

Come il monitoraggio dell'H₂S in fase liquida può ridurre rischi e corrosione nel trattamento acque reflue

Riepilogo

Anche nel migliore dei casi, gli impianti di trattamento delle acque reflue (WWTP) possono includere ambienti ostili. Nel peggiore dei casi possono essere letali, se i lavoratori sono esposti ad acido solfidrico gassoso che si raccoglie in spazi ristretti. Tra questi due estremi esiste un'ampia gamma di condizioni legate ai costi e alle prestazioni che possono trarre un vantaggio significativo dal monitoraggio accurato delle variazioni nella composizione delle acque reflue che determinano fluttuazioni nei livelli di acido solfidrico (H₂S).



L'importanza della misurazione in fase liquida

Fino ad oggi, la maggior parte degli operatori degli impianti di trattamento delle acque reflue ha utilizzato sensori in fase gassosa o campioni istantanei per monitorare le concentrazioni di acido solfidrico nelle proprie applicazioni. I sensori elettrochimici che monitorano in modo accurato il contenuto di acido solfidrico in fase liquida (figura 1) consentono di monitorare molto più facilmente i livelli precisi mediante sistemi SCADA e PLC già esistenti all'interno degli impianti o sistemi basati su cloud.

- **Rispetto alla misura in fase gassosa**, quella continua in fase liquida rileva la concentrazione effettiva di acido solfidrico direttamente nell'acqua, un indicatore più uniforme e affidabile rispetto alla misura delle concentrazioni di acido solfidrico gassoso diffuso nell'aria sovrastante. Ciò è dovuto al fatto che la velocità di trasferimento dell'H₂S dalla fase liquida alla fase gassosa, e quindi i livelli di concentrazione rilevabili nell'aria, possono variare in base alla temperatura dell'acqua e dell'aria, alla turbolenza che accelera il rilascio di H₂S dall'acqua, alla distanza del sensore dalla superficie dell'acqua e alla ventilazione dell'aria in cui viene misurato l'H₂S.
- **Rispetto ai test di campioni istantanei**, che sono costosi, laboriosi e rappresentano nel migliore dei casi un indicatore ritardato, la misura continua in fase liquida fornisce dati più tempestivi per le attività di mitigazione dei livelli di H₂S in relazione ai problemi di odore e di sicurezza. Eseguendo queste misure in corrispondenza delle opere a monte o in posizioni ancora precedenti nel sistema di raccolta, gli



Figura 1. Questo sensore elettrochimico compatto, con un design anti-incrostazione per consentirne l'immersione nelle acque reflue, è in grado di fornire il profilo più accurato della concentrazione effettiva di acido solfidrico in fase liquida in molti punti delle reti di raccolta e degli impianti di trattamento delle acque reflue. Il vantaggio di questo monitoraggio continuo è la possibilità di utilizzare un ciclo di feedback per ottimizzare il dosaggio delle sostanze chimiche con un impegno minimo da parte del team operativo.

operatori degli impianti di trattamento delle acque reflue possono monitorare continuamente la concentrazione effettiva dell'H₂S nelle acque che si dirigono verso la catena di trattamento.

Dove avviene l'impatto della misura in fase liquida

Poiché rileva in pochi secondi le concentrazioni limite di H₂S nelle acque reflue, la misura dell'acido solfidrico in fase liquida direttamente nel flusso delle acque reflue può produrre vantaggi in vari aspetti delle operazioni degli impianti di trattamento:

1. **Lectture tempestive, accurate e continue consentono di identificare i potenziali rischi** associati alle attività di manutenzione sporche e pericolose in aree soggette ad accumulo di acido solfidrico o a fluttuazioni che superano notevolmente le normali concentrazioni quotidiane.
2. **La possibilità di regolare e ottimizzare il dosaggio delle sostanze chimiche** in base alle variazioni delle concentrazioni di acido solfidrico (e non solo alle variazioni delle velocità di flusso) può anche contribuire a ridurre al minimo i costi delle sostanze chimiche senza rischiare di esporre gli operatori all'H₂S o di causare reclami relativi agli odori da parte dei cittadini.

3. **La disponibilità di un quadro costante delle concentrazioni variabili** aiuta inoltre a minimizzare i danni da corrosione alle costose infrastrutture, riducendo così le spese in conto capitale per la sostituzione prematura degli strumenti.
4. **La visibilità delle informazioni precise necessarie per evitare il sovradosaggio** non solo riduce i costi di esercizio, ma minimizza anche il rischio che trattamenti chimici eccessivi possano perturbare i processi di trattamento biologico critici, come la rimozione chimica del fosforo o il trattamento primario con potenziamento chimico (CEPT).

Ottenere un equilibrio ottimale tra le concentrazioni limite rilevabili in fase liquida e i trattamenti chimici o di aerazione più convenienti crea vantaggi operativi in punti chiave (figura 2) dell'intero impianto di trattamento delle acque reflue:

Impianto di trattamento delle acque reflue



Ingresso acque reflue

Figura 2. Questo diagramma mostra l'uso dei sensori in fase liquida per il rilevamento delle concentrazioni di H₂S nel dissabbiatore delle opere a monte (1) per regolare il dosaggio ottimizzato delle sostanze chimiche per il controllo dei solfuri allo scopo di prevenire il rilascio di odori, nel chiarificatore primario (2) per prevenire il sovradosaggio che potrebbe compromettere la rimozione chimica del fosforo o l'efficienza del processo CEPT e nella vasca di aerazione (3) per controllare il dosaggio delle sostanze chimiche destinate a gestire il fosforo o ridurre al minimo la formazione di incrostazioni di struvite.

- **Affluente delle opere a monte.** Il monitoraggio dei tubi di ingresso primari in corrispondenza delle opere a monte di un impianto di trattamento delle acque reflue prepara la strada alla protezione dalla corrosione delle attrezzature a valle, dal rilascio di odori e dalle condizioni di lavoro potenzialmente pericolose, adattando il dosaggio delle sostanze chimiche all'effettiva esposizione all'H₂S. Inoltre, sebbene il monitoraggio dell'affluente a livello delle opere a monte possa essere la misura più semplice da adottare, anche il monitoraggio dei tubi di ingresso da stazioni di pompaggio separate può contribuire a una migliore comprensione degli effetti a monte e delle operazioni della rete di raccolta per migliorare il controllo dell'H₂S. Ad esempio, una riduzione delle soglie per il pompaggio notturno delle stazioni di sollevamento potrebbe alterare il tempo di ritenzione idraulico (HRT) in misura sufficiente a impedire l'ingresso nell'impianto di trattamento di un picco elevato di H₂S corrosivo alla mattina.
- **Chiarificatori primari.** Una misura accurata in fase liquida può offrire molteplici vantaggi in termini di controllo degli odori e avvertire gli operatori di eventuali perturbazioni dei processi di trattamento biologico.
- **Serbatoi di aerazione.** Il monitoraggio in fase liquida dell'H₂S nel serbatoio di aerazione può anche aiutare a gestire il fosforo e controllare le incrostazioni da struvite in tale sede.
- **Digestori anaerobici.** La misura in fase liquida nel tubo di bypass/ricircolo di un digestore anaerobico può ottimizzare il dosaggio tempestivo di aria o trattamenti chimici per il controllo dei solfuri al fine di limitare i fattori di proliferazione anaerobici per sopprimere il rilascio di odori.

I costi evitabili della mancanza di informazioni

Oltre al problema della spesa eccessiva per i trattamenti chimici, l'assenza di una misura continua e accurata delle variazioni delle concentrazioni di H₂S che consenta di guidare le decisioni relative all'impianto di trattamento può anche penalizzare le operazioni rischiando squilibri dannosi nei seguenti casi:

- **Il sovradosaggio dei sali ferrici** per il controllo dell'H₂S può legare sostanze nutritive come il fosforo, necessarie per supportare la proliferazione biologica più a valle nell'impianto di trattamento. La riduzione dei nutrienti oltre un certo livello può ostacolare la capacità di mantenere i microbi che consumano la domanda biochimica di ossigeno (BOD) nelle acque reflue.
- **Una riduzione eccessiva degli acidi grassi volatili** nel flusso delle acque reflue può anche alterare l'equilibrio necessario agli impianti di trattamento delle acque reflue per la rimozione del fosforo biologico.
- **Una proliferazione di batteri filamentosi indesiderati**, resa possibile dall'eliminazione dei batteri flocculanti nel processo a fanghi attivi, può alterare le caratteristiche di sedimentazione dei fanghi, compromettendo così il funzionamento del chiarificatore e la qualità dell'acqua trattata.

Perché la precisione e l'uniformità sono importanti (e come ottenerle)

Il vantaggio principale della misura dell'acido solfidrico in fase liquida è che si tratta dell'indicatore più accurato dei rischi in termini di sicurezza o di corrosione in relazione alle effettive concentrazioni di H₂S, anche se tali condizioni variano costantemente nel corso della giornata o presentano ampie oscillazioni dovute a condizioni di squilibrio. La capacità di monitorare costantemente le condizioni, 24 ore su 24, 7 giorni su 7, stabilisce una linea base migliore per il controllo dell'H₂S. Una maggiore versatilità offerta dalla portabilità o dal rilevamento a doppia fase può migliorare ulteriormente altri aspetti delle operazioni degli impianti di trattamento delle acque reflue (figura 3).

Ad esempio, la possibilità di spostare i sensori in fase liquida/gassosa portatili in posizioni diverse per valutazioni relative alla sicurezza e agli odori, soprattutto i sensori con connettività basata su cloud, estende la capacità di conoscere in modo economicamente conveniente le condizioni operative in tutto l'impianto di trattamento delle acque reflue. Gli operatori possono utilizzarli per valutare le misure di controllo dell'acido solfidrico esistenti o per testare posizioni non ancora monitorate alla ricerca di soluzioni per aree problematiche non rilevate in precedenza.



Figura 3. La possibilità di installare un sensore a doppia fase in modo permanente o temporaneo, direttamente nelle acque reflue o nell'aria sopra di esse, offre agli operatori degli impianti di trattamento delle acque reflue la massima versatilità per la quantificazione di potenziali problemi di odore, rischi per la sicurezza o problemi di processo in tutto l'impianto e la catena di trattamento.