè l'"acqua libera". In certe applicazioni, come la produzione di calcestruzzo, viene utilizzata nel processo soltanto questa acqua superficiale; per questo motivo, è questo il valore a cui si fa normalmente riferimento nei progetti di miscelazione del cemento.

Percentuale di umidità con asciugatura al forno (totale) - % del valore di adsorbimento dell'acqua (valore SSD del sensore) = % umidità della superficie (umidità libera)

4 Memorizzazione dei dati di calibratura

È possibile memorizzare i dati di calibratura in due modi: nel sistema di controllo o nel sensore. Entrambi i metodi sono illustrati di seguito

La calibratura nel sensore comporta l'aggiornamento dei valori dei coefficienti utilizzando l'interfaccia RS485 digitale. Il sensore restituirà un valore direttamente proporzionale al contenuto di umidità. Per le comunicazioni mediante interfaccia RS485, Hydronix mette a disposizione alcune utilità per PC, in particolare Hydro-Com, che contiene una funzione apposita per la calibratura dei materiali.

Per eseguire la calibratura fuori del sensore, il sistema di controllo necessiterà di una propria funzione apposita; la conversione dell'umidità potrà essere quindi calcolata utilizzando l'uscita lineare non graduata del sensore. Per istruzioni sull'impostazione dell'uscita, vedere la Figura 2.

4.1 Calibratura nel sensore

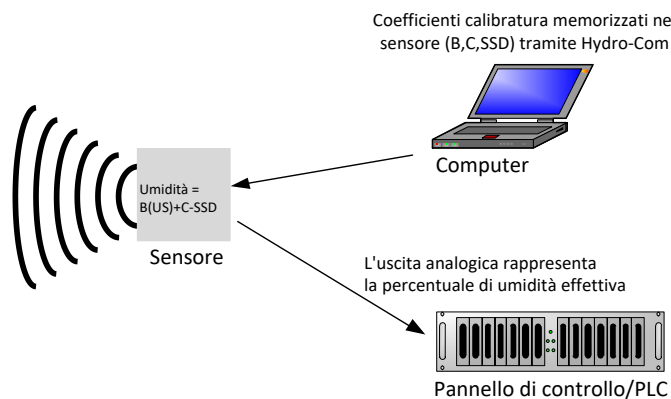


Figura 15. Calibratura nel sensore

Quando si calibra il sensore utilizzando le ultime versioni di Hydro-Com o Hydro-View, vengono memorizzati i valori non graduati per ciascuna modalità di misurazione e per ciascun punto di calibrazione. Ciò significa che, una volta che è stata effettuata una calibratura valida, sarà sempre disponibile un valore di umidità corretto per ogni modalità. Il sensore pertanto memorizza un set di coefficienti A, B, C e D per ciascuna modalità.

I vantaggi della calibratura nel sensore sono:

- Il sofisticato software gratuito, incluso quello di diagnostica, migliora la precisione della calibratura.
- Non occorre apportare modifiche al sistema di controllo per calibrare il sensore.
- Le calibrature possono essere trasferite tra i sensori.

4.2 Calibratura nel sistema di controllo

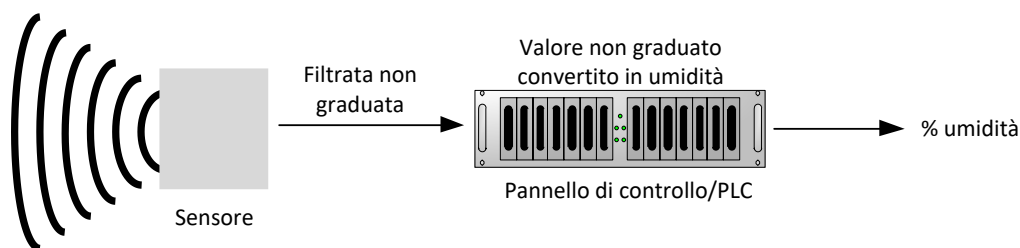


Figura 16. Calibratura nel sistema di controllo

I vantaggi della calibratura nel sistema di controllo sono:

- La calibratura può essere eseguita direttamente senza necessità di un adattatore RS485 o di un computer aggiuntivo.
- Non si deve imparare a utilizzare altro software.
- Se è necessario sostituire il sensore, può essere collegato un sensore sostitutivo Hydronix e si ottengono immediatamente risultati validi senza collegare il sensore a un PC per aggiornare la calibratura del materiale.
- Le calibrature possono essere facilmente trasferite tra i sensori.

5 Procedura di calibratura per i materiali in libero scorrimento (lineare)

Per determinare la linea di calibratura, sono necessari almeno due punti. Ogni punto viene ricavato dal materiale che scorre sopra il sensore e dalla lettura non graduata del sensore. Contemporaneamente, occorre essiccare un campione del materiale per determinare il suo contenuto di umidità effettivo. Si otterranno così il valore “Umidità” e il valore “Non graduato” corrispondente, che possono essere visualizzati su un grafico. Con almeno due punti si può disegnare una linea di calibratura.

Per calibrare il sensore al materiale, si consiglia la procedura descritta di seguito, che impiega l'utilità Hydro-Com e le informazioni sulla calibratura vengono memorizzate nel sensore. Informazioni complete sul processo di calibratura sono reperibili nel Manuale d'uso di Hydro-Com HD0682.

Il procedimento è lo stesso sia che si memorizzino i dati di calibratura nel sensore oppure nel sistema di controllo.

Esistono standard internazionali per il test e la campionatura che sono stati progettati per garantire che il contenuto di umidità derivato sia preciso e rappresentativo. Questi standard definiranno la precisione dei sistemi di pesatura e le tecniche di campionatura al fine di rendere i campioni rappresentativi del flusso di materiale. Per ulteriori informazioni sulla campionatura, fare riferimento allo standard d'industria rilevante oppure contattare Hydronix all'indirizzo support@hydronix.com.

5.1 Suggerimenti e sicurezza

- Indossare occhiali e indumenti di protezione per proteggersi dall'espulsione di materiale durante il processo di essiccazione.
- Non tentare di calibrare il sensore accumulando materiale sulla superficie: le letture ottenute non sarebbero rappresentative di un'applicazione reale.
- Durante la registrazione dell'uscita non graduata del sensore, campionare sempre il punto in cui il sensore è posizionato.
- Tenere presente che il materiale che fluisce dai due gate dello stesso silo non ha necessariamente lo stesso contenuto di umidità; non tentare di rilevare campioni del flusso da entrambi i gate per ottenere un valore medio, utilizzare sempre due sensori.
- Ove possibile, effettuare la media delle letture o all'interno del sensore utilizzando l'ingresso digitale, o esternamente mediante il sistema di controllo.
- Assicurarsi che il sensore rilevi un campione rappresentativo del materiale.
- Assicurarsi che venga prelevato un campione rappresentativo di materiale per il test dell'umidità.

5.2 Attrezzatura

- *Bilance*: per pesare fino a 2 kg, precisione di 0,1 g
- *Sorgente di calore*: per essiccare i campioni, ad esempio un forno elettrico o a microonde o una bilancia per umidità
- *Recipiente*: con coperchio richiudibile per conservare i campioni
- *Sacchetti di plastica* : per conservare i campioni prima dell'essiccazione
- *Secchio o paletta*: per raccogliere i campioni
- *Apparecchiatura di protezione*: inclusi occhiali, guanti resistenti al calore e indumenti di protezione

5.3 Gestione dei campioni di materiale raccolto

Per ottenere una calibratura accurata, è necessario raccogliere campioni del materiale mentre passa sopra al sensore e, contemporaneamente, registrare il valore di Media non graduata del sensore durante il periodo di raccolta del materiale. Per garantire che il materiale raccolto sia analizzato accuratamente ai fini della determinazione del contenuto di umidità, è essenziale effettuare la raccolta quanto più vicino possibile al sensore e chiudere il materiale appena raccolto in un contenitore/una busta ermetici. Se il materiale non viene chiuso in un contenitore/una busta ermetici, l'umidità va perduta prima che si effettui l'analisi. Il contenitore/la busta devono essere aperti solo al momento di eseguire i test di laboratorio.

In caso di raccolta di materiale caldo (cioè all'uscita di un essiccatore o in ambienti caldi), lo stesso **DEVE** essere chiuso nel contenitore/nella busta e lasciato raffreddare a temperatura ambiente prima di essere analizzato. Una volta raffreddato, il contenitore/la busta devono essere agitati in modo che l'eventuale umidità sulla superficie del contenitore venga rimiscelata nel materiale. La rimozione del materiale prima che sia raffreddato provocherebbe la perdita di umidità per evaporazione, con rischio di errori a livello di calibratura.

NOTE: per istruzioni complete sull'utilizzo del software, consultare il Manuale d'uso di Hydro-Com (HD0682). Registrare tutti i dati di calibratura, inclusi i risultati che si sospettano errati.

Gli stessi principi si applicano con o senza l'utilizzo di Hydro-Com durante la calibratura.

5.4 Procedura

1. Per effettuare la calibratura è essenziale che il valore non graduato medio sia registrato mentre il materiale passa sul sensore. Contemporaneamente, occorre raccogliere un campione del materiale. I campioni devono essere presi quanto più vicino possibile al sensore affinché siano rappresentativi del materiale che il sensore ha misurato.
2. Per eseguire la calibratura è necessario ottenere il Valore medio non graduato attivando l'ingresso Medio/Applicazione e applicando 24vDC all'ingresso digitale oppure selezionando manualmente "Avvia calcolo della media" tramite un pulsante del software Hydro-Com o sullo schermo di Hydro-View.

L'installazione dell'interruttore per il calcolo della media vicino alla porta di campionamento del materiale produrrà una correlazione più precisa tra il valore medio del sensore e il valore di umidità del campione di materiale raccolto.

L'installazione ottimale è quella in cui l'ingresso digitale è cablato nel sistema di controllo, in modo da essere attivato automaticamente nello stesso momento in cui il materiale viene scaricato.

Per l'installazione di un contenitore/tramoggia, ciò significa che il calcolo della media viene avviato all'apertura della valvola del contenitore/tramoggia e arrestato alla sua chiusura; il valore rimane in memoria finché il calcolo non viene nuovamente avviato. Il calcolo della media dovrebbe essere attivato dalla massa principale del materiale; piccole quantità occasionali non dovrebbero attivare l'ingresso digitale del sensore.

3. Una volta che il materiale è iniziato a scorrere in modo regolare, il calcolo della media dovrebbe iniziare. Raccogliere almeno 10 campioni incrementali dal flusso principale per ottenere almeno 5 kg¹ di materiale nel contenitore. Il materiale **DEVE** essere raccolto in una posizione vicina al sensore in modo che la lettura del sensore sia correlata allo specifico batch di materiale campionato.
4. Interrompere il flusso di materiale. Registrare il valore non graduato media dal sensore.
5. Mescolare accuratamente il campione raccolto per ottenere un mix omogeneo. Questo campione deve essere chiuso in una busta sottovuoto e tenuto lontano dalla luce solare finché non verrà analizzato. È molto importante che l'umidità del campione non evapori.
6. Prendere tre campioni da 1 kg del materiale raccolto ed effettuare un test di laboratorio su ciascuno di essi. Accertarsi di rimuovere tutta l'umidità. Le materie organiche che hanno particelle più grandi, come le granaglie, i semi, legumi e pellet, possono richiedere la macinazione prima dell'essiccazione; per maggiori dettagli, consultare gli standard industriali appropriati per il materiale.

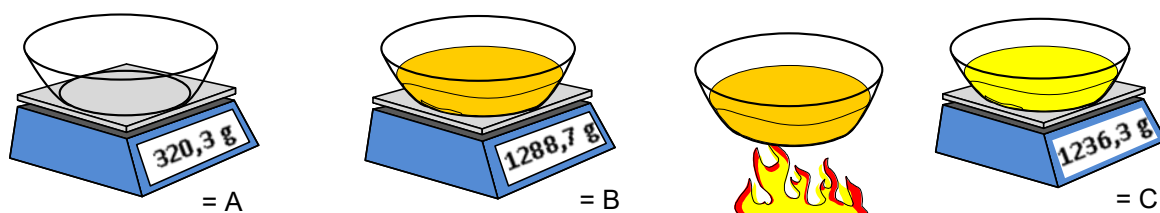
7. Tutti e tre i campioni devono essere completamente essiccati e i risultati devono essere confrontati. Per calcolare l'umidità utilizzare l'apposito calcolatore (vedere la sezione 5.5). Se i risultati differiscono di oltre 0,3%, i campioni devono essere scartati e il processo di calibratura ripetuto. Può essersi verificato un errore nel processo di campionatura oppure nei test di laboratorio.
8. Utilizzare l'umidità media dei tre campioni per confrontare il valore non graduato medio.
9. Questa procedura deve essere ripetuta per ogni punto di calibratura. Idealmente, si dovrebbero raccogliere abbastanza punti di calibratura da rappresentare tutte le variazioni di umidità del materiale nel corso dell'intero ciclo operativo.

Per istruzioni sull'utilizzo del software Hydro-Com per effettuare la calibratura, consultare il Manuale d'uso di Hydro-Com (numero di documento HD0682).

Nota 1. Gli standard per i test degli aggregati raccomandano di raccogliere almeno 20 chili di materiale sfuso per avere un campione rappresentativo (0–4 mm di materiale).

Nota 2. Secondo gli standard per i test degli aggregati, per avere un campione rappresentativo di materiale le differenze di umidità non dovrebbero essere superiori a 0,1%.

5.5 Calcolo del contenuto di umidità



$$\text{Contenuto di umidità} = \frac{(B-C)}{(C-A)} \times 100\%$$

Esempio

$$\text{Contenuto di umidità} = \frac{1288,7\text{g} - 1236,3\text{g}}{1236,2\text{g} - 320,3\text{g}} \times 100\% = 5,7\%$$

(Si noti che l'umidità calcolata in questo esempio si basa sul peso a secco.)

6 Calibratura lineare

Una buona calibratura si ottiene analizzando i campioni e rilevando letture di umidità del materiale durante l'intero ciclo operativo. È bene rilevare i valori in quanti più punti possibili, poiché più sono i punti, maggiore è la precisione. Il grafico riportato di seguito mostra una buona calibratura con linearità elevata.

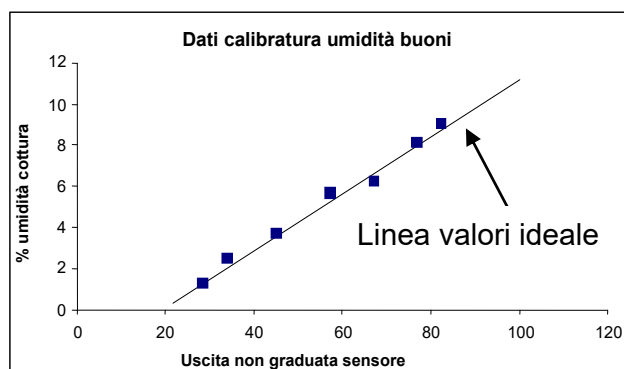


Figura 17. Esempio di una buona calibratura del materiale

6.1 Si potrebbe verificare una calibratura inesatta quando:

- per misurare il contenuto di umidità viene utilizzato un campione di materiale troppo ridotto;
- i punti di calibratura sono insufficienti (1 o 2);
- il sottocampione testato non è rappresentativo del campione principale;
- i campioni sono prese in prossimità dello stesso contenuto di umidità (Figura 18, a sinistra). È necessario un buon intervallo;
- Vi è una grande dispersione nelle letture, come mostrato nel grafico della calibratura nella Figura 18 (a destra). Ciò è generalmente dovuto a scarsa affidabilità o coerenza nel prelevare i campioni da essiccare o un incorretto posizionamento del sensore con flusso di materiale inadeguato su di esso;
- non viene utilizzato il calcolo della media per assicurare una lettura dell'umidità rappresentativa per l'intero batch.

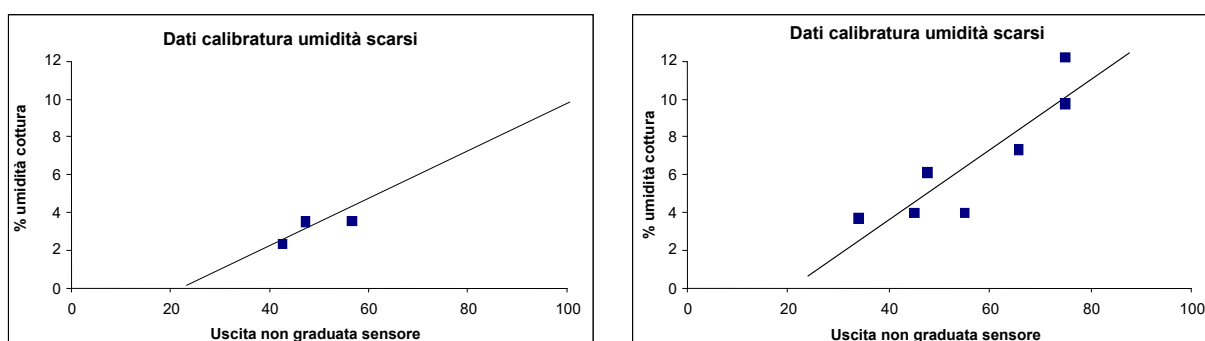


Figura 18. Esempi di punti di calibratura del materiale inadeguati

7 Calibratura quadratica

I sensori di umidità a microonde Hydronix dispongono di una funzione di calibratura quadratica alla quale ricorrere nelle rare occasioni in cui il materiale non è lineare. Per la calibratura quadratica, dove i punti di calibratura non formano una linea retta, viene utilizzato il coefficiente A per generare una “curva di valori ideale” (Figura 19). Viene impiegata la seguente equazione:

$$\% \text{ umidità} = A \times (\text{valore non graduato})^2 + B (\text{valore non graduato}) + C - D$$

La procedura è la stessa delle calibrature lineari (vedere a pagina 35) e deve essere seguita per la raccolta dei campioni per determinare la percentuale di umidità del materiale.

Informazioni complete sul processo di calibratura sono reperibili nel Manuale d'uso di Hydro-Com HD0682.

7.1 Calibrature quadratiche corrette ed errate

Una buona calibratura si ottiene quando i campioni provengono da tutti gli stadi del ciclo operativo. È bene rilevare i valori in quanti più punti possibili, poiché più sono i punti, maggiore è la precisione. La Figura 19 mostra un esempio di buona calibratura. Tutti i punti sono vicini alla curva e sono distribuiti lungo l'intero ciclo operativo, coprendo tutte le variazioni di umidità del materiale.

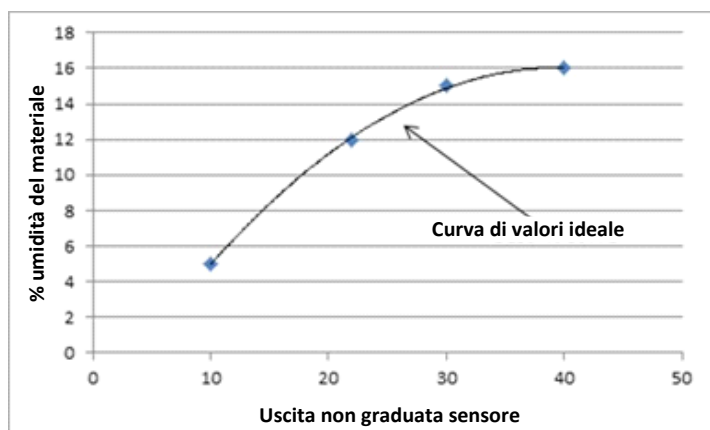


Figura 19. Esempio di una buona calibratura quadratica

La Figura 20 mostra un esempio di calibratura non corretta. Come si può notare, i punti di calibratura non sono tanto vicini alla curva di valori ideale; ciò indica che sono stati probabilmente commessi errori di campionatura e di laboratorio. Sarà necessario ripetere la calibratura.

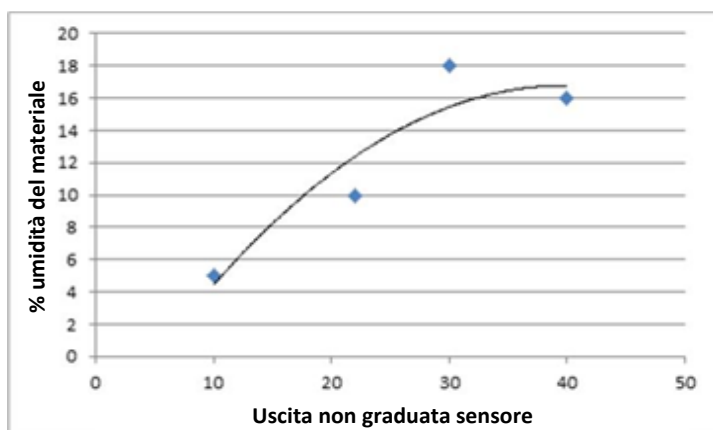


Figura 20. Esempio di una calibratura quadratica errata

8 Calibratura di un sensore in un mescolatore

Quando un sensore è stato installato in un mescolatore, con diversi materiali, ed è necessario produrre un valore di umidità percentuale, non è sempre possibile effettuare un processo di calibratura standard. Questo si verifica soprattutto quando si produce calcestruzzo. A causa delle reazioni chimiche e per questioni di sicurezza, la raccolta di campioni di calcestruzzo bagnato finito e la cottura per determinare la percentuale di umidità non sono affidabili. In queste situazioni per la calibratura può essere utilizzato il seguente metodo.

1. Per eseguire la calibratura nel mescolatore, la percentuale di umidità di tutti i materiali secchi deve essere calcolata utilizzando un adeguato sensore di umidità calibrato o le strutture di laboratorio.

In questo esempio i pesi e le umidità dei materiali dell'impasto a secco sono:

Sabbia = 950 kg con umidità dell'8%

Ghiaia = 1.040 kg con umidità del 2,5%

Cemento = 300 kg con umidità dello 0% (deve essere sempre dello 0%)

2. Per determinare l'acqua contenuta nel materiale, il peso a secco deve essere calcolato utilizzando la seguente equazione:

$$\text{Peso a secco} = \frac{\text{Peso con acqua}}{(1 + \% \text{ umidità})} \quad (\% \text{ umidità: } 1=100\%, 0,1 = 10\%)$$

$$\text{Sabbia} \quad \frac{950}{1,08} = 879,63 \text{ kg}$$

$$\text{Pietre} \quad \frac{1040}{1,025} = 1014,63 \text{ kg}$$

$$\text{Cemento} \quad \frac{300}{1} = 300 \text{ kg}$$

$$\text{Peso a secco totale} = 879,63 + 1.014,63 + 300 = \mathbf{2.194,26 \text{ kg}}$$

3. Per calcolare l'acqua contenuta nel materiale:

$$\text{Contenuto d'acqua} = \text{Peso con acqua} - \text{Peso a secco}$$

$$\text{Sabbia} = 950 - 879,63 = 70,37 \text{ kg}$$

$$\text{Pietre} = 1.040 - 1.014,63 = 25,37 \text{ kg}$$

$$\text{Cemento} = 300 - 300 = 0 \text{ kg}$$

$$\text{Totale acqua} = 70,37 + 25,37 + 0 = \mathbf{95,74 \text{ kg}}$$

4. Il peso a secco e il contenuto d'acqua vengono quindi utilizzati per calcolare la percentuale di umidità del materiale:

$$M\% = \frac{\text{Totale acqua}}{\text{Peso a secco del materiale}} \times 100$$

$$M\% = \frac{95,74}{2194,26} \times 100 = \mathbf{4,36\%}$$

5. Per creare un punto di calibratura, il materiale secco deve essere caricato nel mescolatore e accuratamente mescolato fino a quando il segnale del sensore diventa stabile, a indicare che l'impasto è omogeneo. Quando il segnale diventa stabile, registrare il valore non graduato dei sensori. In questo esempio il valore era 35 non graduato.
6. Per creare un secondo punto di calibratura, aggiungere una quantità prefissata di acqua nel mescolatore, in questo esempio ne sono stati aggiunti 35 litri. Mescolare accuratamente il materiale fino a quando il segnale del sensore diventa nuovamente stabile. Registrare il valore non graduato dei sensori, in questo esempio il valore è 46 non graduato.
7. Calcolare la percentuale di umidità dell'impasto con acqua utilizzando la seguente equazione:

$$\text{Totale acqua} = \text{Acqua del materiale secco} + \text{Acqua aggiunta}$$

$$\text{Totale acqua} = 95,74 + 35 = 130,74 \text{ litri}$$

$$\% \text{ umidità} = \frac{\text{Totale acqua}}{\text{Peso a secco del materiale}} \times 100$$

$$\% \text{ umidità} = \frac{130,74}{2194,26} \times 100 = \mathbf{5,96\%}$$

8. I valori non graduati e la percentuale di umidità degli impasti a secco e con acqua vengono utilizzati per creare la calibratura.

I dati della calibratura per l'impasto sono:

% UMIDITÀ	Non graduato
4,36	35
5,96	46

9. I dati della calibratura possono essere immessi in Hydro-Com o su Excel per calcolare i coefficienti di calibratura. Questa operazione può anche essere effettuata manualmente utilizzando le seguenti equazioni:

$$B \text{ (gradiente)} = \frac{\text{Umidità (con acqua)} - \text{Umidità (a secco)}}{\text{Non graduato (con acqua)} - \text{Non graduato (a secco)}}$$

$$B = \frac{5,96 - 4,36}{46 - 35}$$

$$B = \frac{1,6}{11}$$

$$B = 0,145$$

$$\% \text{ umidità} = B \times \text{Non graduato} + C$$

$$\therefore C \text{ (correzione)} = \% \text{ umidità} - (B \times \text{Non graduato})$$

Utilizzare i valori di impasto con acqua:

$$C = 5,96 - (0,145 \times 46)$$

$$C = 5,96 - 6,67$$

$$C = -0,71$$

10. Se i valori B e C vengono caricati nel sensore, l'uscita può essere configurata sulla percentuale di umidità.

Utilizzare i valori B e C in questo esempio se il valore non graduato è 58:

$$\% \text{ umidità} = 0,145 \times 58 - 0,71$$

$$\% \text{ umidità} = 7,7\%$$

La calibratura sarà valida se la ricetta e la percentuale di materiale rimangono le stesse.

9 Calibratura Brix

Alcuni sensori sono in grado di ricavare il contenuto Brix di un liquido dal valore non graduato (per ulteriori informazioni consultare le specifiche tecniche nelle istruzioni di installazione del sensore utilizzato). Il grado Brix è la quantità di solidi disciolti in un liquido e viene utilizzata spesso nell'industria alimentare.

Il calcolo del grado Brix è diverso da quello lineare utilizzato per l'umidità. Per creare una linea di calibratura si applica la seguente equazione:

$$\text{Brix} = A - B \cdot e^{\left(\frac{C \cdot us}{100000}\right)} + \frac{D \cdot us^2}{1000}$$

in cui “us” rappresenta il valore non graduato fornito dal sensore. Questa equazione fornisce una curva esponenziale.

Quando si utilizza un sensore per misurare il grado Brix, è comunque necessario calibrarlo per il processo monitorato. Il processo è descritto di seguito.

1. Per calibrare il sensore, è necessario mettere in correlazione alcuni valori non graduati con i corrispondenti valori Brix.
2. Per effettuare la calibratura si registra il valore non graduato filtrato e allo stesso tempo si raccoglie un campione del materiale. Questo campione deve essere preso quanto più possibile vicino al sensore affinché sia rappresentativo possibile del materiale che il sensore ha misurato.
3. Quando occorre un campione per la calibratura, accertarsi che il materiale sia in scorrimento. Registrare il valore non graduato filtrato dal sensore e allo stesso tempo raccogliere un campione del materiale utilizzando un metodo di campionatura adeguato.

4. Il campione deve essere di dimensioni sufficienti per consentire l'esecuzione di diversi test di laboratorio. Confrontare i risultati di laboratorio poiché eventuali discrepanze indicano errori nel processo di campionatura o nei test di laboratorio.
5. La media dei risultati di laboratorio e il valore filtrato non graduato compongono un punto di calibratura.
6. Le fasi 3–5 devono essere ripetute per ogni punto di calibratura. Idealmente, si dovrebbero raccogliere abbastanza punti di calibratura da rappresentare tutte le variazioni di grado Brix previste del materiale.

Utilizzare il software Hydro-Com per calcolare i coefficienti di calibratura e per aggiornare il sensore con i dati di calibratura.

9.1 Calibratura Brix corretta ed errata

Una buona calibratura Brix si ottiene analizzando il materiale nell'intero ciclo operativo. Per ottenere una maggior precisione è necessaria una buona distribuzione dei punti. La Figura 21 mostra una buona calibratura con tutti i punti in prossimità della curva di valori ideale.

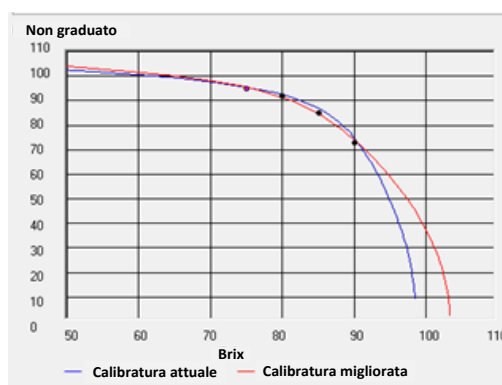


Figura 21. Esempio di una buona calibratura Brix

La Figura 22 mostra un esempio di calibratura Brix non corretta: infatti i punti di calibratura non sono tutti vicini alla curva di valori ideale.

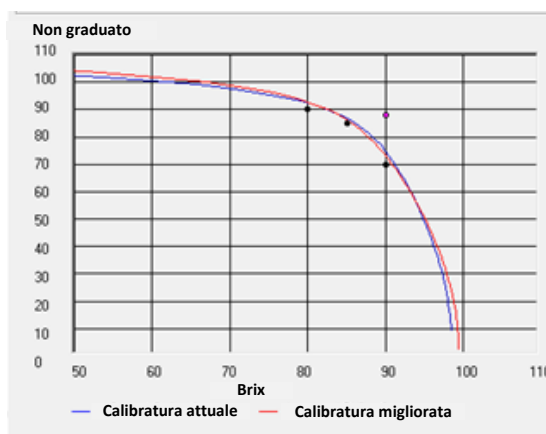


Figura 22. Esempio di una calibratura Brix errata

Per istruzioni dettagliate sull'uso del software Hydro-Com, consultare il manuale HD0682.

Il sensore è di per sé uno strumento molto preciso e in molti casi è più accurato di altre apparecchiature o delle tecniche di campionatura utilizzate a fini di calibratura. Per prestazioni ottimali, attenersi alle indicazioni di base seguenti per l'installazione e accertarsi che il sensore sia configurato con parametri di filtraggio adeguati.

Può anche essere utile regolare i parametri di filtraggio e ottimizzazione del segnale nel sensore come descritto nel Capitolo 2 sezione 5.

La selezione di una modalità di misurazione alternativa (vedere il Capitolo 2, sezione 0) può produrre una risposta del segnale più aderente alle proprie esigenze. Tuttavia, prima di apportare delle modifiche, si consiglia di valutare le prestazioni di ciascuna modalità utilizzando il software Hydro-Com.

1 Istruzioni generali per tutte le applicazioni

- **Accensione:** si consiglia di attendere che il sensore si stabilizzi per 15 minuti dopo l'erogazione dell'alimentazione prima dell'utilizzo.
- **Posizionamento:** il sensore deve essere a contatto con un campione rappresentativo del materiale.
- **Flusso:** il sensore deve essere a contatto con un flusso di materiale costante.
- **Materiale:** il cambiamento del tipo o dell'origine del materiale può influire sulla lettura dell'umidità.
- **Granulometria:** se le dimensioni delle particelle del materiale sottoposto a misurazione variano, è possibile che tali variazioni si riflettano sulla reologia del materiale a parità di contenuto di umidità. Ad esempio, a parità di umidità, in materiali più fini tendono a essere più "rigidi". Tale rigidità non deve essere automaticamente interpretata come una riduzione dell'umidità. Il sensore continuerà a misurare l'umidità.
- **Accumulo di materiale:** evitare gli accumuli di materiale sulla superficie in ceramica.

2 Manutenzione ordinaria

Assicurarsi che la superficie in ceramica di misurazione sia sempre libera dall'accumulo di materiale.

Ispezionare la superficie in ceramica per controllare che non sia scheggiata o altrimenti danneggiata.



NON URTARE LA SUPERFICIE IN CERAMICA DURANTE LA MANUTENZIONE

Le tabelle seguenti elencano i guasti più comuni che possono verificarsi durante l'utilizzo del sensore. Se le informazioni disponibili non sono sufficienti per diagnosticare il problema, contattare l'assistenza tecnica Hydronix.

1 Diagnostica del sensore

1.1 Problema: assenza di segnale dal sensore

Spiegazione possibile	Controlli da eseguire	Esito richiesto	Azione richiesta in caso di guasto
Uscita funzionante, ma non in modo corretto	Eseguire una semplice verifica, ponendo la mano sul sensore	Amperaggio compreso nel normale intervallo (0–20 mA, 4–20 mA)	Spegnere e riaccendere il sensore
Nessuna alimentazione al sensore	Alimentazione CC nella scatola di giunzione	Da +15 V CC a +30 V CC	Trovare il guasto nell'alimentazione/ nel cablaggio
Sensore temporaneamente bloccato	Spegnere e riaccendere il sensore	Il sensore funziona correttamente	Controllare l'alimentazione
Nessuna uscita del sensore sul sistema di controllo	Misurare la corrente di uscita del sensore sul sistema di controllo	Amperaggio compreso nel normale intervallo (0–20 mA, 4–20 mA). Varia con il contenuto di umidità	Controllare il cablaggio nella scatola di giunzione
Nessuna uscita del sensore sulla scatola di giunzione	Misurare la corrente di uscita del sensore sui morsetti nella scatola di giunzione	Amperaggio compreso nel normale intervallo (0–20 mA, 4–20 mA). Varia con il contenuto di umidità	Controllare gli spinotti del connettore del sensore
Spinotti del connettore MIL-Spec del sensore danneggiati	Scollegare il cavo del sensore e controllare che i piedini non siano danneggiati	I piedini sono piegati ed è possibileaddrizzarli per ottenere il normale contatto elettrico	Controllare la configurazione del sensore, collegandolo a un PC
Errore interno o configurazione non corretta	Collegare il sensore a un PC utilizzando il software Hydro-Com e un convertitore RS485 adatto	La connessione RS485 digitale funziona. Correggere la configurazione	La connessione RS485 digitale non funziona. Il sensore deve essere inviato a Hydronix per essere riparato

1.2 Problema: uscita analogica non corretta

Spiegazione possibile	Controlli da eseguire	Esito richiesto	Azione richiesta in caso di guasto
Problema di cablaggio	Cablaggio della scatola di giunzione e del PLC	Le coppie ritorte utilizzate per l'intera lunghezza del cavo che collega il sensore al PLC sono collegate correttamente.	Ripetere le operazioni di cablaggio in modo corretto, utilizzando il cavo indicato nelle specifiche tecniche
Uscita analogica del sensore guasta	Scollegare l'uscita analogica dal PLC e misurarla con un amperometro	Amperaggio compreso nel normale intervallo (0–20 mA, 4–20 mA)	Collegare il sensore a un PC ed eseguire Hydro-Com. Controllare l'uscita analogica nella pagina di diagnostica. Forzare l'uscita mA su un valore noto e controllarlo con un amperometro
Scheda dell'ingresso analogico PLC guasta	Scollegare l'uscita analogica dal PLC e misurarla dal sensore utilizzando un amperometro	Amperaggio compreso nel normale intervallo (0–20 mA, 4–20 mA)	Sostituire la scheda dell'ingresso analogico

1.3 Problema: assenza di comunicazione tra il computer e il sensore

Spiegazione possibile	Controlli da eseguire	Esito richiesto	Azione richiesta in caso di guasto
Nessuna alimentazione al sensore	Alimentazione CC nella scatola di giunzione	Da +15 V CC a +30 V CC	Trovare il guasto nell'alimentazione/ nel cablaggio
RS485 collegato al convertitore in modo non corretto	Fare riferimento alle istruzioni di cablaggio e ai segnali A e B	Convertitore RS485 correttamente collegato	Controllare le impostazioni della porta COM del PC
Selezione della porta COM su Hydro-Com non corretta	Selezionare la porta COM corretta in Hydro-Com	Selezionare la porta COM corretta	Determinare il numero di porta COM assegnato alla porta effettivamente in uso, verificandolo in Gestione periferiche del PC
Stesso numero di indirizzo assegnato a più sensori	Collegare ogni sensore singolarmente	Esiste un solo indirizzo per ciascun sensore. Rinumerare il sensore e ripetere la procedura per tutti i sensori presenti sulla rete	Provare a utilizzare un RS485-RS232/USB alternativo, se disponibile

1.4 Problema: lettura dell'umidità quasi costante

Spiegazione possibile	Controlli da eseguire	Esito richiesto	Azione richiesta in caso di guasto
Silo vuoto o sensore scoperto	Il sensore è coperto dal materiale	Profondità minima di materiale di 100 mm	Riempire il contenitore
Materiale bloccato nel contenitore	Il materiale non è bloccato sopra il sensore	Il flusso di materiale sulla superficie del sensore è scorrevole quando il gate è aperto	Ricerca le cause del flusso irregolare. Riposizionare il sensore se il problema continua
Accumulo di materiale sulla superficie del sensore	Segni di accumulo come deposito solido secco sulla superficie in ceramica	La superficie in ceramica deve essere tenuta pulita dal flusso di materiale	Controllare l'angolazione della superficie in ceramica che deve essere compresa nell'intervallo 30°–60°. Riposizionare il sensore se il problema continua
Valori errati di calibratura dell'ingresso nel sistema di controllo	Intervallo di ingresso del sistema di controllo	Il controllo di sistema accetta l'intervallo di uscita del sensore	Modificare il sistema di controllo o riconfigurare il sensore
Sensore in condizione di allarme – 0 mA in un intervallo di 4–20 mA	Contenuto di umidità del materiale con asciugatura al forno	Deve essere compreso nell'intervallo operativo del sensore	Regolare l'intervallo del sensore e/o la calibratura
Interferenza dei telefoni cellulari	Utilizzo dei telefoni cellulari vicino al sensore	Nessuna sorgente RF deve essere in funzione vicino al sensore	Impedirne l'utilizzo entro 5 m dal sensore
Mancato funzionamento dell'interruttore Medio/Applicazione	Applicare il segnale all'ingresso digitale	La lettura dell'umidità media dovrebbe cambiare	Verificare con il software di diagnostica Hydro-Com
Nessuna alimentazione al sensore	Alimentazione CC nella scatola di giunzione	Da +15 V CC a +30 V CC	Trovare il guasto nell'alimentazione/ nel cablaggio.
Nessuna uscita del sensore sul sistema di controllo	Misurare la corrente di uscita del sensore sul sistema di controllo	Varia con il contenuto di umidità	Controllare il cablaggio nella scatola di giunzione
Nessuna uscita del sensore sulla scatola di giunzione	Misurare la corrente di uscita del sensore sui morsetti nella scatola di giunzione	Varia con il contenuto di umidità	Controllare la configurazione dell'uscita del sensore
Spegnimento del sensore	Scollegare l'alimentazione per 30 secondi e riprovare o misurare	Il normale funzionamento è 70–150 mA.	Controllare che la temperatura di esercizio rientri nell'intervallo

Spiegazione possibile	Controlli da eseguire	Esito richiesto	Azione richiesta in caso di guasto
	la corrente consumata dall'alimentatore		specificato
Errore interno o configurazione non corretta	Rimuovere il sensore, pulire la superficie di ceramica con acqua e asciugare successivamente; infine, controllare la lettura (a) con la superficie in ceramica pulita e (b) con la mano saldamente premuta su di essa.	La lettura dovrebbe cambiare in un intervallo ragionevole	Verificare il funzionamento con il software di diagnostica Hydro-Com

1.5 Problema: letture incoerenti o errate che non tengono traccia del contenuto di umidità

Spiegazione possibile	Controlli da eseguire	Esito richiesto	Azione richiesta in caso di guasto
Detriti sul sensore	Verificare la presenza di materiali sul sensore, quali stracci per la pulizia appesi sulla superficie in ceramica	Il sensore deve essere sempre privo di detriti	Migliorare lo stoccaggio del materiale. Installare griglie a rete metallica sulla sommità dei contenitori e alle porte di carico dei mescolatori
Materiale bloccato nel contenitore	Il materiale è bloccato sopra il sensore	Il flusso di materiale sulla superficie del sensore è scorrevole quando il gate è aperto	Ricerca le cause di eventuali errori del flusso di materiale. Riposizionare il sensore se il problema continua
Accumulo di materiale sulla superficie del sensore	Segni di accumulo come deposito solido secco sulla superficie in ceramica	La superficie in ceramica deve essere tenuta pulita dal flusso di materiale	Modificare l'angolazione della superficie in ceramica che deve essere compresa nell'intervallo 30°–60°. Riposizionare il sensore se il problema continua
Calibratura inappropriata	Assicurarsi che i valori di calibratura siano appropriati all'intervallo operativo	I valori di calibratura percorrono l'intero intervallo evitando l'estrapolazione	Eseguire ulteriori misurazioni della calibratura
Formazione di ghiaccio sul materiale	Temperatura del materiale	Assenza di ghiaccio sul materiale	Il sensore non effettua misurazioni nei materiali ghiacciati
Segnale	Il sistema di controllo	Nelle applicazioni	Modificare il sistema

Spiegazione possibile	Controlli da eseguire	Esito richiesto	Azione richiesta in caso di guasto
Medio/Applicazione non in uso	calcola le letture della media del batch	di pesatura del batch si devono utilizzare le letture dell'umidità media	di controllo e/o riconfigurare il sensore come richiesto
Utilizzo errato del segnale Medio/Applicazione	L'ingresso Medio/Applicazione funziona durante il flusso di materiale principale del contenitore	Medio/Applicazione dovrebbe essere attivo solo durante il flusso principale, non durante il periodo di jogging	Modificare i tempi per includere il flusso principale ed escludere il jogging dalla misurazione
Configurazione del sensore inappropriata	Azionare l'ingresso Medio/Applicazione. Osservare il comportamento del sensore	L'uscita dovrebbe essere costante con l'ingresso Medio/Applicazione SPENTO e la modifica dell'ingresso in ACCESO	L'uscita del sensore deve essere configurata correttamente per l'applicazione
Collegamenti della messa a terra inadeguati	Controllare i collegamenti della messa a terra dei cavi e degli oggetti in metallo	Devono essere ridotte le differenze potenziali della messa a terra	Verificare il collegamento equipotenziale di tutti gli oggetti in metallo

1.6 Caratteristiche dell'uscita del sensore

	Uscita filtrata non graduata (i valori riportati sono approssimativi)			
	RS485	4–20 mA	0–20 mA	0–10 V
Sensore esposto all'aria	0	4 mA	0 mA	0 V
Mano sul sensore	75–85	16–17,6 mA	15–17 mA	7,5–8,5 V

D: Hydro-Com non individua alcun sensore.

R: Se vi sono più sensori collegati alla rete RS485, assicurarsi che ciascuno di essi sia assegnato a un indirizzo differente. Verificare che il sensore sia correttamente collegato, che sia alimentato da una sorgente elettrica idonea da 15–30 V CC e che i cavi RS485 siano collegati al PC mediante un convertitore RS232-485 o USB-RS485 appropriato. In Hydro-Com, verificare la corretta selezione della porta COM.

D: Con quale frequenza si deve calibrare il sensore?

R: La ricalibratura non è necessaria a meno che la gradazione del materiale non cambi in modo significativo o venga utilizzata una nuova origine del materiale. Tuttavia, è opportuno prelevare regolarmente campioni (vedere Introduzione alla calibratura del materiale a pagina 31) in loco per confermare che la calibratura è ancora valida e precisa. Inserire questi dati in un elenco e confrontarli con i risultati del sensore. Se i punti si trovano vicino a o sulla linea di calibratura, la calibratura è ancora buona. Se esiste una differenza continua, è necessario ripetere la calibratura.

D: Se si deve sostituire il sensore, è necessario calibrare il nuovo sensore?

R: In genere no, presupponendo che il sensore sia montato esattamente nella stessa posizione. Annotare i dati della calibratura relativi al materiale nel nuovo sensore e le letture dell'umidità saranno le stesse. Sarebbe opportuno verificare la calibratura prelevando un campione come mostrato in Introduzione alla calibratura del materiale a pagina 31 e controllando questo punto di calibratura. Se si trova vicino a o sulla linea, la calibratura è ancora buona.

D: Cosa si deve fare se esiste una leggera variazione di umidità nel materiale nel giorno in cui si esegue la calibratura?

R: Solo per sabbia (solo HP04)

Se si dispone di campioni differenti asciugati ed esiste una leggera variazione di umidità (1–2%), ricercare un buon punto di calibratura calcolando la media delle letture non graduate e dei valori di umidità asciugata al forno. Hydro-Com consentirà di produrre una calibratura valida finché non vengono eseguiti altri punti. Quando l'umidità cambia di almeno il 2%, campionare nuovamente e migliorare la calibratura aggiungendo altri punti.

D: Quando si cambia il tipo di materiale utilizzato, è necessario ripetere la calibratura?

R: Sì, occorre calibrare ogni tipo di materiale.

D: Quale variabile di uscita si deve utilizzare?

R: Dipende a seconda che la calibratura sia memorizzata nel sensore o nel sistema di controllo del batch e se viene utilizzato l'ingresso digitale per il calcolo della media del batch. Per ulteriori informazioni, vedere la Configurazione delle uscite analogiche a pagina 15.

D: Viene rilevata una dispersione nei punti eseguiti nella calibratura. Questo è un problema ed è possibile fare qualcosa per migliorare il risultato della calibratura?

R: Se si verifica una dispersione dei punti con i quali si sta tentando di disegnare una linea, si è verificato un problema relativo alla tecnica di campionatura. Assicurarsi che il sensore sia montato correttamente sul flusso. Se la posizione del sensore è corretta e la campionatura è stata eseguita come spiegato a pagina 35, questo non dovrebbe accadere. Utilizzare il valore "Media non graduata" per la calibratura. Il periodo per il calcolo della media può essere

impostato con l'ingresso "Medio/Applicazione" o utilizzando "Calcolo remoto della media". Per ulteriori informazioni, consultare il Manuale d'uso di Hydro-Com (HD0682).

D: *Il sensore fornisce misurazioni irregolari e non coerenti rispetto alle variazioni nell'umidità del materiale. Qual è il motivo?*

R: È possibile che il materiale si accumuli sulla superficie del sensore durante il flusso. Quando ciò accade, anche se c'è una variazione dell'umidità, il sensore rileva soltanto quella del materiale accumulato sulla sua superficie, e quindi le letture rimangono costanti. Le letture possono rimanere invariate finché l'accumulo non si sposta, consentendo ad altro materiale di passare sulla superficie del sensore. Ciò causa un'improvvisa variazione nelle letture. Per controllare se ciò si verifica, provare a colpire i lati del contenitore/silo per eliminare eventuale materiale incrostato e vedere se le letture cambiano. Inoltre, controllare l'angolazione di montaggio del sensore. Il sensore deve essere montato inclinato per consentire al materiale di passare continuamente sulla superficie in ceramica. I sensori da montare sui contenitori hanno due linee stampate sull'etichetta della piastra posteriore che indicano a quale angolazione deve essere installato il sensore rispetto al flusso di materiale. Il sensore è inclinato correttamente quando una delle due linee è parallela al flusso di materiale.

D: *L'angolazione del sensore influisce sulla lettura?*

R: È possibile che modificare l'angolazione del sensore possa influire sulle letture. Ciò è dovuto a una variazione nella compattezza o densità del flusso di materiale sulla superficie di misurazione. In pratica, le piccole variazioni nell'angolazione avranno un effetto trascurabile sulle letture, ma una grande variazione nell'angolazione di montaggio ($>10^\circ$) influirà sulle letture e infine la calibratura risulterà non valida. Per questo motivo è essenziale, quando si sostituisce un sensore, mantenere la stessa angolazione.

D: *Perché il sensore indica un valore di umidità negativo quando il contenitore è vuoto?*

R: L'uscita non graduata per l'aria sarà inferiore alla lettura non graduata per una percentuale di umidità del materiale pari a 0; pertanto, la lettura dell'uscita di umidità risulterà negativa.

D: *Qual è la lunghezza massima consentita per il cavo?*

R: Consultare le specifiche tecniche nelle istruzioni di installazione del sensore utilizzato.

1 Riferimenti ad altri documenti

Questa sezione elenca tutti gli altri documenti ai quali si fa riferimento in questo manuale; potrebbe essere utile averne una copia disponibile durante la consultazione di questo documento.

Numero del documento	Titolo
HD0682	Manuale d'uso di Hydro-Com
HD0675	Istruzioni di installazione di Hydro-Probe e Hydro-Probe XT
HD0676	Istruzioni di installazione di Hydro-Mix
HD0677	Istruzioni di installazione di Hydro-Probe Orbiter
HD0678	Sensori di umidità Hydronix – Guida ai collegamenti elettrici
EN0077	Metodi di controllo dell'umidità per i batch
EN0078	Integrazione di sensori Hydro-Mix e Hydro-Probe nei condotti per granaglie
EN0079	Parametri predefiniti del sensore HP04
EN0080	Parametri predefiniti del sensore XT02
EN0081	Parametri predefiniti del sensore HM08
EN0082	Parametri predefiniti del sensore ORB3
EN0090	Parametri predefiniti di fabbrica del sensore Hydro-Mix XT
HD0881	Hydronix Microwave Moisture Sensor Modbus RTU Protocol Register Mapping (Mappatura del registro di protocollo Modbus RTU dei sensori di umidità a microonde Hydronix)
HD0773	Hydro-Mix XT Guida all'installazione meccanica

Indice

Allarmi		Parametri per il calcolo della media.....	19
Limite alto	19	Protocollo secondario	
Limite basso	19	Configurazione di Modbus	30
Modalità allarme	19	Puro non graduato	20
Brix	41	Saturated Surface Dry	Vedere SSD
Calibratura	51	Segnale filtrato	24
Brix	41	Silo vuoto	19
Corretta ed errata	37, 42	SSD	33
in un mescolatore	39	Tecniche di misurazione	13
Memorizzazione dei dati	33	Tempo di filtraggio	20, 21
Nel sensore	34	Tempo stabilizzatore	21
Nel sistema di controllo	34	Tracciamento automatico	19
Procedura	35	Umidità	
Quadratica, corretta ed errata	38	Negativa	52
Campioni		Superficie	33
Standard internazionali	36	Umidità libera	33
Configurazione	13	Umidità pura	20
Contenuto di umidità	37	Umidità totale	33
Dati non validi	19	Umidità/Temperatura	18
Filtri	20	Uscita	15
Velocità di risposta	20	Uscita analogica	13, 15
Filtri di velocità di risposta	20	Valore di adsorbimento dell'acqua	33
Hydro-Com	15, 51		
Ingressi/uscite digitali	17		
Limite alto	Vedere Allarmi		
Limite basso	Vedere Allarmi		
Media non graduata	16		
Medio/Applicazione	17		
Modalità di misurazione	26		
Parametri			
Calcolo della media	19		