

**MEMORANDO TÉCNICO**

Actualizado: Agosto 2021

# ChloroSorber™ - El Muestreador Pasivo para Abordar Compuestos Clorados en Aire - Cloruro de Vinil hasta Tetracloroetano

## Historial

Beacon provee muestreadores sorbentes pasivos internacionalmente para abordar de forma precisa y confiable compuestos orgánicos volátiles (COVs) en el aire de interiores y de ambiente. Beacon puede analizar muestreadores sorbentes con varios adsorbentes dependiendo de cuales compuestos sean de interés; sin embargo, el desempeño de un tubo sorbente con un adsorbente selecto preferido por Beacon fue evaluado en un robusto estudio completado por el Laboratorio de Salud y Seguridad (HSL) en el Reino Unido, y los índices de captación validados por ese estudio son usados para abordar una gama de compuestos clorados desde cloruro de vinil hasta tetracloroetano (PCE).

Otros muestreadores pasivos son conocidos por usar adsorbentes económicos e inferiores que no son apropiados para el cloruro de vinil, y posiblemente para los otros compuestos más volátiles, resultando en falsos positivos y como mínimo en resultados parcializados inferiores.<sup>1</sup> El ChloroSorber™ provisto por Beacon supera estos retos y preocupaciones.

## Método de Muestreo

El muestreador pasivo de tubo sorbente consiste en un tubo de 6mm diámetro exterior de acero inoxidable lleno con adsorbente y con una demostrada afinidad hacia los compuestos objetivo. Estos tubos son enviados al sitio del

proyecto con tapas de almacenaje Swagelok en ambos extremos de los tubos. Para muestrear aire, la tapa de almacenaje es removida del extremo de muestreo del tubo y es reemplazada con una tapa diferente que permite la entrada de aire al tubo y de los VOCs presentes a ser absorbidos en el sorbente, siguiendo los principios de difusión. El muestreador es suspendido en el aire con un alambre o una cuerda, típicamente dentro de la zona de respiración. Pasado el período de muestreo, la tapa diferente es removida y reemplazada por la tapa de almacenaje, la cual es ajustada firmemente para que sea hermética a gases durante el almacenaje y el transporte. El muestreador es devuelto a Beacon para el análisis siguiendo los procedimientos analíticos descritos en los Métodos TO-17 y TO-15 de EPA de EE.UU. El tiempo de retención desde la recolección de la muestra hasta el análisis es de 30 días.

## Índices de Captación del Muestreador

En 2016, Beacon encomendó dos estudios consecutivos al Laboratorio de Salud y Seguridad (HSL) en el Reino Unido. Los estudios tuvieron por objetivo determinar y validar experimentalmente los índices de captación cuantitativos de múltiples muestreadores pasivos basados en períodos de exposición de 7, 14, y 26 días. Los Muestreadores Pasivos de Beacon y los muestreadores de tubo sorbente con varios adsorbentes fueron incluidos en los estudios.

Los experimentos fueron llevados a cabo en el generador de atmósfera estándar de HSL basándose en procedimientos descritos en el ISO 6145-4:20042. HSL es un reconocido centro de excelencia para el muestreo de COV, y sus métodos para determinar sustancias peligrosas (MDHS) son la fuente de la mayoría de índices de captación publicados en los métodos internacionales estándar de relevancia (p.ej. ISO 16017-2)3.

Los índices de captación cuantitativos para 13 VOCs clorados y aromáticos clave fueron determinados y verificados para los muestreadores pasivos. En este estudio de seis réplicas, los dispositivos mostraron un excelente desempeño con una gran linealidad y reproducibilidad. Los índices de captación para el ChloroSorber™ para abordar compuestos clorados desde el cloruro de vinil hasta el tetracloroetano (PCE) están provistos en la **Tabla 1**.

**Table 1:** Índices de Captación Validados

COMPUESTO	tasa de captación (ml/min)
Cloruro de Vinilo	0.56
1,1-Dicloroetano	0.45
trans-1,2-Dicloroetano	0.70
1,1-Dicloroetano	0.74
cis-1,2-Dicloroetano	0.70
1,2-Dicloroetano	0.44
Tricloroetano	0.65
Tetracloroetano	0.55

## Método Analítico

El tubo sorbente es analizado usando instrumentación de desorción térmica-cromatografía de gas/espectrometría de masa (TD-GC/MS) en concordancia con los requerimientos de los Métodos EPA TO-17 y TO-15. Las masas medidas de compuestos objetivo individuales (en nanogramos) son convertidas a concentración (ug/m<sup>3</sup>) siguiendo los procedimientos y ecuaciones detallados en el ISO 16017-2.

La ecuación abajo describe como la masa medida (nanogramos) de compuestos individuales es multiplicada por el factor de dilución (de ser requerido), lo cual es dividido entre el índice de captación (ml/min) y entre el tiempo de exposición de la muestra (minutos) para calcular la concentración promedio ponderada en el tiempo (ug/m<sup>3</sup>). Adicionalmente, para proveer los resultados más precisos, los índices de captación son corregidos para la temperatura promedio durante el período de muestreo en comparación con la temperatura promedio cuando los índices de captación fueron verificados durante el estudio de HSL.

Las ecuaciones usadas para calcular las concentraciones promedio ponderadas en el tiempo son suministradas abajo.

$$C = \frac{1000 \times M \times DF}{U_c \times t}$$

$$U_c = U \times \left( \frac{T_s + 273.15}{T_u + 273.15} \right)^{1/2}$$

Donde: C = concentración (ug/m<sup>3</sup>)  
M = masa (ng)  
DF = factor de dilución  
U<sub>c</sub> = índice de captación (ml/min), corregido  
t = tiempo de muestreo (minutos)  
U = Tasa de captación en compuestos específicos  
T<sub>s</sub> = temperatura - período de muestreo  
T<sub>u</sub> = temperatura - estudio de índice de captación

La **Tabla 2** provee los límites de cuantificación (LCs) para cada uno de los compuestos clorados con índices de captación validados basados en períodos de muestreo que van desde días hasta más de 3 semanas. El LC está en o por encima del punto bajo de la curva de calibración inicial. Adicionalmente, los resultados menores al LC, pero mayores al límite de detección demostrado (LD) pueden ser reportados como estimados y calificados con un “J” para alcanzar límites de reporte inferiores.

La **Tabla 3** provee los límites de detección (LDs) para cada uno de los compuestos clorados. ■

**Tabla 2:** Límites de Cuantificación (LCs) basados en Períodos de Exposición

COMPUESTO	CAS	Índice de Captación (ml/min)	3 Dias	7 Dias	10 Dias	14 Dias	26 Dias
			LC (ug/m <sup>3</sup> )	LC (ug/m <sup>3</sup> )	LC (ug/m <sup>3</sup> )	LC (ug/m <sup>3</sup> )	LC (ug/m <sup>3</sup> )
Cloruro de Vinilo	75-01-4	0.56	2.07	0.89	0.62	0.44	0.24
1,1-Dicloroetano	75-35-4	0.45	2.57	1.10	0.77	0.55	0.30
trans-1,2-Dicloroetano	156-60-5	0.70	1.65	0.71	0.50	0.35	0.19
1,1-Dicloroetano	75-34-3	0.74	1.56	0.67	0.47	0.34	0.18
cis-1,2-Dicloroetano	156-59-2	0.70	1.65	0.71	0.50	0.35	0.19
1,2-Dicloroetano	107-06-2	0.44	2.63	1.13	0.79	0.56	0.30
Tricloroetano	79-01-6	0.65	1.78	0.76	0.53	0.38	0.21
Tetracloroetano	127-18-4	0.55	2.10	0.90	0.63	0.45	0.24

**Tabla 3:** Límites de Detección (LDs) basados en Períodos de Exposición

COMPUESTO	CAS	Índice de Captación (ml/min)	3 Dias	7 Dias	10 Dias	14 Dias	26 Dias
			LD (ug/m <sup>3</sup> )	LD (ug/m <sup>3</sup> )	LD (ug/m <sup>3</sup> )	LD (ug/m <sup>3</sup> )	LD (ug/m <sup>3</sup> )
Cloruro de Vinilo	75-01-4	0.56	1.03	0.44	0.31	0.22	0.12
1,1-Dicloroetano	75-35-4	0.45	1.29	0.55	0.39	0.28	0.15
trans-1,2-Dicloroetano	156-60-5	0.70	0.83	0.35	0.25	0.18	0.10
1,1-Dicloroetano	75-34-3	0.74	0.78	0.34	0.23	0.17	0.09
cis-1,2-Dicloroetano	156-59-2	0.70	0.83	0.35	0.25	0.18	0.10
1,2-Dicloroetano	107-06-2	0.44	1.32	0.56	0.39	0.28	0.15
Tricloroetano	79-01-6	0.65	0.89	0.38	0.27	0.19	0.10
Tetracloroetano	127-18-4	0.55	1.05	0.45	0.32	0.23	0.12

<sup>1</sup> Karstoft, J., Mortensen, P. Medición para Cloruro de Vinilo en Clima de Interiores. NIRAS/Región Midtjylland, Dinamarca. 13 de Noviembre de 2018.

<sup>2</sup> ISO 6145-4:2004 Análisis de gas — Preparación de mezclas de gas de calibración usando métodos volumétricos dinámicos — Parte 4: Método de inyección de jeringa continuo

<sup>3</sup> ISO 16017-2, Aire de Interiores, de ambiente y de lugar de trabajo - Muestreo y análisis de compuestos orgánicos volátiles por medio de tubo sorbente/desorción térmica/cromatografía de gas capilar - Parte 2: Muestreo Difusivo, 2003.