

## MONITORAGGIO DI RETI IDRICHE MEDIANTE TEST DI ALLARME

Nell'ambito del progetto PALMER "Ambiente per la collettività" sono stati messi a punto due test di allarme: un test di tossicità integrale, un sensore per la misura del TOC (carbonio organico totale).

Sono stati progettati e realizzati gli apparati strumentali per il monitoraggio "in situ" di corpi idrici (figure 1-2). Sono state studiate le condizioni ottimali per il monitoraggio di una rete idrica urbana.

Figura 1 – Apparato strumentale per il monitoraggio della tossicità di corpi idrici mediante il test respirometrico.

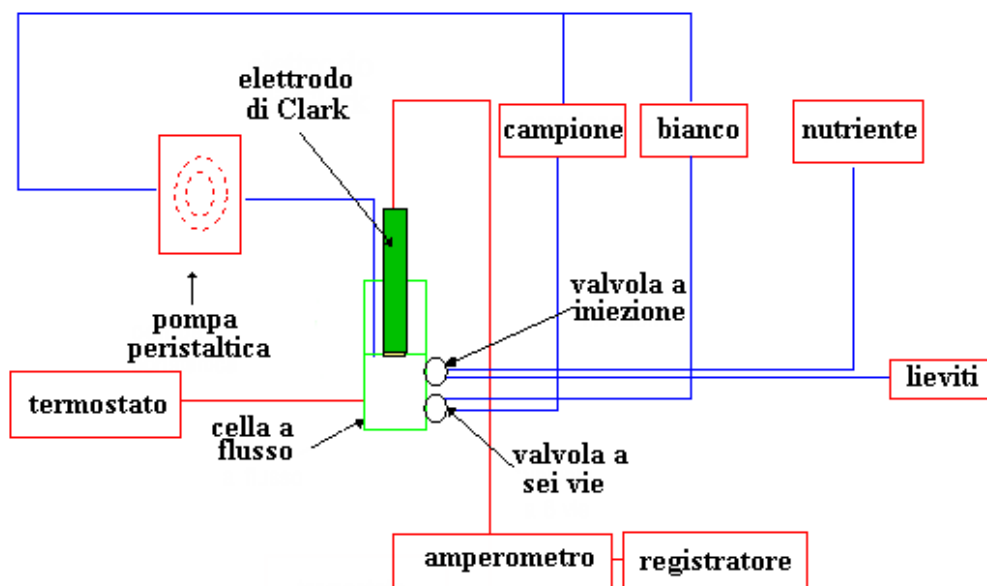
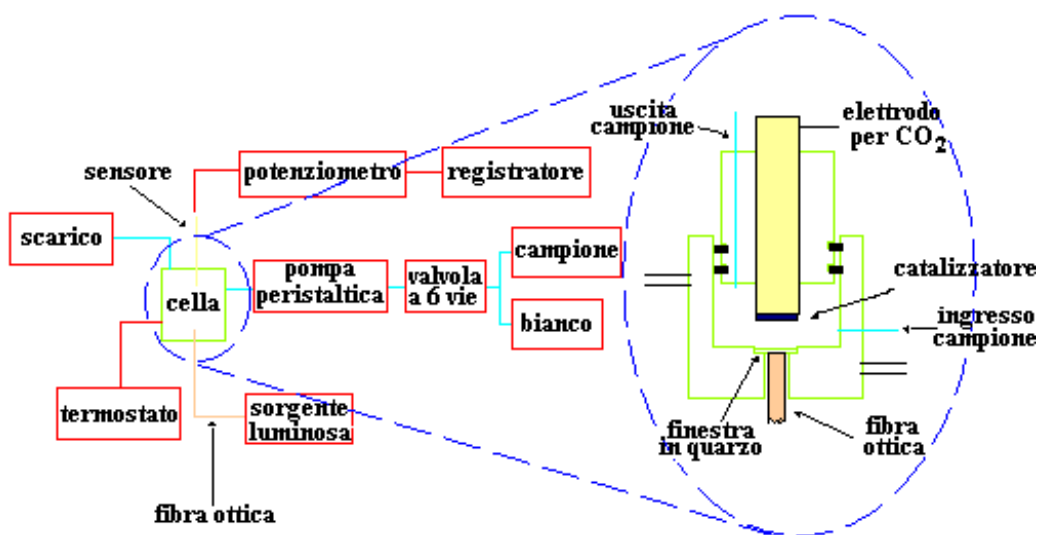


Figura 2 - apparato strumentale per il monitoraggio del TOC in corpi idrici



## Test di tossicità integrale

Il test di tossicità integrale è basato sull'inibizione, da parte di sostanze tossiche, dell'attività respiratoria di cellule di lievito; tale mediatore biologico è stato scelto in quanto sembra accertato che le sue reazioni metaboliche siano alquanto simili a quelle degli esseri umani.

La procedura prevede l'attivazione del metabolismo respiratorio delle cellule mediante una soluzione nutriente ed il monitoraggio dell'ossigeno consumato (curva respirometrica) per la respirazione mediante un sensore amperometrico (elettrodo di Clark).

L'inibizione dell'attività respiratoria dipende dalla tossicità intrinseca del composto e dalla sua concentrazione (effetti a breve termine) nonché dal tempo di contatto cellula/tossico (effetti a lungo termine); sono state quindi messe a punto diverse procedure da scegliere in base alla qualità del corpo idrico sotto indagine.

La procedura più rapida ma meno sensibile, utilizzabile per matrici ad elevata tossicità (fig. 3), prevede la registrazione di una curva respirometrica alla fine della quale viene aggiunta la sostanza tossica, si osserva un decremento del segnale proporzionale alla tossicità della soluzione contenuta nella cella.

La procedura meno rapida ma più sensibile, utilizzabile quindi per matrici a bassa tossicità (fig. 3), prevede il confronto di due curve respirometriche, registrate rispettivamente in assenza ed in presenza di sostanze tossiche, dopo tempi di incubazione cellule/tossico prefissati.

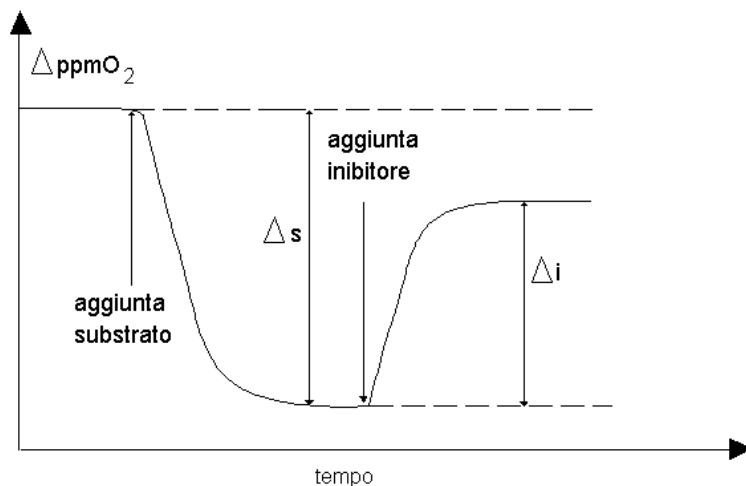
Il metodo si è dimostrato analiticamente valido per l'analisi di un buon numero di inquinanti sia inorganici (metalli pesanti) che organici (fenoli e pesticidi).

I campioni prelevati dalla rete idrica di Piedimonte San Germano non hanno mostrato alcuna tossicità. La figura 4 mostra che i salti respirometrici relativi a prelievi effettuati in quattro punti di campionamento ed in quattro differenti giornate sono confrontabili sia tra loro sia con quelli ottenuti nella soluzione isotonica (bianco).

Figura 3 – Procedure operative adottate per il test di tossicità integrale e formule per il calcolo dell'indice di tossicità.

### Procedura 1

$$I_{in} = \Delta i / \Delta i_s \cdot 100$$



## Procedura 2

$$I_{in} = (1 - \Delta c / \Delta b) \cdot 100$$

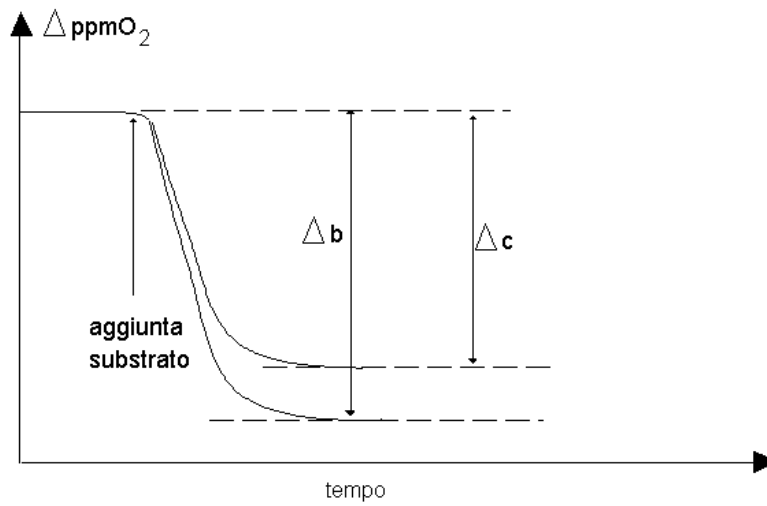
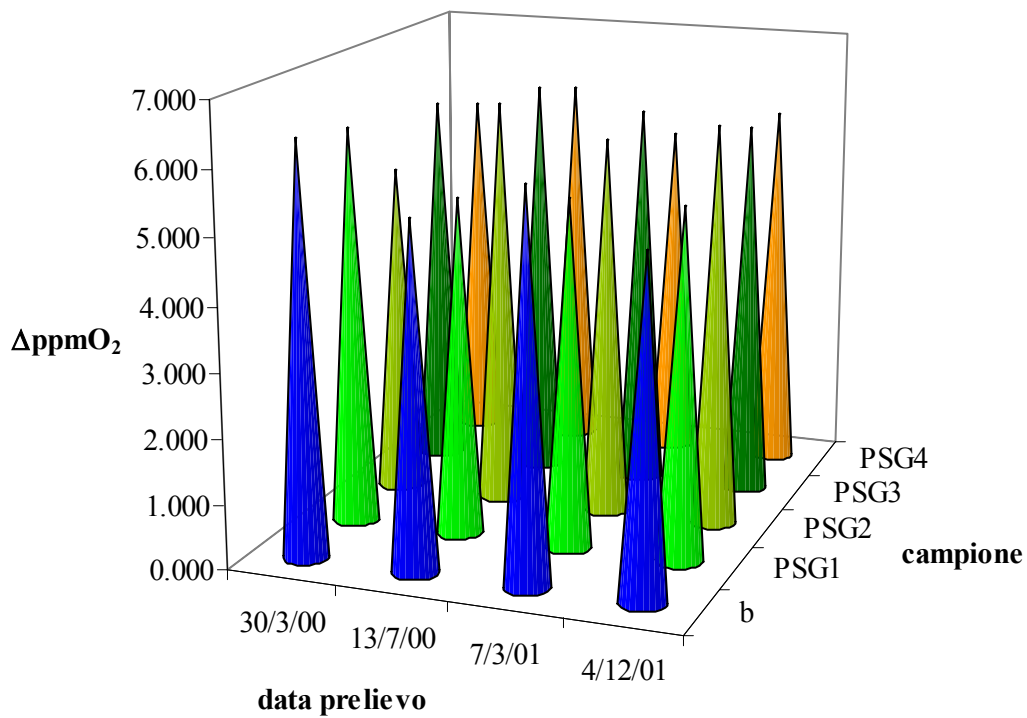


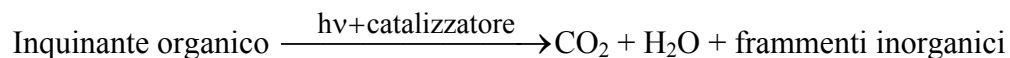
Figura 3 - Confronto dei salti respirometrici ( $\Delta \text{ppmO}_2$ ) ottenuti per i campioni di acqua potabile prelevati nell'acquedotto di Piedimonte San Germano e per i bianchi; ogni valore è la media di 5 determinazioni.



## Determinazione del TOC

I composti organici possono essere degradati sfruttando gli effetti catalitici dell'irraggiamento mediante luce UV e di alcuni ossidi semiconduttori; tra questi ultimi la letteratura cita il diossido di titanio ( $\text{TiO}_2$ ) come miglior catalizzatore di processi fotolitici.

Il metodo proposto per la determinazione del TOC è basato sulla misura, mediante un sensore potenziometrico a diffusione gassosa, della  $\text{CO}_2$  prodotta a seguito del seguente processo:



Il campione viene addizionato di acido fosforico fino a pH 2,8 e lasciato sotto agitazione magnetica; attraverso una pompa peristaltica ed una valvola a sei vie si fa fluire nella cella di misura, a ricircolo, il campione o il bianco (soluzione di acido fosforico in acqua bidistillata, pH 2,8). A lampada spenta si attende la stabilizzazione del segnale (eliminazione di carbonati e bicarbonati ossia del carbonio inorganico); all'accensione della lampada, se sono presenti sostanze organiche si ha una variazione del segnale dovuta alla produzione di  $\text{CO}_2$ , secondo la reazione su scritta. La procedura è illustrata in figura 4.

La sensibilità del metodo dipende sia dall'attività catalitica che, come è noto, è funzione dell'estensione superficiale del catalizzatore, sia dalla diffusione del prodotto della reazione catalitica monitorato ( $\text{CO}_2$ ) al trasduttore che è funzione della distanza catalizzatore-trasduttore. Sono state quindi valutate le possibilità di utilizzo del catalizzatore in sospensione (massima superficie attiva), e immobilizzato su supporto inerte (possibilità di sovrapporre il catalizzatore alla membrana sensibile dell'elettrodo a  $\text{CO}_2$ ).

La risposta del sensore dipende, oltre che dalla concentrazione e dal numero di atomi di carbonio del composto da degradare, dall'efficienza del processo fotolitico che è inversamente proporzionale alla recalcitranza dell'analita. Questo si traduce in una variazione della sensibilità e del tempo di risposta (vedi fig. 5) del metodo per i diversi analiti che, se da una parte comporta la necessità di riportare la misura su una scala arbitraria scegliendo uno o più composti di riferimento, dall'altra potrebbe essere utile per stabilire la natura della sostanza organica presente nella matrice. I campioni prelevati dalla rete idrica di Piedimonte San Germano non hanno fornito segnali significativi.

Figura 4 – Andamento della risposta del sensore per la misura del TOC

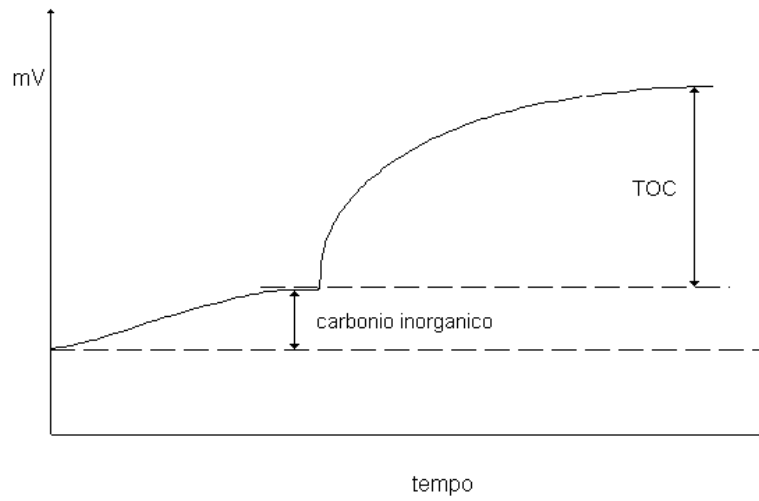


Figura 6 - Andamento della risposta in funzione del tempo per diversi analiti a concentrazione pari a  $10^{-3}$  mol/L

