



Approfondimento Tecnico  
Misura dei SOLIDI SOSPESI  
a 880 nm

## ANALISI DEI SOLIDI SOSPESI A 880 nm

La misura dei solidi sospesi (S.S.) nelle acque può essere effettuata con la seguente strumentazione INSITE:

- > Analizzatore Portatile modello 3150, a batteria con la possibilità di scaricare i dati su PC.
- > Analisi "on line" nel trattamento delle acque di scarico, con sensore immerso nelle vasche di trattamento;  
Sono disponibili:
  - > Analizzatore modello 1500 con unico sensore per S.S.
  - > Analizzatore modello 2000 con due sensori di Solidi in Sospensione oppure con un sensore di S.S. e un sensore di Ossigeno disciolto a fluorescenza. In questo caso i diversi sensori possono essere immersi o nella stessa vasca oppure in vasche distinte utilizzando cavi di collegamento con la sonda di opportuna lunghezza.

## Misura dei Solidi Sospesi nel "Mixed Liquor" (MLSS): Confronto tra la misurazione manuale ed online

La concentrazione dei Solidi Sospesi nel "Mixed Liquor" (Mixed Liquor Suspended Solid) nelle vasche d'aerazione è da sempre stata monitorata e controllata prelevando ad intervalli regolari "campioni manuali" del liquame, facendo passare il campione da un filtro, essiccandone il residuo rimasto sopra il filtro ed infine pesandolo.

Negli anni '70, è stata introdotta la strumentazione online per monitorare in continuo e, con controlli teorici di riferimento, la concentrazione dei MLSS nelle vasche. L'ipotesi era che, conoscendo la concentrazione dei MLSS in continuo, potesse essere ottimizzata la portata del ritorno del fango attivo, mantenendo un carico costante anche durante le variazioni di portata e di carico in entrata.

Gli Standard Methods per il Controllo delle Acque e delle Acque di Scarico prevedono sei metodi diversi per determinare la concentrazione dei Solidi Sospesi. Tutti questi metodi richiedono che un campione sia essiccato ad una temperatura specifica per un periodo di tempo, che assicuri che l'acqua nel campione sia completamente evaporata. Quest'intervallo di tempo è determinato pesando il campione un certo numero di volte fino a che il peso del campione rimane costante. A questo punto il campione è pesato e quindi la determinazione dei solidi è eseguita, utilizzando una formula che tiene conto del volume totale del campione.

Per esempio, è preso un campione di 100 ml e poi filtrato tramite un filtro a disco in fibra di vetro. Il filtro è poi introdotto in un forno ed essiccato. Dopo che il campione è stato completamente essiccato, il filtro è tolto dal forno e pesato. Il peso del filtro è sottratto dal peso totale. Se, dopo la sottrazione del peso del filtro, il peso determinato del campione è 200 mg, i solidi sospesi totali saranno pari a 2000 mg/l. Questo valore è determinato semplicemente moltiplicando il peso calcolato per lo stesso fattore utilizzato per portare il volume del campione fino ad un litro ( $100 \text{ ml} \cdot 10 = 1 \text{ litro}$ ) ( $200 \text{ mg} \cdot 10 = 2000 \text{ mg}$ ).

È subito chiaro che il metodo manuale di campionamento per determinare la concentrazione dei solidi ha due svantaggi nel controllo dei MLSS nella vasca d'aerazione. Il primo è che il risultato è determinato solo ore dopo il prelievo del campione e in alcuni casi i risultati non sono disponibili fino al giorno seguente. Per controllare il processo utilizzando questo dato occorre ipotizzare o che la concentrazione dei solidi non cambi dal momento della misura, o che l'impianto conosca come varia la concentrazione dei solidi nel tempo. In un impianto di trattamento municipale chiuso è possibile controllare approssimativamente la concentrazione dei MLSS utilizzando entrambe le ipotesi. Se eliminassimo le due situazioni più comuni e sfavorevoli, in impianto chiuso di trattamento dei reflui civili nel caso di un'eventuale pioggia o di scarichi industriali, il flusso in entrata e il carico non varierebbero. Sfortunatamente, molti sistemi di trattamento sono misti e lavorano con una componente industriale unita a quella degli scarichi civili. Un sistema di trattamento combinato significa semplicemente che le acque di prima pioggia sono trattate come acque di scarico. È normale che la portata ad un impianto raddoppi in caso di pioggia. Appena la portata verso l'impianto aumenta, generalmente la concentrazione dei solidi in entrata diminuisce per effetto della diluizione. Questo si traduce in una diluizione della concentrazione dei MLSS, se non si regola la portata del ritorno dei fanghi attivi. È difficile determinare quale sarà la diluizione cui si arriverà, anche se le regolazioni sul ritorno dei fanghi attivi sono le più accurate possibili.

Una seconda considerazione sul campionamento manuale per l'analisi da laboratorio è che l'intero processo richiede un notevole dispendio di tempo da parte dei tecnici dell'impianto e del personale di laboratorio. Ipotizziamo che per l'analisi dei campioni, prelevati per 5 giorni alla settimana, sia necessaria un'ora di tempo per ogni campione e che il costo del laboratorio sia di 16 euro all'ora. Supponiamo pure che il totale dei campioni analizzati si riduca del 25%, perché non prelevati per una ragione qualsiasi. In questo caso i costi di laboratorio per un'analisi giornaliera di 12 campioni equivalgono a circa 37.500 euro all'anno. Impianti, che hanno installato strumentazione online per monitorare e controllare la concentrazione dei MLSS, hanno raggiunto una riduzione dell'80% del numero di campioni inviati al laboratorio per l'analisi. In questo caso, tolto il costo della strumentazione per il primo anno, il risparmio per l'impianto dovrebbe essere di circa 30.000 euro all'anno.

Una terza considerazione sul campionamento manuale per l'analisi di laboratorio è l'accuratezza e la ripetibilità. Anche se un'accuratezza assoluta è meno importante della ripetibilità, l'accuratezza della misura è ancora una componente essenziale nel controllo della concentrazione dei MLSS. Secondo gli Standard Methods per l'Analisi delle Acque e delle Acque di scarico, l'accuratezza varierà in funzione del metodo utilizzato nel tempo in rapporto con la concentrazione attuale, da circa l'1% fino ad un massimo del 33%.

Un altro fattore che influenza l'accuratezza assoluta è dato dal fatto che una vasca d'aerazione è il contenitore di un processo dinamico. Vi sono variazioni nella concentrazione dei solidi all'interno della vasca. È una cosa comune che due campioni prelevati nello stesso punto, allo stesso tempo possano avere una differenza di concentrazione anche di 300 mg/l. Maggiori variazioni possono derivare dal tipo di rimescolamento nella vasca. Una vasca con un aeratore meccanico mostrerà grandi differenze di concentrazione, mentre un sistema con diffusore a bolle tenderà ad avere concentrazioni più omogenee.



## Approfondimento Tecnico Misura dei SOLIDI SOSPESI a 880 nm

Come detto in precedenza, ci sono analizzatori on-line in continuo che misurano la concentrazione dei MLSS nelle vasche d'aerazione. Questi analizzatori sono stati messi sul mercato da oltre 20 anni. La domanda ovvia a questo punto dovrebbe essere "Perché gli impianti di trattamento continuano a prendere campioni manuali quando i costi risparmiati per passare ad un sistema di misura online in continuo sembrano essere più che giustificati?" La risposta a questo mistero può essere enunciata in due parole; MANUTENZIONE e CALIBRAZIONE.

Quasi tutti gli analizzatori che misurano i MLSS utilizzano sensori ottici di diversa fattura. Ciò significa che per far lavorare correttamente ogni sensore, le lenti devono essere prive di depositi. Nel passato a questo scopo è stato molto spesso utilizzato un sistema di pulizia meccanico, generalmente con tipi diversi di "wiper" (tergicristallo). Mentre si raggiunge con tale metodo lo scopo di mantenere le lenti pulite, d'altro canto immergendo un componente meccanico, si introduce con questa soluzione una nuova problematica: il sistema di pulizia si danneggia a causa dell'ambiente aggressivo ed è comunque soggetto a manutenzione periodica.

Questo fatto comporta che il corretto funzionamento del sensore sia del tutto irregolare a meno che il sensore non sia inserito in un programma di manutenzione frequente. La necessità di una costante manutenzione annulla o limita il risparmio dei costi di gestione e induce i tecnici a dubitare della correttezza della misura dei MLSS. Se da una parte il sistema di auto-pulizia è indispensabile per un funzionamento corretto del sensore, dall'altra il sistema di pulizia meccanico andrebbe evitato.

L'altro problema, che ha fatto sì che l'industria si avvicinasse lentamente all'uso degli analizzatori online in continuo di MLSS, è costituito dalla calibrazione del sensore. Il metodo più comune per la calibrazione utilizza la formazina o la terra di diatomee sospese in acqua a concentrazione nota. Se da un lato questo metodo permette una calibrazione che è in qualche modo ripetibile, dall'altro vi sono una serie di innegabili svantaggi. Il primo è dato dal fatto che le dimensioni, il colore e la densità delle particelle degli standard (sia la formazina che la terra di diatomee) non hanno relazione con il colore, la dimensione e la densità dei MLSS. Questo comporta un errore sulla misura eseguita dal sensore. Un secondo problema di questo metodo è che occorre il lavoro almeno di due uomini con dispendio di tempo e spesso difficile risoluzione. Il mezzo per la calibrazione deve essere agitato energeticamente per evitare che i solidi non si depositino. Questo è molto spesso compiuto mescolando il mezzo per la calibrazione al sensore stesso. Occorre ricordare che la sonda del sensore è sempre collegata ad un'asta di metallo lunga da 3 a 5 metri. Risulta quasi sempre impossibile utilizzare quest'asta come agitatore e ottenere un mescolamento omogeneo nel mezzo di calibrazione, causando ancora un altro errore sulla calibrazione. Il problema legato al corretto mescolamento si ripercuote negativamente sulla ripetibilità che dovrebbe essere il vantaggio ottenuto con questo tipo d'approccio.

Un altro metodo per la calibrazione degli analizzatori online di MLSS consiste nel prelevare un campione in quantità sufficiente per eseguire un'analisi di laboratorio su parte del campione e calibrare anche il sensore con la parte restante. Il grande vantaggio di questa tecnica sta nel fatto che l'analizzatore è calibrato in stretta correlazione con il processo "in atto", con la certezza che la dimensione, la densità e il colore delle particelle è la stessa di quella che l'analizzatore sta misurando in quel momento. I due svantaggi di questo metodo sono il problema di mescolamento già ricordato in precedenza e la conservazione del campione per il tempo necessario ad avere il risultato dell'analisi di laboratorio. Questo periodo, come spiegato in precedenza, può facilmente arrivare a 24 ore. Il problema in questo caso è che le caratteristiche dei solidi del campione cambiano nel tempo. Il campione è prelevato da un reattore aerato e miscelato, generalmente messo in un piccolo contenitore a sedimentare. Più tempo il campione rimane in questo piccolo contenitore, maggiori saranno i cambiamenti delle proprietà dei solidi del campione. Anche questo comporta un errore nella calibrazione.

Un terzo metodo consiste nel prendere un campione per l'analisi di laboratorio mentre allo stesso tempo si danno istruzioni all'analizzatore per "registrare" il valore che l'analizzatore stava leggendo al momento in cui è stato prelevato il campione. Questo permette all'operatore di calibrare l'analizzatore in un momento successivo, quando sarà stata completata l'analisi di laboratorio. I due grandi vantaggi di questo metodo, stanno nel fatto che l'analizzatore è calibrato in stretta correlazione con il processo "in atto" e che il sensore non ha bisogno di essere rimosso per la calibrazione. I benefici nel calibrare in stretta correlazione con il processo sono già stati considerati in precedenza. Il vantaggio di eseguire una calibrazione "in situ" è rappresentata dal fatto che il campione non deve essere conservato e la calibrazione diventa veloce e richiede il lavoro di un solo uomo. L'unico problema di questo metodo è rappresentato dall'incertezza che può esserci durante l'analisi di laboratorio e che sono già stati considerati in precedenza. Questo può essere superato in gran parte prelevando nello stesso momento due o tre campioni, eseguendo un'analisi di laboratorio separata su ogni campione, e quindi facendo la media dei risultati ed utilizzando il dato ottenuto per calibrare l'analizzatore online. Più campioni sono presi e più risultati utilizzati per calcolare la media, maggiore sarà l'accuratezza del risultato.

## Conclusioni

Ci sono sufficienti giustificazioni sia per le considerazioni sul processo, sia sui costi di un impianto di trattamento, per installare analizzatori online in continuo per la misura di MLSS. La scelta del sensore opportuno e del tipo di analizzatore deve essere operata con accuratezza. Un sensore con proprietà auto-pulenti è fondamentale per avere accuratezza e ripetibilità nel lungo periodo. Il metodo utilizzato per pulire il sensore deve essere quello che non utilizza parti mobili immerse nel processo per evitare un problema di manutenzione in più. L'analizzatore deve poter essere calibrato in stretta correlazione con il processo in "atto", preferibilmente senza dover rimuovere il sensore. Per effettuare la calibrazione, è importante che all'atto del campionamento sia prelevato più di un campione e che il risultato di ogni singola analisi sia utilizzato per ottenere il valore medio di calibrazione.

