

- El trabajo mecánico, el lijado, la perforación u otros mecanismos de perturbación de materiales que contienen nanopartículas pueden ocasionar la aerosolización de las nanopartículas.

### 3. ¿Se pueden medir las nanopartículas?

Para la medición de nanopartículas transmitidas por el aire se pueden emplear los métodos tradicionales de muestreo utilizados en la higiene industrial. No obstante, estos métodos son limitados y requieren de una interpretación cuidadosa. Los científicos están creando técnicas de muestreo más específicas y sensibles para evaluar la exposición ocupacional a las nanopartículas.

El muestreo en el lugar de trabajo debe incluir mediciones de los niveles de fondo y mediciones antes, durante y después de la producción o el uso de nanopartículas. Estas mediciones pueden determinar si están ocurriendo posibles emisiones y exposiciones.

### 4. ¿Se puede controlar la exposición de los trabajadores?

**Controles técnicos.** Los empleadores deben usar controles técnicos para reducir la exposición de los trabajadores a las nanopartículas. Estos controles incluyen la contención de la fuente (aislamiento del trabajador de la fuente que genera la exposición) y sistemas locales de ventilación por aspiración. Los sistemas de ventilación por aspiración que usan filtros de partículas de gran eficiencia (HEPA) son muy eficaces para retirar las nanopartículas.

Los controles técnicos han sido diseñados para reducir las exposiciones de los trabajadores a otras partículas de tamaños similares a las nanopartículas. Un ejemplo de esto son los controles utilizados para las emisiones de gases de fundición. Estos controles también son eficaces para la fabricación y producción de nanopartículas.

**Respiradores.** Deben tenerse en cuenta los respiradores si los controles técnicos y administrativos no controlan la exposición de los trabajadores a las nanopartículas. La decisión de usar respiradores debe estar basada en un criterio y valoración profesional de la exposición de los trabajadores y los riesgos que representa para la salud.

**Capacitación.** La capacitación de los trabajadores debe ser parte de todo programa integral de salud y seguridad. Para reducir las exposiciones a las nanopartículas, los trabajadores deben aprender a manipular en forma segura las nanopartículas, usar el equipo de protección personal, disponer de la ropa de trabajo, limpiar las superficies contaminadas y eliminar las nanopartículas derramadas.

### ¿Dónde puedo obtener más información?

Remítase a las siguientes fuentes para obtener mayor información sobre las prácticas seguras de nanotecnología en el lugar de trabajo:

*Enfoques para una práctica segura de la nanotecnología: un intercambio de información con NIOSH* [[www.cdc.gov/niosh/topics/nanotech/safenano/](http://www.cdc.gov/niosh/topics/nanotech/safenano/)] (en inglés)

Sitio web de NIOSH sobre nanotecnología: [www.cdc.gov/niosh/topics/nanotech/](http://www.cdc.gov/niosh/topics/nanotech/) (en inglés)

NIOSH  
Telephone: 1-800-CDC-INFO (1-800-232-4636)  
TTY: 1-888-232-6348  
Correo electrónico: [cdcinfo@cdc.gov](mailto:cdcinfo@cdc.gov)

o visite el sitio web de NIOSH: [www.cdc.gov/niosh](http://www.cdc.gov/niosh)

Para recibir boletines mensuales de actualización de NIOSH, suscríbese al boletín NIOSH *eNews* en [www.cdc.gov/niosh/eNews](http://www.cdc.gov/niosh/eNews). (en inglés)

Para obtener información general sobre nanotecnología, visite [www.nano.gov](http://www.nano.gov) (en inglés)

**Febrero de 2008**

*Créditos de las fotos:  
Nanotrees, Ghim Wei Ho y el profesor Mark Welland, Nanostructure Center, University of Cambridge*

## Prácticas de seguridad para el uso de la nanotecnología en el lugar de trabajo

*Una introducción para empleadores, administradores y profesionales en salud y seguridad*

Departamento de Salud y Servicios Humanos  
Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades  
Instituto Nacional para la Seguridad y Salud Ocupacional

## Introducción

La nanotecnología es el estudio, diseño, creación y manipulación de materiales a un nivel molecular. Esta nueva tecnología permite la creación de materiales de tamaños que oscilan entre 1 y 100 nanómetros (1 nanómetro es 1 mil millonésima parte de un metro). Las partículas creadas a nivel de nanoescala tienen diferentes propiedades físicas y químicas que las partículas más grandes tomadas del mismo material. Estas nanopartículas de fabricación se conocen como nanopartículas creadas artificialmente.\* Los científicos y los fabricantes pueden usar las nanopartículas para crear nuevos productos que serían imposibles de obtener con partículas más grandes.

Este folleto se enfoca en las siguientes preguntas:

1. ¿Son las nanopartículas peligrosas para los trabajadores?
2. ¿Cómo pueden estar expuestos los trabajadores?
3. ¿Se pueden medir las nanopartículas?
4. ¿Se puede controlar la exposición de los trabajadores?

### 1. ¿Son las nanopartículas peligrosas para los trabajadores?

Se conoce muy poco sobre los peligros que representan las nanopartículas en el lugar de trabajo. El Instituto Nacional para la Seguridad y Salud Ocupacional (NIOSH) está realizando investigaciones para determinar si las nanopartículas constituyen una amenaza de salud para los trabajadores expuestos.

\* En todo el folleto se identificará a las nanopartículas creadas artificialmente como nanopartículas.



Un trabajador que labora en la producción de nanopartículas viste un equipo de protección dérmico, respiratorio y auditivo y un aparato de muestreo personal de aire durante una operación de vertimiento.

Hay diferentes tipos de nanopartículas que se producen o usan en varios procesos industriales. Para poder determinar si estas nanopartículas representan un riesgo para los trabajadores, los científicos deben conocer lo siguiente:

- Tipos de nanopartículas y sus concentraciones en el lugar de trabajo
- Propiedades de las nanopartículas que pudieran afectar al cuerpo
- Concentraciones de nanopartículas que pudieran producir efectos adversos

**Efectos en los animales.** Los estudios de laboratorio en animales han demostrado que ciertos tipos de nanopartículas, cuando son inhaladas, pueden llegar a la sangre, al cerebro y a otros órganos de estos animales. Algunos estudios han mostrado efectos adversos como inflamación y fibrosis en los pulmones y otros órganos de los animales de laboratorio.

**Efectos en los seres humanos.** En la actualidad no se cuenta con estudios sobre la exposición y respuesta de los seres humanos a las nanopartículas creadas artificialmente.

**Consideraciones de seguridad en el lugar de trabajo.** Los incendios y las explosiones son los principales riesgos de seguridad asociados a las nanopartículas en el lugar de trabajo. Algunos materiales producidos a escala nanométrica pueden convertirse imprevistamente en catalizadores químicos y causar reacciones no anticipadas.

**Normas actuales de exposición.** Ni en los Estados Unidos ni en el ámbito internacional se han establecido normas de exposición a las nanopartículas.

**Recomendaciones.** A pesar de que se necesitan más investigaciones para predecir los efectos de las exposiciones a las nanopartículas en los seres humanos, se cuenta con suficiente información en la actualidad para elaborar recomendaciones y guías temporales sobre la exposición ocupacional a este tipo de partículas. NIOSH recomienda adoptar una posición prudente en la fabricación y el uso de nanopartículas en la industria. Los empleadores deben tomar medidas para reducir al mínimo la exposición de los trabajadores hasta que se cuente con más información.

### 2. ¿Cómo pueden estar expuestos los trabajadores?

Los trabajadores pueden estar expuestos a través de tres vías:

**Inhalación**—esta es la ruta más común de exposición.

**Ingestión**—los trabajadores pueden resultar expuestos por el contacto involuntario entre las manos contaminadas y la boca o por la ingestión

de partículas procedentes del aparato respiratorio.

**Piel**—algunos estudios indican que las nanopartículas pueden penetrar la piel. Esta posibilidad está siendo investigada.

#### Hay varios factores que afectan la exposición de los trabajadores a las nanopartículas:

- La concentración, la duración y la frecuencia de la exposición tienen un efecto en la exposición.
- La capacidad que tienen las nanopartículas de dispersarse fácilmente como polvo (p.ej., en forma de talco) o como gotas o aerosoles de transmisión aérea pueden causar una mayor exposición en los trabajadores.
- El uso de controles técnicos como medida de protección puede reducir la exposición de los trabajadores.

#### Las actividades relacionadas con el trabajo también pueden ejercer una influencia en la exposición del trabajador:

- La manipulación activa de nanopartículas en forma de polvo dentro de sistemas no cerrados representa el mayor riesgo de exposición por inhalación.
- Las actividades que causan la emisión de aerosoles de nanopartículas a partir de compuestos acuosos, suspensiones o soluciones constituyen un riesgo potencial de inhalación y exposición dérmica.
- La limpieza y remoción de nanopartículas puede causar exposición si no se realiza adecuadamente.
- El mantenimiento y limpieza de los sistemas de producción o de los sistemas de recolección de polvo puede generar exposición si se remueven las nanopartículas depositadas.