

## **SISTEMAS DE GESTION DE MUESTRAS RADIOACTIVAS Y TÓXICAS EN LA COLECCIÓN DE MINERALOGÍA DEL MUSEO DE CIENCIAS NATURALES DE BARCELONA (MCNB)**

### *MANAGEMENT SYSTEMS OF RADIOACTIVE AND TOXICS SAMPLES IN THE MINERALOGY COLLECTION OF NATURAL SCIENCE MUSEUM OF BARCELONA (MCNB)*

S. Duque-Valero<sup>1,2</sup>, M. Campeny<sup>1</sup> y E. Garcia-Franquesa<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Museu de Ciències Naturals de Barcelona, Edifici Martorell, Parc de la Ciutadella s/n 08003  
– Barcelona (Barcelona)

<sup>2</sup> Myrmex, Serveis tècnics a les ciències naturals SL, Ronda General Mitre 227, 08023  
– Barcelona (Barcelona) / s\_duque@hotmail.com

#### **RESUMEN**

Las colecciones de minerales, desde sus inicios, han albergado ejemplares que pueden presentar cierto riesgo para la salud y que, generalmente, han sido manipulados, por desconocimiento, sin ningún tipo de prevención. El avance del conocimiento en campos como la medicina, física, química o la misma mineralogía, ha puesto de manifiesto que este tipo de muestras pueden ser peligrosas si se está expuesto a ellas de forma prolongada y no se aplica ninguna medida de prevención que evite el contacto directo, inhalación o ingestión de partículas en cantidades significativas. Estas muestras son principalmente los minerales radioactivos y los considerados como tóxicos, entre los cuales se incluyen los asbestos y los que contienen elementos químicos como el arsénico, mercurio, cadmio y antimonio, entre otros. Con el objetivo de garantizar unas condiciones óptimas y seguras de almacenamiento, consulta y posible exposición de las muestras que presentan estas características, el MCNB ha creado unos protocolos de gestión de muestras radioactivas y tóxicas, para garantizar la total seguridad de trabajadores, científicos y visitantes durante los procesos de conservación, manipulación y posible exposición de este tipo de patrimonio mineralógico mueble.

**Palabras clave:** asbestos, colecciones, mineralogía, patrimonio mueble, radioactividad

#### **ABSTRACT**

*Since the beginning of mineral collections, they contained specimens that may present potential health risks. Even so, due to ignorance, they were classically manipulated without any kind of prevention. The progress of knowledge in fields such as medicine, physics, chemistry or even mineralogy, has demonstrated that this type of samples can be dangerous during long exposition times and the lack of security measures to avoid the direct contact, inhalation or ingestion of particles. These samples are radioactive minerals and also toxic specimens; those include asbestos and minerals that contain chemical elements such as arsenic, mercury, cadmium or antimony. With the aim to ensure optimal and safe conditions, the MCNB has carried out management protocols to guarantee the total safety of workers, scientists and visitors during the conservation, manipulation and potential exhibition of this type of movable geoheritage.*

**Key words:** *asbestos, collections, mineralogy, movable geoheritage, radioactivity*

## MINERALES RADIOACTIVOS Y TÓXICOS DE LA COLECCIÓN DEL MCNB

La colección de mineralogía del *Museu de Ciències Naturals de Barcelona* (MCNB) tiene como propósito la conservación del patrimonio mineralógico mueble, principalmente de la zona de Cataluña, pero también del resto de la península ibérica y de otros lugares de interés mineralógico y geológico del planeta.

El MCNB empieza a albergar colecciones de ciencias naturales desde el año 1882, entre las que se encuentran colecciones de mineralogía con muestras de minerales que, en la actualidad, se conoce que pueden presentar ciertos riesgos para la salud tanto de los trabajadores como de los visitantes al museo. Bajo esta premisa, el Departamento de Mineralogía del MCNB vio necesario establecer unos protocolos de gestión de estos ejemplares para garantizar la seguridad durante su conservación, manipulación y posible exposición. Se consideran minerales con cierta peligrosidad los siguientes grupos:

### Minerales radioactivos

Los minerales radioactivos son minerales que contienen elementos inestables que de manera natural se desintegran, emitiendo durante este proceso partículas de alta energía conocidas como  $\alpha$  y  $\beta$  además de radiación  $\gamma$ . Son elementos químicos de este tipo, por ejemplo, el uranio o el torio.

A esta emisión de partículas se le denomina radiación ionizante, y presenta cierto riesgo para la salud ya que al interaccionar con la materia viva puede generar alteraciones celulares. Por lo tanto, estos minerales presentan mayor o menor riesgo dependiendo del tipo de radiación ionizante que emitan. Las partículas  $\alpha$  son las más inocuas puesto que sólo llegan a la superficie de la piel, pero pueden presentar problemas al ser respiradas o ingeridas. Las partículas  $\beta$  tienen mayor penetrabilidad y atraviesan la piel aunque pueden ser paradas con materiales como el papel de aluminio, mientras que la radiación  $\gamma$  solo se impide mediante el uso de una lámina de plomo y, por tanto, son potencialmente las más nocivas. Además, durante el proceso de degradación, estos minerales radioactivos emiten gas radón, un gas incoloro, inodoro, insípido y denso que puede provocar alteraciones en el tejido pulmonar al ser inhalado.

La colección de mineralogía del MCNB cuenta con más de 230 ejemplares considerados radioactivos (Figura 1), de los cuales 10 son ejemplares de localidades tipo (localidad donde se encontró y caracterizó por primera vez el mineral); dos de ellos, además, son minerales tipo, es decir, el primer mineral caracterizado de esta especie mineral. Estas muestras presentan una radiación entre los 0,32  $\mu\text{Sv/h}$  en el ejemplar menos radioactivo hasta los 296  $\mu\text{Sv/h}$  medido sobre la muestra en el más radioactivo.

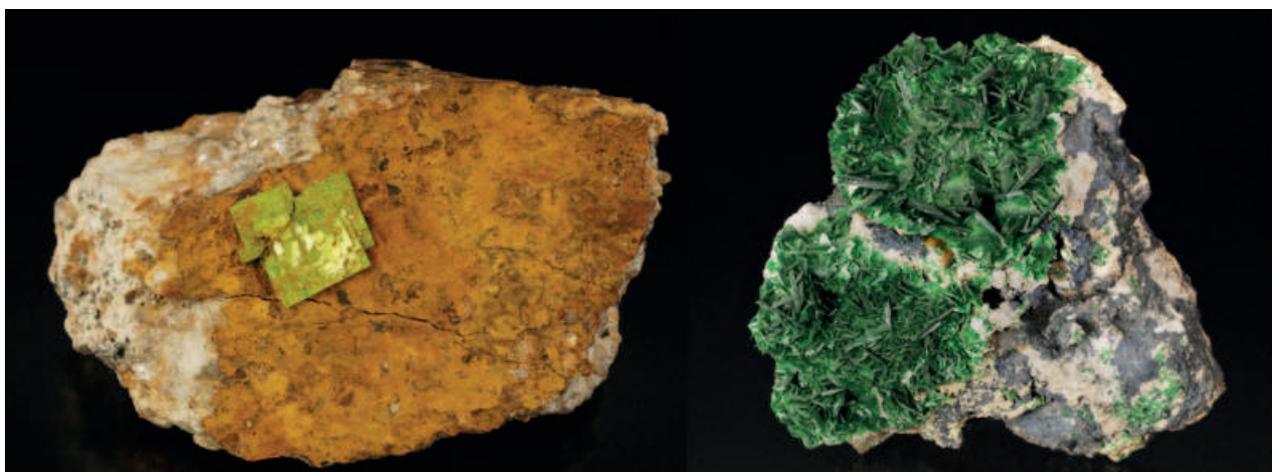


Figura 1: Minerales radioactivos de la colección del MCNB. Izquierda: MGB 13996 Autunita de Mesquitela, Portugal (7 x 4 x 4,5 cm) con 1,94  $\mu\text{Sv/h}$  sobre la muestra. Derecha: MGB 11029 Torbernita de Musonoi, Rep. Democrática del Congo (7 x 7 x 3,5 cm) con 3,65  $\mu\text{Sv/h}$  sobre la muestra.

## Minerales tóxicos

Los minerales tóxicos son minerales que al ser ingeridos, inhalados o al entrar en contacto con ellos pueden provocar, potencialmente, problemas de salud. Dentro de los minerales tóxicos se diferencian dos subgrupos: los asbestos y los minerales que contienen elementos químicos tóxicos.

### Asbestos

Los asbestos son minerales del grupo de los inosilicatos y presentan cristalizaciones fibrosas muy características (Figura 2). Dentro de este grupo encontramos las especies que comúnmente se conocen con el sobrenombre de amianto.

Estas fibras tienden a desprenderse con facilidad, y en el caso de ser inhaladas, pueden causar enfermedades graves como la asbestosis o cáncer en sistema respiratorio, aunque no suelen tener ningún tipo de riesgo al entrar en contacto con la piel. Desde el año 1991 la extracción y manipulación de estos minerales está restringida a nivel mundial, y en España está prohibida, por el Real Decreto 783/2001, su comercialización y utilización a nivel industrial.

El MCNB conserva un centenar de ejemplares minerales del grupo de los asbestos entre los que se pueden encontrar especies minerales como: actinolita, tremolita, crisotilo y crocidolita. Además, cuatro de estos ejemplares pertenecen a localidades tipo.

### Otros minerales tóxicos

Existen otros tipos de minerales que pueden ser un riesgo para la salud si se produce un contacto muy prolongado o la inhalación o ingestión accidental. Debe de tenerse en cuenta que el contacto mínimo no afecta al organismo, que solo en dosis significativas puede producirse mareo o dolor de cabeza y que en dosis muy elevadas pueden provocar fuertes vómitos e incluso la muerte.

En este caso se hace referencia, principalmente, a minerales que contienen arsénico, como por ejemplo el rejalgar, oropimente o la farmacolita; minerales de mercurio como el mismo mercurio nativo o el cinabrio y minerales antimonio como el antimonio nativo o la estibina.

La colección de mineralogía del MCNB cuenta con más de 500 ejemplares de especies minerales que pueden ser consideradas como tóxicas (Figura 3), y aunque sólo se preservan 2 ejemplares que pertenecen a localidades tipo, se conservan muestras de minas históricas, sobre todo a nivel peninsular como, por ejemplo, los ejemplares de cinabrio procedentes de Almadén (Ciudad Real).

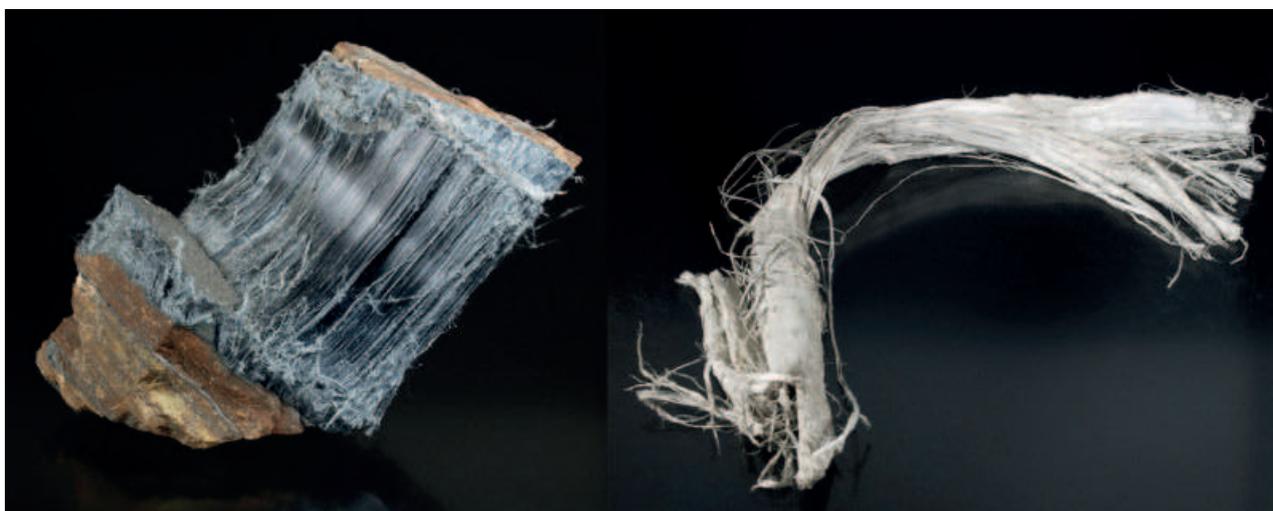


Figura 2: Ejemplos de asbestos del MCNB. Izquierda: MGB-10025 Riebeckita, República de Sudáfrica (10 x 15 x 7 cm). Derecha: MGB 4876 Tremolita, Santa Cruz de la Sierra, Bolivia (36 x 2 x 3 cm).



Figura 3: Minerales con elementos tóxicos de la colección del MCNB. Izquierda: MGB 12195 Cinabrio de mina Almadén, Almadén, Ciudad Real (11,5 x 8 x 7,5 cm). Derecha: MGB 11923 Estibina de Saijo, Japón (8 x 8 x 2,2 cm).

## PROCESO DE DOCUMENTACIÓN Y CONSERVACIÓN

Debido a las características de estos minerales, el proceso de almacenamiento, conservación y documentación de los ejemplares requiere el seguimiento de unas medidas especiales, no solo para la conservación del mineral en sí, sino también para garantizar la seguridad de los técnicos que trabajarán en este proceso. Estas medidas hacen referencia principalmente a la información y prevención para evitar riesgos innecesarios y esta actuación se inscribe en el Plan de Prevención de Riesgos Laborales.

### Material necesario

El material necesario para la manipulación de minerales radioactivos y que siempre están a disposición de los trabajadores consiste en: un detector Geiger, un delantal plomado, guantes de protección conforme la norma UNE-EN 421, mascarilla, gafas protección anti-X y dosímetro individual (García Franquesa, 2016b) que recoge la información sobre la dosis y tiempo de exposición, con el fin de proteger y poder controlar la radiación recibida por cada trabajador.

Para la manipulación en el caso de los asbestos, es necesario utilizar gafas de protección, mascarilla con filtro FFP2, guantes de látex desechables y bata desechable o bata de uso diario que se deberá lavar individualmente después de cada manipulación (García Franquesa, 2016a). Mientras que para la manipulación de otros minerales tóxicos sólo es necesario el uso de guantes y bata de trabajo estándar como medida de protección.

### Documentación y conservación de ejemplares

El primer paso para la gestión de las muestras radiactivas y tóxicas es la documentación completa y la preparación efectiva para su conservación, con el fin de no tener que acceder a estos ejemplares de forma reiterada. Este proceso se lleva a cabo con el equipo anteriormente citado para cada caso y se documentará toda la información que precisa tener el mineral presente: identificación, medidas volumétricas, peso, medidas de radioactividad, si es preciso, y fotografía. El siguiente paso es proceder al encajado para su preservación, para ello primero se marca el ejemplar con el nº de registro correspondiente mediante una base de paraloid B-72 diluido en acetona al 10%, fondo de pintura acrílica, marcaje con tinta permanente y cobertura de protección con el mismo paraloid. Seguidamente se encaja con cajas de metacrilato transparente, utilizando espuma *foam* de polietileno y libre de ácidos para inmovilizar el ejemplar, se acompañan de etiquetas con la información básica del ejemplar plastificadas y etiquetas indicadoras de la peligrosidad del ejemplar que se colocan en la zona más visible del encajado (Figura 4). En el caso especial de los asbestos, el ejemplar se introduce en una bolsa hermética antes del encajado o se realiza un doble embolsado para una mayor seguridad (Horak *et al.*, 2016). Finalmente se procede a su ubicación.

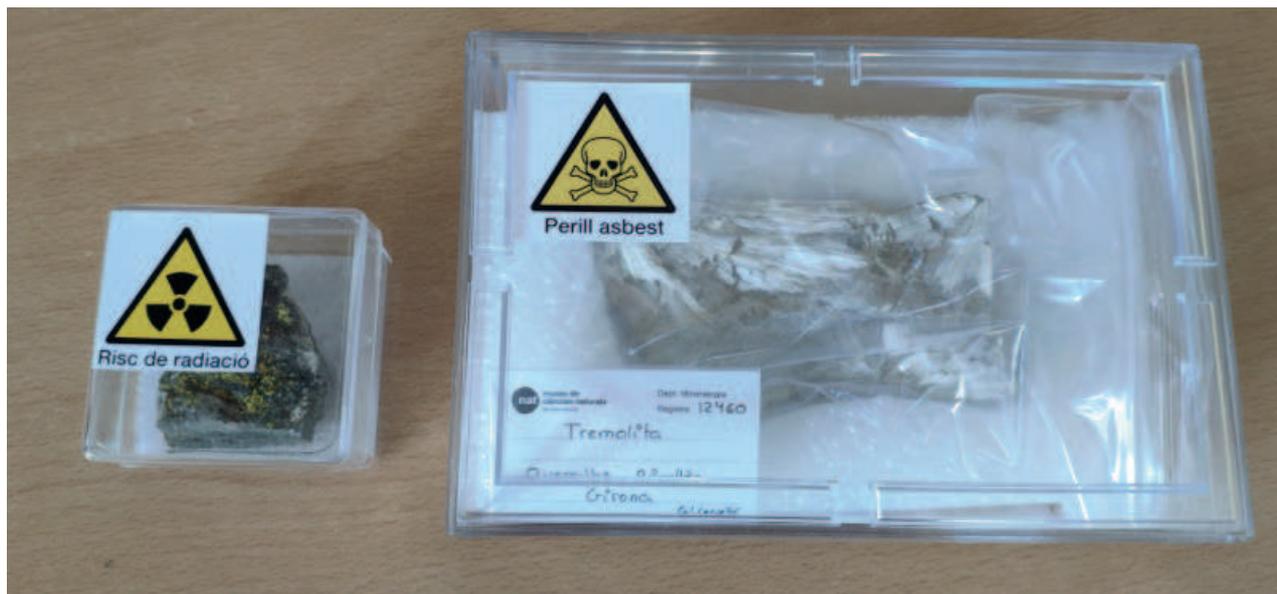


Figura 4: Ejemplo de encajado para la preservación de minerales radioactivos y asbestos del MCNB.

En el caso de los radioactivos, el MCNB cuenta con un armario cerrado especial para minerales radioactivos que contiene una plancha de plomo de 3mm y alrededor del cual se establece un perímetro de seguridad que se ha establecido a partir de las mediciones de radioactividad. Los asbestos, se encuentran todos ubicados en una misma vitrina también cerrada bajo llave y señalizada, mientras que el resto de minerales tóxicos se ubica en la zona de almacenaje y exposición habitual.

La informatización de los datos documentales actualmente se realiza en formato Microsoft Excel, pero el MCNB está desarrollando un programa de gestión de bases de datos (*PangeaDB*©) en el que se contempla la indicación mediante símbolos de peligrosidad a qué grupo de los mencionados pertenece cada ejemplar.

### Protocolos de seguridad según el perfil de usuario

Durante la manipulación de ejemplares está totalmente prohibido comer o beber, pero esta indicación se hace mucho más necesaria cuando se trabaja en contacto o en la proximidad de este tipo de minerales. En el caso de radioactivos y asbestos, además, los espacios de almacenaje de estos materiales se encuentran fuera de los despachos de trabajo habituales y de la zona de circulación más frecuente de los trabajadores del edificio, y aparte de la señalización, son espacios que están restringidos y controlados por personal autorizado. En el caso de otros minerales tóxicos, aunque están almacenados en zonas comunes, su acceso y manipulación también está controlada.

Aún con estas normas básicas, el MCNB sigue unos protocolos de prevención y seguridad según el perfil de usuario que tiene acceso a estos minerales distinguiendo:

#### *Perfil de conservador/Técnic@ de mineralogía*

Este perfil hace referencia a los trabajadores de la colección de mineralogía y que realizan todo el proceso de documentación anteriormente descrito. Además, tienen el control de los accesos y manipulación de dichos ejemplares por lo que deben hacer uso de todo el material de protección necesario para cada tipo de mineral.

Respecto a los niveles de radiación, el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT) estipula que los trabajadores pueden recibir una dosis máxima anual de 20 mSv (Pascual y Gadea), una cifra que queda muy por encima a la recibida anualmente durante el trabajo que se realiza en la colección del museo.

#### *Perfil de investigador/estudiante*

Este perfil se contempla para los casos de exposición puntual a estos minerales. Están siempre bajo la supervisión del conservador o técnic@ de mineralogía, principalmente al manipular minerales radioactivos y asbestos. En el

momento de consultar los ejemplares con detenimiento se tendrá que hacer uso de los materiales necesarios para su manipulación.

Respecto los niveles de radiación, el INSHT estipula que este perfil puede recibir una dosis máxima anual de 6 mSv (Pascual y Gadea).

#### *Perfil de visitante*

En este caso no es necesario que la persona haga uso de ningún material de prevención, ya que es obligación del museo garantizar la vista de estos ejemplares sin que los visitantes corran ningún tipo de riesgo.

En el caso de minerales tóxicos, el riesgo se neutraliza exponiendo estos minerales de manera que el visitante no tenga acceso directo a ellos y no pueda manipular las muestras, evitando así, ingestiones accidentales. En el caso de los asbestos se deben exponer en urnas individuales, de modo que no sean un riesgo ni para el visitante ni para otros trabajadores del museo (personal de limpieza, vigilancia, etc...). El MCNB tomó la medida de no exponer los minerales radioactivos ni asbestos, pero se está trabajando en un proyecto expositivo que permita exponer estos minerales de forma segura y sin incrementar el valor de radiación anual de 2mSv que recibimos de manera natural. Dicha iniciativa pretende la exposición de asbestos utilizando urnas herméticas y de minerales radioactivos significativos, creando espacios revestidos de plomo para minerales con radiaciones más elevadas, controlando además el tiempo de exposición y la distancia de observación de los ejemplares.

## CONCLUSIONES

Los museos tienen el deber de preservar y exponer el patrimonio mueble, y no deberían excluirse los minerales que presentan cierta peligrosidad. Para conservar y exponer dichos minerales con seguridad hay que seguir unos protocolos de gestión para evitar riesgos innecesarios tanto de los trabajadores como de los visitantes.

En el caso de los minerales radioactivos debe considerarse el tipo y cantidad de radioactividad que emite cada muestra tanto para su gestión como para su exposición, controlando el efecto que pueden producir mediante equipamiento y distancia de exposición. En el caso de los minerales con diferentes grados y tipos de toxicidad, su manipulación debe hacerse con el equipamiento destinado a este fin y haciéndolos inaccesibles al público y personal no especializado mediante vitrinas y/o urnas.

Así pues, el MCNB ha trabajado en elaborar y seguir unos protocolos de gestión de minerales radioactivos y tóxicos, de manera que actualmente se tienen totalmente controlados y ubicados estos ejemplares de la colección, tomando las medidas de seguridad de manipulación y almacenaje especiales para cada caso. Además, se está desarrollando una iniciativa para la exposición de estos minerales garantizando la seguridad tanto de sus trabajadores como de sus visitantes.

## REFERENCIAS

- García Franquesa, E. 2016a. *Informe sobre les actuacions fetes amb els exemplars d'asbestos de la col·lecció de mineralogia*. Informe inédito. 12 pàgines. Museu Ciències naturals de Barcelona.
- García Franquesa, E. 2016b. *Informe sobre les actuacions fetes amb els exemplars de minerals radioactius*. Informe inédito. 17 pàgines. Museu Ciències naturals de Barcelona.
- Horak, J., Faithfull, J., Price, M. y Davidson, P. 2016. Identifying and managing asbestiform minerals in geological collections. *Journal of Natural Science Collections*. 3, 51-61.
- Pascual, A. y Gadea, E, Normativa NTP 614. *Radiaciones ionizantes: normas de protección*. Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales, (14/02/2019), [http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/601a700/ntp\\_614.pdf](http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/601a700/ntp_614.pdf)