

Cómo los Nanomateriales afectan a la Nanoseguridad Laboral

TIPs básicos para cualquier técnico de prevención



¿QUÉ SON LOS NANOMATERIALES?

El término “nanomaterial” se aplica a una amplia variedad de materiales de composición y propiedades muy diferentes, pero con la característica común de que al menos una dimensión externa de todas o parte de las partículas que los constituyen sea inferior a 100 nanómetros.

Son materiales que contienen partículas con una o más dimensiones en la nanoescala. El nanómetro equivale a una millonésima parte de un metro ($1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$). Son partículas **diminutas, invisibles** para el ojo humano. Sin embargo, se encuentran presentes en nuestra vida diaria en productos ordinarios como los alimentos, los cosméticos, los dispositivos electrónicos y los medicamentos.

Los nanomateriales son hasta 10.000 veces más pequeños que un cabello, son de una dimensión comparable a la de los átomos o las moléculas, y difieren en sus propiedades de los mismos materiales a una escala mayor por su diminuto tamaño, su diferente forma y superficie.

Algunos nanomateriales son naturales (como las cenizas de un volcán), mientras que otros son subproductos de actividades humanas (como los humos de soldadura o algunos gases de combustión), o se fabrican específicamente para un determinado fin. El negro de carbón y la sílice amorfa representan, con mucha diferencia, el mayor volumen de los nanomateriales que existen en el mercado.

Los nanomateriales manufacturados se diseñan para que tengan unas propiedades específicas muy diferentes, a las que presenta el mismo material a tamaño no nano. Este es **su gran valor**. Debido a su pequeño tamaño, los nanomateriales pueden presentar nuevas propiedades ópticas, magnéticas, mecánicas, químicas y biológicas.

Un nanómetro es la mil millonésima parte de un metro

INNOVACIÓN Y COMPETITIVIDAD

La mayor parte de los nanomateriales se utilizan en **aplicaciones innovadoras** como los catalizadores, la electrónica, la cosmética, los paneles solares, las baterías y las aplicaciones biomédicas, incluyendo el diagnóstico y las terapias oncológicas. Están estrechamente relacionados con la Nanotecnología, tecnología que proporciona la base para continuar innovando y crear este tipo de nuevos productos.

Se encuentran en centenares de **productos de consumo**, que van desde la pasta de dientes hasta las pilas, las pinturas o prendas de vestir. Se consideran estos componentes como "un motor importante de la competitividad empresarial", y se confía en sus múltiples posibilidades en campos como la medicina, la protección del medio ambiente o la eficiencia energética, entre otros.

Sus extraordinarias propiedades aseguran una revolución en las metodologías en que los materiales y productos van a ser obtenidos. La mayoría de los sectores industriales tendrán que adaptar sus procedimientos de trabajo e instalaciones para asumir la fabricación y manipulación de productos cuyos componentes contengan

nanomateriales. Ello supone casi una nueva revolución industrial. La innovación en el campo de los nanomateriales y su introducción en los diversos sectores industriales será un elemento claramente diferenciador de competitividad de las empresas.

El Comité Económico y Social Europeo apoya las iniciativas para diseñar una política industrial europea innovadora, en especial para promover las tecnologías clave, lo que significa **mejorar la competitividad** europea en su conjunto. La capacidad de innovación sobre nanomateriales y nanotecnología contribuye sustancialmente a ese fin. La investigación y el desarrollo en ambos campos son dos áreas tan complejas que no pueden dejarse solo en manos de empresas individuales o instituciones, requiere una cooperación integrada entre universidades, instituciones científicas, empresas y viveros de empresas.

Gracias a sus interesantes propiedades se pueden desarrollar productos innovadores

CONVIVIENDO CON ELLOS

Una de las preguntas más comunes que solemos hacernos sobre las nanotecnologías es ¿cuándo van a llegar, por fin, al mercado los productos con esta tecnología? La respuesta es muy sencilla: **ya están en el mercado, son los nanomateriales.**

A nivel industrial se han desarrollado numerosas aplicaciones que incluyen el uso de nanomateriales, por ejemplo en: construcción (en productos que mejoran la resistencia a la corrosión y la erosión y aumentan la rigidez de los materiales), medicina (como transportadores de fármacos para su liberación en el órgano diana), energía (células fotovoltaicas), automóvil y aeroespacial (agentes reforzantes en neumáticos y productos de caucho), química (inhibidores de la corrosión), electrónica y comunicación (componentes ópticos y optoelectrónicos incluyendo láseres y ordenadores compactos ultra-rápidos), cosmética (cremas y protectores solares), textil (protección contra el fuego y ropa antimanchas o antiolor). La utilización de productos que contienen nanomateriales está introducida ya en casi todos los sectores.

No son nuevos. Han estado en el mercado durante décadas. Ya en el 2011 la cantidad total anual de nanomateriales en el mercado mundial era de unos 11 millones de toneladas, con un valor de mercado aproximado de 20.000 millones €.

Las personas podemos entrar en contacto con nanomateriales en todo el ciclo de vida de productos que los contengan, desde la fase de investigación y desarrollo hasta la de producción o la eliminación de residuos. También en las diversas etapas de la cadena de suministro, en estos casos es habitual que la persona ignore que se encuentra en contacto con nanomateriales. No olvidemos las operaciones de mantenimiento y reparaciones. De manera simplificada podríamos decir que estaríamos en contacto con nanomateriales, **cuando los utilizemos, los manipulemos o los procesemos.**

Están a nuestro alrededor, en más de 2.000 productos

ENTORNOS SEGUROS

Durante la fabricación y el uso o manipulación profesional en las diferentes etapas de la vida del nanomaterial se pueden liberar al ambiente partículas nanométricas (en estado libre, como aglomerados o agregados) que pueden dar lugar a situaciones de trabajo con riesgos potenciales que dependerán de las propiedades y forma del nanomaterial, de las condiciones de utilización y de las medidas preventivas implementadas.

Por otra parte, las partículas de tamaño nanométrico están presentes tanto en el **ambiente laboral como en el medio ambiente**. En el ambiente laboral, además de las partículas nanométricas provenientes de los nanomateriales fabricados, se pueden encontrar partículas procedentes de otras fuentes como son los procesos térmicos o mecánicos.

Por ejemplo, después de soldaduras o en combustiones naturales o artificiales; los tamaños de las partículas que se liberan van desde el tamaño molecular hasta dimensiones de varios milímetros o incluso centímetros al encontrarse como conjuntos de partículas unidas entre sí. Aunque en ambos casos se pueden generar partículas con tamaños de aproximadamente 100 nanómetros o inferiores, la diferencia fundamental entre estos procesos y la fabricación expresa de nanomateriales es que estos últimos se crean para tener un tamaño determinado o un intervalo de tamaño reducido que, independientemente de otras características, les confieren propiedades específicas.

Es innegable que los nanomateriales presentan numerosas propiedades beneficiosas, pero es imprescindible asumir que actualmente existen grandes lagunas en el conocimiento de los riesgos que conllevan para la salud. Es imprescindible avanzar y elaborar materiales de referencia certificados a fin de testar procedimientos que midan con fiabilidad las características de los nanomateriales.

La seguridad y salud en el trabajo con nanomateriales se enfrenta en la actualidad a una situación en la que casi todos los aspectos a tener en cuenta presentan dudas pendientes de resolver debido a una **limitada información** sobre: la toxicología, los efectos para la salud y la eficacia de los sistemas de ventilación y equipos de protección individual así como falta de Límites de Exposición Profesional (LEP) y de definición de la métrica adecuada para determinar la exposición a los nanomateriales.

Adoptemos precauciones especiales mientras avanza la investigación

EVALUACIÓN

Como con cualquier nuevo material, en el caso de los nanomateriales los datos científicos de los efectos sobre la salud y seguridad de los trabajadores son, en general, escasos. Por ello, y dados los conocimientos existentes, un aspecto importante a tener en cuenta es si la partícula nanométrica supone un riesgo diferente al de las partículas de la misma composición de tamaño no nano.

En este sentido, conforme disminuye el tamaño de las partículas, aumenta el área superficial específica y por tanto su reactividad. Debido al aumento de esta, las partículas de tamaño nanométrico pueden ocasionar en el organismo efectos adversos para la salud diferentes a los ocasionados por las partículas de tamaño no nano a igual composición química, ya que pueden interactuar en el organismo de forma diferente. Asimismo, el tamaño de partícula puede afectar a los riesgos para la seguridad, en especial a los riesgos de incendio y explosión. Por lo tanto, los riesgos asociados a los nanomateriales van a estar principalmente relacionados con el **tamaño de partícula**.

De todos es sabido, que la higiene industrial aborda el control de las exposiciones de los trabajadores comparando las medidas de las concentraciones de contaminantes en la zona de respiración del trabajador con un valor límite ambiental (VLA). Para poder realizar este tipo de evaluación es necesario que:

- Exista un índice para definir adecuadamente la exposición.
- La medida que se obtenga de este índice sea representativa de lo que está respirando el trabajador.
- Se disponga de métodos analíticos capaces de medirse índice de exposición.
- Se conozcan niveles a los que dichas partículas tienen efectos para la salud.

En estos momentos es complicado obtener datos que permitan evaluar la exposición personal de los trabajadores debido a que el tamaño de los equipos comerciales actualmente disponibles es muy grande lo cual impide el muestreo personal, y debido también a la dificultad de discriminación entre las nanopartículas de fondo y aquellas procedentes realmente de la exposición laboral.

A ello hay que añadir la dificultad para el establecimiento de VLA para nanomateriales por su gran heterogeneidad, y por la falta de información toxicológica adecuada procedente de estudios epidemiológicos y estudios a largo plazo. En la actualidad, en España no hay límites de exposición profesional (LEP) aplicables a los nanomateriales. Los VLA establecidos para algunos agentes químicos (por ejemplo: grafito, sílice, dióxido de titanio, ciertos óxidos, etc.) no deberían utilizarse para las formas nano, ya que, aunque se trate de la misma composición química, las características de peligrosidad pueden ser diferentes.

Por lo tanto, hasta que no se adopten valores límite ambientales de obligado cumplimiento, los valores existentes basados en protección de la salud y los valores de referencia recomendados para evaluar la efectividad de las medidas de control adoptadas, procedentes todos ellos de organizaciones de reconocido prestigio, se presentan como una buena alternativa para llevar a cabo la evaluación de riesgos de exposición por inhalación a nanomateriales.

Crear un futuro innovador en equilibrio con la seguridad y salud de todos

13 BUENAS PRÁCTICAS

Recomendamos establecer una jerarquía de control basada en los principios fundamentales de la prevención de riesgos laborales: eliminación/sustitución, modificación, confinamiento, ventilación, medidas organizativas y por último el uso de protección personal individual. El manejo seguro de los nanomateriales suele hacer necesario adoptar una combinación de las medidas anteriores.

En base a dicha jerarquía destacamos las siguientes buenas prácticas:

- **Buena Práctica 1:** Realizar cambios en los **procedimientos de trabajo**, como puede ser reducir la cantidad de nanomaterial en determinadas actividades o sustituir los nanomateriales en forma de polvo por otra forma de presentación en la que el nanomaterial esté en medio líquido o embebido en una matriz sólida.
- **Buena Práctica 2:** Llevar a cabo las operaciones que impliquen una potencial liberación de nanomateriales en el lugar de trabajo en **instalaciones independientes** o en instalaciones en las que la manipulación se realice desde un área protegida.
- **Buena Práctica 3:** **Utilizar cabinas** (cajas de guantes, aisladores de laboratorio o cabinas de seguridad biológica) y otros sistemas de extracción localizada como medidas de control de la exposición. El diseño de la campana y el caudal de trabajo serán fundamentales para un correcto funcionamiento. Es importante tener en cuenta que los conductos del sistema de extracción tienen que ser resistentes a los nanomateriales manipulados, prestando especial atención a las juntas para evitar posibles fugas.
- **Buena Práctica 4:** Someter cualquier medida técnica de control a un **plan de mantenimiento, limpieza y conservación** para garantizar un funcionamiento adecuado.
- **Buena Práctica 5:** Limitar la exposición **reduciendo al mínimo el número de trabajadores** potencialmente expuestos mediante la delimitación o segregación de las áreas y el establecimiento de zonas de acceso restringido.

- **Buena Práctica 6: Señalizar** las áreas de riesgo con etiquetas y pictogramas que indiquen la posible presencia de nanomateriales y las medidas de protección a adoptar.
- **Buena Práctica 7: Formar e informar regularmente** a los trabajadores expuestos de los riesgos potenciales, así como de las medidas preventivas a adoptar. Cada trabajador debe ser consciente de su responsabilidad de informar de cualquier defecto o deficiencia en las medidas de control.
- **Buena Práctica 8:** Mantener el local de trabajo en correctas condiciones de **orden y limpieza**. Limpiar regularmente suelos, equipos, herramientas y superficies de trabajo utilizando paños húmedos o aspiradora equipada con filtro “absoluto” de aire de muy alta eficacia. No se debe utilizar aire a presión, escobas, cepillos ni chorros de agua potentes.
- **Buena Práctica 9: Establecer medidas y protocolos en caso de derrames accidentales.** En caso de una liberación accidental por un derrame de polvo, todas las personas deben ser evacuadas y la zona del accidente estará restringida hasta que se haya procedido a su limpieza por personal entrenado y debidamente protegido con los EPIs adecuados.
- **Buena Práctica 10:** Establecer **pautas específicas para el almacenamiento** de nanomateriales, tanto si están en disolución como en forma de polvo. Almacenar los productos en contenedores, preferiblemente rígidos, impermeables, cerrados y etiquetados. En la etiqueta se indicará la presencia de nanomateriales y los peligros potencialmente asociados. El almacenamiento debe realizarse en locales frescos, bien ventilados y lejos de fuentes de calor, ignición o productos inflamables.
- **Buena Práctica 11:** Seguir unas **medidas de higiene adecuadas**. Separar las zonas de trabajo y organizar el flujo de personas y servicios; guardar la ropa de calle y de trabajo separadamente en taquillas o vestuarios; garantizar la limpieza de la ropa de trabajo.

Si la limpieza la realiza una empresa externa, se le debe informar de los productos utilizados. No permitir que el trabajador lleve la ropa de trabajo a limpiar a su domicilio; poner a disposición de los trabajadores duchas y lavabos; y prohibir comer y beber salvo en las zonas reservadas para ello, siguiendo unas estrictas medidas de higiene personal.

- **Buena Práctica 12:** En el caso de que un nanomaterial pueda generar el **riesgo de incendio o explosión**: disponer de instalaciones eléctricas antiexplosivas y equipos eléctricos protegidos frente al polvo y, en su caso, estancos a vapores; utilizar equipos intrínsecamente seguros; evitar situaciones en las que se pueda generar electricidad estática; evitar las fuentes de ignición; utilizar ropa y en especial calzado antiestático; manipular y almacenar los nanomateriales en atmósferas controladas, así como medidas encaminadas a atenuar los efectos de una potencial explosión.
- **Buena Práctica 13:** Cuando esté justificado y en combinación con otras medidas de carácter técnico, utilizar **equipos de protección individual adecuados**.

Practica "trabajo" seguro

REFERENCIAS

- NTP 877.- Evaluación del riesgo por exposición a nanopartículas mediante el uso de metodologías simplificadas.
- Guía del INSHT Seguridad y Salud en el Trabajo con nanomateriales.
- https://www.avatep.org/noticias_det.php?det=132