

TOC: un parametro somma significativo

Negli ultimi anni, il **TOC** ha assunto un ruolo sempre più importante nell'analisi delle acque di scarico. In relazione al **COD**, fornisce informazioni mirate sul tipo e sulla causa **d'inquinamento organico delle acque reflue**, dove sono stati compiuti passi avanti anche nell'analisi del TOC. Sono finiti i tempi in cui si richiedevano grossi sforzi finanziari e di apparecchiature: il sistema di Test in Cuvetta LANGE consente di rilevare in modo sicuro ed economico il contenuto di TOC nelle acque (reflue) secondo il **metodo per eliminazione e per differenza**. La scelta del metodo più adatto dipende principalmente dalla composizione del campione.



Autrice:
Petra Pütz
- Ing. chimico
- Applicazione prodotti di laboratorio HACH LANGE

Analisi TOC: metodo per eliminazione o per differenza?



Metodo per eliminazione

Il TOC viene rilevato direttamente attraverso un'unica determinazione. Inizialmente, il carbonio inorganico (TIC) viene completamente eliminato dal campione (acidificazione + espulsione).

Particolarmente adatto per campioni

- Che contengono molto più TIC che TOC
- A bassissimo contenuto di TIC
- Con ridotte concentrazioni di TOC

fig. 1: Determinazione del TOC in base al metodo per eliminazione



Metodo per differenza

Il carbonio totale (TC) e il carbonio inorganico totale (TIC) vengono determinati in due singole misurazioni. Infine, il TOC viene calcolato come differenza fra TC e TIC ($TOC = TC - TIC$).

Particolarmente adatto per campioni

- Che contengono carbonio organico leggermente volatile (VOC)
- In cui la concentrazione di TOC è superiore o uguale alla concentrazione di TIC

fig. 2: Determinazione del TOC in base al metodo per differenza

Che cosa esprime il TOC?

Il TOC (Carbonio Organico Totale, v. fig. 1), oltre o in abbinamento al COD e al BOD₅, rappresenta un parametro somma importante per la valutazione dell'inquinamento organico dell'acqua. Dal momento che tutti i composti C organici vengono rilevati e specificati in termini di massa di carbonio, il TOC costituisce una grandezza assoluta definibile con precisione e misurabile direttamente (unità di misura: mg C/l).

Tuttavia, il TOC non dà indicazioni sull'ossidabilità del carbonio rilevato e sul fabbisogno di ossigeno necessario per il suo abbattimento. In compenso, il rapporto COD/TOC fornisce informazioni importanti su determinati composti organici (per es. alcol, albumina ecc.). Pertanto, una modifica di questo rapporto, per es., all'ingresso di un impianto di acque reflue consente di trarre conclusioni sulle cause e i possibili effetti sui processi biologici.

Requisiti legali

Conformemente alla direttiva UE concernente il trattamento delle acque reflue urbane, il parametro di controllo BOD₅ può essere sostituito dal TOC nel caso in cui sia possibile identificare un rapporto fra i due parametri.

In alcuni paesi europei, il TOC ha sostituito il COD come parametro di controllo. In Germania, le autorità utilizzano il TOC come test di screening, per es., nell'ambito del controllo del COD nelle acque reflue urbane. Il valore limite del COD viene considerato come rispettato quando il quadruplo del TOC (in mg/l) non supera questo valore limite.

Ciò nonostante, il problema fondamentale nel passaggio da COD a TOC consiste in un fattore di conversione spesso soggetto a notevoli variazioni. Questo valore può essere compreso fra due e sei a seconda della composizione del campione.

Analisi TOC: scelta dei metodi

Tutti i metodi di misurazione del TOC si basano sull'ossidazione (termica o chimica a umido) del carbonio organico con biossido di carbonio (CO₂). Quest'ultimo viene rilevato e determinato quantitativamente. Si distinguono due metodi diversi: il **metodo per eliminazione e per differenza** (si veda fig. 1 + 2).

Entrambi sono indicati come metodi di riferimento riferibili alla norma UE 1484. La scelta del metodo di determinazione da impiegare dovrebbe essere effettuata in base alla composizione del campione. Se, per esempio, un campione contiene una quantità elevata di carbonio organico volatile (VOC), questo non viene rilevato con il metodo per eliminazione (risultati bassi).

Di conseguenza, il metodo per eliminazione e il metodo per differenza possono fornire risultati estremamente diversi anche con lo stesso campione (a causa della presenza del VOC o di rapporti TC/TIC sfavorevoli). Per questo motivo, il metodo da utilizzare per le misurazioni comparative dovrebbe essere concordato in anticipo, per esempio, con autorità di controllo o laboratori esterni.

→ Di norma, determinante ai fini della comparabilità dei risultati TOC non è la procedura ma il metodo di misurazione scelto (metodo per eliminazione/per differenza)!

Test in Cuvetta TOC

In caso di volumi di campioni medi, la determinazione del TOC mediante Test in Cuvetta risulta essere l'opzione più semplice ed economica. I reagenti chimici e il fotometro sono tarati in fabbrica, quindi sono già pronti all'uso.

Viene effettuata una decomposizione ossidativa chimica a umido, seguita da una determinazione fotometrica del biossido di carbonio liberato. Il CO₂ viene trasportato da una cuvetta di decomposizione a una cuvetta indicatore passando attraverso una membrana permeabile al gas. La variazione del colore dell'indicatore che ne risulta viene valutata fotometricamente (si veda fig. 3).

Un grande vantaggio di questa procedura consiste nella possibilità di analizzare facilmente anche campioni torbidi, contenenti particelle e colorati, in quanto viene misurata solo la variazione di colore della cuvetta indicatore.

Il metodo per eliminazione richiede l'eliminazione del carbonio inorganico (TIC) dal campione prima della decomposizione. A tal fine viene impiegato l'agitatore TOC-X5: il campione viene semplicemente introdotto mediante pipetta nella cuvetta di decomposizione e la cuvetta aperta viene posizionata nell'agitatore. Grazie alla combinazione di agitatore e ventilatore, il TIC viene espulso completamente da un massimo di otto campioni in soli cinque minuti.

Infine viene avvitata la cuvetta indicatore e la decomposizione del TOC nel termostato a secco può iniziare.

Tuttavia, la procedura di "agitazione" non solo consente di risparmiare tempo, ma è anche molto semplice e sicura da attuare:

- Tutti i reagenti sono già predosati nella cuvetta di decomposizione.
- Gli accessori per l'analisi non necessitano di essere lavati con acqua priva di TOC
- In linea generale, il campione omogeneizzato può essere analizzato immediatamente con i tre pratici range di misura di 3–3.000 mg/l C senza procedere a una diluizione preliminare che richiede tempo e può risultare una potenziale fonte di errore.

Utilizzo del TOC sulla base della legislazione italiana

In Italia è usato il parametro TOC o meglio DOC (dissolved organic carbon) su eluati di matrici complesse, come i rifiuti, per la caratterizzazione del rifiuto e il successivo avvio in discarica (come da D.M. del 3 agosto 2005).

I Test in Cuvetta rispondono appieno a questa norma poiché rispondono al 100 % al limite di legge che parte da 50 mg/l, per i rifiuti inerti, per arrivare a 100 mg/l per quelli pericolosi. Per ottenere il DOC è sufficiente partire dall'eluato e filtrare con filtro 0,45 µm.

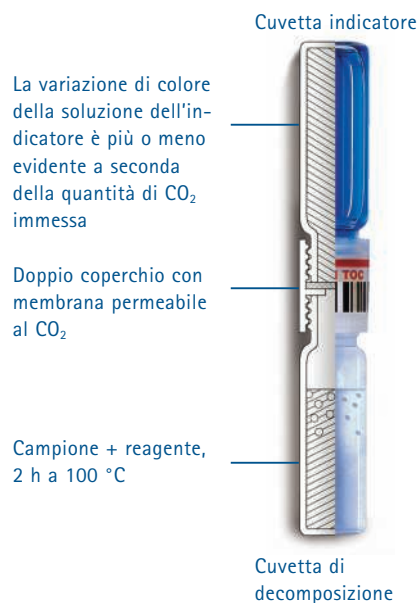


fig. 3: Principio di funzionamento del Test in Cuvetta TOC LANGE

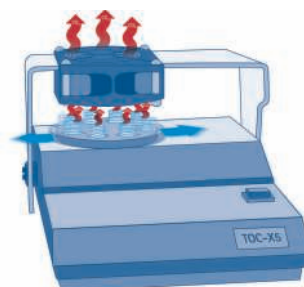


fig. 4: Con l'"agitatore" TOC-X5, il TIC viene espulso in soli cinque minuti da un massimo di otto campioni contemporaneamente.

Metodo	Test in Cuvetta	Classe di sostanze pericolose	Range di misura (mg/l C)	Trattamento del campione	Accessori HACH LANGE
Metodo per eliminazione	LCK385	Xn	3–30	Omogeneizzare, eliminazione, decomposizione	Agitatore TOC-X5, termostato, fotometro
	LCK386	Xn	30–300		
	LCK387	Xn, N	300–3.000		
Metodo per differenza	LCK380	Xn, O	2–65	Omogeneizzare, decomposizione	Termostato, fotometro
	LCK381	Xn, O	60–735		

Tabella 1: Panoramica dei Test in Cuvetta TOC

Etichettatura di rischio



Comburente



Nocivo



Pericoloso per l'ambiente

Test in Cuvetta e analizzatore: risultati di misura completamente comparabili

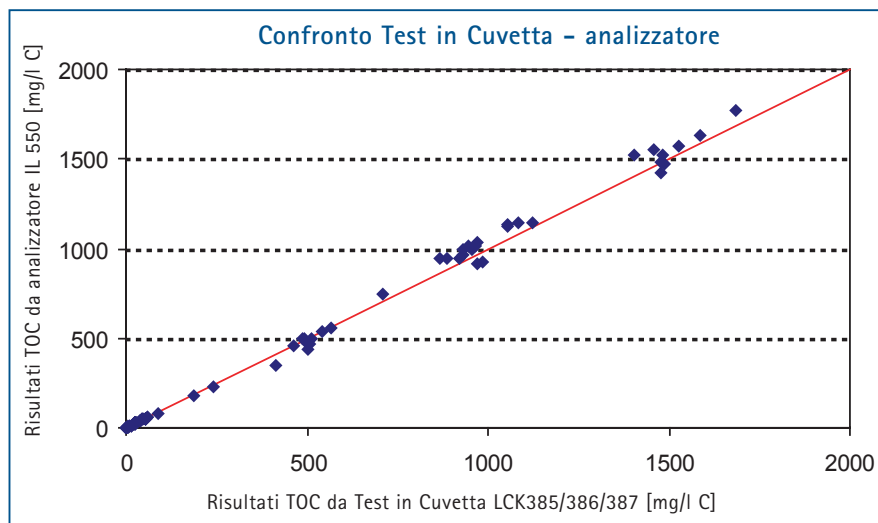


fig. 5: Risultati di misura TOC del Test in Cuvetta e dell'analizzatore a confronto (metodo per eliminazione)

I risultati di misura attuali

riportati nella figura 5 dimostrano un'eccellente comparabilità fra il Test in Cuvetta TOC e l'analizzatore. Alcuni campioni reali provenienti da varie zone sono stati determinati in base al metodo per eliminazione sia mediante i Test in Cuvetta sia con l'analizzatore TOC IL 550.

Le misurazioni di confronto secondo il metodo per differenza forniscono risultati altrettanto buoni (qui non rappresentati). Nella pratica, la maggior parte degli utenti preferisce il metodo per eliminazione per la sua semplicità e rapidità di utilizzo. Inoltre, i risultati del metodo per eliminazione presentano generalmente una minore dispersione, in quanto il TOC viene determinato direttamente (un solo valore di misura).



fig. 6: Ideale per volumi di campioni elevati - l'analizzatore TOC TN IL 550

Bibliografia

- Direttiva Ue del Consiglio concernente il trattamento delle acque reflue urbane del 21 maggio 1991 (91/271/CEE)
- Norma Euro 1484
- Report Applicativo HACH LANGE "Analisi TOC nelle acque reflue", giugno 2002 (DOC040.72.00197)
- Report Applicativo HACH LANGE "I test in cuvetta TOC del Dr. Lange soddisfano la normativa europea", maggio 1998 (DOC042.00.00153)



Il TOC è tra i parametri più importanti, sempre più richiesto nella caratterizzazione dei rifiuti e di campioni liquidi. Il nostro laboratorio è specializzato nelle analisi ambientali ed è alla continua ricerca di metodi di analisi affidabili, il più possibile privi da interferenze e soprattutto veloci. I Test in Cuvetta HACH LANGE nello specifico forniscono risultati affidabili su campioni anche molto difficili, con presenza di solidi sospesi o alte concentrazioni di analiti. Tali Test in Cuvetta, di uso diffuso, sono entrati nella pratica quotidiana del laboratorio, tanto che anche metodiche ufficiali vi fanno spesso riferimento.

Dr.ssa Cinzia Zoli
Direttore
Laboratorio L.A.V. s.r.l.