



# Hydronix

## Controllare il grado di assestamento nella produzione di calcestruzzo con l'impiego di sensori di umidità Hydronix

A livello mondiale, il consumo di calcestruzzo (cls) si attesta indicativamente su 1 tonnellata pro capite all'anno, il che ne fa il secondo materiale più consumato al mondo dopo l'acqua. Il calcestruzzo è costituito da tre componenti - aggregati e sabbia (il collante), cemento (il legante) e acqua - i quali, combinati in idonee proporzioni, producono una reazione chimica che consente al cls di stabilizzarsi.

Esistono due diversi tipi di calcestruzzo: Ready Mix (cls preconfezionato) e Precast (cls prefabbricato). In genere, il cls preconfezionato viene prodotto in impianti di miscelazione, trasportato in cantiere mediante betoniere e utilizzato sul posto allo stato fresco. Il cls prefabbricato viene utilizzato per realizzare singoli manufatti che in genere vanno a costituire strutture più grandi. Questo tipo di cls viene prodotto in impianti specializzati ed è soggetto a standard qualitativi particolarmente rigorosi: ecco perché il controllo dell'umidità rappresenta un momento essenziale del processo di fabbricazione. Entrambi i tipi di cls vengono prodotti in base a specifiche ricette dosando i materiali nelle proporzioni richieste in modo da garantire uniformità, qualità e resistenza.



Per verificare la lavorabilità, la fluidità e la consistenza dell'impasto di cls, i produttori eseguono comunemente "slump test" o prove di abbassamento al cono di Abrams, in cui intervengono più fattori (rapporti degli aggregati, additivi e tenore di umidità). In questa sede si spiega l'utilità di inserire una soluzione digitale a microonde per la determinazione dell'umidità nell'impianto di fabbricazione del cls ai fini dell'ottenimento di un prodotto uniforme mescola dopo mescola e, conseguentemente, proprietà di slump sempre coerenti.

### Perché il controllo dell'umidità è così importante?

Secco



Umido

**Figura 1: Drenaggio naturale di umidità in cumulo di aggregati**

In una situazione ideale, gli aggregati e il cemento sarebbero completamente asciutti, per cui la quantità d'acqua necessaria per ogni mescola sarebbe un volume predefinito e la qualità del cls prodotto sarebbe sempre identica, per tutte le mescole. Invece, in genere gli aggregati sono stoccati in cumuli, solitamente all'esterno, e - ferma restando l'utilità di uno stoccaggio corretto - anche nel caso di materiali stoccati in vasche coperte, l'umidità contenuta negli aggregati varia costantemente a causa degli inevitabili effetti del drenaggio.

Nei moderni impianti di miscelazione del cls, in genere si pesa la quantità di materiali richiesti per la ricetta, che viene calcolata in base al peso "asciutto" presunto. Tuttavia, la quantità d'acqua presente negli aggregati pesati resta ignota. Per quanto questo articolo sia incentrato sul grado di assestamento, anche l'acqua in eccesso o il contenuto di umidità nella sabbia e negli aggregati possono incidere significativamente sul rapporto tra acqua e cemento e tra aggregati e cemento, sulla resa e addirittura sul colore dell'impasto, il che si traduce in discontinuità in termini di grado di assestamento, resistenza, colore e qualità, e il risultato finale è un prodotto inferiore.

### Perché è tanto importante calcolare correttamente l'umidità?

Se il produttore di cls segue una ricetta prestabilita utilizzando quantitativi pesati di aggregati e cemento, quindi aggiunge all'impasto il quantitativo d'acqua specificato, le singole mescole risultanti varieranno in quanto negli aggregati è presente un quantitativo d'acqua sconosciuto e variabile. Supponendo, ad esempio, che la ricetta preveda 1.000 kg di aggregati, a meno che questi non siano al 100% secchi, il quantitativo pesato non sarà 1.000 kg di aggregati ma una miscela di aggregati e acqua.

#### Calcolo del contenuto di umidità

L'unico modo per calcolare con precisione l'umidità di un aggregato in laboratorio consiste nel prelevare un campione dello stesso aggregato, pesarlo (assieme al contenitore) e farlo asciugare in modo che evapori l'acqua, quindi ripesarlo. Di norma, si effettuano un secondo e terzo ciclo di essiccazione secondo necessità finché non si osserva più alcuna perdita di peso (vale a dire, quando il campione è perfettamente asciutto).

A questo punto si eseguono i calcoli per la correzione dell'eventuale umidità ancora presente nei materiali, in modo da garantire che il rapporto degli aggregati sia corretto in base al peso secco dell'impasto previsto dalla ricetta. L'esempio di calcolo seguente spiega il concetto con numeri semplici.

Peso del contenitore =	500,0 g	
Peso totale del campione umido e del piatto =	1.500,0 g	
Peso totale del campione secco e del piatto =	1.409,1 g	
Perdita di peso dovuta a calore =	1.500,0 - 1.409,1 = 90,9 g	
Peso secco del campione =	1.409,1 - 500,0 = 909,1 g	
Peso umido del campione =	1.500,0 - 500,0 = 1.000,0 g	

Questi valori sono utilizzabili per calcolare la percentuale d'acqua nel materiale, come segue:

$$\% \text{ umidità sul secco} = 100 \times \frac{\text{Peso dell'acqua}}{\text{Peso del materiale asciutto}} = 100 \times \frac{91}{909} = 10\%$$

Utilizzando gli stessi valori per calcolare l'umidità sull'umido si avrebbe:

$$\% \text{ umidità sull'umido} = 100 \times \frac{\text{Peso dell'acqua}}{\text{Peso del materiale umido}} = 100 \times \frac{91}{1000} = 9,1\%$$

Come si può facilmente osservare, la base della misurazione deve essere mantenuta coerente durante tutte le fasi di calcolo dell'umidità e di lavorazione.

Il vantaggio di utilizzare valori di umidità sul secco è che risulta molto più semplice utilizzarli per calcolare il peso di riferimento partendo dal peso di progetto.

## Conseguenze delle variazioni dell'umidità sui rapporti dei materiali

Gli esempi seguenti mostrano l'effetto delle variazioni di umidità negli aggregati sul rapporto dei materiali nell'impasto. Diversamente dall'umidità totale, il rapporto dei materiali nell'impasto è un fattore chiave ai fini della determinazione del grado di assestamento del cls.

Se si pesa una miscela con il 10% di umidità nella sabbia e lo 0% di umidità nella ghiaia (mediante il metodo del peso secco), i valori dell'impasto sono i seguenti:

Materiale	Peso di riferimento	Umidità	Peso secco effettivo
Sabbia	1.000 kg	10%	909 kg
Ghiaia 8 mm	500 kg	0%	500 kg

La proporzione sabbia-ghiaia è 1,8 : 1

Tuttavia, se si dosa una seconda miscela dove l'umidità della sabbia è 0% e quella della ghiaia è 5%, avremo:

Materiale	Peso di riferimento	Umidità	Peso secco effettivo
Sabbia	1.000 kg	0%	1.000 kg
Ghiaia 8 mm	500 kg	5%	476 kg

Ora la proporzione sabbia-ghiaia è 2,1 : 1.

Ciò dà luogo ad una notevole differenza in termini di rapporto dei materiali fra le mescole e, se non vengono effettuate le opportune correzioni, incide direttamente sulla qualità del cls prodotto. Pertanto, è essenziale misurare accuratamente il quantitativo d'acqua presente negli aggregati e modificare di conseguenza il peso secco del materiale da aggiungere all'impasto.

L'acqua aggiunta alla fine della fase di miscelazione può essere regolata in base al contenuto di umidità degli aggregati, in modo da ottenere un rapporto acqua / cemento preciso e un grado di assestamento coerente. Però, per prestazioni ottimali si raccomanda di controllare separatamente l'umidità e l'aggiunta d'acqua nel mescolatore. Per ulteriori informazioni sull'argomento, visitare il nostro sito web.

## Problemi associati alle variazioni di umidità

Se l'impasto di cls è in proporzioni errate o se il grado di umidità non è corretto, si creano problemi a livello di consistenza, lavorabilità e grado di assestamento del cls. I produttori di cls preconfezionato hanno l'obbligo di garantire che il cls mantenga la giusta consistenza e sia in grado di generare il grado di assestamento e la resistenza richiesti una volta in cantiere.

Anche nel caso dei produttori di cls prefabbricato, le variazioni di umidità causano problemi a livello di matrici e casseforme durante la fabbricazione dei manufatti. Ad



**Figura 2: Esempio di cedimento di cls alveolare a causa di errata consistenza**

esempio, tubi che cedono dopo la rimozione del nucleo o blocchi che vanno in pezzi all'uscita della blocciera. Anche i pannelli alveolari in calcestruzzo rappresentano esempi interessanti in quanto il cls può incurvarsi o deformarsi mentre la macchina alveolatrice si sposta lungo la linea.

Un altro problema legato alla variazione dell'umidità degli aggregati è la variazione della superficie degli stessi (cioè, un quantitativo di aggregati inferiore al previsto). Questo aspetto riveste grande importanza quando si deve aggiungere colore ad una mescola di cls, perché il rivestimento superficiale del pigmento colorato varia in funzione delle proporzioni dell'impasto, il che comporta differenze cromatiche da una mescola all'altra e, di conseguenza, il rischio di maggiori costi dovuti alla correzione del problema tramite aggiunta di ulteriore colore.

## Qual è il metodo ideale per la determinazione dell'umidità?

Per quanto accurati possano essere i risultati delle prove di essiccazione in laboratorio, si tratta di perdite di tempo e comunque questo metodo non consente di modificare in alcun modo le percentuali dei materiali in tempo reale. Per automatizzare il processo sono disponibili svariati metodi di misurazione dell'umidità - capacitivo, resistivo, agli infrarossi e a microonde - ognuno con specifici vantaggi e svantaggi. Il sistema a microonde è uno dei più comuni ma, diversamente da altri sistemi che effettuano le misurazioni con il metodo analogico, i sensori Hydronix sfruttano una tecnica digitale a microonde unica nel suo genere, che non è influenzata dalle impurità, dal colore, dalle dimensioni delle particelle e dalla temperatura e presenta un'accuratezza di  $\pm 0,2\%$ .

## Vantaggi economici derivanti dall'utilizzo di soluzioni a microonde Hydronix per la determinazione dell'umidità

Oltre ad un miglioramento diretto in termini di qualità e consistenza del cls prodotto in tutte le mescole, si ha l'ulteriore vantaggio di una maggiore redditività per le aziende produttrici, sia a livello di riduzione degli sprechi e degli scarti, sia per la migliorata efficienza del materiale. I vantaggi comprendono:

- Riduzione del quantitativo di materiale sprecato in seguito a rapporti di impasto non coerenti
- Riduzione del quantitativo di cemento utilizzato per ottenere la giusta resistenza
- Qualità coerente ripetibile
- Lavorabilità e grado di assestamento coerenti
- Finitura superficiale coerente
- Utilizzo più efficiente degli additivi cromatici

## Quale sensore?

Hydronix offre una varietà di sensori di umidità digitali a microonde, installabili in fasi diverse del processo. Tutti i sensori Hydronix effettuano 25 letture al secondo e trasmettono in tempo reale i dati al sistema di controllo, il che consente di regolare istantaneamente sia il quantitativo di aggregati in fase di pesatura, sia la miscela di materiali o il quantitativo d'acqua da aggiungere al mescolatore. Inoltre, diversamente da altri modelli in commercio, i sensori Hydronix effettuano l'intera elaborazione direttamente a livello del sensore ed inviano al sistema di controllo un segnale lineare reale.

### Determinazione dell'umidità di aggregati in vasche, tramogge e nastri trasportatori

In genere, la determinazione dell'umidità con sensore Hydro-Probe viene effettuata in prossimità del portello della vasca contenente gli aggregati in quanto così si ottengono letture affidabili al massimo perché gli aggregati passano sulla testina di rilevamento senza pregiudicare il flusso di materiale. In funzione degli specifici requisiti dell'impianto, è possibile installare il sensore nel collo della vasca o sotto la stessa. Una volta impostato correttamente il sensore, le letture dell'umidità possono essere fatte come media delle singole mescole, e il sistema di controllo dell'impianto può regolare il peso pesato dei singoli aggregati in tempo reale. In questo modo viene garantito il peso secco corretto della mescola.



## Conclusioni

L'utilizzo di un sistema digitale a microonde per la determinazione e il controllo dell'umidità nel processo rappresenta una soluzione semplice ed economica per i produttori di cls. Il cls risultante sarà uniforme mescola dopo mescola, migliorando la qualità del prodotto e riducendo gli sprechi e gli scarti di materiale. Il sistema di controllo dell'umidità è di facile installazione negli impianti nuovi e in quelli preesistenti e il ritorno sull'investimento è apprezzabile in tempi brevi, in genere già a pochi mesi dall'installazione, a seconda della capacità produttiva dell'impianto.

## Informazioni su Hydronix

Presente sul mercato dal 1982, con oltre 70.000 unità vendute ad oggi, Hydronix è leader di mercato mondiale nel settore della strumentazione a microonde per la determinazione dell'umidità nell'industria del cls e dell'edilizia. Grazie ad un'offerta di soluzioni per la determinazione dell'umidità di aggregati e cls fresco in fase di miscelazione resa possibile da una rete globale di vendita e assistenza, i prodotti Hydronix rappresentano la soluzione d'elezione per i produttori di cls.