

LA CARA OCULTA DE LA ARQUITECTURA - UNA MIRADA DESDE LA SALUD Y EL AMBIENTE

MÜHLMANN, Susana Isabel; DAMIN, Carlos Fabián

susanamul@hotmail.com, cdamin@fmed.uba.ar

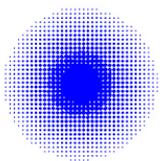
Centro de Investigación Hábitat y Energía (CIHE-SI-FADU-UBA)

Resumen

La cultura visual forma parte intrínseca de la Arquitectura en todas sus etapas. Es preponderante durante el proyecto, por medio de gráficos en papel y en pantalla, y maquetas que esbozan luces y sombras. En la obra, cuando se van perfilando volúmenes y detalles. En la elección de los materiales, a través de catálogos digitales, fotografías, publicidad, novedades en las exposiciones, algo visto en otra obra. En la obra terminada, visitada y expuesta en libros, revistas, videos, o elegida como caso de estudio en *papers* y posters de investigación.

Lo que no se suele ver, lo que la cultura visual no registra, tiene que ver con otros aspectos, como tratamientos de materiales con químicos que no se perciben, o uso de materiales que no están a simple vista y contienen sustancias contaminantes, o patologías edilicias por acción del agua o un material mal elegido que provoca la proliferación de microorganismos, de moho, o materiales que en contacto con el fuego liberan emisiones tóxicas. También, que en un edificio existente se pase por alto un material original que en la actualidad está prohibido por su comprobado efecto nocivo y por desconocimiento, permanezca en su lugar. Una miríada de situaciones invisibles que comprometen la salud y el ambiente, la cara oculta de la Arquitectura. Como contrapartida, en investigaciones desde ese abordaje, la cultura visual facilita un registro de anomalías para su estudio y lo más importante, para su detección y prevención.

Encuadrado en el proyecto de tesis doctoral
“Descripción de los aspectos tóxicos de los



materiales utilizados en la construcción de edificios en la Ciudad de Buenos Aires a partir de una mirada desde la salud”, y como aproximación a una articulación entre la Arquitectura y la Medicina, este trabajo apunta a dejar al descubierto un panorama del impacto que en el ambiente y la salud provoca el uso de ciertos materiales de construcción, visibles, invisibles y ocultos, al tiempo que brinda herramientas para su reconocimiento visual y para la búsqueda de información en pos de su prevención, en concordancia con la propuesta de las jornadas.

Palabras clave

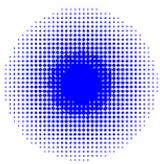
Arquitectura, Construcción, Materiales, Salud, Toxicidad

Introducción

En su práctica habitual, los médicos reciben pacientes con enfermedades relacionadas con la exposición a determinados químicos componentes de materiales de construcción presentes en edificios, o causadas por eventos tales como el contacto con el fuego (p. ej. Tragedia de Cromañón¹), o el agua (proliferación de alérgenos como mohos y hongos), o como consecuencia de derrumbes o demoliciones en los que materiales confinados en estructuras, sistemas constructivos e instalaciones quedan expuestos. A partir de esta situación se plantean dos problemas:

- 1) Que los profesionales de la salud no suelen tener conocimientos acerca de la fuente de esa exposición, la ubicación de esas fuentes en los edificios, y
- 2) Que los profesionales de la construcción no suelen recibir información sobre los posibles efectos en ambiente y salud de determinados materiales habitualmente seleccionados en la etapa de proyecto e instalados en la etapa de obra, o de su impacto durante las etapas de uso y mantenimiento, o posteriormente, en el final del ciclo de vida del material o del edificio.

¹ “La *tragedia de Cromañón* fue un incendio producido la noche del 30 de diciembre de 2004 en República Cromañón, establecimiento ubicado en el barrio de Once de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, durante un recital de la banda de rock Callejeros. Este incendio provocó una de las mayores tragedias no naturales en Argentina y dejó un saldo de 194 muertos y al menos 1432 heridos. “Tribunal Oral en lo Criminal n° 24 de la Ciudad de Buenos Aires (19 de agosto de 2009).XVI. De “Hechos probados del día 30 de diciembre de 2004.”



En ese sentido, desde los años 80 la sustentabilidad² aboga por la promoción de la interdisciplina y articulación de campos de conocimiento que en la actualidad no tienen puntos de contacto, ni desde la formación ni a lo largo del ejercicio profesional. A través de recursos que provee la cultura visual, este trabajo propone un acercamiento que facilite la integración de saberes comunes a la Arquitectura y la Medicina, en función de prevenir, resolver y reorientar la selección de materiales y eventualmente, las políticas públicas que los regulan.

Hipótesis de trabajo

Los edificios tienen materiales que aparentemente no registran anomalías, que por su composición química, o por haber recibido determinados tratamientos, o por su eventual contacto con el fuego o el agua, son tóxicos para el ambiente y la salud humana.

Objetivos

Promover el debate sobre las posibilidades de articulación entre Arquitectura y Medicina través del conocimiento de los efectos de determinados materiales presentes en los edificios y su ubicación en los mismos.

Presentar legislación y casos de materiales concretos en edificios para facilitar la comprensión de estas situaciones.

Exponer cómo a partir de esta articulación es posible incidir en las políticas de estado, actualizando documentación oficial y ampliando las posibilidades de aplicación de criterios de sustentabilidad en forma regulada.

Estado de la cuestión

Desde su surgimiento en la década del 90, los sistemas de certificación ambiental de edificios (BREEAM³, LEED⁴, HQE⁵, DGNB⁶, entre otros) y posteriormente de materiales (C2C⁷, LBC⁸, Pharos⁹, entre otros) limitan la concentración o el uso de determinados químicos que inciden directamente en la calidad de aire interior y

² Sustentabilidad: palabra acuñada en el Informe Brundtland, 1987. "La humanidad tiene la habilidad de volver sustentable su desarrollo, entendido como crecimiento económico con bienestar para asegurar la satisfacción de sus necesidades, sin comprometer las de las generaciones futuras".

³ Building Research Establishment Environmental Assessment Method, 1990, Reino Unido.

⁴ Leadership In Energy and Environmental Design, 1993, EEUU.

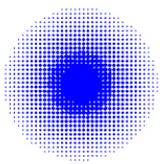
⁵ Haute Qualité Environnementale, 2006, Francia.

⁶ Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen, 2007, Alemania

⁷ Cradle to Cradle, del libro homónimo (2002), conocida como "De la Cuna a la Cuna", 2012, EEUU.

⁸ Living Building Challenge, 1995, EEUU.

⁹ Pharos Project, 2015, EEUU.



consecuentemente, en la salud. Dentro de sus parámetros incluyen Listas Rojas¹⁰, que mencionan químicos probadamente clasificados como cancerígenos¹¹, mutágenos¹², disruptores endócrinos¹³ o alérgenos¹⁴, a través de estudios científicos que verifican sus efectos negativos en la salud humana. Una fuente de consulta de relevancia es el IARC¹⁵, creado en 1965, que publica actualizaciones anuales. No todas las sustancias estudiadas en el IARC llevan a prohibiciones o restricciones, pero sus resultados conforman un antecedente contundente en el avance de medidas de seguridad, precaución y prevención en relación con materiales que habitualmente conforman los lugares habitados, extendidas también a alimentos y tratamientos para mejorar las propiedades de materiales usados en actividades más allá de la construcción. Parte de esas medidas ya se reflejan en nuestra legislación, por ejemplo, en el Listado de Químicos Prohibidos y Restringidos de Argentina¹⁶ del Ministerio de Salud de la Nación (actualmente Secretaría), desarrollado en colaboración transversal con secretarías y organismos de control tales como la ANMAT¹⁷ y el SENASA¹⁸. Otra herramienta normativa reflejada en la legislación local es el Convenio de Basilea¹⁹ sobre Control de los Movimientos Transfronterizos de los Desechos Peligrosos y su Eliminación, que Argentina ratificó desde su firma en 1992 junto a 180 países. Dada la pertinencia temática, actualidad, importancia, profundidad, delimitación y descripción de los problemas planteados, conocer los organismos internacionales que obtienen resultados a través de investigaciones científicas, abre la posibilidad de ampliar el conocimiento más allá de regulaciones locales y programas de estudio, indagando en datos ciertos que amplíen la selección

¹⁰ Del inglés "Red Lists", incluyen sustancias químicas que han sido designadas como dañinas para los seres vivos, incluidos los humanos, contaminando el medio ambiente, bio-acumulando la cadena alimentaria hasta alcanzar concentraciones tóxicas y dañando a obreros de construcción y fábricas, ILFI.

¹¹ Agente físico, químico o biológico potencialmente capaz de producir cáncer al exponerse a tejidos vivos. Definición "carcinógeno" en el DRAE.

¹² Cualquier cosa que causa una mutación (cambio en el ADN de una célula). Los cambios que los mutágenos causan en el ADN pueden dañar las células y provocar una enfermedad, como el cáncer. Entre los ejemplos de mutágenos están las sustancias radiactivas, los rayos x, la radiación ultravioleta y ciertas sustancias químicas. Diccionario del Instituto Nacional del Cáncer, España.

¹³ Son sustancias químicas que pueden interferir con los sistemas endocrinos (u hormonales) del cuerpo y producir efectos adversos del desarrollo, reproductivos, neurológicos e inmunitarios, causar tumores cancerosos, defectos de nacimiento tanto en humanos como en la vida silvestre. Del inglés "*endocrine disruptor*", Staff (2013-06-05). NIEHS. National Institute of Environmental Health Science.

¹⁴ Sustancia generalmente inofensiva capaz de desencadenar una respuesta que comienza en el sistema inmunológico y provoca una reacción alérgica. El sistema inmunológico lo identifica como un invasor y responde liberando sustancias químicas que generalmente causan síntomas en nariz, garganta, ojos, oídos, piel o techo de la boca. Alérgenos comunes incluyen polen, ácaros del polvo, caspa de animales, moho, medicamentos, venenos de insectos y diversos alimentos, Del inglés "*allergen*", American Academy of Allergy, Asthma & Immunology.

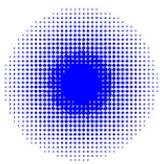
¹⁵ International Agency for Research on Cancer - Centro Internacional de Investigaciones sobre el Cáncer, órgano intergubernamental de la Organización Mundial de la Salud, Naciones Unidas.

¹⁶ Ministerio de Salud de la Nación (2017).

¹⁷ Administración Nacional de Medicamentos, Alimentos y Tecnología Médica.

¹⁸ Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria.

¹⁹ Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.



de materiales, franqueando los límites que impone la información que brindan fabricantes y distribuidores. Este trabajo plantea una breve introducción a un camino a seguir, a fin de aportar al estudio y ejercicio de la Arquitectura y la Medicina, y una apropiación del conocimiento producido en el que la cultura visual contribuye como herramienta fundamental para la visibilización, comprensión, intercambio y articulación de esos saberes.

Metodología de trabajo

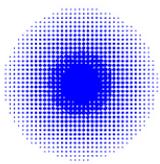
Se realizó una búsqueda bibliográfica de sustancias prohibidas y restringidas por sus efectos en la salud humana, a nivel local e internacional. Con los **resultados** se elaboraron estudios de caso de materiales comúnmente usados en la construcción que las incluyen, su situación oficial local, clasificaciones internacionales, y fotografías de su uso en edificios. A continuación, información proveniente de organismos oficiales disponible para público en general.

Tabla 1. Manual de Vivienda Sustentable (Presidencia de la Nación, 2019)²⁰

<p>LISTA ROJA Materiales prohibidos o de uso dañino para el ambiente</p> <p>Los productos de la Lista Roja son materiales que las agencias del gobierno de E.E. U.U. y La Comisión de la Unión Europea sobre el Medio Ambiente, entre otros organismos, designan como dañinos para la salud.</p> <ul style="list-style-type: none">】 Alquilfenol】 Asbesto】 Bisfenol A (BPA)】 Cadmio】 Polietileno clorado】 Polietileno clorosulfonado (CSPE)】 Clorofluorocarbonos (CFC)】 Clorobenceno】 Cloropreno (neopreno)】 Cromo VI】 Cloruro de polivinilo clorado (CPVC)】 Formaldehído】 Retardantes de llama halogenados (HFR)】 Hidroclorofluorocarbonos (HCFC)】 Plomo】 Mercurio】 Bifenilos policlorados (PCB)】 Compuestos perfluorados (PFC)】 Ftalatos】 Parafinas cloradas de cadena corta】 Maderas tratadas que contienen creosota, arsénico o pentaclorofenol】 Compuestos orgánicos volátiles (COV) en productos húmedos aplicados	<p>El 11 de abril de 2019, a través de la Secretaría de Vivienda, del Ministerio del Interior, Obras Públicas y Vivienda, la Secretaría de Cambio Climático y Desarrollo Sustentable del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable, la Subsecretaría de Ahorro y Eficiencia Energética del Ministerio de Energía, el Fondo para el Medio Ambiente Mundial y el Banco Interamericano de Desarrollo, se presenta el Manual de Vivienda Sustentable, que en su capítulo Materiales incluye una Lista Roja con materiales designados como dañinos para la salud por organismos internacionales. La versión 2017 de Químicos Prohibidos y Restringidos de Argentina incluye parte de esa lista y constituye un documento oficial de aplicación obligatoria en todo el territorio nacional. El resto de los químicos listados conforman una formidable advertencia y antecedente para futuras prohibiciones, restricciones y medidas de seguridad tanto en construcción como en todas las actividades en las que tengan aplicación (Tabla 1).</p>
--	---

Fuente: Manual de Vivienda Sustentable. Capítulo 2.2.5. Materiales. Lista Roja. Pp. 43.

²⁰ Se exhibe la Versión 2 de la Lista Roja del Manual de Vivienda Sustentable. La Versión 1 incluía el Cloruro de polivinilo (PVC), que debido a presentaciones realizadas por la Asociación Argentina del PCV ante la Secretaría de Vivienda, se retiró de la Lista.



Químicos Prohibidos y Restringidos en Argentina – Actualización 2017

Encuadrado en el Programa Nacional de Riesgos Químicos de la Dirección Nacional de Determinantes de la Salud e Investigación del Departamento de Salud Ambiental del ex Ministerio de Salud de la Nación, establece que *se aceptan como herramientas normativas de restricción/prohibición las Resoluciones o Decretos del Poder Ejecutivo Nacional y/o Leyes emanadas del Honorable Congreso de la Nación y algunas disposiciones del INAL/ANMAT de carácter preventivo, potencialmente consideradas normativas en curso de recategorización, que fueron incluidas en el listado.*²¹

Participaron los Ministerios de Agricultura, Ganadería y Pesca (Sanidad Vegetal y Animal), de Salud, de Trabajo, Empleo y Seguridad Social, de Relaciones Exteriores, Comercio Internacional y Culto, y las Secretarías de Ambiente y Desarrollo Sustentable, de Industria, Comercio y Minería, y de Programación para la Prevención de la Drogadicción y la Lucha contra el Narcotráfico. Las tablas fueron diseñadas para facilitar su lectura y se seleccionaron químicos de uso común en la construcción hasta su restricción o prohibición oficial (Tablas 2 y 3).

Tabla 2. Químicos en Categoría de Restringidos del Programa Nacional de Riesgos Químicos del Ministerio de Salud de la Nación - Actualización 2017

QUIMICO/S	HERRAMIENTA NORMATIVA	COMENTARIOS
14. FORMALDEHIDO	Disposición ANMAT/MSN 4623/2006 http://goo.gl/SXS18x	Prohíbese el uso de formaldehído en formulaciones domisanitarias, aceptándose hasta el 0.05% p/p del proveniente de impurezas de las materias primas en su constitución.
19. PLOMO	Resolución MSN 1088/04 http://goo.gl/LTQI3Y Resolución MSN N° 07/09 http://goo.gl/DsmjXb Resolución MSN 523/09 http://goo.gl/N7CX9d Disposición DNDSel/MSN 5/09	Se establecieron límites en el contenido de plomo para las pinturas látex prorrogada por Resoluciones N° 579/05 y N° 1539/05. Deroga la Res. 1088 y determina la prohibición en todo el territorio del país , a partir de los NOVENTA (90) días contados desde la publicación, la fabricación, las destinaciones definitivas de importación para consumo, la comercialización y la entrega a título gratuito de pinturas, lacas y barnices, que contengan más de 0,06 gramos de plomo por cien gramos (0,06%) de masa no volátil. Establece plazos específicos para los distintos sectores de la cadena productiva y la elaboración de los instructivos que aseguren la correcta implementación de la Resolución 7/09 Se dicta el INSTRUCTIVO PARA EL CUMPLIMIENTO DE LA RESOLUCIÓN MSN 7/09

Fuente: Químicos Prohibidos y Restringidos en Argentina. Formaldehído pp. 8, Plomo pp. 11

²¹ Químicos Prohibidos y Restringidos en Argentina. Criterios (2017: pp. 6).

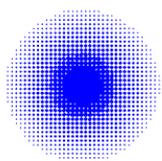


Tabla 3. Químicos en Categoría de Prohibidos del Programa Nacional de Riesgos Químicos del Ministerio de Salud de la Nación - Actualización 2017

QUIMICO/S	HERRAMIENTA NORMATIVA	COMENTARIOS
11. ARSÉNICO	Decreto 2121/ 90 http://goo.gl/yyI0li	Prohibición total.
17. ASBESTOS ANFIBOLES	Resolución MSN 845/ 00. http://goo.gl/iEANGy	Prohíbese la producción, importación, comercialización y uso de fibras de asbesto variedad anfíboles y productos que las contengan.
18. ASBESTO CRISOTILO	Resolución MSN 823/ 01 http://goo.gl/oAIPuJ Resolución MSN 1106/ 01 http://goo.gl/g1xvig	Prohíbese la producción, importación, comercialización y uso de fibras de asbesto, variedad Crisotilo y productos que las contengan, con plazos variables de entrada en vigencia según productos, desde 1/10/01 hasta la prohibición total el 31/12/2002. Modifica el Artículo 3º de la Resolución 823/01 y ratifica la fecha de entrada en vigencia de la prohibición total para el 31/12/2002.
78. FORMALDEHIDO	Resolución 709/ 1998 https://goo.gl/2isHaZ	Art. 9 - Queda prohibida la utilización en los productos domisaneiros de sustancias clasificadas por la Internacional Agency For Research on Cancer - World Health Organization (IARC/WHO) como grupo I Agentes Carcinogénicos para el hombre. (https://goo.gl/hj0IZ9)
88. LINDANO (preservante de maderas)	Resolución SAGPyA 513/98 http://goo.gl/l1foVm Disposición ANMAT 617/11 https://goo.gl/VJHgNB	Prohibir la importación, comercialización y uso como fitosanitarios de los principios activos Clordano y Lindano, y los productos formulados con base en éstos, en todo el ámbito de la republica argentina. El servicio nacional de sanidad y calidad agroalimentaria (...) procederá a la cancelación de las inscripciones de los principios activos mencionados y los productos formulados con base en éstos. Suspéndese la comercialización y el uso, en todo el territorio nacional, de todas las especialidades medicinales que contengan Lindano como ingrediente farmacéutico activo, en todas sus formas farmacéuticas, concentraciones y presentaciones.
108. PENTACLOROFENOL (preservante de maderas)	Resolución MSN 356/94 http://goo.gl/2e30ht Resolución SAGPyA 532/2011 http://goo.gl/X2sCQI	Se prohíbe la producción, importación, fraccionamiento, almacenamiento y comercialización del pentaclorofenol y sus derivados. Prohibición total.

Fuente: Químicos Prohibidos y Restringidos en Argentina. Arsénico pp. 13, Asbestos pp. 14, Formaldehído pp. 19, Lindano pp. 20, Pentaclorofenol pp. 21.

Estudios de Caso

Selección de materiales que por su composición química, o por haber recibido tratamientos, o por su eventual contacto con el fuego o el agua, o por simultaneidad de dos o más de estos factores, son tóxicos para el ambiente y la salud humana.

Asbesto / Amianto (Fig. 1) - por composición química:

Categoría de Prohibido del Programa Nacional de Riesgos Químicos del Ministerio de Salud de la Nación Actualización 2017.

En la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, la Ley N° 1820/05 establece la Prohibición: Prohíbe la producción importación comercialización y uso de fibras de asbesto, minerales, amianto, en su variedad anfíboles o crisotilo, tóxico, fibras suspendidas en el aire ingresa por vía respiratoria - Vigencia a partir del 1° de enero de 2006.²²

Figura en Listas Rojas de sistemas de certificación ambiental.

Clasificado como Carcinógeno 1a del IARC (testado en humanos).²³

Clasificación Y36 según Convenio de Basilea, Anexo I, Categorías de desechos que hay que controlar y tengan como constituyentes, pp.50, incluida en Ley N° 24.051 de Residuos Peligrosos.

Aún se lo encuentra como aislante térmico e impermeabilizante revistiendo piezas portantes de acero, calderas metálicas y antepechos de ventanas de madera con radiadores, en aislaciones sellantes de sistemas de calefacción, adhesivos para baldosas, fibrocemento (tejas, tanques de agua, chapas acanaladas, losetas), la capa superior de pavimento asfáltico y como aislante acústico en spray o mezclado en placas, entre otros usos.

Arsénico (Fig. 3) - por composición química, tratamiento y contacto con el fuego:

Categoría de Prohibido del Programa Nacional de Riesgos Químicos del Ministerio de Salud de la Nación Actualización 2017 (figura **prohibición total**, sin embargo, se usa en construcción).

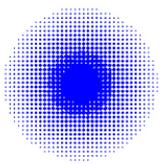
Figura en Listas Rojas de sistemas de certificación ambiental.

Clasificado como Carcinógeno 1a del IARC (testado en humanos)²⁴

²² Boletín Oficial de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires N° 2338

²³ Agents Classified by the IARC Monographs, Volumes 1–123, pp.3.

²⁴ Agents Classified by the IARC Monographs, Volumes 1–123, pp.3.



Clasificación Y24 según Convenio de Basilea, Anexo I, Categorías de desechos que hay que controlar y tengan como constituyentes, pp. 49, incluida en Ley N° 24.051 de Residuos Peligrosos.

Junto al Cobre y el Cromo conforma las sales hidrosolubles CCA (Arseniato de Cobre Cromatado) para tratamientos preservantes de madera por impregnación en autoclave (Urrutia, 2016), comercializadas en territorio nacional²⁵. *Cuando la madera tratada con CCA se quema, sustancias químicas venenosas se liberan al aire y afectan a personas y ambiente. El arsénico puede acumularse en cenizas e inhalarse o contaminar el área de disposición* (Greater Wellington Regional Council, 2019, en línea).

Formaldehído (Fig. 3) - por composición química, tratamiento y contacto con el fuego:

Categoría de Restringido y Prohibido del Programa Nacional de Riesgos Químicos del Ministerio de Salud de la Nación Actualización 2017 (en productos domisanitarios, no en construcción).

Figura en Listas Rojas de sistemas de certificación ambiental.

Clasificado como Carcinógeno 1a del IARC (testado en humanos)²⁶.

Clasificación Y5 (desechos resultantes de la fabricación, preparación y utilización de productos químicos para la preservación de la madera) según Convenio de Basilea, Anexo I, Categorías de desechos que hay que controlar, pp.48, incluida en Ley N° 24.051 de Residuos Peligrosos.

Gas incoloro y de fuerte olor, se utiliza como preservante en construcción: prensada y contrachapada, tableros de partículas y de fibra, adhesivos, pinturas oleosas, tejidos de prensado permanente, revestimientos de productos de papel, ciertos materiales aislantes y para hacer otros productos químicos, como solventes, diluyentes, aguarrás y lacas poliuretánicas, entre otros.²⁷

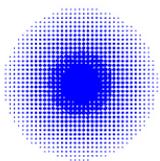
Lindano - por composición química, tratamiento y contacto con el fuego:

Categoría de Prohibido del Programa Nacional de Riesgos Químicos del Ministerio de Salud de la Nación Actualización 2017.

²⁵ Aserraderos Nelson (2019: en línea).

²⁶ Agents Classified by the IARC Monographs, Volumes 1–123, pp.16.

²⁷ American Cancer Society (2019: en línea).



Clasificado como Carcinógeno 1a del IARC (testado en humanos).²⁸

No figura en la Lista Roja del Manual de Vivienda Sustentable 2019, pero dado el extendido uso que ha tenido como preservante de maderas y también para tratamiento de piojos y liendres en humanos, es relevante mencionar su prohibición, que se extiende a productos farmacéuticos. También, que hay maderas tratadas con lindano instaladas en edificios antes de su prohibición.

Pentaclorofenol (Fig. 3) - por composición química, tratamiento y contacto con el fuego:

Categoría de Prohibido del Programa Nacional de Riesgos Químicos del Ministerio de Salud de la Nación Actualización 2017.

Figura en Listas Rojas de sistemas de certificación ambiental.

Clasificado como Carcinógeno 1a del IARC (testado en humanos)²⁹

Tuvo un extendido uso como preservante de madera y en la actualidad hay aun maderas tratadas instaladas en edificios antes de su prohibición.

Sobre las Maderas tratadas con Preservantes Oleosos y Oleosolubles (formaldehído / lindano / pentaclorofenol) (Fig. 3):

Presentan un alto grado de inflamabilidad, que decrece a medida que se evapora el solvente. 10 Se utilizan en general para situaciones que requieren mayor resistencia a la humedad, al mismo tiempo que la madera tratada no esté expuesta al contacto humano ni animal y que cuente con una adecuada disposición final de los residuos generados (Urrutia, 2016, en línea).

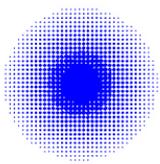
Plomo (Fig. 2) - por composición química:

Categoría de Restringido del Programa Nacional de Riesgos Químicos del Ministerio de Salud de la Nación Actualización 2017.

Figura en Listas Rojas de sistemas de certificación ambiental.

²⁸ Agents Classified by the IARC Monographs, Volumes 1–123, pp.20

²⁹ Agents Classified by the IARC Monographs, Volumes 1–123, pp.27



Clasificado como carcinógeno 2B del IARC (posiblemente cancerígeno para los seres humanos).^{30 31}

Clasificación Y31 según Convenio de Basilea, Anexo I, Categorías de desechos que hay que controlar y tengan como constituyentes, pp. 49, incluida en Ley N° 24.051 de Residuos Peligrosos.

Se lo encuentra en instalaciones sanitarias y pinturas de paredes de edificios de cierta antigüedad. Aunque su uso disminuyó, no está prohibido y se lo puede adquirir en casas de sanitarios.³²

Espuma Poliuretánica (Fig. 4) - por contacto con el fuego:

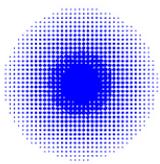
No figura en Químicos Prohibidos o Restringidos de Argentina, sin embargo, el 30 de diciembre de 2004 protagonizó la Tragedia de Cromañón, con 194 víctimas fatales en la Ciudad de Buenos Aires. Crónicas que registran los hechos expresan:

*El local era en extremo inflamable: estaba acondicionado, techo y paredes, con guata recubierta de **paneles de espuma de poliuretano**. Más que recubierta, la guata estaba encubierta. Uno de los peritos de Bomberos a los que la jueza María Angélica Crotto encargó una evaluación del local luego del desastre explicó que lo que vio era guata recubierta con **espuma que impedía ver el primero de los materiales** y agregó: *A simple vista y frente a una inspección, lo que se veía era espuma y no la guata que estaba escondida como un vicio oculto. Cuando la espuma de poliuretano y la guata entran en combustión producen, la primera, ácido cianhídrico (cianuro de hidrógeno) dióxido y monóxido de carbono entre otros vapores tóxicos*; la guata, cuando se quema, genera dióxido y monóxido de carbono. La media sombra, que según los testimonios fue lo primero que se quemó, antes de ceder el fuego al techo del local, origina dióxido y monóxido de carbono y acroleína. Cuando todo eso entró en combustión, Cromañón se convirtió en una gigantesca cámara de gas. Un informe elaborado por el Instituto de Tecnología Industrial (INTI) calculó que el nivel de ácido cianhídrico en el aire del local, con el volumen de guata, espuma y media sombra que se incendió, era de 180 ppm (partes de cianuro por millón de partes de aire) con el boliche vacío y de 225 ppm con el local lleno. El informe agrega que el nivel letal para ratas de laboratorio es de 150 a 220 ppm. (Clarín, ed. 13/02/2005: en línea).*

³⁰ Agents Classified by the IARC Monographs, Volumes 1–123. lead = plomo, pp.20.

³¹ Clasificaciones de la IARC por evaluación de la evidencia científica (2019: en línea).

³² Centro de Materiales e IMAP Industria Manufacturera Argentina del Plomo (2019: en línea).



Actualmente es posible adquirir placas acústicas de espuma poliuretánica de diferentes marcas. Con relación al fuego, una ficha técnica informa sobre clasificación de flamabilidad³³ “Ignífugo clase 1 - UL 94 HBF” y describe *está hecha de espuma ignífuga Clase 1*³⁴. Otra ficha informa *Placas Fonoabsorbentes que no propagan llama ni desprenden gases tóxicos*, con flamabilidad RE 2 IRAM 11910-3 y HBF UL94, y describe *Material de muy baja propagación de llamas*.³⁵ Una tercera ficha informa flamabilidad UL 94 / IRAM 13257 y describe *Fonoabsorbentes fabricados con espuma de poliuretano poliéster (...) tratado con retardantes de llamas*.³⁶ En ninguno de los tres casos figura la composición química.

El punto 9.2.1. Poliuretano, del Capítulo 9. Materiales que liberan humos tóxicos durante el incendio, del libro Toxicidades de los materiales de construcción (Doroudiani, S. et al, 2012: 247-248) expresa:

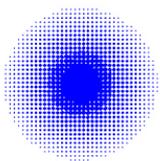
El poliuretano (PU) se puede encontrar en una amplia gama de aplicaciones en edificios, incluyendo tableros rígidos expandidos, aislamiento rociado, espumas flexibles, recubrimientos y pinturas, adhesivos, selladores y elastómeros (como selladores y calafates de madera), tratamientos de ventanas, pisos de resina, juntas y también en cauchos termoplásticos y tejidos elásticos. El PU se produce a partir de isocianatos y libera isocianatos y algunas otras sustancias altamente tóxicas cuando se calienta o quema (Paabo y Levin, 1987; Blomqvist et al., 2003). La PU utilizada en muebles principalmente en colchones se quema con una llama constante tanto en condiciones ventiladas como viciadas (menos aire disponible). La combustión de PU, además de CO₂ (dióxido de carbono) y CO (dióxido de carbono), produce HCN (cianuro de hidrógeno o ácido cianhídrico), NO (óxidos de nitrógeno) y NH₃ (amoníaco). Se ha encontrado HCN en condiciones ventiladas y viciadas, mientras que NO se encontró solo en condiciones ventiladas y NH₃ solo en condiciones viciadas. La mayor producción de HCN, junto con la producción de NH₃ en lugar de NO, es típica para la combustión viciada de materiales que contienen N (nitrógeno) (Blomqvist, 2005). El rendimiento promedio de CO en condiciones ventiladas ha sido de 40 mg / g. Se ha encontrado un rendimiento de 0.9 mg / g para HCN en los exámenes con PU flexible. El aislamiento rígido de PU se quema con una llama inestable en condiciones ventiladas y viciadas y se ha detectado HCN en ambas condiciones. El rendimiento promedio de HCN se ha medido a 8 mg / g en condiciones ventiladas y a 17 mg / g en condiciones viciadas con pérdida de

³³ Porcentaje que se le asigna a un material, respecto a la característica que tiene de quemarse o prenderse mientras está expuesto a llamas. Diccionario de la Real Academia de Ingeniería, España, (2019: en línea).

³⁴ Ficha técnica de FONAC MATERIALES - Absorbentes Acústicos. Fonac-Class 1 (Ignífugo) (2019: en línea).

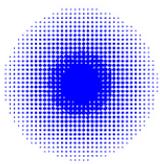
³⁵ Ficha técnica de Class 1, Decibel, soluciones acústicas (2019: en línea).

³⁶ Ficha técnica FONAC ECONOMY (2019: en línea).



masa. Los datos proporcionados por Tewarson (2002) para los rendimientos de HCN de condiciones ventiladas para varios productos rígidos de PU son de 10 a 12 mg / g. Se encontraron NO y NH₃ en las pruebas ventiladas y viciadas, que indican una similitud en la composición del gas de humo entre las dos condiciones de combustión para el aislamiento de PU ignífugo. Una PU rígida produjo 2,7 mg / g de HCN (Blomqvist et al., 2003). De las 22 sustancias diferentes analizadas en el humo de PU, las principales especies encontradas fueron CO₂, CO, H₂O, NO e hidrocarburos (Valencia et al., 2009).

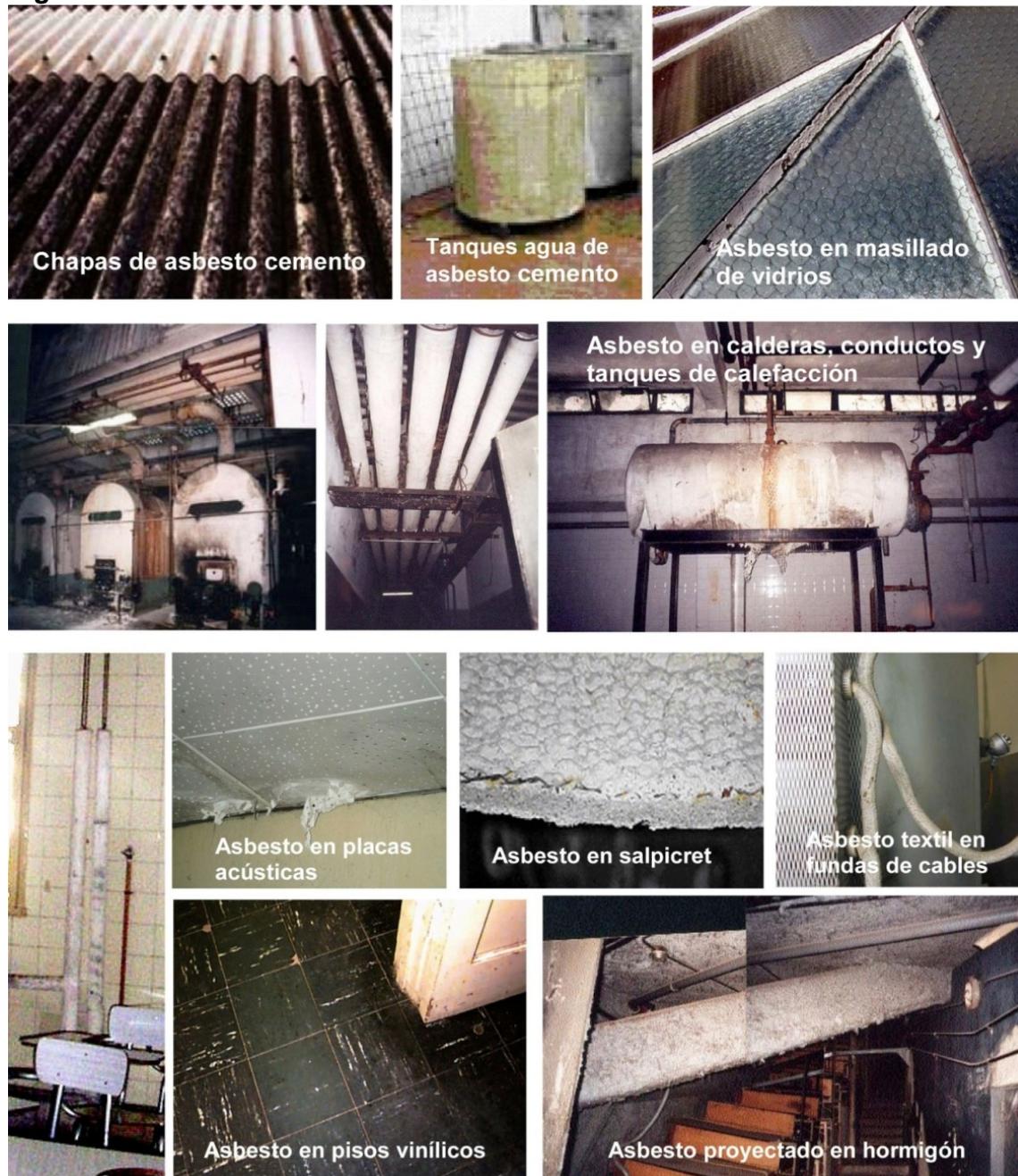
Según el Convenio de Basilea, los Cianuros Inorgánicos se clasifican Y33 y los Orgánicos Y38 (ambos pp. 50). Según la Hoja informativa sobre Sustancias Peligrosas. Cianuro de Hidrógeno, sección Derecho a Saber del New Jersey Department of Health, el cianuro es un componente habitual de espumas poliuretánicas usadas como aislantes (NJ Health, 2012). No todas las espumas aislantes son de la misma calidad y los ensayos de flamabilidad son fundamentales, no obstante, es menester que las políticas de estado se reorienten para que fabricantes y distribuidores amplíen la información y también, evaluar posibles restricciones o prohibiciones de determinados químicos para evitar potenciales tragedias.



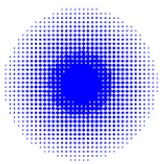
La cara oculta de la arquitectura

Asbesto / Amianto - por composición química.

Fig. 1 – Breve muestra de usos de asbesto/amianto en construcción



Fotos S. Mühlmann.



Plomo - por composición química.

Fig. 2 – Fotos: Vitrales, Café Tortoni, G. C. Tortoni. Embajada de Francia, Desagües y chicotes, Piletas de patio, IMAP-Industria Manufacturera Argentina del Plomo



Plomo en vitrales



Plomo en vitrales



Plomo en vitrales

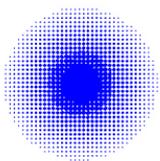


Plomo en sanitarios



Venta de sanitarios de plomo

S. Mühlmann.

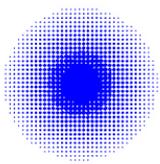


Maderas tratadas - por composición química, tratamiento y contacto con el fuego.

Fig. 3 – Fotos: Pino con CCA, Jorge Czajkowski. Deck con CCA, Aserradero Nelson. Pentaclorofenol pincelado, Jorge Czajkowski. Preservador/Curador con aguarrás, Juan Ignacio Cantiri



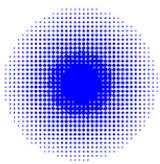
Se evidencia que los tratamientos cumplen su función y también, que durante la etapa de uso su composición química pasa completamente desapercibida.



Espuma poliuretánica - por contacto con el fuego.

Fig. 4 – Fotos aula y estudio de grabación, S. Mühlmann. Cabina estudio de grabación, Video Servicios, México. Estación de radio, Good It, España





Consideraciones sobre los materiales estudiados

El amianto tiene prohibiciones y hay un gran avance referente a requisitos para proyectos de remoción en la APrA-GCBA³⁷, pero falta aún una normativa que describa en detalle cómo debe realizarse una remoción de amianto instalado, que permitiría un riguroso chequeo de la seguridad de los procedimientos de las empresas inscriptas en registros oficiales para esa actividad.

El plomo está restringido, sólo estudios realizados por el INTI³⁸ y organismos autorizados pueden comprobar oficialmente su ausencia, presencia y dosificación en cualquier producto, por ejemplo, pinturas.

Actualmente hay usos correctos para el plomo, por ejemplo, como aislante en salas de rayos, aislante acústico confinado en paredes de estudios de grabación y componente de dispositivos antisísmicos en edificios. El plomo sólido recuperado es reciclable, pero es necesario ejercer mayores controles en demoliciones. Durante la remoción de piezas sanitarias, vitrales u otros, es mandatorio el uso de protección dérmica dado que el plomo se absorbe, entra al organismo, por contacto, a través de la piel. En caso de demolición o remoción de pintura con contenido de plomo (previa verificación), además de protección dérmica, es mandatoria la protección respiratoria y trajes para evitar que el plomo desprendido sea inhalado o ingerido, tomar medidas para evitar que quede plomo en aire y contamine a operarios y quienes posteriormente se encuentren en obra, y disponer el residuo removido a destino habilitado para recibirlo, con procedimientos de seguridad.

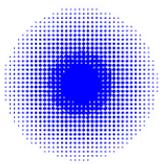
Con relación a la madera, en la mayoría de las construcciones es insoslayable la necesidad de un biocida, y se verifica que en los preservantes y curadores hay un significativo viraje hacia químicos cada vez más benignos, sobre todo los de base acuosa, no obstante, distan aun de ser inocuos.

En cuanto a maderas tratadas, es necesario generar protocolos para disposición final de sobrantes, cortes en obra o residuos de desmontaje o demolición de impregnadas con CCA, y también, para determinar si madera desmontada o de demoliciones recibió pincelado con químicos tóxicos, y tomar medidas de seguridad para operarios y ambiente.

En referencia a la toma de información durante proyecto y obra, es necesario verificar que fabricantes y distribuidores presenten fichas técnicas y hojas con datos de seguridad, donde figuren efectos en salud (piel, ojos, sistema respiratorio, digestivo, entre otros) y ambiente (emisiones en aire, vertido en agua y suelo, entre otros), ensayos de fuego, protecciones en obra, formas seguras de guardado y disposición, y dónde acudir en caso de intoxicación. Hay

³⁷ Agencia de Protección Ambiental del Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires

³⁸ Instituto Nacional de Tecnología Industrial



productos que cumplen con estos requisitos pero otros que no, proveyendo, cuando se consulta, sólo una ficha descriptiva sin datos de seguridad ni medidas de prevención. De ahí la importancia de consultar listados oficiales y procurar información sobre efectos en salud y ambiente provenientes de organismos locales e internacionales.

En cuanto a certificaciones, es necesario verificar a qué se refieren, por ejemplo, pueden certificar bajo consumo energético pero no la presencia de determinados materiales componentes.

No todos los materiales pueden ser sustituidos por otros más benignos, pero es posible divulgar más información para que tanto arquitectos como constructores sepan qué están manipulando, protegerse y proteger operarios y ambiente, promoviendo un giro hacia productos y prácticas más saludables.

Del mismo modo, es necesario que la información de dónde se ubican esos químicos en los edificios llegue a los médicos para facilitar y agilizar diagnósticos y tratamientos en personas con enfermedades relacionadas con la exposición a esas sustancias.

Conclusiones

A partir de lo expuesto, se verifica que en los edificios hay materiales que aparentemente no registran anomalías, pero que por su composición química, o por haber recibido determinados tratamientos, o por su eventual contacto con el fuego o el agua, son tóxicos para el ambiente y la salud humana.

Que a partir de esa verificación, es posible sentar las bases para el cumplimiento de objetivos que desde una mirada desde la salud, abordan una articulación interdisciplinar en programas de estudio y ejercicio profesional, y la modificación de políticas de estado en función de actualizar documentación oficial y ampliar las posibilidades de aplicación de criterios de sustentabilidad en forma regulada.

Finalmente, se demuestra la importancia de los recursos que la cultura visual provee para la comprensión del problema, la evolución hacia soluciones integrativas, y la articulación entre Arquitectura y Medicina, que a modo introductorio propone este trabajo, en concordancia con el espíritu de las jornadas.

Reconocimientos

Esta investigación se encuadra en el Plan de Tesis Doctoral "Descripción de los aspectos tóxicos de los materiales utilizados en la construcción de edificios en la Ciudad de Buenos Aires a partir de una mirada desde la salud", con sede en la Facultad de Medicina de la Universidad de Buenos Aires en colaboración con el CIHE FADU UBA, Director: Prof. Dr. Carlos Damin* (FMed), Directora Asociada: Dr. Arq. Silvia de Schiller (CIHE), Resolución (CD) N° 2928/18.

* Médico, científico y profesor universitario especializado en Toxicología, Investigador y Profesor Titular de Toxicología en la Facultad de Medicina de la Universidad de Buenos Aires y Jefe de la División Toxicología del Hospital Fernández de la Ciudad de Buenos Aires e Integrante de la Informal International Scientific Network, UNODC de las Naciones Unidas.

Agradecimiento al Dr. Guillermo M. Mühlmann, PhD MIT - Massachusetts Institute of Technology, por su asesoramiento en Química.

Bibliografía

Doroudiani, S. ET AL (2012). *Toxicity of building materials. 9. Materials that release toxic fumes during fire. 9.2.1 Polyurethane*, pp 247-248, Edited by F. Pacheco-Torgal, S. Jalali and A. Fucic, Oxford Cambridge Philadelphia New Delhi: © Woodhead Publishing Limited, 1st Edition. ISBN 978-0-85709-122-2 (print) ISBN 978-0-85709-635-7 (online).

McDonough, W. & Braungart, M. L. (2002). *Cradle to Cradle. Remaking the Way, We Make Things*, New York: North Point Press, 1st Edition. ISBN-13: 978-0-86547-587-8.

Mühlmann S. (2012). *La Selección de Materiales de Construcción con Criterios de Sustentabilidad como Interfase en el Proceso Proyectual*, XXV Jornadas de Investigación y VII Encuentro Regional, si+amb, Proyecto y Ambiente, SI-FADU-UBA, pp. 1008-1018, Coordinado por G. Sorda, Ed. literaria, I. Mignaqui, 1º ed., Buenos Aires: Aulas y andamios. ISBN 978-987-1597-22-2.

Material online:

Amato, A. (2005). *En Cromañón, el destino de los chicos "estaba marcado"*, Diario Clarín Sociedad. Recuperado el 22/06/19 de <http://abcdonline.com.ar/tea/info/3100-3199/C-3136.pdf>

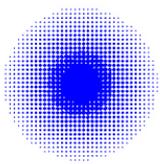
American Academy of Allergy, Asthma & Immunology. Recuperado el 22/06/19 de <https://www.aaaai.org/conditions-and-treatments/conditions-dictionary/allergen>

American Cancer Society (2019). *What causes cancer? Formaldehyde*. Recuperado el 22/06/19 de <https://www.cancer.org/cancer/cancer-causes/formaldehyde.html>

ANMAT - Administración Nacional de Medicamentos, Alimentos y Tecnología Médica. Recuperado el 22/06/19 de <https://www.argentina.gob.ar/anmat>

Aserraderos Nelson (2017). *Deck Pino Impregnado CCA*. Recuperado el 22/06/19 de <http://aserraderonelson.com.ar/product/deck-pino-impregnado-cca/>

Blomqvist, P., Hertzberg, T., Dalene, M. & Skarping, G. (2003). Isocyanates, amino isocyanates and amines from fires – a screening of common materials found in buildings. *Fire and Materials*, 27(6), 275–294. Recuperado el 14/12/2019 de <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1002/fam.836>



Blomqvist, P. (2005). *Emissions from fi res: consequences for human safety and the environment*. Doctorate Thesis. Lund, Sweden: Lund Institute of Technology.

Recuperado el 14/12/2019 de

<https://portal.research.lu.se/ws/files/4771395/545460.pdf>

Boletín Oficial de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires N° 2338 (2005). *Ley N° 1820/05*. Recuperado el 22/06/19 de

https://www.buenosaires.gob.ar/areas/leg_tecnica/sin/normapop09.php?id=80280&qu=c&ft=0&cp=&rl=1&rf=&im=&ui=0&printi=&pelikan=1&sezion=1094565&primera=0&mot_toda=&mot_frase=&mot_alguna=

Brundtland, G. H. (1987). *UN Documents, Gathering a Body of Global Agreements, The Report of the Brundtland Commission, Our Common Future*, Chapter 2: Towards Sustainable Development, Oxford University Press. Recuperado el 22/06/19 de

<https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/5987our-common-future.pdf>

Building Research Establishment Environmental Assessment Method (2019).

Recuperado el 22/06/2019 de <https://www.breeam.com/uk/>

Centro de Materiales (2019). *Accesorios y Caños Desagüe (plomo)*. Recuperado el 25/06/2019 de

<https://www.centrodemateriales.com.ar/categorias/sanitarios/accesorios-y-canos-desague?ordenar-por=mayor-precio&marcas=sin-marca>

Clasificaciones IARC por evaluación de la evidencia científica (2019). Recuperado el 25/06/2019 de

[http://www.cicomra.org.ar/cicomra2/archivos/notas/Clasificaciones%20del%20IARC .pdf](http://www.cicomra.org.ar/cicomra2/archivos/notas/Clasificaciones%20del%20IARC.pdf)

Cradle to Cradle Products Innovation Institute (2019). Recuperado el 23/06/2019 de

<https://www.c2ccertified.org/>

Decibel, soluciones acústicas. Recuperado el 22/06/2019 de

<http://www.acustizar.com.ar/fichas/FICHA-CLASS1.pdf>

Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen (2019). Recuperado el 22/06/2019 de

<https://www.dgnb.de/de/index.php>

Diccionario del Instituto Nacional del Cáncer de España. Recuperado el 22/06/2019 de

<https://www.cancer.gov/espanol/publicaciones/diccionario/def/mutageno>

Diccionario de la Real Academia de Ingeniería. Recuperado el 23/06/2019 de

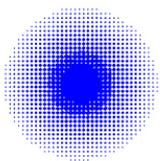
<http://diccionario.raing.es/es/lema/flammabilidad>

DRAE – Diccionario de la Real Academia Española. Recuperado el 22/06/2019 de

<http://lema.rae.es/drae/?val=carcin%F3geno>

FONAC MATERIALES - Absorbentes Acústicos. Fonac-Class 1. Recuperado el

23/06/2019 de http://www.sonoflex.com/class_1.htm



FONAC ECONOMY - Recuperado el 23/06/2019 de <http://sonoflex.com/fonac/wp-content/uploads/2010/08/FICHA-ECONOMY-3009.pdf>

Greater Wellington Regional Council (2019). *Burning treated wood releases toxins*. New Zeland. Recuperado el 22/06/2019 de <http://www.gw.govt.nz/assets/RelocatedUploads/Adlam205/Burning-issues-brochure.pdf>

Haute Qualité Environnementale (2016). Recuperado el 22/06/2019 de <https://www.behqe.com/>

IARC - International Agency for Research on Cancer (2019). Recuperado el 22/06/2019 de <https://www.iarc.fr/>

IARC (2012). *Agents Classified by the IARC Monographs, Volumes 1–123*. Recuperado el 22/06/2019 de <https://monographs.iarc.fr/wp-content/uploads/2018/09/ClassificationsAlphaOrder.pdf>

ILFI - International Living Future Institute (2019). *The Red List*. Recuperado el 22/06/2019 de <https://living-future.org/declare/declare-about/red-list/>

IMAP Industria Manufacturera Argentina del Plomo (2019). *Accesorios sanitarios y cañerías (plomo)*. Recuperado el 25/06/2019 de <https://www.imap-srl.com.ar/productos/>

Leadership In Energy and Environmental Design (2019). Recuperado el 22/06/2019 de <https://new.usgbc.org/leed>

Living Building Challenge - International Living Future Institute (2019). Recuperado el 22/06/2019 de <https://living-future.org/lbc/>

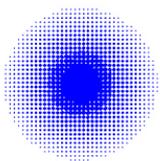
Ministerio de Salud de la Nación (2017). *Químicos prohibidos y restringidos en Argentina*. Recuperado el 22/06/2019 de http://www.msal.gob.ar/images/stories/bes/graficos/0000001076cnt-2017_Quimicos_prohibidos_y_restringidos.pdf

NIEHS - National Institute of Environmental Health Science (2019). Recuperado el 22/06/2019 de <https://www.niehs.nih.gov/health/topics/agents/endocrine/index.cfm>

NJ Health (2012). *Hoja informativa sobre sustancias peligrosas. Cianuro de hidrógeno*. New Jersey Department of Health, Derecho a saber. Recuperado el 22/06/2019 de <https://nj.gov/health/eoh/rtkweb/documents/fs/1013sp.pdf>

Organización de las Naciones Unidas (1992). *Convenio de Basilea*, Organización Mundial de la Salud. Recuperado el 22/06/2019 de <http://www.basel.int/portals/4/basel%20convention/docs/text/baselconventiontext-s.pdf>

Paabo, M. & Levin, B.C. (1987). *A review of the literature on the gaseous products and toxicity generated from the pyrolysis and combustion of rigid polyurethane*



foams. Fire and Materials, 11(1), 1–29. Recuperado el 14/12/2019 de <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/fam.810110102>

Pharos Project (2019). Recuperado el 22/06/2019 de <https://www.pharosproject.net/>

Poder Judicial de la Nación (2009). XVI. *Hechos probados del día 30 de diciembre de 2004*». Tribunal Oral en lo Criminal N° 24 de la Ciudad de Buenos Aires. Fallo de la Causa n° 2517. Recuperado el 22/06/2019 de <https://psicolog.org/y-vistos-se-renen-los-integrantes-del-tribunal-oral-en-lo-crim.html?page=122>

Presidencia de la Nación (2019). *Manual de vivienda sustentable*, Capítulo 2.2.5. Materiales, p 43. Recuperado el 22/06/2019 de <https://www.argentina.gob.ar/ambiente/sustentabilidad/innovacion-para-el-desarrollo/vivienda>

Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (1992). *Convenio de Basilea*. Recuperado el 22/06/2019 de

<http://www.basel.int/portals/4/basel%20convention/docs/text/baselconventiontext-s.pdf>

SENASA - Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria. Recuperado el 22/06/2019 de <https://www.argentina.gob.ar/senasa/que-es>

Tewarson, A., 2002. *Generation of heat and chemical compounds in fires*. In P.J. DiNenno, ed., *The SFPE Handbook of Fire Protection Engineering*. Quincy, MA:

National Fire Protection Association, pp. 83–161. Recuperado el 14/12/2019 de <https://www.semanticscholar.org/paper/Generation-of-Heat-and-Chemical-Compounds-in-Fires-Tewarson/845faf6dc5e9d9bc6da273f5b21078b62df83a1a>

Urrutia, A. (2016). *La madera tratada con CCA ¿solución o problema?*, Facultad de Arquitectura, Universidad de la República. Recuperado el 22/06/2019 de <http://www.fadu.edu.uy/tesinas/files/2016/01/Tesina-Adriana.-Urrutia.pdf>

Valencia, L.B. et al., 2009. Analysis of principal gas products during combustion of polyether polyurethane foam at different irradiance levels. *Fire Safety Journal*, 44(7), 933–940. Recuperado 13/12/2019 de [file:///C:/Users/susan/Downloads/Analysis of principal gas products durin.pdf](file:///C:/Users/susan/Downloads/Analysis%20of%20principal%20gas%20products%20durin.pdf)