PAVIMENTOS SALUDABLES Y SOSTENIBLES

Selección de un pavimento resiliente para el sector sanitario europeo

Health Care Without Harm

AGRADECIMIENTOS

Escrito por el Dr. Rye Senjen

Con nuestro especial agradecimiento a:
Mary Taylor (R.U.), Anja Leetz (HCWH Europe, Bélgica), Barbara Bauer (IBO, Instituto de Biología y Ecología de la Construcción, Austria), Rachel Billod-Mulalic (C2DS - Comité pour le développement durable en santé, Francia)

Copyright de las imágenes:
Artigo Spa, fotolia.com@Tyler Olson,
V. Koholzer, nora systems GmbH, Upofloor Oy

Diseño y maquetación: prinzdesign Berlin, Alemania

Impresión: Z.B.! Kunstdruck, Colonia, Alemania
Impreso sobre papel 100% recuperado de postconsumo con tintas de base vegetal (EN 71/3).

Publication : septembre 2012

PAVIMENTOS SALUDABLES Y SOSTENIBLES

Choix Selección de un pavimento resiliente para el sector sanitario europeo

Contenido

Resumen ejecutivo 2

Introducción 4

Conjunto de consideraciones 5

Cómo seleccionar un pavimento resiliente para un entorno sanitario 7

- Equilibrio en los criterios de decisión 7
- Sostenibilidad: bajo impacto medioambiental unido a una toxicidad baja 8
- La importancia de la certificación ecológica 9

Criterios clave: higiene sostenible, vida útil rentable y seguridad confortable 13

- Criterio 1 – Higiene sostenible 15
- Criterio 2 – Vida útil rentable 15
- Criterio 3 – Seguridad rentable 17

Las opciones: ¿PVC, linóleo o caucho? 18

PVC 18

Linóleo 26

Pavimentos de caucho 29

¿Qué pavimento escoger? 33

Anexo 1: Legislación de la UE relevante 36

Anexo 2: Sistemas europeos de etiquetado para emisiones en espacios interiores 37

Anexo 3: Resumen de los criterios de Natureplus RL1201 para recubrimientos de suelo de linóleo 40

Anexo 4: Criterios 'Bluer Engel' para recubrimientos de suelo 41

Referencias 42

Resumen ejecutivo

De forma creciente se está persiguiendo reducir la huella ecológica de los entornos sanitarios, incrementando su seguridad y reduciendo sus gastos. La elección de un pavimento resiliente — un pavimento que presente un grado de 'capacidad de ceder' o elasticidad — resulta esencial para asegurar el confort, la seguridad y la salud de los pacientes y del personal sanitario. El coste, las características de la superficie, la durabilidad y el aspecto general del pavimento son criterios importantes, pero el impacto sobre la calidad del aire de los espacios interiores y la minimización de los compuestos químicos peligrosos en el pavimento durante su fabricación revisten una importancia, como mínimo, equivalente.

Los responsables de la toma de decisiones en los entornos sanitarios han de buscar el equilibro correcto entre costes de colocación y mantenimiento razonables e impacto medioambiental, que incluye una toxicidad reducida.

El pavimento resiliente idóneo es inocuo a lo largo de su ciclo de vida, práctico (higiénico y fácil de limpiar), duradero, seguro, silencioso al pisarlo, de aspecto atractivo y rentable. Aunque este material ideal no existe en la actualidad, algunas de las opciones disponibles se aproximan a ofrecer las prestaciones deseables, con menor riesgo químico. Sin embargo, a

largo plazo los fabricantes de material para pavimentos deberán seguir investigando y desarrollando materiales todavía más sostenibles.

En Europa la oferta de pavimentos resilientes se reparte entre los materiales PVC, linóleo y caucho. Adicionalmente se deberían considerar la calidad final del pavimento y el impacto medioambiental global de los materiales seleccionados. Este último criterio se puede fundar ampliamente en la aplicación de sistemas de certificación medioambiental.

Si consideramos los costes a lo largo del ciclo de vida completo y un impacto medioambiental bajo como criterios clave para la toma de decisiones, se debería evitar el PVC. Su fabricación y su eliminación implican la emisión de compuestos tóxicos inevitables, en particular dioxinas. Los ftalatos, un grupo de compuestos volátiles con propiedades tóxicas, se adicionan al PVC para conferirle flexibilidad y son liberados durante la vida útil del pavimento. Aunque son relativamente baratos de instalar, los mayores costes en los que se incurre durante su uso rápidamente anulan esta aparente ventaja de coste. El PVC precisa un amplio mantenimiento y puede presentar serios problemas logísticos durante las operaciones de limpieza. No es tan agradable y silencioso al caminar sobre el mismo como otras alternativas, ni tampoco tan duradero.

Ni el linóleo ni el caucho contienen cloro (responsable de las dioxinas asociadas a la fabricación y eliminación del PVC) y ambos están asimismo generalmente libres de plastificantes. Mientras que el linóleo puede ser apropiado para muchas zonas, no se recomienda para las salas de tratamientos y los quirófanos, debido a su potencial de absorción de la humedad. Su mantenimiento y coloreado pueden requerir una atención especial.

A menos que el linóleo esté recubierto, pueden aparecer problemas de calidad del aire debido a su oxidación. La calidad del producto y la reparabilidad también pueden representar retos serios. Sin embargo, una serie de pavimentos de linóleo disponibles han obtenido la certificación de ecoetiqueta y, siempre que sea posible, se deberá seleccionar uno de éstos en caso de decidirse a favor de la utilización de linóleo.

Cuando se considera un pavimento de caucho, es fundamental elegir inteligentemente, evitando el caucho reciclado de neumáticos y centrándose en los pavimentos de alta calidad, que tengan la ecoetiqueta apropiada. El potencial de toxicidad bajo o elevado de un pavimento de caucho depende en gran medida de cómo está fabricado y de qué ingredientes se utilizan en el mismo.

Si se escoge uno con un certificado medioambiental apropiado y una superficie de calidad adecuada, el pavimento de caucho ofrece la mejor oportunidad para aunar unos costes de mantenimiento reducidos, una buena resistencia al deslizamiento, buenas propiedades acústicas y confort. Para mantener los pavimentos de caucho no es necesario decaparlos ni encerarlos, ni tampoco se requieren productos químicos agresivos para su limpieza, con lo cual se reduce la exposición, tanto de los pacientes como de los cuidadores, a los productos químicos. Los pavimentos de caucho con certificado ecológico son además en gran medida resistentes a las manchas, tienen un acabado antideslumbramientos, presentan unas emisiones muy bajas y son reciclables.

Introducción

El pavimento es un componente clave de todo entorno sanitario y, en particular, de los hospitales. Una selección inteligente del material del pavimento (y de todos sus componentes asociados) puede realizar una aportación sobresaliente a la salud y la seguridad del personal y de los pacientes durante muchos años. El tipo de pavimento más comúnmente utilizado en el sector sanitario es el pavimento resiliente, que ofrece un grado de 'capacidad de cesión' o elasticidad, y que además es duradero y resistente a las manchas y al agua. Los pavimentos con alguna elasticidad conservan mejor su forma, resisten más fácilmente el tráfico intenso y resultan más confortables al caminar sobre los mismos. Esto reduce a su vez la fatiga y otros problemas de salud del personal sanitario.

La finalidad de este informe es analizar las opciones de pavimento resiliente disponibles en Europa y de informar sobre los riesgos químicos potenciales inherentes a las diferentes opciones de material, señalando algunos desarrollos recientes que se han producido para mejorar estos productos. El presente informe trata también otros criterios relacionados con la elección de pavimentos, para permitir una elección fundada por parte de los responsables del aprovisionamiento en el sector sanitario. De entrada debemos señalar que el material perfecto para pavimentos resilientes 'ecológico y sostenible' no existe. Es evidente que los fabricantes de materiales para pavimentos deben continuar intensificando la investigación y el desarrollo, para obtener materiales más sostenibles. Sin embargo, algunas de las opciones disponibles en la actualidad comportan menos riesgos químicos y utilizan materiales más sostenibles que otras. En última instancia, la elección del pavimento depende en gran medida de los criterios más importantes en cada entorno sanitario específico.

El presente informe está dirigido a los responsables de la toma de decisiones y al personal del sector sanitario, a los encargados de Compras y de la gestión de instalaciones sanitarias, a los arquitectos, ingenieros e instaladores. Su finalidad es ayudar a negociar la selección del pavimento resiliente sostenible más adecuado para su entorno sanitario específico.

CONJUNTO DE CONSIDERACIONES

Aunque el coste inmediato de un pavimento nuevo es inevitablemente una consideración principal, en los últimos años se han venido desarrollando conceptos de sostenibilidad y prácticas 'verdes', que están siendo incorporadas a las especificaciones de los pavimentos y se han convertido en factores clave para la toma de decisiones a la hora de determinar el tipo de pavimento a instalar en entornos sanitarios. Mientras que gran parte de la sostenibilidad se centra en la huella de carbono del material, este énfasis tiende a subestimar otro aspecto vital de la sostenibilidad: los compuestos químicos tóxicos y peligrosos contenidos en el pavimento, en los materiales asociados al mismo y en los materiales utilizados durante la colocación.

El potencial de emisiones peligrosas de sustancias químicas y su efecto sobre la calidad del aire interior son una preocupación clave y deberían ser un factor principal en cualquier decisión acerca de un pavimento. El coste, las características de la superficie (facilidad de limpieza y desinfección), la durabilidad y el aspecto general del pavimento también son criterios clave para la toma de decisiones. Aunque hay partes de los criterios de sostenibilidad que están enfocadas sobre los compuestos químicos peligrosos contenidos en el material mismo, las prácticas de colocación y los compuestos asociados (adhesivos, etc.) también pueden tener un impacto sobre la calidad global final.

También es importante estudiar las especificaciones de producción dentro de cada categoría de material de pavimento. Los estándares de calidad de cada material pueden variar considerablemente de un fabricante a otro. Además, las diferencias entre los recubrimientos aplicados al mismo material de pavimento pueden traducirse en unas prestaciones muy distintas y en diferencias en los niveles de emisiones de sustancias químicas.

Aparte de esto, la consideración del impacto medio-ambiental de la eliminación al final de la vida útil del pavimento puede influir sobre la elección, porque algunos materiales resultan inherentemente más difíciles y peligrosos de procesar.

La utilización de ecoetiquetas puede resultar muy útil para la toma de una decisión, porque garantiza que el material ha sido testado conforme a una serie de criterios, como son la utilización de productos químicos permitidos o no permitidos en su producción y el nivel de emisiones al aire interior. La ecoetiqueta se debe elegir cuidadosamente, analizando los criterios aplicados en cada una, con el fin de determinar su alcance y su rigurosidad.

Los productos más comunes en Europa son el linóleo, el PVC (conocido también como policloruro de vinilo o vinilo) y la goma. El PVC encuentra amplia aplicación en Francia, el Reino Unido, Bélgica, Finlandia, Suecia y grandes zonas del sur de Europa. El linóleo es popular en Alemania, Austria, Suiza, Holanda y Dinamarca, mientras que el caucho está ganando popularidad. Algunos materiales populares en EE.UU., tales como las losetas compuestas de vinilo (VCT), no se utilizan en Europa. Tampoco se utilizan poliolefinas termo-plásticas sintéticas disponibles comercialmente.

Aunque el PVC es actualmente el producto utilizado predominantemente en pavimentos resilientes en el sector sanitario, la preocupación acerca de su impacto negativo para la salud y medio ambiente se ha vuelto significativa. El linóleo y el caucho no están necesariamente libres de riesgos, pero pueden ser una opción de pavimento excelente si se seleccionan con la certificación medioambiental apropiada.

POLUCIÓN DEL AIRE INTERIOR

Un pavimento resiliente puede ser una fuente principal de contaminantes del aire interior, como ciertos compuestos químicos orgánicos [1]. La polución del aire interior puede fomentar una serie de problemas de salud, que incluyen el cáncer, las enfermedades pulmonares crónicas y agudas, las enfermedades inflamatorias de las vías respiratorias superiores, las enfermedades alérgicas, tales como el asma y las alergias, las enfermedades infecciosas, las enfermedades respiratorias y las enfermedades cardiovasculares. Los efectos para la salud menos severos incluyen molestias de tipo general, como la percepción de olores, la irritación sensorial y el Síndrome del Edificio Enfermo (SEE). Los compuestos orgánicos volátiles (COVs), los compuestos orgánicos semivolátiles (COSVs) y la materia orgánica particulada (MOP) suponen la mayor preocupación en términos de impactos potenciales para la salud. Los COVs incluyen los hidrocarburos alifáticos, los hidrocarburos aromáticos, los hidrocarburos clorados, los aldehídos (incluyendo el formaldehido), los terpenos, los alcoholes, los esteres y las cetonas [1].

RETARDANTES DE LLAMA

Debido a la elevada inflamabilidad de los pavimentos de PVC y de otros materiales sintéticos para pavimentos, se adicionan retardantes de llama halogenados, con el fin de satisfacer las normas de seguridad contra incendios. Sin embargo, los retardantes de llama, tales como los difenil éteres polibromados (PBDEs) y las parafinas cloradas, son persistentes y tóxicos. Han sido relacionados en estudios animales con la inmunosupresión, los problemas reproductivos y de desarrollo neurológico y los cánceres [2]. En la eventualidad de un incendio, los retardantes de llama bromados y clorados liberarán dioxinas y furanos halogenados tóxicos, que no sólo contaminan el medio ambiente, sino que también resultan muy peligrosos para el personal de extinción de incendios y para las personas atrapadas en el incendio, porque las dioxinas y los furanos favorecen la liberación de monóxido de carbono y de ácido cianhídrico [3].

Resulta preocupante que investigaciones recientes hayan acusado a los fabricantes de retardantes de llama de alterar las evidencias para exagerar la necesidad y la eficiencia de sus productos [4]. Al parecer han utilizado también grupos tapadera para impulsar la demanda de sus productos y se han infiltrado en organismos de normalización con vistas a fomentar la utilización de sus productos.

Resulta prudente desconfiar de las alternativas a los retardantes de llama bromados y clorados, tales como el óxido de antimonio, porque éste es también un carcinógeno conocido [2].

Cómo seleccionar un pavimento resiliente para un entorno sanitario

EQUILIBRIO EN LOS CRITERIOS DE DECISIÓN

El pavimento es una de las partes más extensivas y visibles del entorno sanitario. Está literalmente en todas partes y una elección 'equivocada', ya sea para un proyecto de obra nueva o para una reforma, puede tener serias consecuencias sobre el personal, los pacientes y los visitantes. Así, la elección de un pavimento es habitualmente una decisión a largo plazo, que no se puede revertir con facilidad.

Los elementos clave generales a la hora de elegir un pavimento incluyen el control de las infecciones, la resistencia al deslizamiento y a las manchas, los aspectos estéticos y visuales, el aislamiento acústico, la limpieza y el mantenimiento, el impacto medioambiental y el coste (inicial y a lo largo de la vida útil completa). Las consideraciones presupuestarias no sólo tienen que atender a la cantidad de dinero disponible para la compra de un determinado material, sino tener en cuenta también los costes del mantenimiento de rutina y los costes ocultos potenciales. Cada vez se atiende más a las consideraciones medioambientales y de sostenibilidad, en particular a los problemas de toxicidad, tanto a corto como a largo plazo.

Las diferentes exigencias impuestas al pavimento dependen del tipo de uso de un recinto, lo cual se traduce en diferentes criterios clave dominantes al escoger el material para un pavimento. Habitualmente resulta útil subdividir las áreas de un entorno hospitalario en habitaciones de los pacientes, quirófanos, salas de urgencias, estaciones de enfermería, salas de espera, vestíbulos, pasillos, escaleras y huecos de escalera. Las características clave a considerar en las zonas de cuidado de los pacientes son el control de las infecciones, el aislamiento acústico, el confort, la estética, la facilidad de mantenimiento, las emisiones químicas reducidas y la durabilidad, mientras que las áreas públicas requieren un diseño alejado del habitual en los lugares de uso público, un buen aislamiento acústico y la posibilidad de limpieza con líquidos que presenten bajas emisiones [5].

Un estudio de opciones de pavimento resiliente sostenible para hospitales realizado en EE.UU. concluye que la facilidad de limpieza, la estética, la durabilidad y el coste inicial eran las consideraciones clave en las que se orientaban las más de 700 respuestas recibidas en una encuesta sobre la toma de decisiones en torno al pavimento [6]. Sin embargo, los subgrupos definidos para este estudio tenían prioridades ligeramente divergentes. Los arquitectos y los diseñadores, por ejemplo, estaban interesados principalmente en la estética y la sostenibilidad (es decir, el consumo energético, el impacto sobre la salud y el contenido de material reciclado), mientras que los gestores de instalaciones se centraban en la facilidad de limpieza (básicamente el control de las infecciones y la higiene) y los instaladores en los costes iniciales y a lo largo del ciclo de vida, así como en la durabilidad.

LA LEGISLACIÓN REACH DE LA UE

En 2006 la UE publicó unas normas sobre el registro, la evaluación, la autorización y la restricción de sustancias químicas, conocidas como REACH (CE/1907/2006) (7). REACH reconoce una serie de categorías de sustancias químicas:

- sustancias químicas carcinógenas, mutágenas o tóxicas para la reproducción (CMRs),
- sustancias químicas tóxicas persistentes y bioacumulables (TPBs),
- sustancias químicas muy persistentes y muy bioacumulables (mPmB), así como,
- sustancias químicas de 'igual nivel de preocupación', tales como los disruptores endocrinos.

Las dioxinas, el mercurio y ciertos retardantes de llama son ejemplos de TPBs, que presentan tanto toxicidad como propiedades físicas no deseables. Las sustancias químicas persistentes no se degradan rápidamente en el ambiente y pueden viajar grandes distancias a escala global, yendo a parar muy lejos de donde fueron originalmente fabricadas o utilizadas. Las sustancias químicas bioacumulativas se pueden almacenar en los tejidos adiposos, acumulándose hasta niveles potencialmente tóxicos a lo largo de la cadena trófica, incluyendo a los humanos y pasando de una generación a otra.

Sostenibilidad: bajo impacto medioambiental unido a una toxicidad baja

El concepto general de la sostenibilidad incluye la consideración de numerosas propiedades a lo largo del ciclo de vida completo del producto. Una propiedad a considerar especialmente importante en relación con los pavimentos es el impacto medioambiental global de su fabricación, uso y eliminación, incluyendo toda utilización de sustancias químicas. En un mundo ideal los productos se fabricarían a partir de recursos vegetales cultivados y cosechados de forma sostenible o con contenido postconsumo no tóxico reciclado y serían reutilizables, reciclables o compostables al final de su ciclo de vida. Las materias primas se cultivarían sin utilizar organismos modificados genéticamente (OMGs) ni pesticidas que contengan carcinógenos, mutágenos, tóxicos para la reproducción o disruptores endocrinos. Las emisiones de efecto invernadero durante el ciclo de vida serían tan bajas como lo permitieran las posibilidades tecnológicas y se minimizaría el uso de agua y energía. Un escenario idealizado como este no existe en la práctica en el caso de los materiales para pavimentos, pero es posible acometer elementos como la utilización de sustancias químicas tóxicas.

Aunque es claramente importante utilizar siempre que resulte posible materiales sostenibles en los pavimentos, quizá sea incluso más importante eliminar los materiales que utilizan, emiten o conducen a la generación de sustancias químicas peligrosas (ver la Tabla 1). Estas sustancias químicas incluyen los contaminantes orgánicos persistentes (POPs, tal como están definidos en el Convenio de Estocolmo y que engloban a las dioxinas), las sustancias químicas bioacumulables, persistentes y tóxicas (PBT) o muy persistentes y muy bioacumulables (mPmB). También es importante evitar todos los materiales de los que se sepa o sospeche que contienen sustancias carcinógenas, mutágenas, tóxicas para la reproducción o el desarrollo (CMRs), disruptores endocrinos o cualquier material que emita determinados niveles de compuestos orgánicos volátiles o semivolátiles (COVs o COSVs).

Un pavimento puede emitir una serie de sustancias químicas al aire de los hospitales. El COV formaldehido, por ejemplo, es un carcinógeno humano conocido [8]. El disolvente benceno se asocia con un riesgo

Tabla 1: Priorización de sustancias químicas en función de su persistencia, bioacumulabilidad, criterios de valoración para la salud y grado de confianza en la ciencia

	Preocupación muy alta	Contaminantes orgánicos persistentes (POPs) y otras sustancias bioacumulables, persistentes y tóxicas (PBTs)	Máxima prioridad de eliminación
	Preocupación alta	Sustancias carcinógenas, mutágenas, tóxicas para la reproducción, tóxicas para el desarrollo o disruptoras endocrinas conocidas o probables	
	Preocupación moderada	Posibilidades significativas de los riesgos antes señalados, pero menos confianza, o neurotóxicos, sensibilizadores respiratorios o provocadores de parámetros de cronicidad humana o de ecotoxicidad conocida o probable	Utilizar con precaución. Evitar siempre que sea posible
	Precaución	Preocupación moderada acerca de cualquiera de los parámetros de salud arriba señalados o indicaciones preliminares de una mayor preocupación, pero con datos de ensayos inadecuados o preocupación aguda para la salud humana	
	Preocupación baja	Testado con una baja preocupación para cualquiera de los criterios de valoración antes señalados	Preferir

Adaptado de Lent y otros autores [2].

incrementado de leucemia, el tolueno con el cáncer de pulmón y el benceno, el tolueno y el xileno se asocian todos ellos con un riesgo incrementado de linfoma no-Hodgkin [9]. Los límites normativos raramente tienen en cuenta las sinergias que se dan en las mezclas de COVs, que en última instancia contribuyen al síndrome del edificio enfermo y otros problemas de salud, incluso en concentraciones bajas [1].

Mientras que la tendencia es que los COVs se emitan más intensamente durante las primeras horas o días tras la colocación de un producto, los COSVs serán liberados más lentamente y a lo largo de un periodo de tiempo más prolongados por los productos. Los COSVs incluyen los ftalatos y los retardantes de llama halogenados, que pueden ligarse con partículas de polvo y ser inspirados por los pacientes y los cuidadores. Se sospecha que los ftalatos interfieren en los sistemas endocrinos [10] y evidencias crecientes los relacionan con problemas respiratorios, como la rinitis y el asma en adultos [11] y niños [12], así como con la obesidad y la resistencia a la insulina en los adultos [13]. Los retardantes de llama halogenados han sido relacionados con la disrupción tiroidea, con problemas reproductivos y del desarrollo neurológico,

con la inmunosupresión y, en algunos casos, con el cáncer [14] en ensayos con animales.
Resulta claro que, siempre que sea posible, es recomendable seleccionar materiales fabricados con ingrediente que susciten un grado de preocupación reducido.

La importancia de la certificación ecológica

La finalidad de la certificación ecológica es evaluar las credenciales medioambientales de un producto utilizando una serie de ensayos estandarizados y luego comunicar la información a los usuarios de forma sucinta, habitualmente por medio de una etiqueta, si el producto satisface el estándar. Estos ensayos incluyen habitualmente estudios de toxicidad, preferiblemente a lo largo del ciclo de vida del producto. Cabe destacar que las evaluaciones incluyen la certificación por parte de terceros y satisfacen altos niveles de transparencia y rigor científico. Sin embargo, las ecoetiquetas varían ampliamente entre ellas y pueden requerir ensayos distintos, con niveles de restricción muy diferentes. Estos planes de ensayos son voluntarios y no son una exigencia legal.

Entre las ecoetiquetas europeas más conocidas están la Ecoetiqueta Europea, con su logotipo de margarita, la Etiqueta Medioambiental Escandinava (que utiliza el logotipo del cisne nórdico) y las etiquetas nacionales, como el "Blauer Engel" (Ángel Azul) alemán y el "Umweltzeichen" austriaco (ver el Anexo 2). En Europa hay una serie de sistemas de etiquetado/certificación alternativos competidores para productos de la construcción, incluyendo los pavimentos resilientes. Algunos de estos sistemas han sido creados por la industria, mientras que otros gozan de un amplio soporte por parte de una diversidad de interesados, tales como organizaciones medioambientales, sindicatos, iglesias e incluyen a menudo a gobiernos. Lamentablemente en la actualidad no hay disponible un sistema paneuropeo para pavimentos resilientes, porque los sistemas existentes fueron desarrollados para mercados nacionales.

CERTIFICACIÓN "BLAUER ENGEL" (ÁNGEL AZUL)

El sistema "Blauer Engel" fue creado en Alemania en 1978 a partir de una iniciativa gubernamental y aplica unos criterios muy restrictivos. Los productos y servicios reciben la certificación con las miras puestas en la protección del medio ambiente y de los consumidores, satisfaciendo altos niveles de capacidad de servicio, así como de protección de la salud y salud laboral. Aunque esta etiqueta está financiada por el gobierno alemán, no es obligatoria y los fabricantes eligen pedir la certificación conforme a la misma. Llevan la ecoetiqueta "Blauer Engel" aproximadamente 11.700 productos y servicios, encuadrados dentro de 120 categorías.

En caso necesario se pueden revisar los criterios cada 3 ó 4 años. La Agencia Federal del Medio Ambiente de Alemania realiza los preparativos técnicos previos a una audiencia con expertos organizada por RAL, el Instituto Alemán de Aseguramiento de la Calidad y Certificación. Entre las consideraciones importantes se incluyen el consumo reducido de materias primas durante la producción y el uso, una vida útil larga y una eliminación sostenible. Estas normas están a disposición del público general.

La etiqueta "Blauer Engel" es concedida por RAL GmbH, una filial de RAL. Las normas para pavimentos resilientes se denominan RAL-UZ 120 (ver un resumen de estos criterios en el Anexo 4). Desde 2012 la etiqueta "Blauer Engel" y la "Umweltzeichen" austriaca han armonizado en gran medida sus requerimientos para pavimentos y son ahora equivalentes.

Los sistemas "Blauer Engel" y "Umweltzeichen" austriaco se cuentan entre los más estrictos de Europa y recomendamos sus criterios como una buena forma de evaluar las credenciales medioambientales de un pavimento.

Sin embargo, algunos sistemas han conseguido una gran aceptación a escala europea y existe una cierta convergencia entre sistemas.

En el Anexo 2 se ofrece un resumen de los sistemas de ecoetiquetado para pavimentos clave en Europa. Algunos países, como Bélgica y el Reino Unido, no han adoptado ningún sistema de etiquetado en particular para los materiales de construcción, incluyendo los pavimentos, pero aplican los sistemas de otras jurisdicciones.

Como mínimo, el sistema debería promover las bajas emisiones y la sostenibilidad de un producto. Adicionalmente, al seleccionar un sistema de certificación es importante considerar los puntos importantes siguientes:

- Cómo se realiza la toma de muestras y la preparación de las probetas.
- Los métodos analíticos utilizados. Éstos determinarán el grado de fiabilidad y relevancia de las mediciones y deberían incluir un sistema de aseguramiento de la calidad específico.
- Si se incluyen en las mediciones los COSVs además de los COV
- Todo criterio adicional que un sistema requiera para la certificación. Por ejemplo, puede especificar que no se podrán utilizar determinadas sustancias químicas durante la producción, debido al riesgo que plantean, típicamente se excluyen las nitrosaminas, plastificantes (ftalatos) y halógenos, debido a su riesgo de toxicidad durante la producción o en caso de incendio (p.ej. formación de ácido clorhídrico o de dioxina) y debido a los problemas de liberación de sustancias químicas tóxicas durante su reciclaje.
- El sistema debería identificar también claramente los límites de exposición en el puesto de trabajo relevantes de las sustancias carcinógenas, mutágenas, teratógenas y tóxicas para la reproducción [15].

Es también importante recordar que los sistemas de certificación únicamente evalúan materiales de muestra y no ensayan los productos instalados.

Las prestaciones de los productos in situ pueden depender del tiempo transcurrido desde su colocación, de cómo responden los recubrimientos bajo diferentes tipos de carga, de la interacción entre el material del pavimento y el entorno de la colocación, etc.

Otro diferenciador clave entre los sistemas de etiquetado es cómo son de estrictos sus requerimientos de COSV y COV. Dos de los más estrictos son el "Blauer Engel" alemán y el "Umweltzeichen" austriaco, que cubren muchos de los requerimientos arriba enumerados. Otras etiquetas europeas, p.ej. la del AgBB alemán o el sistema de etiquetado francés (clase A+), se basan en unos requerimientos de emisiones menos estrictos y no excluyen la utilización de sustancias tóxicas, tales como compuestos orgánicos halogenados [15].

Todos los productos deberían, como mínimo, satisfacer los requerimientos legales mínimos, ya sean de la UE o nacionales (tanto si son obligatorios como no). Lamentablemente, los requerimientos reales varían de un país a otro. Alemania, por ejemplo, requiere una certificación AgBB como parte del proceso de la etiqueta "Ü" que es una condición previa para todo producto de construcción que se pretende comercializar en el mercado alemán. En otros países europeos no existen todavía estas normativas básicas. Únicamente se ha introducido un sistema de etiquetado en Francia, en concreto uno que requiere la clasificación de todos los productos de construcción de acuerdo con unas clases de emisiones. Este sistema se convertirá en obligatorio para todos los productos presentes en el mercado francés en 2013. Los límites de las emisiones también difieren entre los sistemas de los países. Un punto débil de los requerimientos de certificación alemanes es el de los valores de formaldehido relativamente elevados permitidos, mientras que Francia tiene unos límites mucho más estrictos en este sentido.

Las condiciones bajo las que se realizan los ensayos también tienen una relevancia considerable. Esto es especialmente cierto para el caso de los COVs y COSVs emitidos por el PVC. Una serie de ensayos realizados sobre seis materiales de PVC y cuatro adhesivos ha arrojado niveles de emisiones significativamente más altos in situ cuando se comparan con las condiciones de laboratorio. Resulta alarmante que a algunos de estos materiales ensayados les hubieran concedido la ecoetiqueta finlandesa M1 [16].

Seguridad confortable
Higiene sostenible
Vida útil rentable

Criterios clave: higiene sostenible, vida útil rentable y seguridad confortable

Hemos agrupado los criterios clave en tres apartados, porque tienden a estar interrelacionados. El primer criterio, la higiene sostenible, es aquí la consideración más importante, porque un material que es tóxico y tiene un gran impacto medioambiental debería ser excluido de toda consideración posterior. El criterio dos, la vida útil rentable, es tradicionalmente considerado el criterio más importante para la toma de decisión, porque la mayoría de gestores de instalaciones persiguen instalar un pavimento que sea duradero y barato. Sin embargo las consideraciones de coste están sujetas a lo que está definido como 'coste' y resulta esencial considerar los costes del ciclo de vida completo (colocación, mantenimiento, longevidad del material, reparabilidad) en lugar de únicamente los costes de colocación iniciales. Finalmente, el tercer criterio, la seguridad confortable (es decir, un material que es confortable al caminar sobre el mismo, presenta una buena acústica y es resistente al resbalamiento) depende hasta cierto punto de la naturaleza exacta del entorno sanitario considerado.

‘GREEN WASHING’ - LA PRETENDIDA IMAGEN DE UN PRODUCTO COMO ECOLÓGICO

El ‘green washing’, es decir, el intento de publicitar de forma engañosa unos materiales como ‘respetuosos con el medio ambiente’, es una táctica común. Por ejemplo puede venderse un material para pavimento como ‘ecológico’, porque utiliza materias primas naturales en lugar de sintéticas. Lo que se puede estar omitiendo (por ejemplo) es que se están utilizando sustancias tóxicas para procesar las materias primas naturales, con lo cual el resultado son los mismos niveles de sustancias químicas nocivas y tóxicas que con el pavimento ‘convencional’. Otra credencial aparentemente verde podría ser la afirmación de que el producto utiliza materiales reciclados. Sin embargo, esta afirmación podría estar omitiendo el hecho de que estos materiales reciclados no son adecuados para uso interior, debido a sus componentes tóxicos.

El ‘green washing’ se puede reconocer a menudo por la utilización de términos no específicos, como ‘completamente natural’, ‘verde’, ‘respetuoso con el medio ambiente’ o ‘no tóxico’, etc., sin aportar una evidencia sólida, como p.ej. una ecoetiqueta. Otra estratagema es destacar una pequeña área de mejora en un producto, sin demostrar que la nueva alternativa es más segura o que el producto en su conjunto es ahora más sostenible.

CRITERIO 1 – HIGIENE SOSTENIBLE

La capacidad de mantener el pavimento en un estado limpio e higiénico es posiblemente el criterio nº 1 en el entorno sanitario. Hemos acuñado el término ' higiene sostenible' para indicar que se debe mantener eficientemente la higiene a lo largo de la vida útil del pavimento con el menor impacto medioambiental posible.

FACILIDAD DE LIMPIEZA

La higiene reviste una importancia máxima en cualquier entorno sanitario y, por consiguiente, el pavimento se debe poder limpiar de forma fácil y efectiva. La frecuencia y la intensidad requerida de la limpieza dependen del uso concreto de cada recinto. Cuando se considera la facilidad de limpieza, se debe tener también en cuenta el uso de productos químicos agresivos o tóxicos, con el fin de reducir la exposición de los pacientes y del personal sanitario a los mismos.

CARACTERÍSTICAS DE LA SUPERFICIE

Muchos pavimentos resilientes llevan tradicionalmente recubrimientos poliméricos (de poliuretano o acrílicos), para facilitar la limpieza y el mantenimiento diarios. En la mayoría de los casos se aplican directamente durante el proceso de fabricación en lugar de utilizar la opción más costosa de una aplicación periódica durante el mantenimiento posterior a la colocación. Aunque son comercializados como 'permanentes', se ha visto que estos recubrimientos precisan reparaciones y cuidados adicionales durante la limpieza.

La limpieza puede generar emisiones adicionales, procedentes de los líquidos limpiadores, consumir grandes cantidades de agua y provocar problemas adicionales con relación a la eliminación segura de las aguas residuales contaminadas químicamente.

Se debería dar preferencia a un pavimento que no precise la aplicación de recubrimientos durante su fabricación o uso, porque ello maximiza la facilidad de mantenimiento. Debería ofrecer también la posibilidad de utilizar agentes limpiadores ecológicos sin necesidad de adoptar medidas de protección adicionales, tales como limpiadores químicos agresivos, ceras u otros productos de limpieza para suelos susceptibles de convertirse en fuentes de contaminación interior. En el caso ideal, debería resultar fácil eliminar las manchas.

CRITERIO 2 – VIDA ÚTIL RENTABLE

En lugar de utilizar el término 'coste de ciclo de vida', hemos acuñado el término 'vida útil rentable', para englobar los cuatro aspectos claves del coste: el coste inicial, la durabilidad, los costes de mantenimiento y los problemas de colocación.

COSTE

El coste inicial de colocación de un pavimento es a menudo el criterio principal considerado al seleccionar un pavimento resiliente. Sin embargo, es necesario considerar también los costes operativos continuos y los costes ocultos, tales como los impactos sobre la salud del personal sanitario y de los pacientes. Los análisis del coste de ciclo de vida arrojan que, si el coste inicial de un material es reducido, posteriormente los costes de mantenimiento de dicho material a lo largo de su ciclo de vida pueden ser realmente elevados [17, 18], incluso si no se consideran los costes ocultos.

DURABILIDAD

La mayoría de pavimentos colocados en entornos sanitarios deben soportar un alto volumen de tráfico, razón por la cual su durabilidad es esencial. Se deben tener que reemplazar poco frecuentemente, para minimizar la interrupción de los cuidados a los pacientes. Un pavimento típico debería durar 15-20 años y seguir siendo estéticamente agradable. Algunos tipos de pavimento resiliente, como el linóleo y el caucho, pueden durar hasta 30 años y más. De hecho, algunos pavimentos de caucho de alta calidad tienen una vida útil de 30 a 40 años. En teoría, esta longevidad debería tener un efecto positivo sobre el coste global. Sin embargo, en la práctica pocos pavimentos se dejan colocados durante tanto tiempo.

MANTENIMIENTO

El mantenimiento puede añadir costes sustanciales al coste global de ciclo de vida de un pavimento [17]. La opción de limpieza puede ser no sólo laboriosa,

sino que deberá también programarse en horas apropiadas, para minimizar las molestias causadas por los olores nocivos para los pacientes y el personal sanitario. Alternativamente podría resultar necesario cerrar áreas completas durante periodos de tiempo prolongados. También podría resultar necesario reparar los pavimentos con una frecuencia mayor que la inicialmente prevista, añadiendo así costes y molestias adicionales.

COLOCACIÓN

La colocación de un pavimento es un proceso que requiere considerar el tipo de material de pavimento, el empleo de instaladores experimentados, el uso de los adhesivos correctos, el conocimiento de las características del soporte y tiempo suficiente para realizar una colocación correcta. En todos los tipos de pavimento pueden surgir problemas durante la colocación, tales como ampollas, adherencia, aparición de grietas, decoloración, pandeos, muescas y baja calidad de las costuras de soldadura [6]. Por esta razón, la selección de los instaladores y de todos los materiales utilizados es decisiva para el éxito completo de un proyecto.

Otra posible fuente de emisiones tóxicas son los adhesivos del pavimento. No vamos a cubrirlos en el presente informe, excepto para decir que deberían utilizarse en el caso ideal una pasta de relleno y un adhesivo de dispersión de base acuosa y bajo nivel de emisiones (tal como se señala en la especificación para adhesivos "Blauer Engel" RAL-UZ 113).

CRITERIO 3 – SEGURIDAD CONFORTABLE

El criterio final contempla criterios tanto ergonómicos como estéticos que confluyen al seleccionar un material de pavimento.

ASPECTO Y ESTÉTICA

Una apariencia agradable y 'con aire de hogareño se ha convertido en un aspecto cada vez más importante a la hora de elegir un pavimento para el entorno sanitario, porque una apariencia más propia de un espacio público o anodina puede afectar negativamente a la salud de los pacientes.

Mientras que la resistencia a las manchas es importante en muchos equipamientos sanitarios, la elección de colores agradables y, a veces, la posibilidad de incorporar elementos de señalización directamente al pavimento, también puede resultar importante.

CONFORT Y AISLAMIENTO ACÚSTICO

En el caso ideal, el pavimento deberá presentar un bajo nivel de deslumbramiento, porque los pavimentos de alto brillo pueden provocar ansiedad frente a las caídas entre las personas mayores. Asimismo, el pavimento debería presentar, por lo menos, algo de efecto de cojín y absorber bien los ruidos. Las prestaciones ergonómicas de un pavimento son importantes para el personal médico, que a menudo permanece de pie durante largos periodos de tiempo. Las calidades de absorción acústica de un pavimento son asimismo importantes, porque un ruido excesivo contribuye al estrés.

SEGURIDAD

Los pavimentos colocados en entornos sanitarios deben ser resistentes al resbalamiento y capaces de absorber cierto grado de impacto en caso de producirse una caída, algo a considerar en particular en los módulos geriátricos. Los métodos de limpieza deberían evitar todo tipo de daños en la espalda o cualquier otro tipo de perjuicios para la salud.

OPCIONES DE PAVIMENTO RESILIENTE DISPONIBLES EN EUROPA

En Europa, la elección de un pavimento resiliente para entornos sanitarios es básicamente una elección entre PVC; linóleo y goma. La poliolefina, un material ampliamente disponible en EE.UU., no está disponible actualmente en el mercado europeo, por lo que no vamos a cubrir aquí sus características.

DIOXINAS

Las dioxinas se forman como un producto secundario no intencionado, pero inevitable, a lo largo del ciclo de vida completo del PVC, es decir, durante su producción, su eliminación y su reciclaje.

Las dioxinas son sustancias químicas PBT identificadas como altamente tóxicas, carcinógenas potentes, tóxicas para la reproducción y el desarrollo y disruptoras endocrinas [21]. Una exposición de corta duración a altas dosis de dioxina puede producir lesiones en la piel y alteraciones en el funcionamiento del hígado, mientras que la exposición de larga duración ha sido relacionada con varios tipos de cáncer y un debilitamiento de los sistemas inmunitario, nervioso y endocrino, así como de las funciones reproductoras. Las dioxinas son citadas en el Convenio de Estocolmo sobre contaminantes orgánicos persistentes (POPs), con las miras puestas en su eliminación a escala global. Muchos gobiernos del mundo monitorizan los niveles de dioxina en sus poblaciones y en el medio ambiente, especialmente en el caso de las contaminaciones de los alimentos por este compuesto [21].

Las opciones: PVC, linóleo o caucho

PVC

El policloruro de vinilo (PVC, ocasionalmente denominado vinilo) fue el tercer polímero más producido en 2010. La producción global de PVC fue en 2009 de 32 millones de toneladas y se prevé que crezca hasta los 55 millones de toneladas anuales en 2020 [19].

Los pavimentos de PVC, que comenzaron a comercializarse en los años 1950, se utilizan en forma de rollos o de losetas. Esta última forma de presentación no se utiliza en Europa. Se fabrican calentando resina de PVC con una serie de aditivos – retardantes de llama, plastificantes para conferir flexibilidad, pigmentos para proporcionar color, estabilizantes frente a las radiaciones UV, tales como el organozinc, para proteger contra la degradación causada por el calor y la luz, cargas minerales para mejorar sus propiedades y reducir costes.

Zonas donde se utilizan habitualmente pavimentos de PVC

Pasillos, escaleras y cajas de escalera, quirófanos, salas de espera, habitaciones de pacientes, vestíbulos, estaciones de enfermería.

FABRICACIÓN

La resina de PVC está compuesta por polímeros de cloruro de vinilo, obtenidos a partir del etileno (derivado del petróleo o del gas natural) bajo altas temperaturas, y cloro. Para facilitar la reacción se precisan numerosos compuestos químicos, que incluyen diversos disolventes, emulsionantes, antioxidantes, tensioactivos, agentes de acoplamiento, agentes iniciadores y aditivos.

El PVC consume aprox. un 40% del cloro producido a escala global. El cloro es un coproducto del proceso por el cual se obtiene hidróxido sódico (sosa cáustica),

la principal base fuerte utilizada en las industrias química y del papel. Se presume que el uso y la expansión global del PVC están impulsados en gran medida por la necesidad de usar cloro [20]. El PVC es una fuente principal de dioxinas, un contaminante medioambiental persistente, durante su producción y la eliminación de sus residuos.

PVC requiere asimismo la adición de plastificantes, tales como los ftalatos, para conferirle suavidad y flexibilidad, así como una serie de otras sustancias químicas, para potenciar u obtener ciertas características. Algunos de los metales tóxicos, antiguamente utilizados en la fabricación del PVC y como estabilizadores térmicos, han dejado de emplearse en la fabricación del PVC en los últimos años.

CRITERIO 1 – HIGIENE SOSTENIBLE

TOXICIDAD E IMPACTO MEDIOAMBIENTAL

Hay una serie de temas claves de toxicidad relacionados con los pavimentos de PVC a lo largo de su ciclo de vida, que convierten a este tipo de pavimentos en uno de los materiales más inadecuados para este tipo de aplicación en entornos hospitalarios. Este tipo de problemas incluye la formación de dioxinas durante la producción y la eliminación, la utilización de ftalatos, la polución del aire ambiental y los problemas con la eliminación y el reciclaje de los residuos.

LA FABRICACIÓN DE PVC EXPONE A LAS COMUNIDADES Y A LOS TRABAJADORES A SUSTANCIAS TÓXICAS

La producción de PVC puede resultar peligrosa para el personal de las fábricas a través de la exposición a sustancias químicas tales como los ftalatos [20] y los productos intermedios. Ciertas sustancias químicas liberadas durante la producción del PVC contribuyen a la contaminación global, al ser muy persistentes y bioacumulables [20].

En este contexto preocupan también dos productos intermedios de la producción del PVC, el dicloroetano (EDC) y el cloruro de vinilo monómero (VCM). El EDC está clasificado como posible carcinógeno humano y el VCM es un conocido carcinógeno humano, implicado en el desencadenamiento del angiosarcoma de hígado [22]. No sólo son vulnerables los trabajadores de esta industria, sino también las personas que viven en áreas adyacentes a plantas de producción de PVC [23]. Sin embargo, en los últimos años los trabajadores están por lo menos protegidos por métodos de producción más restrictivos, que han reducido sustancialmente los niveles de VCM y EDC liberados. Aun así pueden producirse fugas accidentales. [23].

ESTABILIZANTES TÉRMICOS

Los estabilizantes se adicionan para proteger el PVC contra los daños ocasionados por el calor y la luz. Históricamente se ha tratado de plomo, cadmio y zinc, pero el uso de cadmio ha sido eliminado y el plomo está siendo retirado gradualmente. Sus sustitutos son el butil estaño y el aceite de soja epoxidado [23].

LOS PROBLEMAS CON LOS FTALATOS

Los ingredientes clave que permiten que los pavimentos de PVC sean funcionales son los ftalatos. Representan entre el 10 y el 60% del producto final. Los ftalatos eran y son los plastificantes más comunes. Sin embargo, los plastificantes no se enlazan completamente con el material y, por consiguiente, es inevitable su migración al medio ambiente, incluyendo la vida silvestre y los humanos. Estudios recientes han mostrado que el grado de acumulación de los ftalatos en los humanos está claramente relacionado con factores medioambientales, tales como los materiales de construcción y, en particular, los pavimentos de PVC [24]. Aparte de esto, una vez los ftalatos se liberan del PVC, los pavimentos se endurecen con el paso del tiempo y requieren un costoso mantenimiento adicional.

Sus efectos perjudiciales están ampliamente difundidos y son bien conocidos [24], a pesar del acuerdo existente en la industria del plástico para negarlos [22]. Los ensayos en animales han revelado daños en el desarrollo sexual de ratas jóvenes, así

¿BIOPLASTIFICANTES?

La industria del PVC ha comenzado a introducir recientemente una nueva generación de los denominados bioplastificantes como alternativa a los ftalatos. Estos compuestos están basados en materiales naturales (caña de azúcar, aceite de ricino hidrogenado, ácido cítrico, aceite de soja), que son sometidos a un proceso químico para convertirlos en plastificantes. La eliminación de los ftalatos es un paso positivo en la dirección correcta, aunque sólo incide sobre una parte del problema de las sustancias tóxicas y el PVC.

Hasta la fecha no se ha informado todavía sobre experiencias prácticas con pavimentos que contengan estos nuevos bioplastificantes.

como que causan cáncer de hígado. En los humanos parece que afectan negativamente al sistema reproductor masculino [24]. Se ha mostrado también que los ftalatos representan un riesgo para el manejo de las enfermedades relacionadas con alergias [25].

Los plastificantes corrientemente utilizados en pavimentos, tales como el DEHP (diethilexil ftalato) y el BBP (butil bencil ftalato) han sido sustituidos recientemente por el DIDP (diisodecil ftalato) y el DINP (diisononil ftalato) para amortiguar la preocupación acerca de su toxicidad [23].
Ensayos en animales revelan que DINP puede ser una sustancia tóxica para el desarrollo. Además, sus efectos anti-androgénicos están sobradamente documentados, que se relacionan con síndromes como la criptorquidia y un desarrollo anormal de los tejidos reproductivos [26].

La experiencia con otras nuevas generaciones de PVC con contenido en ftalatos (DINP o DIDP) ha arrojado una reactividad incrementada con los adhesivos y un mayor encogimiento de las juntas de estanqueidad, que se traducen en riesgos para la higiene causados por invasiones bacterianas [27]. Las prestaciones prácticas de estas nuevas versiones de pavimentos de PVC todavía están pendientes de demostración. Además, estos nuevos tipos de pavimento vienen con acabados de poliuretano aplicados en fábrica, que – dependiendo de su grosor - pueden desgastarse rápidamente.
A pesar de los numerosos problemas con sustancias químicas tóxicas, la industria sostiene que el PVC presenta unas 'características inherentes relacionadas con la sostenibilidad' [28].

EL PROBLEMA DEL MERCURIO ESTÁ RETROCEDIENDO LENTAMENTE

El cloro, un ingrediente principal en la fabricación del PVC, se puede producir utilizando un proceso con celdas de mercurio. Dicho proceso ha sido una fuente significativa de contaminación por mercurio. El mercurio es un tóxico para el sistema neurológico y para el desarrollo, que puede perjudicar el desarrollo neurológico de los niños, entre otros problemas de salud. La respuesta de la industria del PVC a este tema ha sido animar a sus fabricantes a cambiarse a

un proceso libre de mercurio y más eficiente energéticamente. En 2010 la mitad de la producción europea estaba libre de mercurio y se prevé que el relevo del proceso con mercurio se complete antes de 2020. Aparte de los esfuerzos de la propia industria, la legislación REACH también forzará la completación del relevo del proceso basado en mercurio [21].

OTROS USOS DE METALES PESADOS QUE ESTÁN DECAYENDO

Los estabilizantes a base de cadmio han sido en gran medida retirados, en línea con el propio objetivo voluntario de la industria, que tiene puesto el horizonte en los 10 años. En 2011 el consumo de estabilizantes basados en plomo había sido reducido mediante su sustitución en un 76% por estabilizantes basados en calcio [29]. Aunque la retirada del cadmio y la más lenta retirada del plomo son elogiables, el PVC reciclado y el PVC todavía en uso siguen conteniendo estos metales y lo seguirán haciendo durante muchos años [30].

Al colocar un nuevo pavimento hay que tener en cuenta la eliminación del viejo pavimento de PVC con contenido de metales pesados.

ELIMINACIÓN DE RESIDUOS TÓXICOS

El vertido ha sido el método de eliminación del PVC predominante, pero los productos de PVC son muy resistentes a la biodegradación. Pueden transcurrir alrededor de 1000 años hasta que el PVC en un vertedero se degrade [30]. Sin embargo, un problema significativo es el destino de los aditivos, en particular los plastificantes, que pueden lixiviarse y contaminar las aguas subterráneas y el suelo [30]. Muchos países de la UE restringen o prohíben ahora el vertido de pavimentos. La alternativa de la incineración de residuos es problemática, porque puede traducirse en unas mayores emisiones de dioxinas y halógenos [30].

LOS LÍMITES DEL ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA

El análisis del ciclo de vida (ACV) es una herramienta para identificar los impactos medioambientales de los productos a lo largo de la mayoría de las etapas de su ciclo de vida, desde la 'cuna hasta la tumba'. Se basa en gran medida en conjuntos de datos y asunciones conocidas, es decir, que compara los impactos basados en flujos de materiales bien comprendidos y cuantificados. Presenta serias limitaciones en relación con el análisis de los riesgos por toxicidad, especialmente aquellos para los que los datos disponibles son inciertos o desconocidos. El ACV no es adecuado para magnitudes de entrada todavía no bien cuantificadas, afectadas por patrones de uso o sujetas a límites máximos o restricciones absolutas. El ACV ni es integral, ni es imparcial, ni es completo. Algunos investigadores afirman que el ACV presenta parcialidades ocultas a favor de materiales con impactos medioambientales clave negativos, en particular las sustancias químicas PBT [31]. Por ejemplo, en un estudio ACV que comparaba el PVC con el linóleo, resulta que el PVC tiene mejores prestaciones medioambientales, porque se ha dado un peso abrumador al potencial del linóleo para promover la eutrofización, la escorrentía de tierras de cultivo de plantas de lino para producir la linaza utilizada en el linóleo. Se consideraron de forma incompleta o se ignoraron los impactos potenciales para la salud de los demás materiales [32].

El ACV presenta limitaciones y no se debería confiar en el mismo para obtener respuestas categóricas al escoger entre el PVC y los materiales competidores.

¿ES UNA BUENA IDEA RECICLAR EL PVC?

Tradicionalmente, las tasas de reciclaje de materiales de PVC (materiales de construcción, tubos, cables, piezas de coche, etc.) postconsumo han sido muy bajas en Europa (<3%). La industria reaccionó creando Vinyl2010 en 2000. La finalidad de esta organización es aumentar y monitorizar la gestión de residuos de PVC. En 2011 Vinyl2010 informó que el reciclaje había aumentado desde aprox. 40.000 t de residuos de PVC postconsumo en 1999 hasta poco más de 260,000 t en 2010, un incremento significativo [29]. Sin embargo, un análisis más detenido de las cifras anuales revela que, aunque el reciclaje global del PVC ha aumentado significativamente, la proporción correspondiente a los pavimentos de PVC es muy pequeña– menos del 1% del reciclaje de PVC en 2010.

Aunque el concepto del reciclaje de los residuos es, en principio, una idea sensata, en la práctica hay una serie de problemas a considerar. El PVC contiene una amplia variedad de aditivos, tal como se ha señalado anteriormente, y dependiendo del método de reciclaje aplicado, éstos pueden ser liberados y convertirse en tóxicos para el medio ambiente, o hay que separarlos y eliminarlos de forma responsable.
Si el reciclaje incluye la utilización de calor, pueden escaparse compuestos volátiles y tóxicos al aire. El reciclaje del PVC puede estar utilizando también diversos reactivos auxiliares (detergentes o floculantes), que pueden contaminar el medio ambiente [33].

Un tema clave a considerar en el reciclaje son los aditivos tóxicos propagados a nuevos productos. Por esta razón, la etiqueta 'Blauer Engel' no permite la utilización de ningún contenido reciclado en ningún material.

CRITERIO 2 – VIDA ÚTIL RENTABLE

Un factor importante en el coste global es el coste de mantenimiento de un pavimento. El PVC exige mucho mantenimiento, incluyendo el decapado y el encerado, que resulta laborioso y caro. Adicionalmente, puede resultar necesario impedir el acceso al área a limpiar y programar la operación durante el horario nocturno, para minimizar las molestias causadas a los pacientes y al personal por los vapores nocivos y los productos químicos empleados en el proceso [6].

Para minimizar el mantenimiento diario, el PVC de alta calidad se recubre en fábrica con poliuretano, pero este recubrimiento debe ser renovado después de varios años. Esta operación es costosa, porque puede resultar necesario cerrar secciones completas para efectuar la renovación del pavimento.
Alternativamente se pueden aplicar también costosos recubrimientos no permanentes, que se mantienen habitualmente con un método de limpieza relativamente costoso.

Para muchas instalaciones sanitarias el menor coste inicial del PVC resulta, sin duda, atractivo. Pero, a la hora de instalar un pavimento, es importante mirar más allá. Aunque el vinilo es habitualmente la más barata de las opciones de recubrimiento de suelo, sus costes de mantenimiento pueden ser de 9-15 veces superiores a los de instalación [17]. Adicionalmente, la introducción de nuevos tipos de plastificantes y recubrimientos puede traducirse en una menor durabilidad y problemas de reparación inesperados [27].

CRITERIO 3 – SEGURIDAD CONFORTABLE

Aunque los pavimentos de PVC tienen un aspecto agradable, pueden ser ruidosos, carecer de confort al caminar sobre los mismos y, como se ha mencionado anteriormente, requerir una limpieza y un encerado frecuentes cuando el recubrimiento se ha desgastado [5].

LAS OPCIONES: PVC, LINÓLEO O CAUCHO

Según nuestro punto de vista, no se debería utilizar un pavimento de PVC. Presenta muchas desventajas y ninguna ventaja aparte del coste inicial bajo. No existe posibilidad alguna de que un pavimento de PVC pueda obtener el certificado 'Blauer Engel', porque resulta imposible eliminar el cloro, las dioxinas y muchas otras sustancias tóxicas asociadas con su fabricación.

B2

Estudio de caso 1:
Hospital Universitario de Amberes, Bélgica

LOS PAVIMENTOS DE CAUCHO REEMPLAZAN EL PVC

Fundado en 1979, el Hospital Universitario de Amberes (Universitair Ziekenhuis Antwerp, UZA) es un hospital general moderno y eficiente, que ofrece una gama completa de instalaciones de atención sanitaria. Con sus 573 camas, cada año aproximadamente 26.200 pacientes hospitalizados y casi 30.000 pacientes ambulatorios son tratados allí y se realizan unas 17.000 operaciones. En 1996 el hospital decidió sustituir gradualmente los viejos revestimientos de PVC. Después de probar una serie de diferentes pavimentos resilientes se eligió un pavimento de caucho de alta calidad. Este pavimento de caucho se puede encontrar ahora en todas las áreas del hospital, incluyendo los quirófanos, las habitaciones de los pacientes, el módulo de accidentados y de urgencias, las salas de TRM y rayos X, los laboratorios y los pasillos, así como en el ala administrativa.

UN PAVIMENTO HIGIÉNICO, CON UNA COLOCACIÓN SIN JUNTAS

Los recubrimientos de suelo adquiridos no contienen ningún plastificante. Esto no sólo se traduce en un impacto medioambiental menor, sino que significa también que permanece estable dimensionalmente y no se contrae, por lo cual no es necesario sellar las juntas. Esto permite, a su vez, desinfectar los suelos más eficazmente, según el director técnico del hospital. Esta afirmación se ve confirmada por ensayos realizados periódicamente por higienistas a solicitud del titular del hospital. Además, los pavimentos de caucho son insensibles a las manchas y resistentes a los desinfectantes de superficies, los disolventes, los ácidos diluidos y el hidróxido sódico. Las sustancias con contenido de yodo también se pueden eliminar fácilmente. Otra ventaja de la colocación sin juntas es el aspecto uniforme del área pavimentada.

NO PRECISAN RECUBRIMIENTO, LIMPIEZA FÁCIL Y ECONÓMICA

A diferencia de otros revestimientos resilientes para suelos, los pavimentos de caucho de alta calidad no precisan ningún recubrimiento o revestimiento adicional. Esto significa que no sufren desgaste, suciedad incrustada, arañazos ni decoloración del recubrimiento.

AISLAMIENTO IDÓNEO DEL RUIDO DE PISADAS

Otro aspecto que desempeña un papel clave para el hospital es la excelente absorción del ruido de pisadas de los recubrimientos de suelo de caucho. Gracias a ello, en las áreas del hospital provistas de recubrimientos de suelo de caucho reina un ambiente silencioso, a pesar del intenso tráfico de público. Junto con las ventajas de tipo acústico, las calidades ergonómicas de los pavimentos de caucho también resultan ventajosas para los pacientes y para el personal. Debido a la mayor elasticidad, el pavimento de caucho resulta más confortable para el personal que está a menudo de pie durante periodos de tiempo prolongados y es menos agresivo para los pacientes que tienen dificultades para caminar y estar de pie.

CONSEJOS PARA LA ADQUISICIÓN DE UN PAVIMENTO RESILIENTE MÁS SALUDABLE

Al adquirir un pavimento resiliente, ya sea para un proyecto de renovación o para una nueva instalación, es importante ser muy específico en lo que respecta al material deseado. He aquí algunos consejos prácticos y preguntas a hacer:

- Investigue qué pavimento es el idóneo sobre la base tanto de factores de impacto medioambiental como de otros factores, como el coste y el uso previsto.
- Identifique sus necesidades y descríbalas mediante especificaciones técnicas claras y precisas, utilizando factores medioambientales allí donde sea posible (con condiciones aprobado/rechazado).
- Especifique condiciones que hagan referencia a estándares de certificación ecológica.
- Exija unas mejores prácticas a todos los contratistas.
- Incluya parámetros de prestaciones medioambientales, tales como el uso de materias primas, métodos de fabricación sostenibles, eficiencia energética, emisiones, eliminación de residuos, reciclabilidad, utilización de sustancias químicas tóxicas, etc.
- Establezca unos criterios de selección basados en sus propias especificaciones.
- Haga uso de cláusulas contractuales sobre prestaciones para definir condiciones relevantes y medioambientales adicionales.

Una guía útil es el manual '¡Compras ecológicas! Manual sobre la contratación pública ecológica', de la Comisión Europea [34].

Linóleo

El linóleo fue desarrollado por vez primera en 1855 y se convirtió en el recubrimiento de suelo preferido para las áreas de uso intensivo hasta los años 1960. Fue reemplazado en gran medida por el PVC, pero recientemente ha experimentado una recuperación. Está hecho en gran parte de materiales renovables y es biodegradable.

En las aplicaciones residenciales, el linóleo se ha utilizado tradicionalmente en cocinas. Comercialmente el linóleo ha sido popular para áreas sujetas a un tráfico peatonal extraordinariamente intenso, tales como estaciones de autobús, aeropuertos y escuelas, así como hospitales y galerías de arte. Presenta una buena resistencia a la abrasión, buenas propiedades de atenuación acústica y una elevada durabilidad general.

Hay disponibles linóleos con ecoetiquetas apropiadas (ver más detalles en el Anexo 3), pero como siempre es importante obtener un producto de alta calidad.

FABRICACIÓN

Tradicionalmente el linóleo estaba hecho de linaza secada y molida, mezclada con otros materiales vegetales (colofonia, serrín, corcho molido) y pigmentos. Hoy en día se sustituye habitualmente la linaza por tall oil, un subproducto de la fabricación de la pulpa y del papel. Tradicionalmente el linóleo lleva también un tejido de yute en el reverso. Requiere la aplicación de adhesivos durante su colocación. En el caso ideal el adhesivo debería tener también una certificación ecológica, para prevenir posibles problemas de calidad del aire.

CRITERIO 1 – HIGIENE SOSTENIBLE

TOXICIDAD E IMPACTO MEDIOAMBIENTAL

Uno de los temas clave en relación con el linóleo es que no se pueden utilizar productos químicos agresivos con el mismo. Aunque esto es hasta cierto punto una ventaja, porque se traduce en la utilización de productos de limpieza más suaves, también significa que el mantenimiento de un régimen de higiene estricta

puede convertirse en un reto [6]. Son bien conocidas otras ventajas medioambientales del linóleo. Es antiestático y repele la suciedad y otras partículas pequeñas, por lo cual tiene propiedades hipoalergénicas. Está hecho de materiales renovables, es 100% biodegradable y no utiliza ni libera PBTs durante su fabricación o su vida útil [6].

Aunque la linaza, utilizada como ingrediente del linóleo, es renovable, es importante tener en cuenta cómo se ha cultivado el lino. Las consideraciones a hacer incluyen si ha sido tratado con pesticidas o herbicidas durante su cultivo y, en caso afirmativo, con cuáles. Los herbicidas utilizados habitualmente incluyen el PBT trifluralina (un carcinógeno, disruptor endocrino y tóxico para las aguas), el fungicida mancozeb (un carcinógeno y disruptor), el herbicida bromoxinil (un tóxico para el desarrollo) y el insecticida Triclorfon (neurotóxico). En el caso ideal se habrán utilizado linazas cultivadas sin productos químicos tóxicos. Otro tema muy distinto es si esta exigencia resulta realista, dado el precio relativamente elevado de la linaza orgánica (utilizada principalmente para consumo humano). No nos consta que un producto de este tipo esté disponible.

La utilización de tall oil o de colofonia líquida (un subproducto de la fabricación de pulpa de madera, principalmente de coníferas) en lugar de linaza, también podría introducir una serie de sustancias químicas potencialmente peligrosas en la cadena, tales como el benceno (que está siendo lentamente reemplazado por el n-butano), el acetaldehído y el formaldehido utilizados por la industria de la pulpa [2]. Nuevamente, en el caso ideal los mismos árboles deberían ser cultivados de forma sostenible, sin pesticidas tóxicos, etc. El polvo puede representar un problema durante la fabricación y si no se adoptan las precauciones adecuadas, puede conducir a irritación de los bronquios y la piel en los trabajadores [2]. Como el linóleo es resistente al fuego por naturaleza, no requiere la adición de retardantes de llama.

PROBLEMAS DE CALIDAD DEL AIRE INTERIOR

Pueden darse problemas de calidad del aire interior debido a los adhesivos utilizados durante su colocación. El linóleo mismo puede emitir un olor desagradable como resultado del proceso de oxidación de la linaza. Durante este proceso se liberan aldehídos y, aunque éstos son en parte responsables de las propiedades antibacterianas y fungicidas del pavimento, pueden tener también efectos perjudiciales sobre el bienestar y la salud humana, que cubren desde el olor desagradable hasta dolores de cabeza, tos y dermatitis [35].

Para superar los problemas que representan estos olores, el linóleo puede ir recubierto con un poliuretano o poliacrilatos curados con UV. Aunque este tratamiento incrementa también la resiliencia y reduce el mantenimiento, trae también consigo sus propios problemas de toxicidad. Recientemente los fabricantes han comenzado a utilizar variedades de linaza con un olor menos intenso [2].

SOSTENIBILIDAD

El 80% del linóleo está hecho de recursos renovables o de material reciclado post-industrial (serrín, tall oil). Aunque la renovabilidad del recurso es una consideración, también es importante cómo se consigue la renovabilidad. Por ejemplo, el tipo de método de producción agrícola/forestal, el impacto global de la producción sobre el entorno y sus habitantes (humanos u otros).

Los análisis de ciclo de vida del linóleo a menudo citan la eutrofización del agua (causada por la escorrentía de tierras agrícolas) como un elemento negativo clave de la producción de linóleo. Sin embargo, las prácticas de la agricultura sostenible pueden resolver este problema, así como también los problemas de toxicidad por pesticidas antes comentados [36].

Las opciones para la eliminación del linóleo al final de su ciclo de vida incluyen la incineración, el vertido y el reciclaje. La opción más corriente para el linóleo es la deposición en vertederos, donde se descompone con seguridad en sustancias mayormente inocuas (dependiendo de los adhesivos utilizados). El linóleo es también compostable, pero esta opción es todavía bastante rara e incluye el reto de la eliminación del adhesivo (algo requerido también para las opciones de reciclaje).

Zonas donde se utiliza habitualmente el linóleo

Pasillos, salas de espera, habitaciones de pacientes, vestíbulos, estaciones de enfermería.

El linóleo no está recomendado para salas de tratamiento y quirófanos, debido a sus problemas potenciales de humedad (no se pueden encharcar para limpiarlo) y porque el yodo puede dejar manchas en el pavimento [6].

VEREDICTO SOBRE EL LINÓLEO

El linóleo puede representar una opción atractiva en muchas situaciones, especialmente porque los costes iniciales son bastante bajos, aunque es inadecuado para determinadas condiciones, como el control de las infecciones. Sin embargo, la calidad y la reparabilidad del producto pueden plantear retos serios [6]. Una serie de pavimentos de linóleo disponibles han obtenido la ecoetiqueta 'Blauer Engel' o natureplus (ver los Anexos 3 y 4). Esta última certificación exige un porcentaje muy elevado de contenido natural.

CRITERIO 2 – VIDA ÚTIL RENTABLE

COSTE, DURABILIDAD Y MANTENIMIENTO

El linóleo es menos caro que otras opciones de pavimento resiliente [6], pero incluye una serie de retos de mantenimiento costosos. En general, cuando se comparan el PVC, el caucho y el linóleo en términos de coste a lo largo del ciclo de vida, el linóleo acarrea unos costes iniciales bastante bajos, pero unos costes de ciclo de vida más elevados, impulsados por la necesidad de aplicar recubrimientos protectores de poliuretano (PU) o acrílicos. Estos recubrimientos pueden presentar o bien una superficie endurecida con UV o una protección de base acuosa. Los recubrimientos de base acuosa requieren una protección adicional, como mínimo una o dos veces al año, lo cual se traduce en costes adicionales. Los recubrimientos de base PU endurecidos con UV puede agrietarse bajo el efecto de cargas directas (p.ej. ruedas) o se desgastarán a causa de un tráfico peatonal o una limpieza intensiva [18]. Además, con el paso del tiempo, las costuras soldadas podrían abrirse, requiriendo una reparación. A menudo, los recubrimientos de PU dañados son reparados con recubrimientos bicomponente de PU de tipo reactivo, que no presentan las mismas características que el recubrimiento original endurecido por UV, o son simplemente cubiertos con protecciones poliméricas temporales, que requieren una renovación anual y un mantenimiento costoso.

COLOCACIÓN

Los problemas de colocación clave del linóleo incluyen la formación de ampollas, la contracción y la decoloración. El linóleo puede ser también inadecuado para proyectos de renovación en los que el tiempo es un factor crítico, porque no soporta un tráfico intenso durante las primeras 72 horas posteriores a la colocación [6].

CRITERIO 3 – SEGURIDAD CONFORTABLE

El linóleo tiene un aspecto natural y colorido, además de ser relativamente suave y atenuar el ruido de pisadas. La posibilidad de utilizar una variedad de patrones y diseños también puede resultar útil en determinados entornos, como las áreas pediátricas.

Pavimentos de caucho

Aparte del linóleo, el pavimento de caucho es la alternativa más extendida al pavimento de PVC [6]. Hasta principios del siglo XX, los pavimentos de caucho se fabricaban principalmente a partir de caucho natural, hasta que las dificultades de suministro desembocaron en el desarrollo del caucho sintético. El primer y todavía más común caucho sintético es el caucho estireno-butadieno (SBR), pero en la actualidad hay disponibles también otras formulaciones, como el polibutadieno, el etileno propileno (EPDM), el acrilonitrilo-butadieno (NBR, conocido también como caucho nitrilo), el policloropreno (denominado también neopreno), el poliisopreno sintético, la silicona y el etilenvinilacetato (EVA) [2].

También se está fabricando y utilizando de nuevo el caucho natural. Está hecho del látex de árboles del caucho (Hevea brasiliensis) maduros y, en el caso ideal, se les adicionan materias primas minerales extraídas de yacimientos naturales y se colorean con pigmentos producidos de forma medioambientalmente sostenible. Algunos fabricantes utilizan una mezcla de caucho sintético y natural en la fabricación de pavimentos de caucho, p.ej. 1/3 de caucho natural, 2/3 de SBR, así como minerales de origen natural, extraídos en Alemania en minas a cielo abierto [35].

El pavimento de caucho es sólido y relativamente resistente al fuego. Es adecuado para zonas con un tráfico muy intensivo y puede ser dotado de características antideslizantes. Si se selecciona la calidad apropiada, los requerimientos de mantenimiento son muy favorables, al no precisar encerado ni pulimentado. Estos pavimentos presentan unas buenas propiedades acústicas (bajo nivel de ruido) y resultan confortables cuando se camina sobre los mismos, debido a la resiliencia inherente al caucho.

Zonas donde se utiliza habitualmente el pavimento de caucho

Pasillos, escaleras y cajas de escalera, quirófanos, estaciones de enfermería, habitaciones de pacientes.

En función de la calidad del pavimento de caucho puede haber problemas con la calidad del aire interior y resulta esencial escoger un pavimento de caucho que haya recibido una ecoetiqueta apropiada. Si el caucho contiene, por ejemplo, caucho reciclado, la calidad del aire puede convertirse en un problema serio (ver el Estudio de caso 2 más adelante).

FABRICACIÓN

El caucho sintético se produce a partir del petróleo o de derivados del petróleo. De forma similar al PVC, requiere numerosas sustancias químicas adicionales, tales como productos intermedios y aditivos, incluyendo catalizadores, acelerantes y agentes de parada de la polimerización, disolventes, emulsionantes, agentes de acoplamiento, agentes iniciadores y modificadores.

Puede que estén disponibles productos para pavimentos hechos enteramente de caucho natural, pero al parecer estos productos no se están utilizando en el sector sanitario [2].

CRITERIO 1- HIGIENE SOSTENIBLE

La fabricación de pavimentos de caucho sintético no requiere plastificantes y no libera dioxinas durante la misma. Sin embargo, la producción actual de caucho sintético, en particular los pavimentos de SBR, puede contener cantidades significativas de otros PBTs, que incluyen el plomo, el mercurio y los hidrocarburos aromáticos policíclicos.

También pueden utilizarse retardantes de llama como aditivos en los SBR y otros pavimentos de caucho. Los pavimentos de caucho pueden incorporar también PBTs, conocidos como posibles carcinógenos, disruptores endocrinos y tóxicos para el medio acuático. Los usuarios finales pueden quedar expuestos, entre otros, a retardantes de llama y residuos de estireno, un posible carcinógeno, posiblemente neurotóxico y disruptor endocrino.
En función de la calidad del pavimento de caucho, la calidad del aire interior puede representar asimismo un problema. El SBR se fabrica a partir de estireno, un compuesto posiblemente carcinógeno, y 1,3-butadieno, conocido por ser carcinógeno. Como se ha señalado

anteriormente, se precisan muchos compuestos químicos adicionales como productos intermedios y aditivos.

El mercurio también puede plantear un problema serio en los pavimentos de caucho, porque puede utilizarse como catalizador en el proceso de fabricación. Las plantas de fabricación de SBR pueden liberar al aire muchos miles de compuestos químicos altamente tóxicos, con lo cual los trabajadores y las comunidades pueden quedar expuestos a un mayor riesgo de leucemia y patologías cardíacas. Las sustancias químicas liberadas pueden incluir plomo, mercurio, acrilonitrilo, etilbenceno, benceno y otras sustancias tóxicas peligrosas [11].

La cantidad liberada de estos subproductos tóxicos depende en gran medida de las instalaciones de producción de los fabricantes de pavimentos, así como de los fabricantes de las materias primas y sus capacidades para producir un producto de muy alta calidad. Como siempre, la certificación ecológica permite distinguir qué pavimento de caucho contiene los subproductos o los materiales menos tóxicos. La certificación 'Blauer Engel' es fiable en la mayoría de aspectos. Sin embargo, algunos municipios de Alemania y sus asesores científicos han señalado que los niveles de emisiones de estireno permitidos deberían estar en línea con los criterios recomendados por la Comisión Alemana de Higiene del Aire Interior (IRK) y ser, en consecuencia, considerablemente más bajos [28]. En el caso ideal, el fabricante debería indicar también los resultados alcanzados, de acuerdo con las directrices sobre calidad del aire de los espacios interiores, utilizando, por ejemplo, los criterios alemanes IRK [37].

Los pavimentos de caucho con contenido de post-consumo reciclado merecen una nota de precaución especial. Se trata mayormente de neumáticos y pueden contener cantidades significativas de materiales tóxicos, lo cual los hace inadecuados para entornos interiores.

ELIMINACIÓN DE RESIDUOS

La eliminación de los residuos de pavimento de caucho puede resultar problemática, especialmente en el caso del SBR. La mayor parte de los pavimentos de caucho se destinan a vertederos o a la incineración. Actualmente no existen estudios sobre las potenciales sustancias químicas tóxicas potencialmente emitidas, pero dados los ingredientes de un caucho SBR, se puede esperar la presencia de una serie de sustancias químicas problemáticas [2].

Algunos fabricantes de pavimentos practican la reutilización sistemática, al utilizar residuos de la producción, tales como retales, polvo de lijado, etc. para producir otros productos. Pueden ofrecer también la retirada de retales, embalajes y pavimentos viejos

(si han sido adquiridos a ellos). Estas medidas sólo son posibles si el residuo de caucho no contiene halógenos ni otras sustancias tóxicas.

A diferencia de los neumáticos viejos, estos pavimentos de caucho desechados están pensados para uso interior y, por consiguiente, se pueden seguir utilizando en interiores [40].

En los pavimentos de caucho con certificaciones ecológicas adecuadas, como la 'Blauer Engel' y la 'Umweltzeichen' austriaca, está garantizado que no contienen estas sustancias químicas y que se pueden eliminar de forma segura. Son aceptados sin más para ser incinerados y no contienen halógenos; además, los costes de su incineración son inferiores a los del PVC.

CRITERIO 2 – VIDA ÚTIL RENTABLE

Dependiendo del tipo y la calidad, un pavimento de caucho puede tener una esperanza de vida larga, y aunque su coste pueda parecer en un principio más elevado que el de otros materiales para pavimentos, esto puede quedar compensado por los ahorros en mantenimiento y reparación, así como por un entorno mejorado para la salud del personal y de los pacientes [6].

Los pavimentos de caucho de calidad tienen la ventaja de un mantenimiento sencillo, al no requerir el encerado ni el decapado y poder prescindir de productos químicos agresivos. Los pavimentos se pueden limpiar, además, mientras los recintos están ocupados, minimizando las molestias para el personal y los pacientes. Los pavimentos de caucho son relativamente insensibles a las manchas, sufren menos abrasiones del color y presentan una contracción mínima o nula [6].

Hay muchas calidades distintas de pavimentos de caucho en el mercado, por lo que resulta esencial probar y evaluar cuidadosamente las opciones antes de comprar, para asegurarse de que darán las máximas prestaciones posibles. Adicionalmente, es fundamental facilitar unas especificaciones de licitación exhaustivas, que incluyan todos los criterios relevantes en relación con la sostenibilidad, las prestaciones del pavimento, los requerimientos de limpieza, etc.

CRITERIO 3 – SEGURIDAD CONFORTABLE

Los pavimentos de caucho tienen unas características acústicas excelentes y permanecen durante mucho tiempo confortables al caminar sobre los mismos. No causan deslumbramiento y no son deslizantes cuando están mojados [6].

VEREDICTO SOBRE EL CAUCHO

El potencial de los pavimentos de caucho de presentar una toxicidad baja o alta depende en gran medida de su proceso de fabricación y de los ingredientes empleados. Algunos pavimentos de caucho tienen claramente un potencial tóxico muy elevado, pero en el extremo contrario del espectro algunas fabricantes han obtenido la ecoetiqueta 'Blauer Engel' y han podido aportar, además, resultados conformes con las directrices sobre calidad del aire en espacios interiores como las de IRK.

Al considerar un pavimento de caucho es esencial escoger inteligentemente, por ejemplo evitando los pavimentos de caucho que contengan neumáticos reciclados, y enfocarse en los pavimentos de caucho provistos de una certificación ecológica apropiada.

Estudio de caso 2:
¡Seleccionar el pavimento equivocado puede salir caro!

Cuando en 2004 la Agencia Federal Medioambiental de Alemania (UBA) decidió construir una nueva sede en Dessau, se pretendía que fuera un modelo de la sostenibilidad. El objetivo era utilizar materiales que, en cuanto a producción, transporte, uso y residuos, tuvieran las mejores credenciales sanitarias y medioambientales posibles.

La agencia se decidió a favor de un pavimento de caucho, en concreto 18.600 m2 de pavimento. Se eligió a un fabricante italiano, en parte para reducir los costes iniciales al mínimo y quizás con la idea de que una parte del pavimento estuviera fabricada a partir de material reciclado, lo cual lo hacía atractivo en términos de sostenibilidad.

Después de sólo unas pocas semanas quedó patente que el pavimento no daba el resultado esperado y hubo que quitarlo. Las mediciones arrojaron que el contenido de naftaleno en el aire multiplicaba por 3 los criterios de AgBB, mientras que los niveles de 1,3 dicloropropanol, un compuesto organoclorado tóxico, eran 22 veces superiores a los límites permitidos por la UE.

Investigaciones posteriores revelaron que el material reciclado empleado para la capa de atenuación acústica estaba obtenido de asientos de coche viejos, que contenían retardantes de llama tóxicos.

La agencia demandó a los proveedores y perdió el pleito. Era claramente un caso de 'cuenta y riesgo del comprador'. Lamentablemente, la agencia no había especificado suficientes detalles en los requerimientos clave de la licitación (tal como está estipulado en la legislación europea sobre licitaciones en la contratación pública).

Quizá la única buena noticia sea que la agencia no renunció a utilizar un pavimento de caucho.
Se aseguraron de que el nuevo material de pavimento (a pesar de ser inicialmente mucho más caro) tuviera la certificación ecológica adecuada.

Fuente: Däumling 2012 [39]

¿Qué pavimento escoger?

Cuando se selecciona un pavimento resiliente es fundamental escoger con inteligencia, por ejemplo, evitando los pavimentos de caucho que contengan neumáticos reciclados, y enfocándose en pavimentos de caucho que dispongan de una certificación ecológica adecuada.

Dadas las diferentes características medioambientales y sanitarias, el pavimento resiliente idóneo es inocuo a lo largo de su ciclo de vida, práctico (higiénico, fácil de limpiar) y duradero, seguro, silencioso al caminar sobre el mismo, estéticamente agradable y rentable. Aunque en la actualidad este material no existe, algunas de las opciones de pavimento disponibles hoy en día se acercan bastante.

En la tabla 2 se resumen las características clave de los tres materiales para pavimento y nuestras recomendaciones.

Evitar los pavimentos de PVC

En pocas palabras, pensamos que deberían evitarse los pavimentos de PVC, debido a las sustancias químicas implicadas en su fabricación y eliminación, así como por sus problemas de mantenimiento. Es menos confortable que el linóleo o el caucho.

El linóleo puede ser apropiado para muchas zonas

El linóleo evita los problemas de halógenos y dioxinas, pero la calidad del aire puede seguir siendo una preocupación. El linóleo puede ser adecuado para muchas zonas, pero no se recomienda para las salas de tratamientos y los quirófanos, debido a su potencial de absorción de la humedad. Su mantenimiento y su sensibilidad a las manchas también pueden representar un problema.

Los pavimentos de caucho, si disponen de una ecoetiqueta apropiada, ofrecen las mejores posibilidades

Si se escoge un pavimento con una ecoetiqueta apropiada, como la 'Blauer Engel', y una calidad de la superficie adecuada, un pavimento de caucho ofrece las mejores posibilidades para aunar unos costes de mantenimiento reducidos, unas características de higiene y acústicas, así como un confort, muy buenos.

Evitar los pavimentos de caucho de baja calidad

Finalmente, las consideraciones clave a la hora de elegir un determinado pavimento son los requerimientos de instalación y mantenimiento. El pavimento forma parte de un sistema de construcción y es importante utilizar materiales compatibles y medioambientalmente sostenibles, adhesivos con un bajo nivel de toxicidad, un soporte apropiado, etc. Los instaladores deberían tener experiencia en la colocación del sistema.
En función del pavimento instalado será también importante impartir al personal de mantenimiento una formación completa sobre las rutinas de mantenimiento, especialmente si el nuevo pavimento es distinto del instalado anteriormente.

Estudio de caso 3: Clínica Pasteur, Toulouse, Francia

La Clínica Pasteur de Toulouse decidió acometer la renovación del pavimento de su atrio de 80.000 m2 de forma pragmática, pero sin perder de vista la incorporación de criterios de sostenibilidad en su entorno hospitalario. Los criterios clave eran aquí equilibrar los costes con la durabilidad y la facilidad de limpieza. También se pusieron en un primer plano en la evaluación las cuestiones de calidad del aire, con el objetivo específico de alcanzar unos niveles de calidad del aire traducidos en menos de 300 µg/m³ de COVs. La decisión recayó a favor de un pavimento de caucho de alta calidad alemán con certificación 'Blauer Engel'. Esta elección ha encontrado una acogida entusiasta tanto por parte del personal como de los pacientes.

La clave de este planteamiento ha sido hacer que todos — empleados, médicos y pacientes — se sintieran implicados en la introducción e implementación de prácticas ecológicas y cambios sostenibles, así como responsables de los mismos.

Los criterios claros para un sistema de gestión medioambiental (ISO 14001, certificación en 2011) y una política de aprovisionamiento según criterios ecológicos son dos de los pilares tangibles del planteamiento de la Clínica Pasteur. El compromiso con las prácticas ecológicas se extiende a una serie de áreas y el hospital está participando con entusiasmo en la campaña de reducción de la huella de carbono 'Dos durante diez'. Esta campaña persigue reducir las emisiones de carbono en un 2% anual durante 10 años. El consumo de agua también ha sido reducido con éxito en un 37% y los residuos infecciosos en un 25%.

Tabla 2: Criterios de evaluación de pavimentos resilientes de PVC, de linóleo y de caucho

CRITERIOS	PVC	LINÓLEO	CAUCHO
Fabricación sin materiales peligrosos	imposible	posible	posible
Libre de problemas de contaminación del aire de espacios interiores	no	algunos	en parte o sí
Libre de contaminantes susceptibles de interferir en el reciclaje del producto	no	algunos	en parte o sí
Libre de plastificantes	no	sí	sí
Libre de compuestos orgánicos halogenados	no	sí	en parte o sí
Potencial de higiene	alto	medio	alto
Costes de ciclo de vida	medio – alto (depende de la calidad)	elevados	bajos
Mantenimiento	manejable	manejable	sólo es fácil con productos de pavimento de alta calidad
Resistencia al deslizamiento	sí	sí	sí
Buenas propiedades acústicas	no	limitadas	sí
Confortable	inferior a los demás	sí	sí
Libre de deslumbramientos	depende del tratamiento de la superficie	depende del tratamiento de la superficie	sí
Disponible como producto de alta calidad con certificación ecológica	no	sí	sí
¿Recomendado?	no	sí, en determinadas situaciones y condiciones y si dispone de una certificación ecológica adecuada	sí, si su calidad es elevada y dispone de una certificación ecológica adecuada

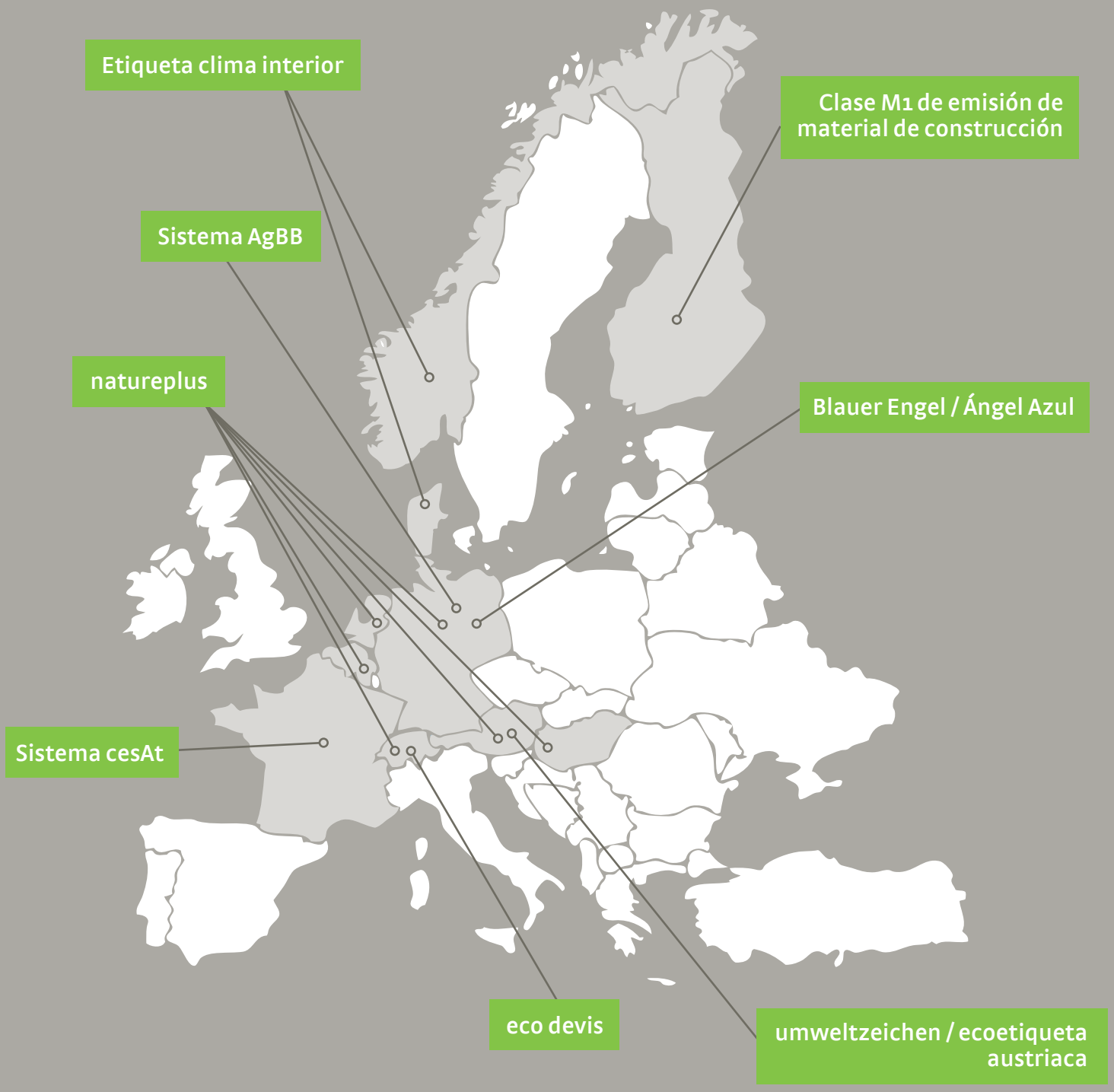
Anexo 1
Legislación de la UE relevante

Bajo la legislación de la UE todos los pavimentos están clasificados como materiales de construcción y sujetos a los códigos de edificación. Considerando la necesidad de un impacto medioambiental reducido y de la sostenibilidad, también es relevante la legislación CE siguiente:

- Directiva 89/106/CEE sobre productos de construcción.
- Reglamento CE/1907/2006 sobre registro, evaluación, autorización y restricción de sustancias y preparados químicos (REACH).
- Reglamento CE/1272/2008 sobre clasificación, etiquetado y envasado de sustancias y mezclas (sustancias consideradas tóxicas, carcinógenas, mutágenas y/o teratógenas, así como tóxicas para los organismos acuáticos o peligrosas para la capa de ozono).
- Directiva 98/8/CE sobre productos biocidas.
- Reglamento CE/850/2004 sobre contaminantes orgánicos persistentes.
- Norma DIN EN 14041 sobre recubrimientos de suelo, una norma europea que especifica los requerimientos sanitarios, de seguridad y ahorro energético de los recubrimientos de suelo resilientes fabricados a partir de plástico, linóleo, corcho o caucho.

En Alemania, los pavimentos están sujetos a la aprobación por parte del Instituto Alemán de Tecnología de la Construcción (DIBt) por medio de la marca 'Ü-Zeichen', así como a la Directiva 89/106/CEE y la ley alemana sobre productos de construcción ('Bauproduktegesetz'). El sistema AgBB es un elemento clave de este sistema y dentro del contexto de los pavimentos resilientes se ocupa de la medición de las emisiones de COV y COSV de productos de construcción en una cámara de ensayos. La calificación obtenida en la evaluación toma en consideración las concentraciones de las sustancias y las propiedades nocivas. Hay que destacar que algunos estándares de emisión de la etiqueta 'Blauer Engel' son más restrictivos que los del sistema AgBB.

Anexo 2:
Sistemas europeos de etiquetado para emisiones en espacios interiores



Anexo 2:
Sistemas europeos de etiquetado para emisiones en espacios interiores

ESTADO MIEMBRO DE LA UE	ETIQUETADO/ CERTIFICACIÓN	SITUACIÓN LEGAL	CRITERIOS
Dinamarca y Noruega	Indoor Climate Label www.dsic.org/dsic. htm	Voluntaria, pero patrocinada por el gobierno.	Los ensayos se enfocan en las emisiones de COV y la liberación de partículas en suspensión.
Alemania	Sistema agbb www.umweltbundesamt.de	Ligada a requerimientos legales relacionados con los códigos de edificación.	Criterios para la realización de ensayos y un plan de evaluación de las emisiones de COV / COSV. En algunos ámbitos no es tan restrictivo como el sistema 'Blauer Engel'
Alemania	Ecoetiqueta 'Blauer Engel' (Ángel Azul) www.blauer-engel. de	Voluntaria, pero patrocinada por las agencias gubernamentales. El Instituto Alemán de Aseguramiento de la Calidad y el Etiquetado (RAL) conceden el 'Blauer Engel' en representación de la Agencia Federal del Medio Ambiente.	Testado de sustancias y materiales utilizados durante el proceso de fabricación, el transporte, el uso, la eliminación de recubrimientos de suelo usados. No se permiten las sustancias químicas incluidas en la 'lista de candidatos' REACH, ftalatos, n-nitrosaminas, halógenos, uso restringido de retardantes de llama. Se verifica la calidad del aire en los espacios interiores.
Finlandia	Clasificación M1 de emisiones de material de construcción www.rts.fi	Voluntaria, pero patrocinada por agencias gubernamentales.	La clasificación de las emisiones tiene tres grados: M1 (el mejor), M2 y M3 (niveles de emisión más elevadas).
Francia	Sistema CeSat www.cstb.fr	Voluntaria, pero patrocinada por agencias gubernamentales.	Ensayos de emisiones de COVs, formaldehido y olores. Los COVs totales permitidos son muy elevados en comparación con otros sistemas.

Adaptado del Informe nº 24 de ECA [15] y de los criterios Natureplus [41] .

ESTADO MIEMBRO DE LA UE	ETIQUETADO / CERTIFICACIÓN	SITUACIÓN LEGAL	CRITERIOS
Austria	'Umweltzeichenl' / Ecoetiqueta austriaca www.umweltzeichen.at	Voluntaria, pero tro-cinada por agencias gubernamentales.	Armonizada con la etiqueta 'Blauer Engel'.
Austria, Bélgica, Alemania, Hungría, Holanda, Suiza	natureplus www.natureplus.org/en/current-news/home/	Voluntaria, concedida por una asociación, cuyos miembros incluyen fabricantes, minoristas, consumi-dores y organizaciones medioambientales, planificadores, consul-tores, usuarios y laboratorios de ensayos.	Cubre únicamente los productos de linóleo; los requerimientos son un mínimo del 85% de ingredientes naturales.
Suiza	www.eco-bau.ch	Voluntaria	Utiliza la metodología de análisis del ciclo de vida.

Anexo 3: Resumen de los criterios de Natureplus RL1201 para recubrimientos de suelo de linóleo

REQUERIDO

- El 98% de los materiales han de ser materias primas y/o minerales renovables.
- Todos los materiales de recubrimiento para la protección de superficies que contengan acrilatos deben ser renovables y no afectar negativamente a las propiedades naturales del linóleo.

NO PERMITIDO

- El uso de aditivos a base de compuestos de arsénico, plomo, cadmio o mercurio, tampoco si se utilizan como catalizadores o pigmentos.
- El uso de compuestos orgánicos halogenados o con cobalto.
- Los materiales de recubrimiento de superficies deben estar libres de hidrocarburos aromáticos (≤ 0,1%) y de tensioactivos basados en alquil fenol etoxilados (APEO). (Los APEOs son tensioactivos sintéticos utilizados en algunos detergentes y productos de limpieza.)
- El uso de colorantes susceptibles de liberar aril aminas carcinógenas, de acuerdo con el Reglamento sobre Objetos de Consumo (BGVO), en su Anexo 1, nº 7.
- Biocidas (p.ej. triclosan).
- Pesticidas/herbicidas sintéticos que contengan ingredientes activos:
  - prohibidos con arreglo al Reglamento de Sustancias Peligrosas alemán (GefStoffV) o al Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Químicos Orgánicos;
  - peligrosos para el medio ambiente con arreglo al Reglamento de Sustancias Peligrosas alemán (GefStoffV);
  - encuadrados en la Clase 1 según la Organiza ción Mundial de la Salud (OMS) o clasificados como carcinógenos, mutágenos o con efectos perjudiciales para la fertilidad (CMR Cat. 1-3 según TRGS 905 (Reglas Técnicas sobre Sustan cias Peligrosas, Alemania).

LÍMITES

- Todo dióxido de titanio debe haber sido fabricado con arreglo a la directiva 92/112/CEE.

OLORES

- El producto no debe emitir olores desagradables o extraños. Debe ser un producto con unas emisiones muy bajas.

natureplus
for better living

Adaptado de los criterios Natureplus [41]

Anexo 4: Criterios 'Blauer Engel' para recubrimientos de suelo

PRINCIPIOS

- Procesos de fabricación respetuosos con el medio ambiente.
- No comporta problemas de salud en entornos interiores habitables.
- No contiene ningún contaminante susceptible de interferir en el reciclaje del producto.

NO PERMITIDAS: SUSTANCIAS PELIGROSAS

- Sustancias muy peligrosas: carcinógenas, mutágenas y/o tóxicas para la reproducción encuadradas en las categorías I y II de la legislación REACH.
- Sustancias persistentes, bioacumulables y tóxicas (PBT).
- Sustancias muy persistentes y muy bioacumulables (mPmB).

NO PERMITIDOS: METALES PESADOS

- Metales pesados no esenciales: plomo, cadmio, mercurio.

NO PERMITIDAS: DETERMINADAS OTRAS SUSTANCIAS

- No se podrán utilizar en la fabricación de los recubrimientos de suelo sustancias plastificantes de la clase de los ftalatos.
- No se podrán utilizar en la fabricación de los pavimentos resilientes compuestos orgánicos halogenados (p.ej. como aglomerantes o retardantes de llama).

NO PERMITIDOS: MATERIALES RECICLADOS/RESIDUOS

- No se permitirá la utilización de materiales reciclados en la fabricación de recubrimientos de suelo, con la excepción de:
  - madera de desecho – categoría A1 según el reglamento sobre maderas de desecho ('Alt holzverordnung') alemán y
  - papel de desecho de las calidades 1.02 y 1.04 según EN 643.

LÍMITES

- La contribución de los recubrimientos de suelo al contenido de COVs en el aire de los espacios interiores en un recinto habitable de tamaño medio con una tasa de renovación del aire de 0,5 por hora queda limitada a 300 µg/m³ después de 28 días.
- N-nitrosaminas carcinógenas según las reglas técnicas TRGS 5527: no deben ser detectables en los recubrimientos de suelo a base de caucho (límite de detección: 3,6 µg/kg, límite de determinación: 11 µg/kg).

PERMITIDOS

- Retardantes de llama: fosfatos inorgánicos (fosfatos de amonio), otros materiales deshidratantes (hidróxido de aluminio y similares) y grafito expandible.

Adaptado de la RAL-UZ 120 [42]

Referencias

1. ECA Report No 25 (2006). Strategies to determine and control the contribution of indoor air pollution to total inhalation exposure. European Collaborative Action on Urban Air, Indoor Envi- ronment and Human Exposure.
2. Lent T, Silas J & Vallette J (2009). Resilient Floor ing and Chemical Hazards. A report for Health Care Without Harm and the Healthy Building Network. Disponible en: *www.healthybuilding.net/ docs/ HBN-ResilientFlooring&ChemicalHazards- Report.pdf.*
3. Israel B (2012). Flame Retardants May Create Deadlier Fires. Disponible en: *www.scientificamerican.com/article.cfm?id=flame-retardants-may-create-deadlier-fires.*
4. The Chicago Tribune (2012). Disponible en: *media.apps.chicagotribune.com/flames/index.html.*
5. White RD (2007). Flooring choices for newborn ICUs . Journal of Perinatology 27:S29–S S31.
6. Dubose J & Labrador A (2010). Sustainable resilient flooring choices for hospitals. Disponible en: *www.noharm.org/us_canada/reports/2010/dec/ rep2010-12-01.php.*
7. European Commission (2007). REACH in brief . Disponible en: *http://ec.europa.eu/environment/chemicals/reach/pdf/2007_02_reach_in_brief.pdf.*
8. IARC (2006). Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. Volume 88. Formaldehyde, 2-Butoxyethanol and 1-tert-But-oxypropan-2-ol ». Disponible en: *monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol88/volume88.pdf.*
9. Clapp R, Jacobs M & Loechler EL (2007). Environmental and Occupational Causes of Cancer: New Evidence, 2005-2007 . Lowell Center for Sustainable Production, University of Massachusetts.
10. Latini G, Verrotti A, & De Felice C (2004). Di-2-Ethylhexyl Phthalate and Endocrine Disruption: A Review. Current Drug Targets - Immune, Endocrine & Metabolic Disorders 4(1):37–40.

11. Jaakkola JJ, Jeromnimon A & Jaakkola MS (2006). Interior Surface Materials and Asthma in Adults: A Population-based Incident Case-Control Study. Journal of Epidemiology 164:742-749.

12. Bornehag C, Sundrell J, Weschler C, Sigsgaard T, Lundgren B, Hasselgren M & Hägerhed-Engman L (2004). The Association between Asthma and Allergic Symptoms in Children and Phthalates in House Dust: A Nested Case-Control Study. Environmental Health Perspectives 112:1393–1397.

13. Stahlhut R, Wijngaarden E, Dye T, Cook S & Swan S (2007). Concentrations of Urinary Phthalate Metabolites are Associated with Increased Waist Circumference and Insulin Resistance in Adult U.S. Males. Environmental Health Perspectives 115:876–882.

14. Janssen S (2005). Brominated Flame Retardants: Rising Levels of Concern. Disponible en: *cleanproduction.org/library/HCWHBF%20Report.pdf.*

15. ECA Report No 24 (2005). Harmonisation of indoor material emissions labelling systems in the EU. European Collaborative Action on Urban Air, Indoor Environment and Human Exposure.

16. Järnström H, Saarela K, Kalliokoski P & Pasanen AL (2008). Comparison of VOC and ammonia emissions from individual PVC materials, adhesives and from complete structures. Environment International 34(3):420–427.

17. Barnes S (1998). Life-Cycle Benefits of Flooring Surfaces in Health Care – Our Methodology was All Wrong?. Disponible en: *www.spflooring.com/SiteResources/data/files/Suzanne%20Barnes%20Study.pdf.*

18. Moussatche H & Languell J (2001). « Flooring materials – life-cycle costing for educational facilities ». Facilities 19(10):333–343.

19. Business Wire (2011). Research and Markets: Polyvinyl Chloride (PVC) Global Supply Dynamics to 2020 - China Emerges as the Leader in Global Production. Disponible en: *www.businesswire.com/news/home/20110110006117/en/Research-Markets-Polyvinyl-Chloride-PVC-Global-Supply.*

20. Tthornton J (2002). Environmental Impact of Polyvinyl Chloride Building Materials. Disponible en: *www.healthybuilding.net/pvc/Thornton_Enviro_Impacts_of_PVC.pdf*. Healthy Building Network, Washington, D.C.

21. Reade L (2010). Chlorine shifts from mercury to membrane. 3rd September 2010. Disponible en: *www.icis.com/Articles/2010/09/06/ 9390781/chlorine-shifts-from-mercury-to-membrane.html*.

22. Callapez ME (2006). The USA and the EU: two perspectives on phthalates. In: The Global and the Local: The History of Science and the Cultural Integration of Europe. Proceedings of the 2nd ICESHS (Cracow, Poland, 2006) (ed. M. Kokowski). Disponible en: *http://www.2iceshs.cyfronet.pl/2ICESHS_Proceedings/Chapter_30/R- Varia_III_Callapez.pdf*.

23. Green Building Council of Australia (2010).Literature Review and Best Practice Guideli- nes for the Life Cycle of PVC Building Products. Disponible en: *www.gbca.org.au/uploads/156/2716/Literature%20Review%20and%20Best%20Practice%20Guidelines%20for%20the%20Life%20Cycle%20of%20PVC%20Building%20Pro-ducts%20_For%20Web.pdf*.

24. Thorpe B (2009). PVC plastic or Vinyl - an 'environmental poison'. Clean Production Action. Disponible en: *www.cleanproduction.org/library/web_PVC_problems.pdf*.

25. Hsu Ny, lee CC, Wang JY, li YC, Chang HW, Chen CY et al (2012). Predicted risk of childhood allergy, asthma, and reported symptoms using measured phthalate exposure in dust and urine. Indoor Air 22(3):186–199.

26. Prevodnik A, Gunnarsson D, Grudd Y (2011). Home sweet home? Dusty surprises under the bed. ChemSec and the Swedish Society for Nature Conservation. Disponible en: *www.chemsec.org/images/stories/2011/chemsec/home_sweet_home_lowres.pdf.*

27. Zwiener G and Lange FM (2011). Gebäude-Schadstoff und Gesunde Innenraumluft, Erich Schmidt Verlag Berlin.

28. European Council for Plasticisers and Intermediates (2012). Sustainability. Disponible en *www.plasticisers.org/sustainability.*

29. Vinyl 2010 (2011). Reporting on the activities of the year and summarising the key milestones of the past 10 years. Disponible en: *www.vinyl2010.org/images/progress_report/2011/vinyl2010_progress_report_2011_final.pdf.*

30. Scheirs J (2003). End-of-life Environmental Issues with PVC in Australia. Australian Government, Department of Environment, Water, Heritage and the Arts. Disponible en: *www.environment.gov.au/settlements/publications/waste/pvc/index.html.*

31. Lent T (ed.)(2003). Toxic Data Bias and the Challenges of Using LCA in the Design Communi- ty. Proceedings of GreenBuild Conference 2003, Pittsburgh, Pennsylvania. Disponible en: *www.healthybuilding.net/pvc/Toxic_Data_Bias_2003. html.*

32. NIST (U.S. National Institute of Standards and Technology) (2012). BEES (Building for Environmental and Economic Sustainability). Disponible en: *www.nist.gov/el/economics/BEESSoftware.cfm/.*

33. Brown KA, Holland MR, Boyd RA, Thresh S, Jones H & Ogilvie SM (2000). PVC waste mangement. Disponible en: *ec.europa.eu/environment/waste/studies/pvc/economic_eval.pdf.*

34. European Comission (2012). Buying green! A handbook on emvironmental public procurement. Disponible en: *ec.europa.eu/environment/gpp/pdf/buying_green_handbook_en.pdf.*

35. Hoffmann M. Linoleum - wie reizend! Sanierungen grosser Linoleumflächen zur Reduktion von Raumluftbelastungen. 8th AGOEF Fachkongress 2007. p. 228-33.

36. Gorree M, Guinée JB, Huppes G & van Oers L (2000). Environmental Life Cycle Assessment of Linoleum. Leiden University, NL. Disponible en: *www.leideuniv.nl/cml/ssp/publications/lcalino- leum.pdf.*

37. IRK guidelines: *http://www.umweltbundesamt.de/gesundheit/publikationen/ad-hoc/Styrol.pdf.*

38. nora systems GMBH (2012). Environmental Product Declaration according to ISO 14025 - noraplan 913 rubber floor covering. Disponible en: *www.nora.com.*

39. Däumling C (2012). Belastung der Raumluft durch Baustoffe? Gütezeichen, rechtliche Regelungen und europäische Perspektiven. Fachkongress Instrumente für Nachhaltiges Bauen in Europa Berlin 21.06.2012.

40. nora systems GMBH (2012). Recycling of nora rubber floorcoverings. Disponible en: *www.nora.com.*

41. Natureplus (2010). Award Guideline RL1201 Linoleum Floor Coverings. Disponible en: *www.natureplus.org/uploads/tx_usernatureplus/RL1201_en.pdf.*

42. RAL (2011). Resilient Floor Coverings RAL-UZ 120-Basic Criteria for Award of the Environmental Label. Disponible en: *www.blauer-engel.de.*

Información sobre las fotografías:

Pág. 6 y pág.16 Diakonissenkrankenhaus Leipzig, Alemania. Pavimento: noraplan mega

Pág.9 Centro de salud, Finlandia. Pavimento: Upofloor Oy, LifeLine CS

Pág.11 y pág.30 Hospital Universitario de Akershus, Oslo, Noruega. Pavimento: Artigo Granito

Pág.12/13 y pág. 21 Hospital Bronovo, La Haya, Holanda. Pavimento: noraplan signa

Pág.22 Clínica Paracelsus Bad Essen, Alemania y hospital en Helsinki, Finlandia. Pavimento: Upofloor Oy, LifeLine CS

p.15 et 24 Hôpital universitaire d'Anvers (Belgique). Revêtement : norament lago

Pág.28 Hospital Infantil Universitario de Basilea, Suiza. Pavimento: noraplan mega

Pág.34 Clínica Pasteur, Toulouse, Francia. Pavimento: noraplan signa

Acerca de Health Care Without Harm

Health Care Without Harm (HCWH) es una coalición internacional con más de 500 miembros en 53 países, que trabaja en la transformación del sector sanitario para que deje de ser una fuente de perjuicios para la salud humana y el entorno.
Colaboramos con médicos, enfermeras, hospitales, sistemas sanitarios, asociaciones profesionales, ONGs, gobiernos y organizaciones internacionales para promover el desarrollo y la implantación de prácticas, procesos y productos seguros y saludables para el medio ambiente dentro del sector sanitario.
HCWH tiene oficinas regionales en Europa, Estados Unidos, América Latina y el Sudeste Asiático, así como partners estratégicos en África, Australia y Asia del Sur.

HCWH EUROPE
Rue de la Pépinière 1 · B1000 Brussels, Bélgica
tel: +32 2503 0481 · tel: +49 6222 7693 202
fax: +32 2402 3023 · email: europe@hcwh.org

www.noharm.org/europe · www.greenhospitals.net
www.mercuryfreehealthcare.org · www.cleanmedeurope.org

twitter: http://twitter.com/#!/HCWHeurope
blog: http://hcwheurope.wordpress.com/