

TOC: Un parámetro “suma” informativo

En estos últimos años, el **TOC** ha adquirido cada vez mayor importancia en la analítica de las aguas residuales. En particular en relación con la **DQO**, el TOC proporciona información específica acerca del tipo y origen de las **cargas orgánicas en el agua residual**.

También se han efectuado avances en la analítica de TOC; ya no se requiere una inversión importante, ni financieramente ni en lo concerniente a equipos. El sistema de cubetas-test de LANGE permite medir, de forma fiable y económica, el contenido de TOC del agua y del agua residual por los **métodos de purgado y de diferencia**. La respuesta a la pregunta de cuál de los dos métodos es el más apropiado depende principalmente de la composición de la muestra a analizar.



Autora:
Petra Pütz
- Ing. Dipl., Química
- Productos de aplicación de laboratorio, HACH LANGE

Análisis de TOC: ¿Método de purgado o método de diferencia?



Método de purgado

El TOC se determina directamente con sólo una medida después de que el carbono inorgánico (TIC) se ha eliminado totalmente de la muestra (acidificación + purgado).

Especialmente apropiado para muestras

- Cuyo contenido de TIC es mucho mayor que su contenido de TOC

Fig. 1: Determinación de TOC mediante el método de purgado.



Método de diferencia

Implica dos medidas, la medida de carbono total (TC) y la de carbono inorgánico total (TIC). A continuación se calcula el TOC como la diferencia entre TC y TIC ($TOC = TC - TIC$).

Especialmente apropiado para muestras

- Que contienen compuestos orgánicos volátiles (VOC)
- Cuya concentración de TOC es igual o mayor que su concentración de TIC

Fig. 2: Determinación de TOC mediante el método de diferencia.

¿Qué nos dice el TOC?

El TOC (Carbono Orgánico Total, véase la Fig. 1) es, junto con o en combinación con la DQO y la DBO_5 , un parámetro "suma" importante para evaluar la carga orgánica del agua. Dado que los compuestos de carbono orgánico se determinan y especifican en términos de masa de carbono, el TOC es una cantidad absoluta exactamente definible y se puede medir de modo directo (unidad: mg C/l).

El TOC en sí mismo no arroja luz sobre la oxidabilidad del carbono medido o la cantidad de oxígeno necesaria para su biodegradación. No obstante, la relación DQO:TOC proporciona información importante acerca de la presencia de ciertos compuestos orgánicos (p. ej. alcoholes, proteínas, etc.). Si esta relación cambia, p. ej. en la entrada de una E.D.A.R., pueden extraerse inmediatamente conclusiones acerca de las causas y los posibles efectos sobre los procesos biológicos en la depuradora.

Requisitos legales

De acuerdo con la Directiva del Consejo de la UE relativa al tratamiento de las aguas residuales urbanas, el parámetro de control DBO_5 puede ser sustituido por el TOC si puede establecerse una relación entre los dos parámetros.

En algunos países europeos, el TOC ha sustituido a la DQO como parámetro de control. En Alemania, por ejemplo, el TOC se utiliza oficialmente como test de "screening" en el contexto del control de la DQO de las aguas residuales municipales. La DQO del agua residual se considera satisfactoria si el TOC (en mg/l), multiplicado por 4, no sobrepasa el valor límite de DQO.

Un problema básico asociado al cambio de DQO a TOC es, sin embargo, el factor de conversión, que a menudo varía sobremanera. Dependiendo de la composición del agua residual, este factor puede encontrarse entre dos y seis.

Análisis de TOC: Selección de método

Todos los métodos de medida de TOC están basados en la oxidación térmica o química húmeda del carbono orgánico a dióxido de carbono (CO_2). Se detecta el dióxido de carbono y se determina cuantitativamente. Se hace una distinción entre dos métodos: El **método de purgado** y el **método de diferencia** (véanse Figs. 1 + 2). La Norma Europea EN 1484 se refiere a ambos métodos como métodos de referencia equivalentes. La decisión de qué método se va a utilizar debería tomarse en base a la composición de la muestra. Si, por ejemplo, la muestra contiene una gran cantidad de compuestos orgánicos volátiles (VOC), estos no serán medidos por el método de purgado (resultados bajos).

Por lo tanto, los dos métodos pueden proporcionar resultados muy distintos para la misma muestra (debido a la presencia de VOC o a relaciones TC/TIC desfavorables). Por este motivo, el método a utilizar para las medidas comparativas debería acordarse previamente con, por ejemplo, organismos supervisores o laboratorios externos.

→ **¡La comparabilidad de los resultados de TOC normalmente no depende de la metódica sino del método de medida elegido (método de purgado o método de diferencia)!**

Cubeta-test de TOC

Si no se han de analizar muchas muestras, las cubetas-test son la opción más sencilla y más económica. Los productos químicos y el fotómetro están calibrados en fábrica y, por lo tanto, listos para el uso inmediato.

Se lleva a cabo una digestión oxidativa química húmeda, seguida de la determinación fotométrica del dióxido de carbono liberado. El CO₂ pasa de la cubeta de digestión, a través de una membrana permeable al gas, al interior de la cubeta que contiene el indicador. El cambio de color resultante en el indicador se evalúa con un fotómetro (véase la Fig. 3).

Una gran ventaja de este método es que pueden analizarse sin problema hasta muestras turbias, con contenido de partículas y coloreadas, ya que sólo se mide el cambio de color de la cubeta indicadora.

En el método de purgado se ha de eliminar el carbono inorgánico (TIC) de la muestra antes de llevar a cabo la digestión. Para esto se utiliza el agitador-purgador TOC-X5. La muestra se pipetea en la cubeta de digestión y la cubeta, abierta, se coloca en el agitador-purgador. La combinación de agitador y ventilador extrae todo el TIC de hasta ocho muestras en tan sólo cinco minutos.

Después se enrosca la doble membrana sobre la cubeta indicadora y puede empezar la digestión del TOC en el bloque termostático.

El procedimiento del agitador-purgador ahorra tiempo y es sencillo y fiable desde el punto de vista de la manipulación:

- Las cantidades correctas de los reactivos están ya en la cubeta de digestión.
- No es preciso lavar con agua libre de TOC los accesorios utilizados para el análisis.
- Los tres prácticos rangos de medida cubren concentraciones de carbono de 3–3.000 mg/l C, por lo que normalmente la muestra homogeneizada puede analizarse inmediatamente, sin necesidad de una dilución previa, que lleva mucho tiempo y es una potencial fuente de error.

Resultados de ensayos interlaboratorio 2008

Un ensayo interlaboratorio organizado por la Oficina Suiza de Medio Ambiente y Energía en 2008 mostró lo bien que las cubetas-test funcionan en la práctica. Los casi 50 participantes analizaron muestras de agua reales. Los resultados hablan por sí solos: el 91 % de los resultados obtenidos de las muestras de la salida de la planta (LCK385) y el 92 % de los resultados de las muestras de la entrada (LCK386) eran correctos. En ambos casos, la desviación estándar estaba por debajo del 10 %.

Método	Cubeta-test	Clasificación de sustancias peligrosas	Rango de medida (mg/l C)	Preparación de las muestras	Accesorios HACH LANGE
Método de purgado	LCK385	Xn	3–30	Homogeneización, purgado, digestión	Agitador-purgador TOC-X5, termostato, fotómetro
	LCK386	Xn	30–300		
	LCK387	Xn, N	300–3.000		
Método de diferencia	LCK380	Xn, O	2–65	Homogeneización, digestión	Termostato, fotómetro
	LCK381	Xn, O	60–735		

Tabla 1: Resumen de las cubetas-test de TOC



Fig. 3: Principio de funcionamiento de la cubeta-test TOC de LANGE.

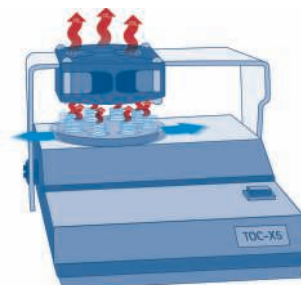


Fig. 4: Con el agitador-purgador TOC-X5, el TIC (de hasta 8 muestras simultáneas) es eliminado en sólo 5 minutos.

Símbolos de peligrosidad



Comburente



Nocivo



Peligroso para el medio ambiente



Cubeta-test y analizador: Los resultados de medida son totalmente comparables

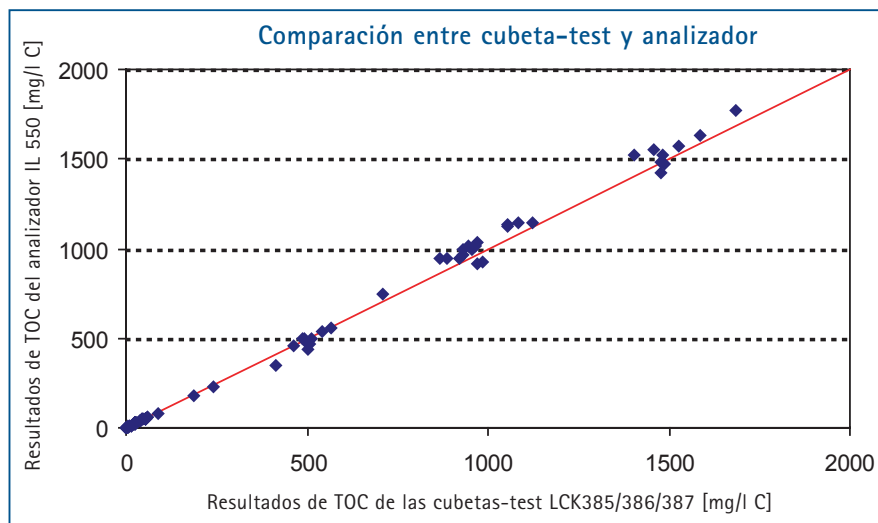


Fig. 5: Comparación entre los resultados de la medida de TOC de la cubeta-test y el analizador (método de purgado).

Excelente comparabilidad

Los resultados de medición que se muestran en la Figura 5 indican la excelente comparabilidad existente entre la cubeta-test de TOC y el analizador. Muestras reales obtenidas de diversos lugares se determinaron mediante el método de purgado utilizando una cubeta-test y el analizador de TOC "IL 550". Medidas comparativas obtenidas con el método de diferencia dan resultados igualmente buenos (no están ilustrados aquí).

En la práctica, la mayoría de los usuarios prefiere el método de purgado, porque es más fácil y más rápido de manipular. Además, los resultados obtenidos con el método de purgado muestran, por regla general, menos dispersión, dado que el TOC se determina directamente (con sólo una medida).



Fig. 6: Ideal para grandes cantidades de muestras: el analizador de TOC-TN "IL 550".

Bibliografía

- Directiva UE de 21 de Mayo de 1991 relativa al tratamiento de las aguas residuales municipales (91/271/CEE)
- Norma Europea 1484
- HACH LANGE Praxisbericht "TOC-Analytik im Abwasser", Junio 2002 (DOC040.72.00197)
- HACH LANGE Anwendungsbericht "Dr. Lange TOC Küvetten-Test entspricht der Europaknorm", Mayo 1998 (DOC042.00.00153)



Experiencia en el uso de cubetas para TOC

Tras ampliar nuestra planta EDARI, decidimos asumir la operación y control del tratamiento. Para ello, necesitábamos encontrar una técnica de análisis rápida y sencilla para el operario, que permitiera actuar sobre cada una de las etapas de la planta así como asegurar el cumplimiento de las normativas para el vertido final. Ha sido con las cubetas-test HACH LANGE con las que hemos logrado repetibilidad en los resultados, así como una adecuada correlación entre nuestros resultados y los que periódicamente efectuamos con un laboratorio externo. Las cubetas para TOC y DQO nos han ofrecido una solución razonable en cuanto al coste del análisis de la muestra, además de la sencillez para el operario.

J. Eduardo DORDÁ
Gerente Calidad
COMPAÑÍA DE BEBIDAS PEPSICO
La Rinconada (SEVILLA)

HACH LANGE S.L.U.
Edif. Arteaga Centrum
C/Larrauri, 1C- 2º Pl.
E-48160 Derio/Vizcaya
Tel. +34 94 657 33 88
Fax +34 94 657 33 97
info@hach-lange.es
www.hach-lange.es



Pedidos, información y asesoramiento:
Tfno.: 902 13 14 41

