

Padeciendo del síndrome del edificio enfermo

Introducción

Los productos de construcción utilizados en viviendas y oficinas pueden tener un impacto significativo sobre la calidad del aire en su interior (IAQ = Indoor Air Quality) debido a la emisión de compuestos orgánicos volátiles o semi-volátiles (VOC = Volatile Organic Compounds; SVOC = Semi-Volatile Organic Compounds). Para proteger la salud y el bienestar de los ocupantes de viviendas y de los edificios empresariales de las emisiones potencialmente tóxicas, regulaciones nacionales y de la UE requieren que productos utilizados en el interior de edificios sean analizados según métodos claramente descritos. En Alemania, y siempre más en las instituciones europeas, se utiliza el esquema de evaluación elaborado por el AgBB. El análisis de las emisiones de materiales se basa primordialmente en cámaras de ensayo climático o de emisión, en combinación con el muestreo del aire de la cámara de emisión sobre tubos de adsorción y su análisis posterior por desorción térmica en un GC-MS. Este ensayo tarda generalmente 28 días. El ensayo por extracción térmica es un método más fácil y menos costoso para obtener información fiable sobre la emisión del producto. Esto puede agilizar el desarrollo de un producto y el control de calidad de productos existentes ya aprobados.

PVC, linóleo, alfombras, laminados, parqué y corcho – la selección de revestimientos para pisos en viviendas y oficinas aparece casi ilimitada – y una vez habiendo seleccionado el tipo, una similar, casi infinita, selección de productores y niveles de calidad pueden causar ya un dolor de cabeza, aún antes de que el revestimiento del piso haya sido instalado. Desafortunadamente, una instalación exi-

tosa no necesariamente indique el fin del dolor de cabeza. Si el escrupulosamente seleccionado revestimiento para el piso, o el pegamento utilizado para instalarlo, emite VOC/SVOC's, estos podrían contaminar el aire interno y hasta causar irritaciones y efectos negativos en la salud. Y para continuar, las reacciones a contaminantes en el aire son altamente individuales, variando significativamente de una persona a otra.

Personas fogueadas por el aire del centro de ciudades o por las atmósferas del aire interior perpetuamente reciclado, que es una parte esencial de edificios modernos optimizados en su eficiencia energética, posiblemente sienten simplemente nada. Mientras para otros puede ser que estén sometidos a encarar el comienzo de un constante sufrimiento estando dentro del edificio, y la lista de síntomas reales o percibidos es inagotable. Si dolores de cabeza, irritación de la membrana mucosa, fatiga, reacciones alérgicas, deficiencia en el sistema inmune, infecciones frecuentes, un deterioro de condiciones asmáticas ya pre-existentes, depresiones o simplemente una repentina degradación de un bienestar general aparecen o aumentan después de mudarse a un nuevo edificio, o después de que se haya renovado o redecorado el edificio, un médico consultado no debería excluir el síndrome del edificio enfermo SEE (SBS = Sick Building Syndrome). Según la US EPA, los indicadores del SEE incluyen: Ocupantes del edificio sufren de síntomas asociados con un malestar agudo, tales como dolor de cabeza, irritaciones en los ojos, la nariz o tráquea, tos seca, una piel seca e irritada, desazón, náuseas y mareos, dificultad de concentrarse, fatigas y sensibilidad al hedor y olores. La cau-

sa de estos síntomas es desconocida. La mayoría de los reclamos constatan un alivio poco después de abandonar el edificio. Nosotros, los seres humanos, en la sociedad moderna estamos la mayoría del tiempo en el interior de edificios, según la temporada, hasta 80 – 90 % de cada día. Esto implica que IAQ en hogares y oficinas tiene una influencia significativa y decisiva sobre nuestra salud y bienestar. La temperatura y la humedad relativa (RH) también son factores críticos. Además, la contaminación por VOC ($C_6 - C_{16}$) y SVOC ($> C_{16} - C_{22}$) juega un papel que está cada vez más en el centro de atención de las instituciones reguladoras gubernamentales. Muchos materiales de construcción utilizados en edificios son potencialmente fuentes de emisiones de VOC o SVOC. Aparte de los materiales de revestimiento del piso y los adhesivos utilizados para instalarlos, algunos de los causantes pueden ser pinturas, lacas, barnices, recubrimientos, productos conservantes para madera, tapizados, materiales impermeabilizantes y hermetizantes, cementos, ladrillos prefabricados y hormigón. Estamos rodeados por un inmenso rango de materiales producidos industrialmente que contienen una larga lista de ingredientes y aditivos para hacerlos fácil en su uso, económicos y durables.

La Unión Europea ha reconocido la importancia de esta área y está elaborando una regulación de emisiones de productos químicos hacia el aire del interior. En la "Propuesta para una Regulación del Parlamento Europeo y del Consejo describiendo condiciones armonizadas para el merca-

Tabla 1: Causas del síndrome del edificio enfermo [2].

Según la US EPA, los siguientes factores han sido nombrados como causas del o agentes contribuyentes al síndrome del edificio enfermo:

Ventilación inadecuada:

Contaminantes químicos de fuentes interiores como p.ej. adhesivos, alfombras, tapizados, productos de madera, máquinas fotocopiadoras, pesticidas y detergentes de limpieza pueden emitir compuestos orgánicos volátiles (VOCs) incluso el formaldehído.

Contaminantes químicos de fuentes exteriores:

Por ejemplo, polutantes de los escapes de vehículos motorizados, ventilación de desagües y ventilación del edificio, p.ej. baños y cocinas pueden entrar al edificio a través del sitio de aspiración de la ventilación, ventanas u otras aperturas. Además, productos de combustión pueden entrar al edificio de un garaje cercano.

Contaminantes biológicos:

Bacterias, mohos, polen y virus son tipos de contaminantes biológicos. Estos contaminantes pueden germinar en agua estancada que ha sido acumulada en ductos, humidificadores y bandejas de desagüe, o cuando agua se ha acumulada en los azulejos del cielo raso, alfombras o el aislamiento.

Estos elementos

pueden actuar en combinación y pueden agregarse a otras quejas tales como la temperatura inadecuada, humedad o iluminación inadecuada. Aun después de una investigación del edificio, las causas específicas de las quejas pueden permanecer desconocidas.


Parámetros evaluados:		
Ensayo 1: después de 3 días	TVOC₃ ≤ 10 mg/m³?	► No ► Rechazar
	▼ Sí ▼	
	VOCs carcinógenos de la cat. UE 1 y 2 ≤ 0.01 mg/m ³ ?	► No ► Rechazar
	▼ Sí ▼	
Ensayo 2: después de 28 días	TVOC₂₈ ≤ 1,0 mg/m³?	► No ► Rechazar
	▼ Sí ▼	
	ΣSVOC₂₈ ≤ 0,1 mg/m³?	► No ► Rechazar
	▼ Sí ▼	
	VOCs carcinógenos de la cat. UE 1 y 2 ≤ 0.001 mg/m ³ ?	► No ► Rechazar
	▼ Sí ▼	
	Compuestos evaluados: todos los VOCs con un LCI $R = \sum Ci/LCi^{**} \leq 1$?	► No ► Rechazar
▼ Sí ▼		
Compuestos no evaluables: suma de los VOCs con el LCI desconocido $\Sigma VOC_{28} \leq 0.1 \text{ mg/m}^3$?	► No ► Rechazar	
▼ Sí ▼		
El producto es apto para el uso interior en edificios		
 Los métodos generalmente aceptados para ensayos sensoriales, presumiblemente a ser realizados en esta etapa, todavía no se han estandarizados.		

Figura 1: El esquema del AgBB para la evaluación sanitaria de materiales de construcción. Un producto que cumple los criterios del AgBB está bien apto para el uso en el interior de un edificio [1].

deo de materiales de construcción” se ha formulado lo siguiente:

Anexo I, Parte 3. Higiene, salud y el medio ambiente

“La obra de construcción deberá ser diseñada y construida de tal forma, que no será un riesgo ni a la higiene ni a la salud de los ocupantes y vecinos, ni ejercer un impacto extremadamente alto sobre la calidad medioambiental ni al clima durante el ciclo entero de su vida, durante su construcción, utilización y demolición. En particular, cualquiera de los siguientes deberán ser prevenidos: a) liberación de gases tóxicos, b) la emisión de sustancias peligrosas, compuestos orgánicos volátiles (VOC), gases contra el efecto invernadero, o partículas peligrosas al aire interno o externo.”

Tabla 2: Terminología Técnica

Valores LCI:

LCI es el acrónimo de “Lowest Concentrations of Interest”, o las concentraciones más bajas de interés, es decir la concentración más baja de relevancia toxicológica para un compuesto en particular en el aire en el interior de un edificio residencial o de oficina. Los valores LCI no son equivalentes, o relacionados, a los límites de exposición ocupacional OELs (Occupational Exposure Levels) o a los niveles de exposición recomendados RELs (Recommended Exposure Levels), que son definidos para la seguridad ocupacional.

Valores OEL:

OEL es un acrónimo para la “Occupational Exposure Limits”, o los límites de exposición ocupacional. Se definen los límites de exposición ocupacional al nivel de contaminación hasta cual una persona puede ser expuesta continuamente, día tras día durante toda su vida de trabajo sin experimentar cualquier efecto negativo en su salud como resultado.

AgBB:

AgBB es el acrónimo de “Ausschuss zur gesundheitlichen Bewertung von Bauprodukten”, o el Comité para la Evaluación Sanitaria de Materiales de Construcción, el cual ha sido creado en el 1997 por un grupo de trabajo para la “Protección Sanitaria Medioambiental”, siendo formada por la cooperación de varias autoridades sanitarias de los estados en Alemania. Entre los miembros del AgBB están las autoridades sanitarias estatales, La Agencia Medioambiental Federal de Alemania UBA, Instituto de Tecnología de la Construcción Alemana DIBt, El Instituto Federal de Investigaciones de Materiales BAM y varias otras agencias federales, estatales o regionales de Alemania.

Algunos métodos de ensayo para la evaluación de la emisión de materiales de recubrimiento de pisos

DIN EN ISO 16000-9 Método de ensayo por cámaras de ensayo medioambiental o de emisión.

DIN EN ISO 16000-11 Muestreo, almacenamiento y preparación de las muestras.

DIN EN ISO 16000-6 Determinación de VOCs en aire interior y en cámaras de ensayo medioambiental o de emisión. Muestreo sobre Tenax TA seguido por desorción térmica y GC-MS.

DIN EN ISO 16000-3 Determinación de formaldehído y otros grupos carbonílicos, muestreo.

Esquema de la Evaluación de las Emisiones Sanitariamente Relevantes de Materiales de Construcción (AgBB).

Instituto Alemán de Tecnología de la Construcción DIBT – Detalles de Aprobación de Productos.

Análisis validados y fiables para materiales de construcción

Hasta aquí todo bien, pero, para parafrasear el dicho popular: “Las buenas intenciones no siempre pavimentan el camino al cielo”, y siguiendo el conocido credo “confía pero verifica”, los materiales de construcción deberán ser controlados de forma estandarizada para nivelar el campo de actividades para todos los productores al aplicar las mismas reglas para todos, y, al mismo tiempo, ofrecer ventajas para el consumidor, al ser posible de vivir, trabajar y jugar en un ambiente salubre dentro del interior de edificios. El Comité para la Evaluación Sanitaria de Materiales de Construcción, AgBB, ha elaborado un esquema de evaluación, el cual es utilizado en Alemania y siempre más a través de Europa. El proceso permite una evaluación clara y uniforme de las emisiones de VOC y SVOC bajo condiciones estandarizadas. Estas condiciones de ensayo para el recubrimiento del piso han proporcionado por la primera vez, un juego entero de condiciones de ensayo estandarizados, aptos para la aprobación de materiales para el piso, y que son utilizados para un control de verificación anual de las propiedades de emisión de los productos aprobados. Un producto que cumple los requerimientos del AgBB está bien apto para el uso en el interior en edificios. El ensayo de materiales para el piso y sistemas de pisos (p.ej. incluso el adhesivo utilizado para instalar el recubrimiento) está siendo realizado usando cámaras de ensayo ambiental o cámaras de emisión sobre la base las normas de DIN EN ISO 16000-11; DIN EN ISO 16000-9 y DIN EN ISO 16000-6 para el aire del interior. Estas normas especifican las condiciones de todos los aspectos del ensayo para diferentes materiales de recubrimiento del piso en cámaras de ensayo medioambiental o de emisión, así como también el análisis de la identidad y concentración de los compuestos orgánicos emitidos (VOCs/SVOCs).

El aire de la cámara de emisión se colecciona después de 3 y 28 días sobre un tubo adsorbente adecuado empleando una succión activa. Los tubos se rellenan típicamente con Tenax TA, y el análisis de los analitos, según el esquema del AgBB, se realiza por desorción térmica de los tubos, con una separación por cromatografía de gases y con detección por espectrometría de masas (TD-GC-MS). Se utiliza una columna de separación no-polar, lo cual implica que los analitos individuales pueden ser asignados a un rango según su punto de ebullición o a un rango según su tiempo de retención $C_7 - C_{16}$ (VOC) o $C_{16} - C_{22}$ (SVOC). Esto queda especificado en el esquema del AgBB para evaluar la nocividad y salubridad de materiales de construcción. El término “analitos individuales” se refiere tanto a los compuestos identificados como a los no-identificados. El esquema del AgBB requiere un límite de detección de $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ para cada compuesto y de esa forma describir íntegramente todas las emisiones del material ensayado. Según los requerimientos específicos, se deberá obtener la información cuantitativa de los compuestos individuales. Si la concentración de un compuesto individual excede los $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$, deberá ser cuantificado individualmente y también el grupo del que forma parte. Excepciones son los carcinógenos clasificados por la UE en las categorías 1 y 2. Para los carcinógenos identificados y aquellos compuestos que tienen un valor LCI, vea tabla 2, se deberá realizar una cuantificación específica. Compuestos

HAGA DESPEGAR SU PRODUCTIVIDAD



Automatización inteligente para GC/MS y LC/MS

- ✓ Automatización con QuEChERS
- ✓ Introducción de muestras
- ✓ Preparación de muestras
- ✓ Concentración del analito
- ✓ Ahorre tiempo con PrepAhead
- ✓ Software completamente integrado

Pregúntenos como puede ayudarle la tecnología GERSTEL



GERSTEL

www.gerstel.es

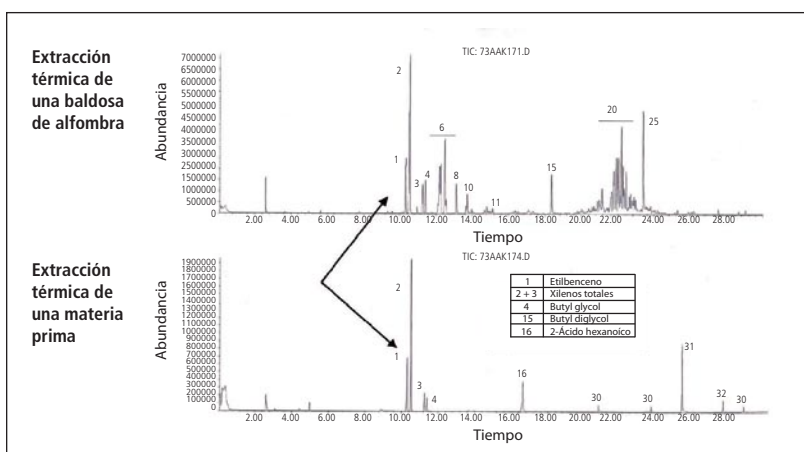


Figura 2: Optimización de una alfombra modular (I): Se ha analizado una baldosa de alfombra por extracción térmica. Los picos grandes se han encontrado en el tiempo de retención de 10 – 14 min. Para determinar las fuentes de estas emisiones, todas las materias primas han sido analizadas individualmente, y rápidamente se ha identificado su fuente. Con su sustitución se pudieron asegurar emisiones más bajas.

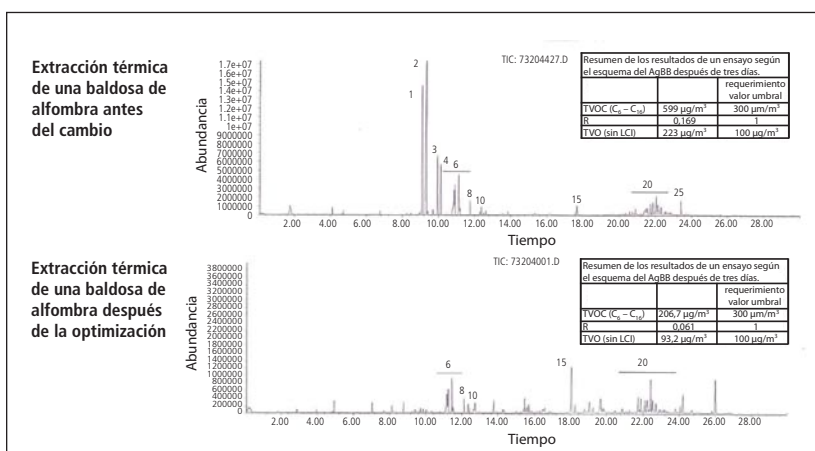


Figura 3: Optimización de una alfombra modular (II): Cromatograma TD-GC-MS de los analitos extraídos de una alfombra mediante la extracción térmica. Los picos correspondientes a los compuestos mayoritarios han sido encontrados en el rango del tiempo de retención de 8 – 14 minutos (cromatograma superior). La fuente de las emisiones ha sido identificada y sustituida. El cambio ha sido exitoso (cromatograma inferior) mostrando las emisiones del producto optimizado.

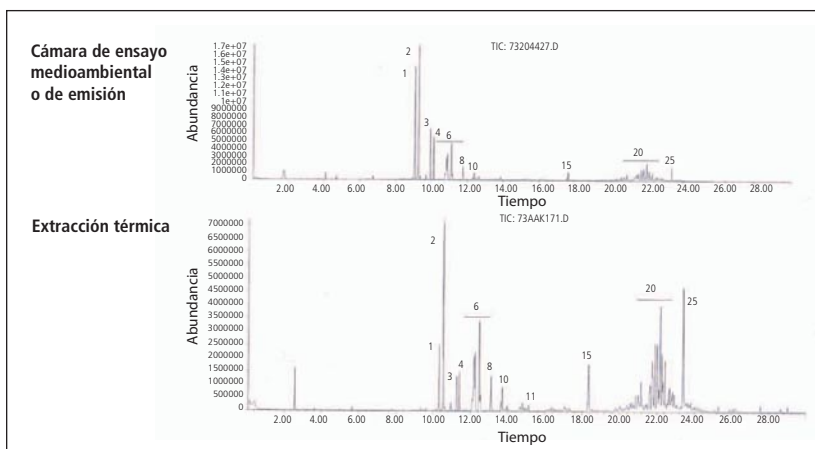


Figura 4: Herramienta útil y complemento: Comparación de los resultados obtenidos con una cámara de ensayo medioambiental o de emisión después de tres días (superior) y la extracción térmica (inferior). Se observa una buena correlación entre los perfiles de picos en ambos cromatogramas. Ambos fueron obtenidos por la desorción térmica GC-MS. La extracción térmica resulta en una recuperación más eficiente de compuestos con punto de ebullición más alto. La extracción térmica es una herramienta eficiente para evaluar productos intermedios o finales.

no identificados y aquellos compuestos a los cuales no se le ha asignado un valor LCI, se cuantificarán como equivalentes de tolueno.

La extracción térmica como un método de ensayo rápido y adecuado

El ensayo de 28 días, requerido por el esquema del AgBB, resulta en un perfil de emisiones estandarizado y comprensivo. El perfil típico de los picos puede ser observado y comparado durante el análisis de los datos, y los analitos claves son, por ello, encontrados fácilmente. Las emisiones de materiales diferentes son fácilmente comparados tanto cuantitativamente como cualitativamente. La cuantificación mediante un patrón interno, típicamente expresado como una concentración equivalente al tolueno, se realiza fácilmente para los compuestos minoritarios desconocidos y para aquellos sin valores LCI. Sin embargo, el ensayo por cámaras de emisión tarda casi un mes para arrojar datos, y es altamente dispendioso en mano de obra y gastos. Esto resulta ser un problema serio para la industria, especialmente durante el desarrollo del producto: Los ciclos de ensayos de un mes pueden causar importantes demoras del proyecto con consecuencias graves, por ejemplo en términos de gastos de desarrollo y la pérdida de competitividad. Una indicación clara del perfil de emisiones de un producto en cada escalón de su desarrollo, o para la búsqueda de los causantes en el caso de reclamos de clientes, puede reducir muchos gastos y tiempo para las empresas. En las figuras 2, 3 y 4 se enseñan algunos ejemplos. Por estas razones, se ha ofrecido por muchos años un ensayo acelerado sobre la base de la extracción térmica. Es una técnica de espacio de cabeza dinámico con absorción sobre un tubo estándar. Los productores industriales solicitan ensayos de emisión durante el desarrollo del producto, para un control de calidad regular de diferentes lotes de productos, para un diagnóstico de problemas respondiendo a quejas de clientes, así como también para identificar y verificar muestras. Los ensayos se realizan con frecuencia con el extractor térmico (TE) de Gerstel. El gran tubo de extracción del TE (d.i. 14 mm, longitud de la zona calentada 75 mm) puede ser cargado con muestras más grandes y más representativas, que los tubos de desorción térmica regulares. Se utiliza el extractor térmico para ensayar textiles, material para piso elástico, sistemas multi-layer, y también los adhesivos utilizados para instalar el material sobre el piso. Las muestras son calentadas dentro de un flujo de gas inerte, y los analitos extraídos se purgan absorbiéndolos y concentrándolos sobre el tubo adsorbente Tenax TA. La desorción térmica posterior arranca el análisis TD-GC-MS subsiguientemente, siguiendo las directrices del AgBB.

Conclusiones

Al adaptar los métodos de la extracción térmica utilizados a los métodos utilizados con la cámara de emisión correspondientes, se ha alcanzado una correlación cualitativa buena entre los resultados obtenidos con la extracción térmica y los ensayos con la cámara de emisión para varios materiales; en otras palabras, se ha encontrado el mismo perfil de picos típicos, facilitando la comparación de los resultados. En la experiencia, los ensayos de extracción térmica acelerada brindan la habilidad de constatar rápidamente el potencial de emisión de materiales para el piso y sus sistemas adhesivos asociados, así como también de comparar las emisiones de diferentes combinaciones. La extracción térmica es un complemento valioso y eficiente a los ensayos estándar de cámaras de emisión.

Referencias

- [1] AgBB: www.umweltbundesamt.de/.../AgBB-Bewertungsschema_2010.pdf AgBB -
- [2] USEPA: www.epa.gov/iaq/pubs/sbs.html

Gerd Bittner, Instituto de Textiles y Recubrimientos de Pisos, TU Aachen, Alemania
Kaj Petersen, Gerstel, Alemania

Gerstel, Alemania
Anote el 213-301