

ASBESTOS EN ARGENTINA: CONTAMINANTES NATURALES EN MATERIALES PARA LA CONTRUCCIÓN. CASOS DE ESTUDIO

Lescano Leticia ^{*1,2}, Marfil Silvina ^{1,2}, Maiza Pedro ^{1,2}

1- Depto. de Geología-UNS. San Juan 670, Bahía Blanca.

2- CGAMA- Comisión de Investigaciones Científicas de la Prov. de Bs. As.

*leticia.lescano@uns.edu.ar

RESUMEN

Se estudiaron materiales de construcción (revestimiento de tuberías, baldosas, alisado de cemento, paredes, columnas, chapas de fibrocemento, tanques de agua, entre otros) de diferentes edificios públicos de la provincia de Buenos Aires a fin de determinar la presencia de materiales asbestiformes.

Se caracterizaron los materiales y se identificaron las especies minerales que los componen. Se separaron los minerales asbestiformes y se analizaron a grano suelto, con microscopio petrográfico sobre secciones delgadas, por difracción de rayos X, y microscopía electrónica de barrido (MEB).

El estudio detallado de este tipo de materiales en estructuras edilicias de la provincia de Buenos Aires, permitirá definir planes de contingencia al momento de su movilización y disposición final, en los que se consideren todas las variables, poniendo especial cuidado en los problemas que ocasionan los asbestos en la salud.

INTRODUCCIÓN

Asbesto (o amianto) es un término comercial que involucra minerales del grupo de la serpentina (cristolita) y anfíboles (crocidolita, amosita, antofilita, actinolita y tremolita). Presentan hábito fibroso, son flexibles, resistentes a la tracción, al calor, al fuego y a la degradación química o biológica (Zoltai, 1981). Debido a estas propiedades, han sido muy utilizados en gran variedad de industrias en diferentes proporciones, siendo el cristolita el que se presenta en mayor diversidad de productos, mientras que los anfíboles se utilizaron en materiales puntuales. Actualmente se conocen más de tres mil aplicaciones. Sin embargo, a su gran utilidad hay que añadir su alta peligrosidad para producir enfermedades en forma directa o indirecta, atribuidas, en las últimas décadas, a la exposición al asbesto.

Debido a estas características, las fibras de estos minerales pueden penetrar en las vías respiratorias y acumularse en los pulmones, desarrollando cáncer o asbestosis (Battista, et al. 2006). El aspecto, la forma y las dimensiones de las fibras de asbestos pueden variar notablemente dependiendo de la procedencia, de las características de los productos y de los materiales industriales que las contienen (Frank, 1993). Por todas sus propiedades, las fibras de asbesto se consideran biopersistentes, es decir, permanecen mucho tiempo por ejemplo en el tejido pulmonar, con el riesgo de patogenicidad que ello conlleva (Abú-Shams y Pascal, 2005). Los principales efectos sobre la salud, derivados de la exposición al asbesto son: la asbestosis (fibrosis pulmonar), enfermedad más común provocada por estos minerales (Figura 1), el cáncer de pulmón, el mesotelioma maligno (pleural o peritoneal) y las placas pleurales (Roggli y Vollmer, 2008). Organismos tales como el Departamento de Salud y Servicios Humanos (DHHS), la Organización Mundial de la Salud (OMS/WHO) y la Agencia de Protección Ambiental (Environmental Protection Agency - EPA) de EEUU han determinado que las fibras de asbesto son carcinógenas (ATSDR, 2001). La OMS considera que hay suficiente evidencia para calificar a todos los tipos de asbestos como carcinogénicos para humanos y animales.

La exposición al asbesto, afecta principalmente a las personas que residen cerca de un punto de emisión e inhalan el polvo disperso en el aire. Las fibras pueden pasar al aire o al agua no sólo por la degradación de los productos manufacturados sino también por la erosión de depósitos naturales. El agua puede contener asbestos procedentes de fuentes naturales o de tuberías de fibrocemento que los contienen. Las fibras y las partículas de diámetro pequeño pueden permanecer suspendidas en el aire durante largo tiempo y ser transportadas grandes distancias por el viento y el agua antes de depositarse. No pueden movilizarse a través del suelo permaneciendo inalteradas durante largo tiempo dado que no son degradadas a otros compuestos (Luis et al., 2009).

Aunque la peligrosidad del amianto es conocida desde comienzos de la década del '30, este material se ha utilizado en una gran variedad de materiales de construcción hasta finales de los 70. Desde 1930 a 1980, decenas de millones de toneladas de amianto fueron colocadas en barcos, fábricas, trenes, centrales eléctricas, astilleros, en la industria de la construcción, edificios, salas de calderas, e incluso en viviendas y automóviles.

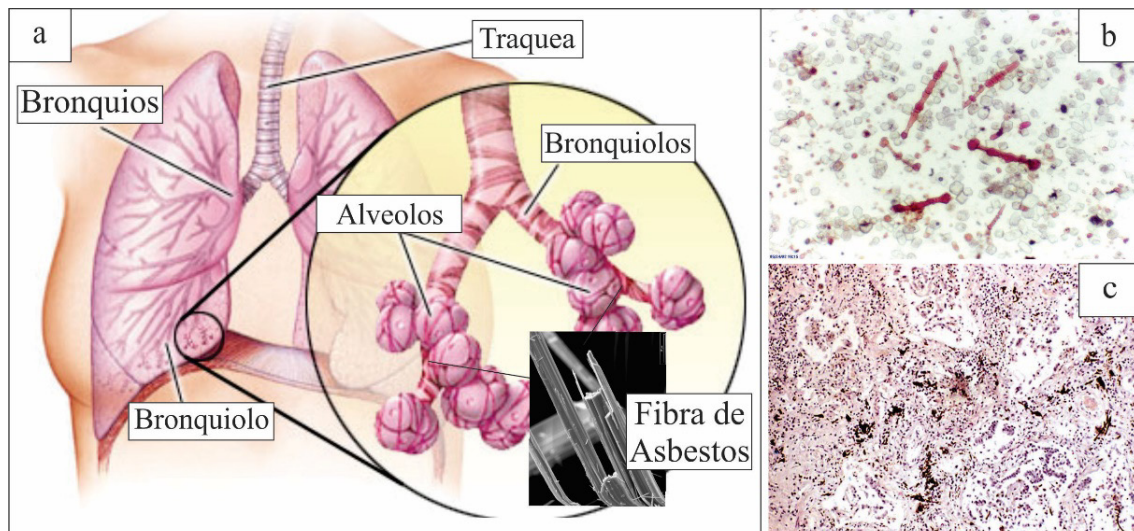


Figura 1. a. Esquema del sector donde se desarrolla la asbestosis dentro de los pulmones (zona de alvéolos donde se localizan las fibras). b. Asbestos en una preparación microscópica, previa digestión del tejido pulmonar. c. Asbestosis pulmonar. Fibrosis intersticial incipiente con infiltración linfocitaria y numerosas partículas de asbesto (en negro). (Heffner y Klein 2008)

Si bien en la Argentina, los asbestos se encuentran prohibidos desde el año 2000 por resolución del Ministerio de Salud (845/00 y 823/01), existen numerosas construcciones antiguas que contienen estos materiales, por lo que es necesario su reconocimiento y ubicación dentro de las estructuras a fin de tomar los recaudos necesarios a la hora de su removilización y disposición final. También es frecuente encontrar edificios abandonados donde el deterioro sufrido expuso estos materiales al medio ambiente tornándose peligroso para las personas que viven en las proximidades.

Con el objeto de identificar materiales de construcción de diferentes edificios públicos de la provincia de Buenos Aires, como establecimientos educativos, hospitales públicos e intendencias, se tomaron muestras de tuberías, techos, cielorrasos, pisos

(baldosas y alisado de cemento), paredes, columnas, bloques caídos de los techos (fibrocemento), tanques de agua, entre otros, para poder determinar posibles focos de emisión de partículas asbestiformes nocivas para La salud. El estudio detallado de este tipo de materiales en obras de interés provincial, permitirá definir planes de contingencia, en los que se consideren todas las variables, poniendo especial cuidado en los problemas que ocasionan los asbestos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se tomaron muestras en diferentes edificios públicos, de los pisos (baldosas y alisado de cemento), paredes, columnas, bloques caídos de los techos (fibrocemento), tuberías, y todo material que se consideró de interés para este trabajo. Se caracterizaron los materiales y se identificaron las especies minerales que los componen. Se separaron los minerales asbestiformes y se analizaron a grano suelto, con microscopio petrográfico sobre secciones delgadas, por difracción de rayos X, y microscopía electrónica de barrido (MEB).

Para ello se utilizó un microscopio petrográfico Olympus B2-UMA trinocular con video cámara Sony 151A y el programa Image-Pro Plus para captura y procesamiento de imágenes, un difractómetro Rigaku D-Max III, con radiación de Cu-K α y monocromador de grafito, operado con 35 kV y 15 mA con un ángulo de barrido entre 2° y 60° (2 θ Cu K) y un microscopio electrónico de barrido JEOL 35 CF. Las muestras fueron metalizadas con oro.

RESULTADOS

En la Figura 2 se muestra algunos ejemplos de materiales con asbestos muestreados en la ex usina general San Martín, construida en la década del 30 para proveer de energía eléctrica a la ciudad de Bahía Blanca. La Figura 2a corresponde a trozos de chapa de fibrocemento caídos de los techos. La canaleta está conformada por capas sucesivas de mortero con asbesto (crisotilo) incorporado, dispuesto subparalelamente hacia el exterior de la chapa (Figura 2b) (Lescano et al., 2013a). En la Figura 2c se observa caños revestidos con minerales fibrosos, usados para el transporte de agua caliente. Con MEB, los cristales presentan morfologías asbestiformes (anfíboles asbestos). Las fibras son rígidas y extensas (Figura 2d).

La canaleta presenta una parte convexa (hacia el exterior) y posee un espesor de unos 6 a 7 mm (Figura 3a). Este material está constituido por capas sucesivas de mortero con asbesto, dispuesto subparalelamente hacia el exterior de la chapa. Ambas superficies muestran una textura característica producida por compactación durante el proceso constructivo. Posteriormente se separó el material fibroso y se analizó con esteromicroscopio. El tamaño de las fibras varía, desde el mm hasta 1 cm de largo. Presentan características asbestiformes, es decir, flexibilidad, resistencia a la rotura y elasticidad. Son de color blanquecino y no muestran evidencias de corrosión. Las fibras no son abundantes y se concentran principalmente en la superficie de las canaletas y en algunas capas internas. Por difracción de rayos X se identificó cuarzo, yeso, feldespato y crisotilo. Este mineral, se determinó por sus máximas reflexiones en 7,32; 3,66 y 2, 45 Å, comparables con la ficha ICDD 31-808 (ICDD, 1986) (Figura 3b) (Lescano et al., 2013).

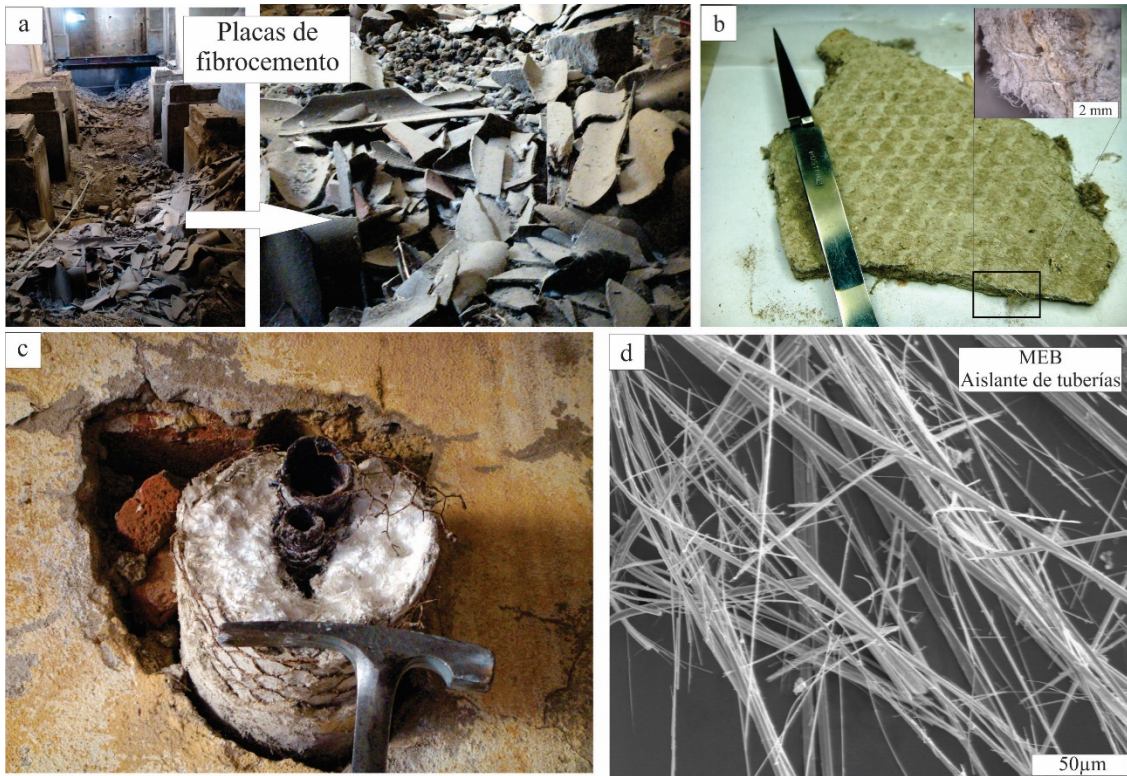


Figura 2: a. Interior de un edificio con placas y tejas de fibrocemento. b. Placa de fibrocemento. c. Caño de aislación interna revestido con asbestos. d. Fibras de asbestos del caño aislante visto con MEB (Lescano et al. 2013)

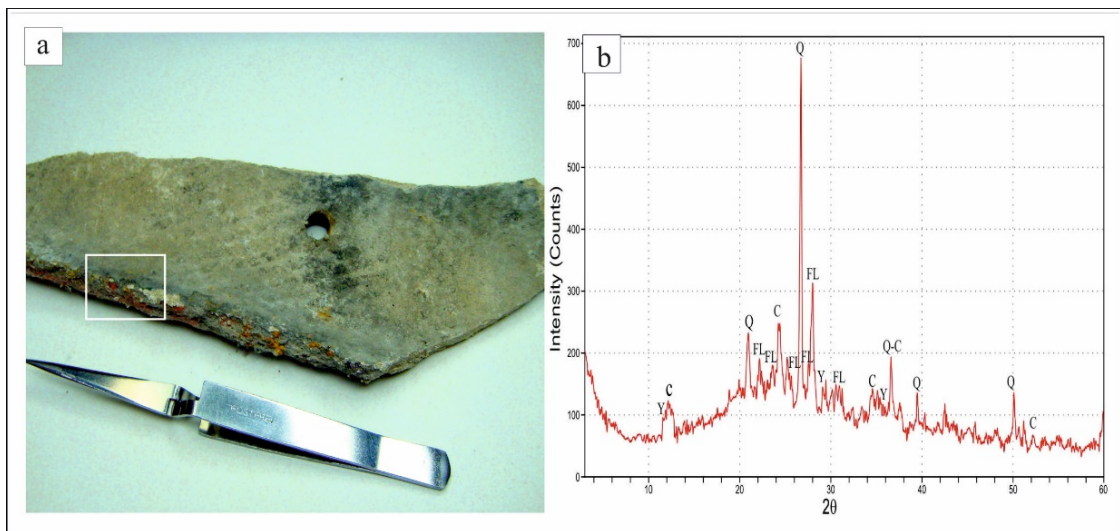


Figura 3: a. Fragmento de canaleta compuesta por capas con asbestos. b. DRX de la canaleta (Y: yeso, C: crisotilo, FL: feldespato y Q: cuarzo) (Lescano et al., 2013)

En el sector exterior de este edificio se muestrearon revestimientos (aislación) de caños de aproximadamente 5" (Figura 4a). Se presenta como un fieltro, con una débil protección externa de yeso, muy deleznable y fácilmente liberado al ambiente exógeno con posibilidades de ser dispersado por el viento. En el recuadro se observa un detalle las fibras expuestas. Este material fibroso presenta una coloración gris a levemente verdosa, es blando, flexible y resistente a la molienda. Los paquetes de fibras llegan a medir 4 cm de largo, están integrados por numerosas fibras contenidas en una masa

del mismo material, pero totalmente desordenadas. Es extremadamente liviano y arrancado y llevado con facilidad por el viento. Teniendo en cuenta estas características, se considera muy nocivo a efectos ambientales, por ser fácilmente movilizado, dispersado e incorporado al material particulado en suspensión. Bajo microscopio óptico es anisótropo, de bajo color de interferencia (gris a levemente amarillo de primer orden) y con extinción oblicua, entre 2 y 8°. Por difracción de rayos X, se determinó como un mineral del grupo de los anfíboles. Por la estructura, corresponde a grunerita, con sus mayores intensidades en 8,33, 2,77, 3,07 y 2,63 Å, comparables con la ficha ICDD 31-631 (ICDD, 1993) (Figura 4b). Además se reconocieron reflexiones menos intensas de cuarzo. Las fibras observadas con microscopio electrónico de barrido, presentan hábito acicular característico de los anfíboles-asbestos (Figura 4c). Las dimensiones son variables, aunque predominan las fibras largas. Los extremos poseen una terminación, en algunos casos, en punta astillosa. Las fibras menores son producto del desprendimiento de otras mayores, generando hábitos asbestiformes y fibras quebradizas. En algunos casos se destaca su terminación tipo aguja. El análisis de EDS permitió identificar Si, Mg, O y en menor proporción Fe (Figura 4d).

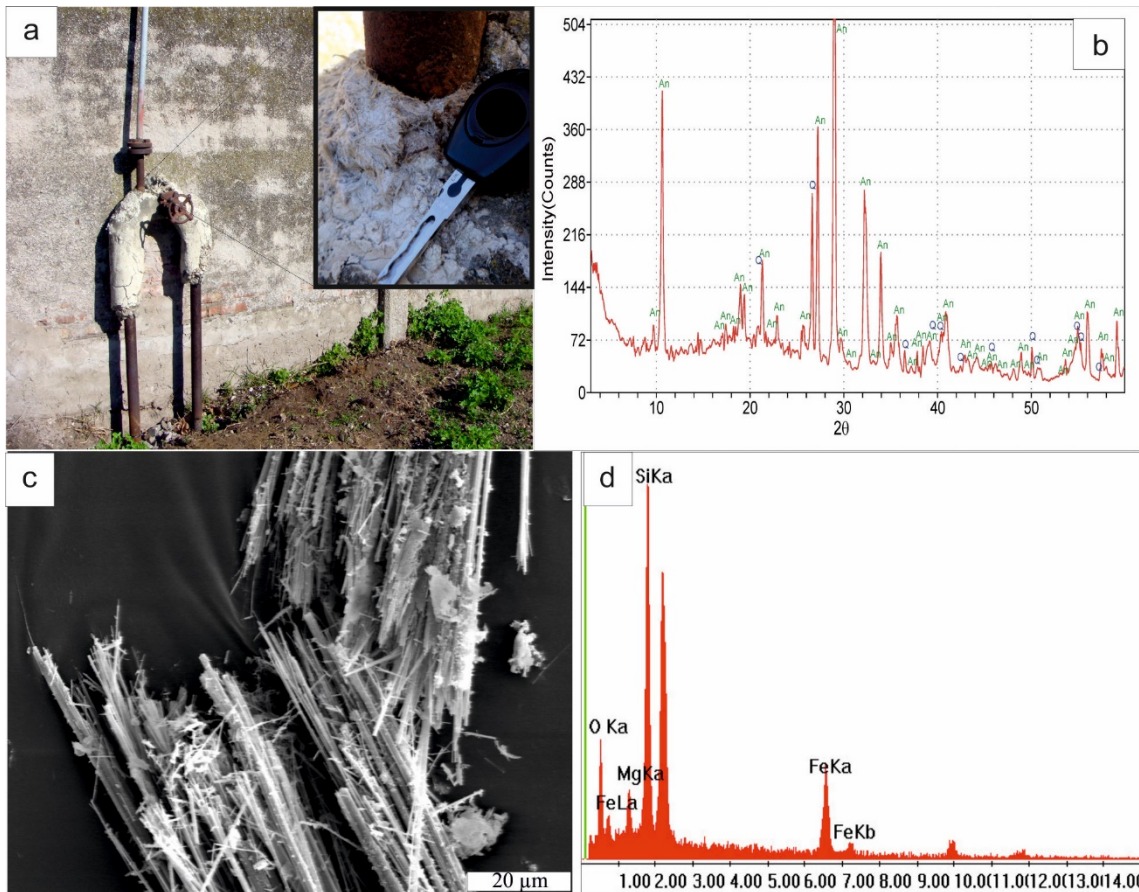


Figura 4: a. Caño exterior revestido con asbesto. Detalle del material fibroso. b. DRX del material aislante. c: SEM de las fibras del recubrimiento externo. d. Espectro EDS. (Lescano et al., 2013)

Por otra parte se realizó un estudio de las chapas de fibrocemento de techos de las viviendas, administración y demás construcciones del Parque Provincial Ernesto Tornquist (provincia de Buenos Aires) (Figura 5a). Se observaron diferentes tonalidades, texturas e intensidad de deterioro (Figura 5b). El material fibroso que las componen fue separado y analizado bajo esteromicroscopio. El tamaño de las fibras varía desde el mm hasta 1 cm de largo. Presentan características asbestiformes, es

decir, longitud, espesor, flexibilidad, resistencia a la rotura y elasticidad. Son de color blanquecino y no presentan evidencias de alteración. La presencia de fibras en estos materiales es abundante, se concentran en la superficie de las chapas (figura 5c) y en capas internas. En la sección transversal se observó que está constituida por un material cementicio, que aglutina a la arena, compuesta por cuarzo y feldespato, y al material fibroso mencionado, comúnmente llamado asbesto blanco.

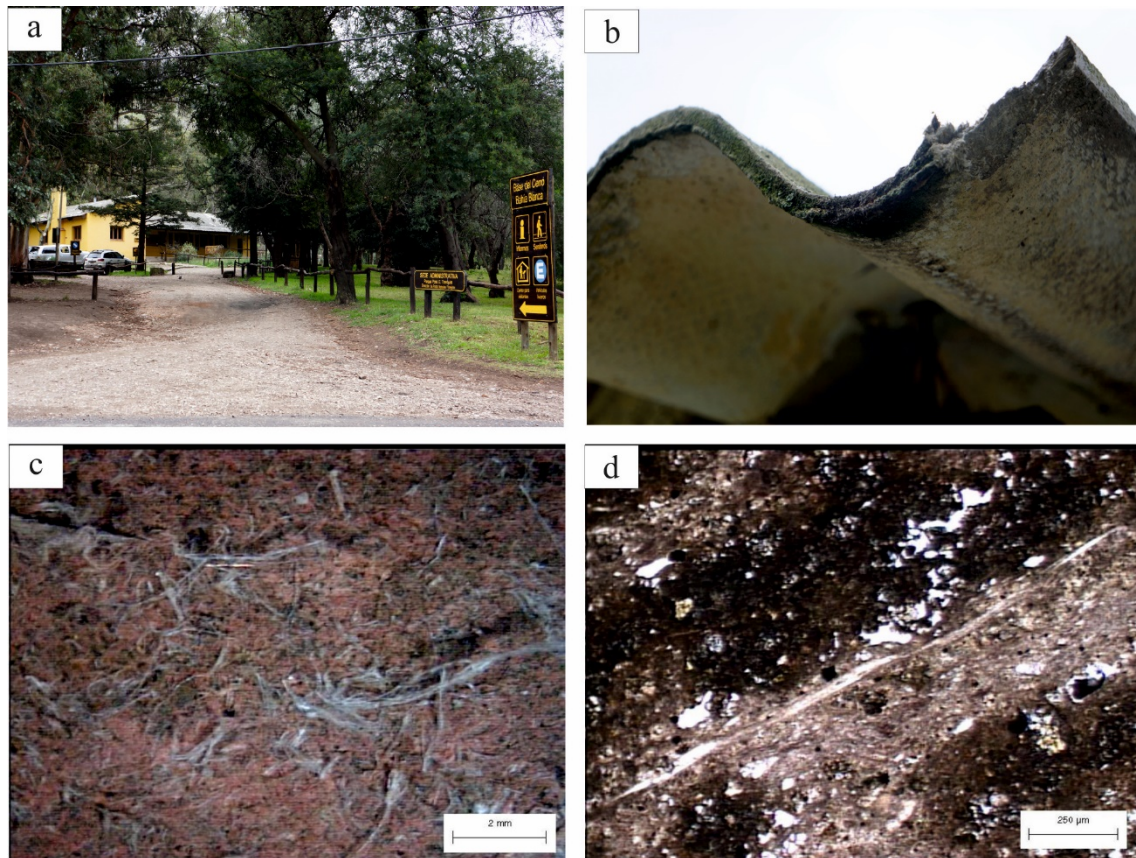


Figura 5: a. Acceso al área relevada. b. Detalle de las chapas. c: Fibras en la superficie de la chapa bajo estereomicroscopio. d: Corte transversal de la placa, sobre secciones delgadas (con luz paralela). (Lescano et al., 2015)

Con MEB se analizó la superficie y el interior de las chapas. Las fibras presentan morfología fibrosa de características asbestiformes con una relación largo/ancho superior a 100. Son flexibles, elongadas y se encuentran uniformemente distribuidas en toda la chapa. Su adherencia al mortero es buena sin embargo en algunos sectores, sobre todo superficiales, se encuentran sueltas. En la figura 6a se observa un haz de fibras separado de la chapa en donde se distingue su morfología asbestiforme y tamaño variable, que supera los 2500 μm de largo. Se reconocen fibras menores en la superficie (del orden de los 600 μm de largo) que se desprenden de la chapa, y minerales del mortero. En la figura 6b se muestra un detalle de las terminaciones de las fibras donde se observa la flexibilidad y su entrelazamiento natural.

El mortero está constituido por una pasta aglutinante y cementicia que presenta una textura uniforme. En la figura 6c se observa la textura y disposición de las fibras dentro de la pasta. Estas se encuentran adheridas en parte al aglutinante y en parte sueltas sin contención. Su morfología es asbestiforme y se distingue la degradación originando fibras de menores dimensiones (desde los 100 μm hasta

submicroscópicos). El desmenuzamiento y su gran flexibilidad es una característica típica del crisotilo. En la figura 6d se observa un detalle de las terminaciones, destacándose la separación en fibras menores muy finas.

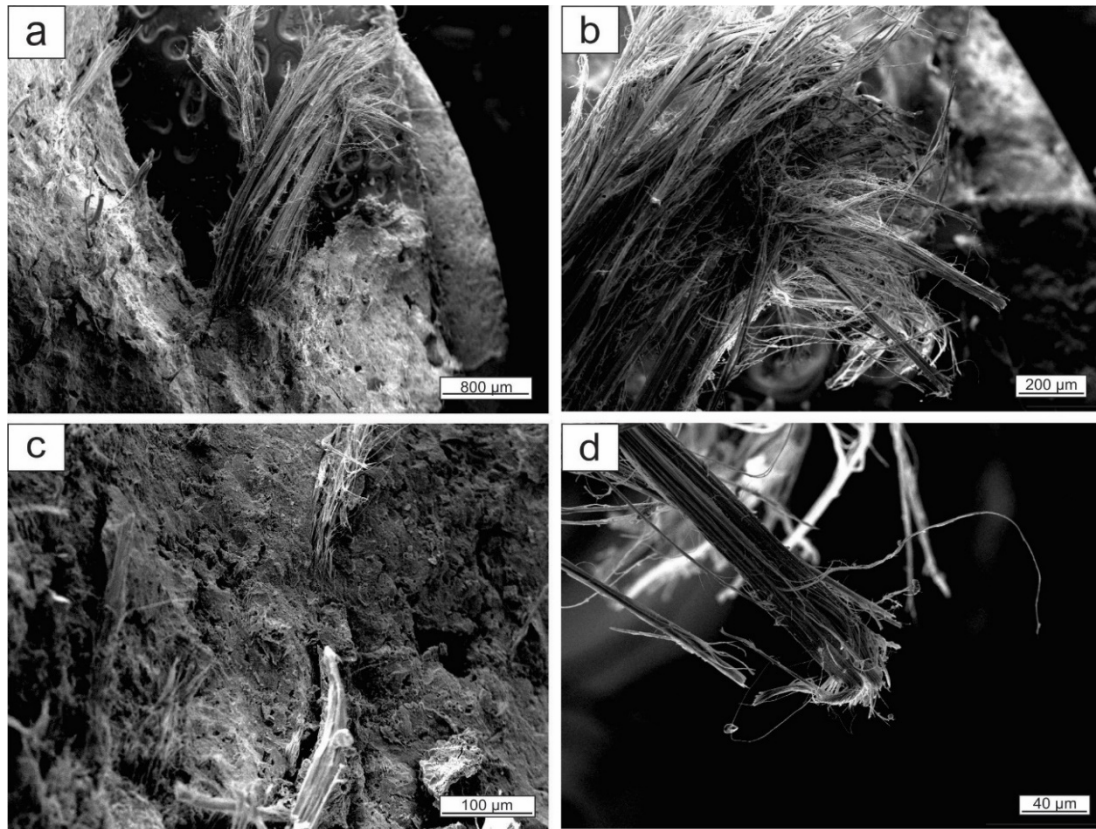


Figura 6: MEB. a. Fibras de asbestos. b. Terminaciones de las fibras. c. Fibras dentro de la pasta aglutinante de las chapas. d. Detalle de la fotomicrografía (Lescano et al., 2015)

También se estudiaron diferentes materiales de construcción de establecimientos educativos de la provincia de Buenos Aires a través de requerimientos de organismos públicos. En uno de ellos, se analizaron tanto la zona externa como interna de las chapas y se reconocieron fibras de morfologías asbestiformes de diferentes tamaños. Se presentan entrelazadas y muy flexibles. En la Figura 7 a se muestra la zona interna de la placa con abundantes fibras en su superficie, entrelazadas, en algunos casos sin adherencia y en la figura 7b se distinguen (con mayor aumento) cómo se desprenden las fibras asbestiformes. Por sus propiedades ópticas se puede definir al asbesto como crisotilo. A su vez se distinguieron en menor cantidad, otro tipo de fibras que al microscopio no presentan birrefringencia, son aciculares y rectilíneas determinadas como fibras de vidrio.

En otro establecimiento educativo de nivel inicial también se analizaron las chapas de los techos, y se reconocieron estas mismas fibras de morfologías asbestiformes entre el material aglutinante. En algunos sectores presentan buena adherencia y en otros se reconocen sueltas. Bajo microscopio las fibras presentan birrefringencia, extinción recta y morfología fibrosa, con una relación largo/ancho superior a 50. Se presentan aglutinadas y en paquetes densos. Se distinguen impurezas, caloplaca y oxidados de hierro. Por sus propiedades ópticas se puede definir al asbesto como crisotilo. En la figura 7a bajo microscopio de polarización se observa un manojo de fibras de crisotilo

birrefringentes, que presentan desprendimientos de fibras de menor tamaño y en la 7d se distinguen a estas fibras entre óxidos de hierro propio del proceso de deterioro de las placas.

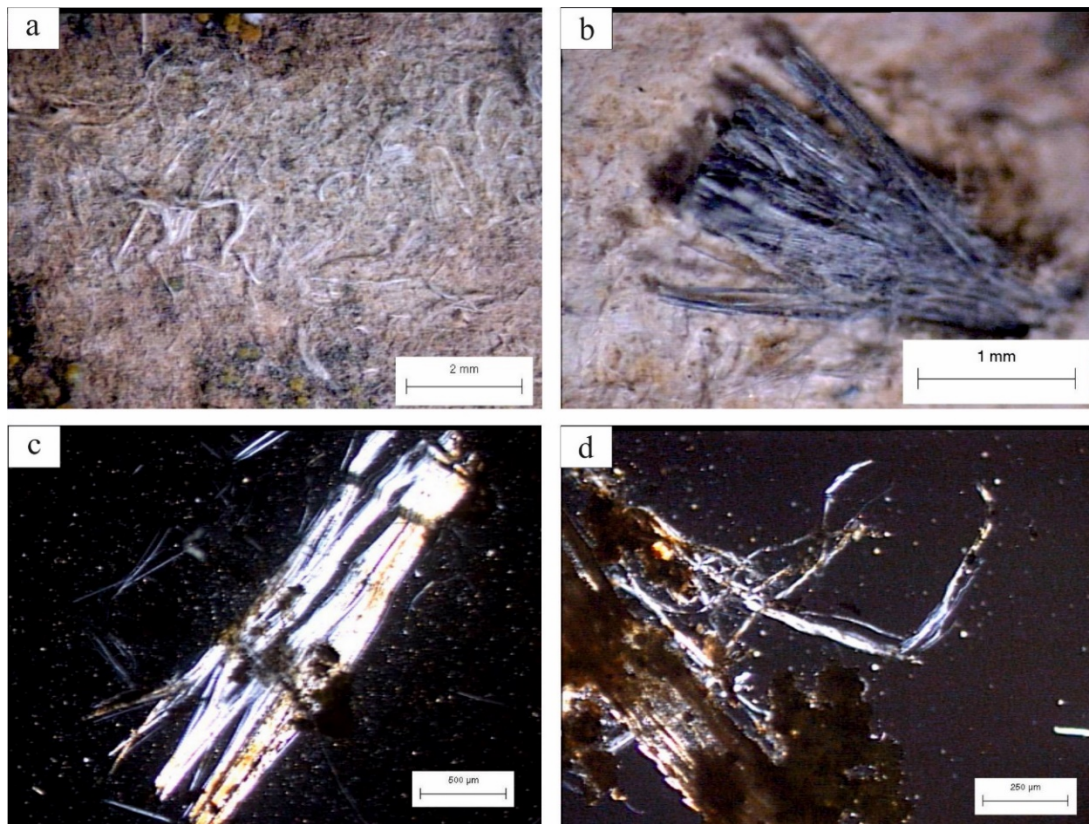


Figura 7: a. Chapa con fibras en superficie. b. Paquetes de fibras en la chapa. c. Fibras birrefringentes bajo microscopio de polarización. d. Fibras con óxidos de hierro

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La detección de materiales con amianto en construcciones antiguas no siempre implica riesgo de inhalación de fibras, esto depende de la friabilidad del material (facilidad de movilizar fibras al aire bajo efectos de choques, vibraciones o corrientes de aire), de su protección física, del estado de conservación y de los trabajos realizados sobre el material (perforación, rotura, corte, retirada, etc.) (Calvé, 2010).

En la construcción de los edificios relevados se utilizaron materiales asbestiformes claramente identificables. Por diferentes métodos analíticos, pudieron ser evaluados con absoluta seguridad, determinando su calidad y cantidad.

A partir de los estudios sobre secciones delgadas de las chapas de fibrocemento se determinó que están constituidas por capas sucesivas de mortero con asbesto, dispuesto subparalelamente. El tamaño de las fibras varía desde el mm hasta 1 cm de largo. Presentan características asbestiformes. Por sus propiedades ópticas, se determinó como crisotilo, variedad más utilizada a nivel mundial. Se puede concluir que existió un lavado del material que estuvo expuesto a las condiciones exógenas y a partir de esto las fibras quedaron sin adherencia y se dispersaron con facilidad. Estos materiales, al ser movilizados para su disposición final, en una etapa de recuperación

o remodelación de los edificios, podrían generar un problema ambiental de magnitud. Por otro lado, en algunos edificios, el material asbestiforme contenido, dentro de las placas, se encuentra prácticamente inmovilizado en la losa por los productos cementíceos y no se liberarán al medio ambiente con facilidad.

Los materiales fibrosos que recubren los caños constituyen un problema muy serio ya que además de poseer en su composición cristales de anfíboles aglutinados y poco protegidos del ambiente, son altamente dañinos para la salud humana, ya que fácilmente se volatilizan, disminuyen constantemente de tamaño, están fragilizados por el tiempo transcurrido desde su colocación y son dispersados principalmente por el viento.

Estos materiales, podrían generar un problema ambiental de magnitud si no se toman los recaudos necesarios para su movilización hasta la disposición final al momento de la restauración. Un estudio detallado, permitirá definir un plan en el que se consideren todas las variables, poniendo especial cuidado en los problemas que puedan ocasionar los asbestos.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al CGAMA, a la Comisión de Investigaciones Científicas de la Prov. de Bs. As. y a la Universidad Nacional del Sur por el apoyo brindado.

REFERENCIAS

- Abu-Shams K., Pascal I., 2005. Características, propiedades, patogenia y fuentes de exposición del asbesto. An. Sist. Sanit. Navar. 28 (Supl. 1): 7-11.
- ATSDR (Agency for toxic substances and disease control) 2001. Toxicological profile for asbestos. U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service, Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Atlanta, GA. 327 pp.
- Frank L.A., 1993. Global problems from exposure to asbestos. Environmental Health Perspectives Supplements. 101(3): 165-167.
- Rodríguez E.J., 2004. Asbestos banned in Argentina. En: Int. J. Occup. Environ. Health. 10: 202-208.
- Calvé R.I., 2010. Trabajos con riesgo de exposición al amianto. En: Revista Gestión Práctica de Riesgos Laborales N° 73. 7 pp.
- Lescano L., Maiza P., Marfil S., 2013. Identificación de materiales asbestiformes en la ex Usina General San Martín, Ingeniero White (Prov. de Buenos Aires). Revista de Geología Aplicada a la Ingeniería y al Ambiente (ASAGAI). N° 30: 1-13. ISSN 1851-7838.
- Lescano L., Maiza P., Marfil S., 2015. Presencia de amianto en chapas de fibrocemento en obras de ingeniería y arquitectura de interés patrimonial. Un caso de estudio en la provincia de Buenos Aires. 4to. Congreso Iberoamericano y XII Jornada Técnicas de Restauración y Conservación del Patrimonio 2015, COIBRECOPA, La Plata: 274-279.
- Luis G., Hernández C., Rubio C., Frías I., Gutiérrez A., Hardisson A., 2009. Toxicología del asbesto. Cuaderno Médico Forense. 15(57): 207-213.
- Roggli V.L., Vollmer R.T., 2008. Twenty-five years of fiber analysis: what have we learned. Hum. Pathol. 39: 307-315.
- Zoltai T., 1981. Amphibole asbestos mineralogy. En: Reviews in Mineralogy. Amphiboles and Other Hydrous Pyriboles. Veblen D.R. (Ed.). Mineralogical Society of America. 9A: 237-278.