

Misura dell'ossigeno disciolto nelle vasche di aerazione

IN QUESTA NOTA TECNICA SI EFFETTUA UNA RASSEGNA DELLE TECNOLOGIE ESISTENTI PER LA MISURA DELL'OSSIGENO DISCIOLTO IN ACQUA CON UN FOCUS PARTICOLARE SUL SISTEMA OXYSENSE

Una delle fasi più importanti nel processo di depurazione delle acque reflue avviene nelle **vasche di ossidazione** dove i batteri degradano le sostanze organiche. Per consentire ai batteri di operare in maniera ottimale è fondamentale che il livello di ossigeno disciolto disponibile sia sempre controllato in maniera accurata.

INTRODUZIONE

Una delle fasi più importanti nel processo di depurazione delle acque reflue avviene nelle **vasche di ossidazione** dove i batteri degradano le sostanze organiche. Per consentire ai batteri di operare in maniera ottimale è fondamentale che il livello di ossigeno disciolto disponibile sia sempre controllato in maniera accurata.

I misuratori in linea di ossigeno disciolto sono strumenti fondamentali per il controllo **dell'ossigeno disponibile** nelle vasche di aerazione e nelle fosse di ossidazione. Prima di addentrarsi nei tecnicismi è fondamentale enfatizzare alcuni dati riportati nella lista sottostante.

- Quasi il **50% dei costi energetici** di un impianto di trattamento delle acque reflue è riconducibile al costo dell'elettricità utilizzata da aeratori, compressori e soffianti nelle vasche di aerazione.
- Il costo di acquisto di molti analizzatori e misuratori di ossigeno disciolto è **inferiore al 10%** del costo totale di proprietà calcolato su di un periodo di 10 anni.

- Un analizzatore di ossigeno disciolto, con un prezzo inferiore alla media, ma che fornisce letture leggermente errate (anche con un errore di 0.1 ppm) potrebbe, in pochi mesi, generare **costi di elettricità aggiuntivi** così elevati da superare il costo di acquisto e di installazione dello strumento stesso.

METODI DI MISURAZIONE: PRINCIPIO GALVANICO E PRINCIPIO OTTICO

In passato, la misurazione dell'ossigeno disciolto era effettuata attraverso **celle elettrochimiche** che necessitavano di elettrodi sacrificali, elettrolita, membrane e di una calibrazione frequente.



Sensore di ossigeno disciolto OxySense con tecnologia ottica



Vasche di aerazione

Sebbene esistano ancora alcune aziende che supportano l'uso di questa tecnologia, a partire dagli anni '90 la misurazione in linea ed in continuo con **tecnologia ottica** ha iniziato a sostituire la **tecnologia galvanica**.

Oggigiorno, la stragrande maggioranza dei sistemi per la misurazione dell'ossigeno disciolto in linea si basa su tecnologia ottica.

L'IMPORTANZA DEL CONTROLLO DI AERATORI, COMPRESSORI E SOFFIANTI

I batteri all'interno delle vasche di ossidazione necessitano di livelli di ossigeno disciolto **sufficienti** per sopravvivere e per mantenere un metabolismo attivo.

Se i compressori ed i soffianti immettono troppo ossigeno, si **spreca energia** elettrica e si promuove la **crescita biologica** a livelli indesiderati all'interno del processo. D'altro canto, se non vi è abbastanza ossigeno disciolto, i batteri potrebbero morire con il conseguente arresto del processo e costi elevati per l'operatore (sostituzione dei fanghi attivi).

A causa dei costi potenzialmente associati ad un sottodosaggio dell'ossigeno disciolto quindi, gli impianti di depurazione spesso effettuano un **sovradosaggio** dell'ossigeno disciolto. Questo sovradosaggio è dovuto principalmente alla necessità di avere un margine di sicurezza maggiore quando non si ha piena fiducia del sistema di misurazione installato.

CARATTERISTICHE ESSENZIALI IN UN ANALIZZATORE DI OSSIGENO DISCIOLTO

Affidabilità, robustezza e riproducibilità sono tre caratteristiche fondamentali per un misuratore di ossigeno disciolto in linea. Senza queste gli operatori di un depuratore non possono **ottimizzare il trattamento** dei fanghi attivi.

Tipicamente un processo di aerazione consiste di più vasche con vari sensori di ossigeno disciolto installati quindi, se i vari misuratori di DO (*Dissolved Oxygen*) riportano livelli **molto diversi** l'uno dall'altro, la gestione ed il controllo del processo risultano complicati per l'operatore.

Come menzionato precedentemente, la tecnologia ottica è quella attualmente più utilizzata. Una delle limitazioni di questa tecnologia è una graduale **deriva della lettura** nel corso del tempo, quindi è fondamentale che un sensore di ossigeno disciolto sia affidabile, robusto e riproducibile in maniera tale da offrire letture coerenti nel tempo che siano utilizzabili per il controllo del processo.

OXYSENSE: PRINCIPIO DI FUNZIONAMENTO

Il sensore *OxySense* della *Process Instruments (UK) Ltd.*, utilizza un **luminiforo** per effettuare la misurazione dell'ossigeno disciolto in acque reflue. Questo sistema è uno dei più robusti esistenti al mondo.

L'elemento sensibile (il luminiforo) viene attivato, o eccitato, quando illuminato con una luce blu.

Quando attivato, il sensore emette una luce rossa con un'intensità **inversamente proporzionale** alla quantità di ossigeno presente nell'acqua.

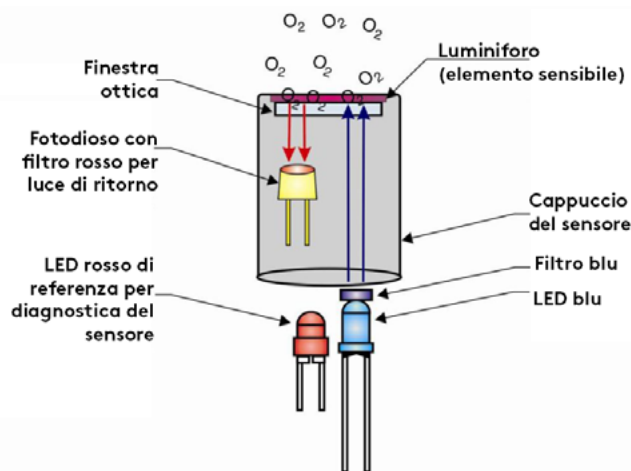
Vi è inoltre un **ritardo** tra il picco d'emissione della luce blu ed il picco di risposta di luce rossa fluorescente. La quantità di ritardo è inversamente proporzionale alla quantità di ossigeno presente.

Questo ritardo può essere espresso come uno **sfasamento tra i modelli d'onda** della luce blu incidente e la luce rossa fluorescente.

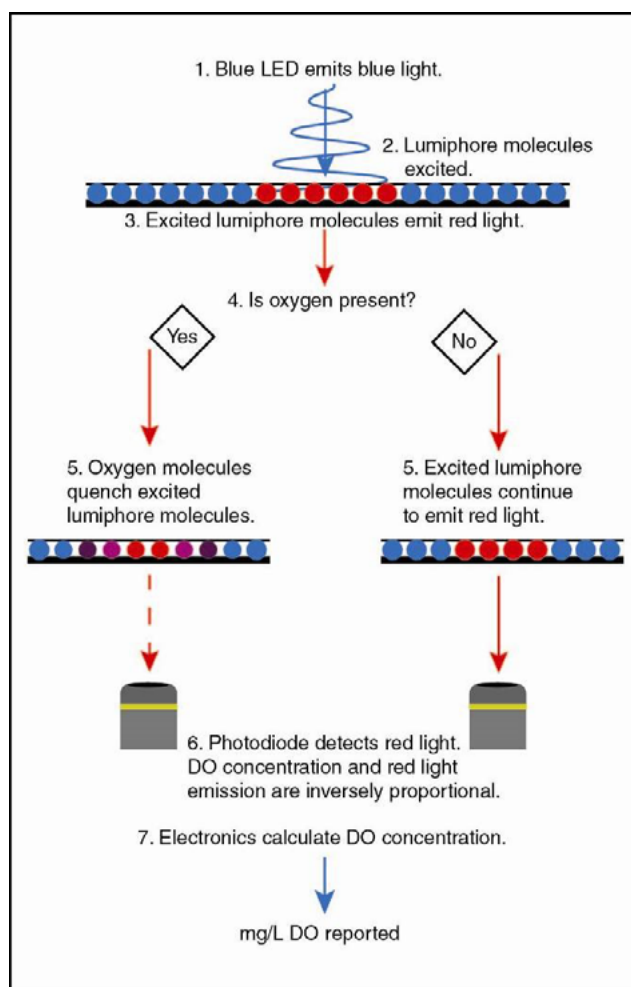
Il luminiforo è il disco locato sulla punta del sensore e concepito per funzionare in ambienti difficili come quello delle vasche di aerazione di un depuratore.



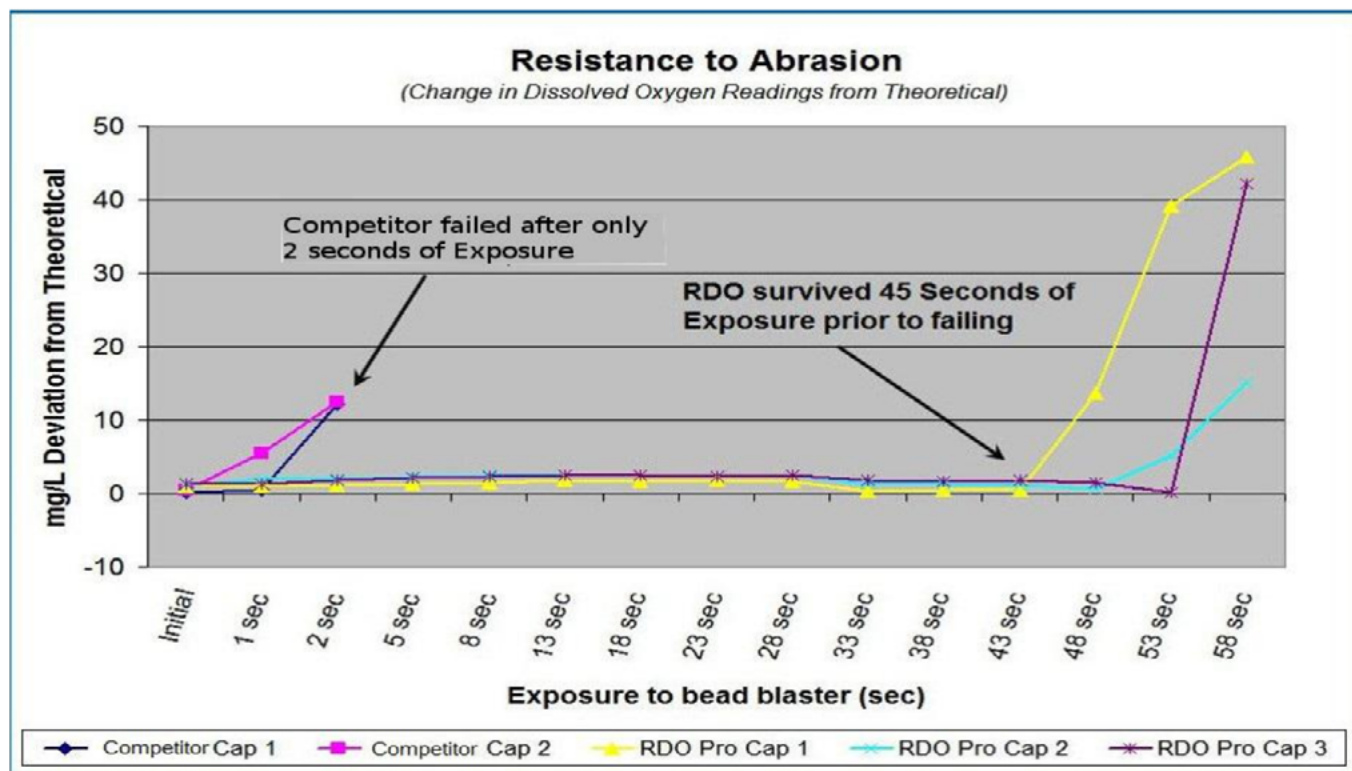
Struttura del sensore



Principio di funzionamento



Principio di funzionamento (dettagliato)



OXYSense: RESISTENZA ALL'ABRASIONE

Nel grafico soprastante sono riportati i risultati di un test di resistenza all'abrasione condotto confrontando tre diversi luminofori RDO (utilizzati dal sistema OxySense) con due diversi sensori di produttori affermati a livello mondiale.

Il test consiste nell'esporre l'elemento sensore a **granigliatura**, registrare le letture dell'ossigeno riportate dai sensori ed osservare la deviazione in mg/L nel tempo.

Si può notare come i sensori dei due produttori falliscano dopo un massimo di 2 secondi mentre, il sensore OxySense inizia a deviare dopo **43-53 secondi**.

Ovviamente la resistenza all'abrasione è una caratteristica fondamentale per sensori di ossigeno disciolto i quali sono utilizzati in ambienti difficili.

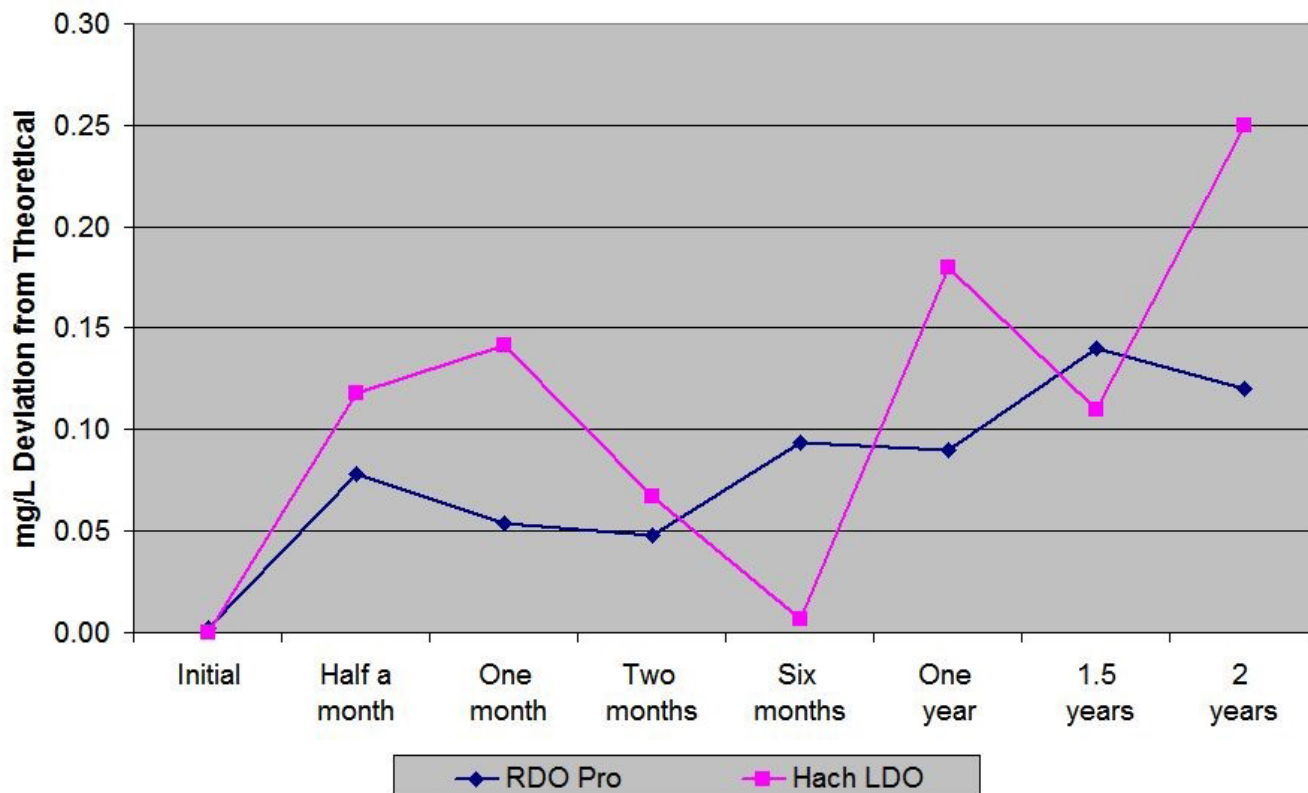
Grazie al cappuccio RDO è possibile garantire un funzionamento ininterrotto del sensore tra i 24 ed i 48 mesi.



Cappuccio RDO

Damage due to Ultraviolet Light Exposure

(Change in Dissolved Oxygen Readings from Theoretical after 2 Year equivalent UV Exposure)



OXYSense: RESISTENZA A FOTODEGRADAZIONE DA LUCE UV

Nel grafico soprastante si riportano i risultati di uno studio sulla fotodegradazione associabile all'esposizione a luce UV. Nello studio si mettono a confronto il sensore OxySense con il sistema LDO della HACH quando esposti ad una **dose di luce UV** equivalente ad un periodo di due anni di funzionamento in una vasca di aerazione.

È possibile osservare come la performance del sistema OxySense (deviazione ≈ 0.10 mg/l) sia superiore rispetto a quella del sistema LDO (deviazione ≈ 0.25 mg/l). Inoltre, la deriva del sensore associabile a fotodegradazione nel sistema OxySense ha un **andamento più prevedibile** e quindi più semplice da gestire.

OXYSense: SISTEMA DI PULIZIA AUTOMATICA

Gli addetti alla manutenzione dei sensori di ossigeno disciolto sono abituati ad effettuarne la pulizia con **frequenza settimanale**. In un impianto di grosse dimensioni, questo significa un grande spreco di tempo e di risorse umane soprattutto quando esistono soluzioni di pulizia automatica dei sensori.

Il sistema OxySense può essere dotato di un cappuccio di pulizia automatica che, utilizzando un **getto di aria compressa**¹, mantiene il luminoforo pulito ed evita incrostazioni e crescita biologica.



OxySense con il cappuccio per l'autopulizia

OXYSense: SISTEMA DI AUTOVERIFICA

La procedura tradizionale prevede che un operatore **estragga il sensore dalla vasca** di aerazione e osservi la risposta del sensore esposto all'aria. Una volta estratto dalla vasca e terminata la verifica, dunque, l'operatore provvede a pulire e, se necessario, ricalibrare il sensore.

Data la natura delle acque reflue ed il tempo che questa operazione comporta sarebbe desiderabile effettuare questa verifica in maniera **automatica** e senza la necessità di estrarre il sensore dalla vasca di aerazione.

Grazie al sistema di autopulizia è possibile effettuare una **verifica automatica** del funzionamento del sensore.

Nei depuratori, i livelli di ossigeno disciolto sono mantenuti relativamente bassi per ridurre i consumi elettrici². Quando il sistema di autopulizia genera un getto d'aria sul luminoforo, questo viene esposto ad

un **ambiente carico di ossigeno** e le letture riportate dal sensore aumentano considerevolmente.

In questo modo non solo si effettua la pulizia automatica ma si verifica anche che il sensore stia ancora rispondendo correttamente alle concentrazioni di ossigeno disciolto nell'acqua.

OXYSense: INTERVALLI DI MANUTENZIONE

In una prova con un gestore del servizio idrico del Regno Unito, il sistema OxySense è stato installato per 13 mesi insieme al misuratore di ossigeno disciolto esistente. Durante questo periodo, il sensore è stato rimosso **soltanto una volta** per effettuare una pulizia manuale poiché l'alimentazione al compressore che forniva aria compressa era stata inavvertitamente spenta per una settimana.

CONCLUSIONE

In questa nota tecnica sono state illustrate alcune delle problematiche relative alla misurazione dell'ossigeno disciolto nelle vasche di aerazione. Si è poi proceduto ad una descrizione del sistema OxySense ed all'analisi di alcuni parametri quali robustezza, resistenza alla fotodegradazione, manutenzione e verifica.

Per maggiori informazioni visitare la pagina del sistema OxySense dalla quale si può accedere a video, brochure e documentazione aggiuntiva:

www.leafytechnologies.it/prodotti/analizzatore-di-ossigeno-disciolto/

¹ Questa può essere fornita dall'impianto o da un compressore robusto e di semplice installazione fornito dalla Leafy Technologies.

² Come affermato precedentemente è comunque prassi non ottimizzare al massimo, soprattutto quando vi sono dubbi sull'affidabilità del sistema di misurazione dell'ossigeno disciolto.