



LECCIONES APRENDIDAS EN LA EVALUACIÓN DE LA EXPOSICIÓN Y GESTIÓN DEL RIESGO DE NANOMATERIALES



Carlos Fito López
Responsable A.T. Seguridad & Coordinador de Proyectos de Nanoseguridad
cfito@itene.com

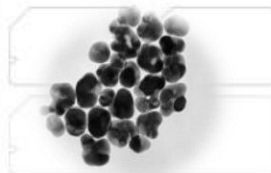
Madrid, 27 de Mayo de 2015

Jornada Técnica presentación del documento "Seguridad y Salud en el Trabajo con Nanomateriales"



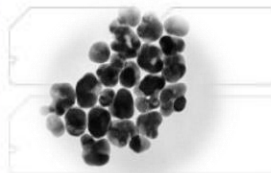
NANO RISK

 **INSTITUTO NACIONAL
DE SEGURIDAD E HIGIENE
EN EL TRABAJO**



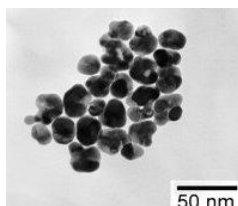
Índice

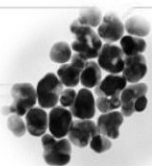
1. **ITENE en el marco de la nanotecnología y la seguridad de los nanomateriales**
2. **Experiencias y lecciones aprendidas en la evaluación de la exposición**
3. **Experiencias y lecciones aprendidas en la evaluación de la eficacia de medios de protección**
4. **Conclusiones y necesidades de futuro**



LECCIONES APRENDIDAS EN LA EVALUACIÓN DE LA EXPOSICIÓN Y GESTIÓN DEL RIESGO DE NMs

1. ITENE en el marco de la nanotecnología y la seguridad de los nanomateriales





1. ITENE en el marco de la nanotecnología y la seguridad

□ Actividades

ITENE es un centro de Investigación especializado en tecnologías de Envase y embalaje, logística y movilidad.

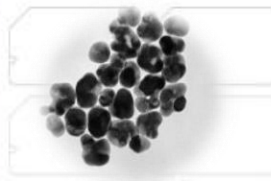
Nuestra misión es promover el **desarrollo competitivo de la industria** a través de la investigación, desarrollo e innovación en todos los agentes de la cadena de suministro, y especialmente en las áreas de nuevos materiales, movilidad y logística.

ITENE colabora activamente con la industria, aportando soluciones a las necesidades de la industria en todos los ámbitos y etapas de la cadena de suministro, incluyendo a fabricantes de materias primas, fabricantes de envases, operadores logísticos y productores de bienes de consumo.

Localización: Parque Tecnológico. Albert Einstein, 1
Paterna (Valencia) España

www.itene.com





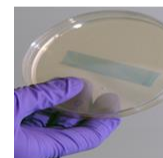
1. ITENE en el marco de la nanotecnología y la seguridad

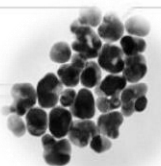


□ Línea tecnológica de nanoseguridad

El ámbito tecnológico de seguridad cuenta con una dilatada experiencia, especialmente en la prevención y control del riesgo de nuevos materiales. Contamos con equipo de trabajo interdisciplinar, reuniendo expertos en toxicología, seguridad laboral, y prevención. Los principales campos de trabajo son:

- Caracterización de la **exposición profesional** a NPs
- Detección y **caracterización de nanomateriales** mediante equipos de lectura directa y análisis off-line
- Caracterización del riesgo y estimación de la exposición mediante métodos computacionales “modeling”
- Evaluación de la **eficacia de Equipos de Protección Personal (EPIS)**, equipos de ventilación y medios de filtración, incluyendo la determinación de los factores de protección frente a nanomateriales
- Evaluación de la **toxicidad y ecotoxicidad** de agentes químicos en el marco de REACH, incluyendo partículas nanométricas
- Implantación de **REACH- Consultoría** en Nanoseguridad



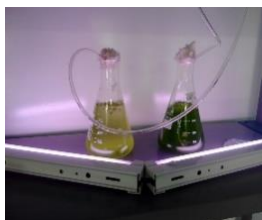


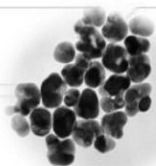
1. ITENE en el marco de la nanotecnología y la seguridad



❑ Línea tecnológica de nanoseguridad

Nuestras instalaciones cubren las necesidades de las empresas interesadas en la aplicación de la nanotecnología, incluyendo equipos para la determinación de los **niveles de exposición** profesional, laboratorios y equipos para la realización de **ensayos toxicológicos**, y nuevas instalaciones desarrollados por nuestros técnicos para la **certificación de la eficacia de equipos de protección personal** (EPIs) como máscaras de protección y guantes de laboratorio.





1. ITENE en el marco de la nanotecnología y la seguridad

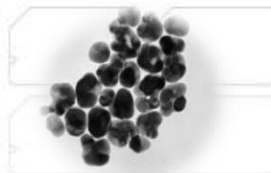
❑ Experiencia en proyectos de investigación

! Proyectos I+D en el Séptimo programa marco



Proyecto	Papel de ITENE	Programa de Financiación / web
NANOMICEX	Coordinador : caracterización de NMs, evaluación de la exposición, LCA y eficacia de EPIs	FP7- NMP- Safety http://www.nanomicex.eu/
NanoSafePack	Coordinador técnico : caracterización de NMs, evaluación de la exposición, LCA, biodegradabilidad y eficacia de EPIs	FP7 – Reserarch for SME AG http://www.nanosafepack.eu/
Guidenano	Lider de tarea: desarrollo de modelos de estimación de la exposición (modelling), evaluación de la exposición, LCA y eficacia de EPIs	FP7 – NMP – Safety http://www.guidenano.eu/
NanoREG	Lider de tarea: caracterización toxicológica, estudios de destino ambiental (fate), evaluación de la exposición, LCA y eficacia de EPIs	FP7- NMP- Safety http://www.nanoreg.eu/





3. ITENE en el marco de la nanotecnología y la seguridad



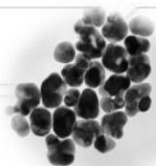
❑ Experiencia previa en proyectos de investigación

❗ Proyectos I+D en el marco del programa LIFE



Proyecto	Papel de ITENE	Programa de Financiación / web
NanoRISK	Coordinador: evaluación de la exposición y eficacia de medidas de gestión del riesgo, incluyendo EPIs y sistemas de ventilación	LIFE + Chemicals http://www.lifenanorisk.eu/
REACHnano	Coordinador: desarrollo de aplicaciones web y bases de datos para la evaluación del riesgo, evaluación de la exposición, LCA y caracterización de la exposición	LIFE + Chemicals http://www.lifereachnano.eu/
Ecotexnano	Lider de tarea - caracterización toxicológica, evaluación de la exposición, LCA y desarrollo de herramientas para la evaluación del riesgo	LIFE + Chemicals http://www.ecotexnano.eu/





LECCIONES APRENDIDAS EN LA EVALUACIÓN DE LA EXPOSICIÓN Y GESTIÓN DEL RIESGO DE NMs

Equipo Técnico

Responsable: Carlos Fito López

Carlos Fito López

Resposable línea Nanoseguridad

Contacto: (+34) 647 521 544

Email: cfito@itene.com

Equipo Técnico

Eva Araque

Email: earaque@itene.com

Enrique de la cruz

Email: ecruz@itene.com

Maida Domat

Email: maida.domat@itene.com

Jordi Palau

Email: Jordi.Palau@itene.com

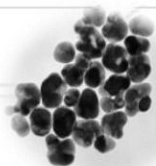
Jaime Gonzalez

Email: Jaime.gonzalez@itene.com

Francisco Malea

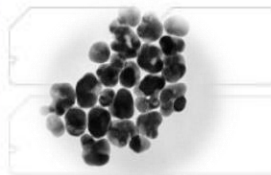
Email: Francisco.malea@itene.com





2. Experiencias y lecciones aprendidas en la evaluación de la exposición





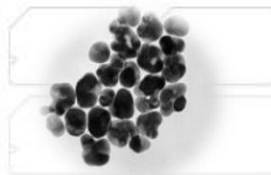
2. Experiencias y lecciones aprendidas en la evaluación de la exposición



❑ Casos prácticos en Evaluación de la exposición a NPs

- ▶ El grupo de nanoseguridad y riesgos emergentes de ITENE ha llevado a cabo diversas campañas de evaluación de la exposición el marco de proyectos de I+D, especialmente en los proyectos NanoMICEX y NanoSafePack.
- ▶ Las metodologías aplicadas en la evaluación de la exposición se han basado en las recomendaciones de organizaciones relevantes, incluyendo el National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH), y el partnership for European Research in Occupational Safety and Health (PEROSH). Hasta la fecha, las estrategias para la evaluación de la exposición seguidas incluyen:
 1. Identificación de las Fuentes de emission
 2. Definición de las estrategias de medida “equipos”
 3. Analisis del “ruido” o background
 4. Campañas de medición (Tier 1 + 2)
 5. Procesamiento de datos y reporting





2. Experiencias y lecciones aprendidas en la evaluación de la exposición



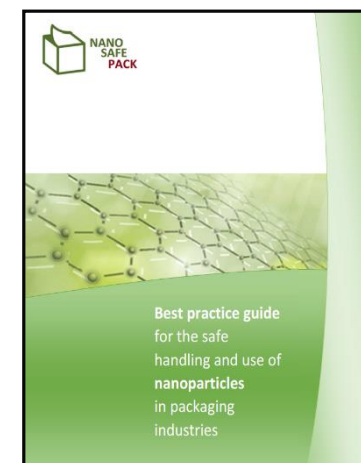
❑ Casos prácticos en Evaluación de la exposición a NPs

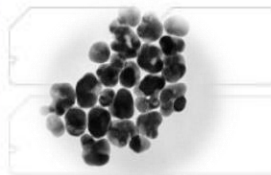
NanoSafePack “Buenas prácticas para la evaluación y control de los riesgos de la nanotecnología”

Como principal objetivo, **NanoSafePack** pretende el desarrollo de una **guía de buenas prácticas para el uso seguro de nano-refuerzos** en la fabricación de materiales de envase. Con tal objetivo, se llevó a cabo la evaluación de los peligros para la salud (toxicidad) y medio ambiente (ecotoxicidad) de NPs clave “**nanocargas**”, la evaluación de la exposición a los nano-refuerzos en procesos de extrusión, y el diseño e implementación metodologías de mitigación de riesgos

En relación a la **evaluación de la exposición**, las mediciones llevadas a cabo por los técnicos de ITENE e IOM “Institute of Occupational Medicine” evidencian el potencial de exposición a materiales nanoestructurados durante actividades clave en el ciclo de vida de los nanocomposites, especialmente las etapas de compounding y Limpieza.

Información adicional: www.nanosafepack.eu





2. Experiencias y lecciones aprendidas en la evaluación de la exposición

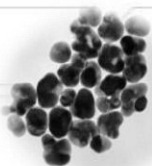
❑ Caracterización de la exposición en el procesado de Nanocargas para la fabricación de Materiales reforzados

► Procesado de NPs para la fabricación de nanocomposites

El refuerzo de materiales de envase conlleva el procesado de diversas cargas de tamaño nanométrico, principalmente óxidos metálicos, Ag-NPs o arcillas, cada una con diversas aplicaciones industriales.

		Tipos de Nanopartículas	Aplicaciones
Aplicaciones en Envase y Embalaje		Nanoarcillas	Cargas de refuerzo para mejorar las propiedades barrera del embalaje.
		Nanopartículas de plata	Cargas de refuerzo para mejorar propiedades barrera y efecto antimicrobiano.
		Nanopartículas de TiO ₂	Cargas de refuerzo para mejorar propiedades de protección UV y rasgado del material
		Nanopartículas de SiO ₂	Cargas de refuerzo para mejorar propiedades mecánicas barrera y antirasgado.
		Nanopartículas de ZnO	Cargas de refuerzo para mejorar la estabilidad térmica, protección ultravioleta y resistencia a la humedad.
		Nanowhiskers de celulosa	Cargas de refuerzo para mejorar la degradabilidad del material, propiedades mecánicas y transparencia.





2. Experiencias y lecciones aprendidas en la evaluación de la exposición



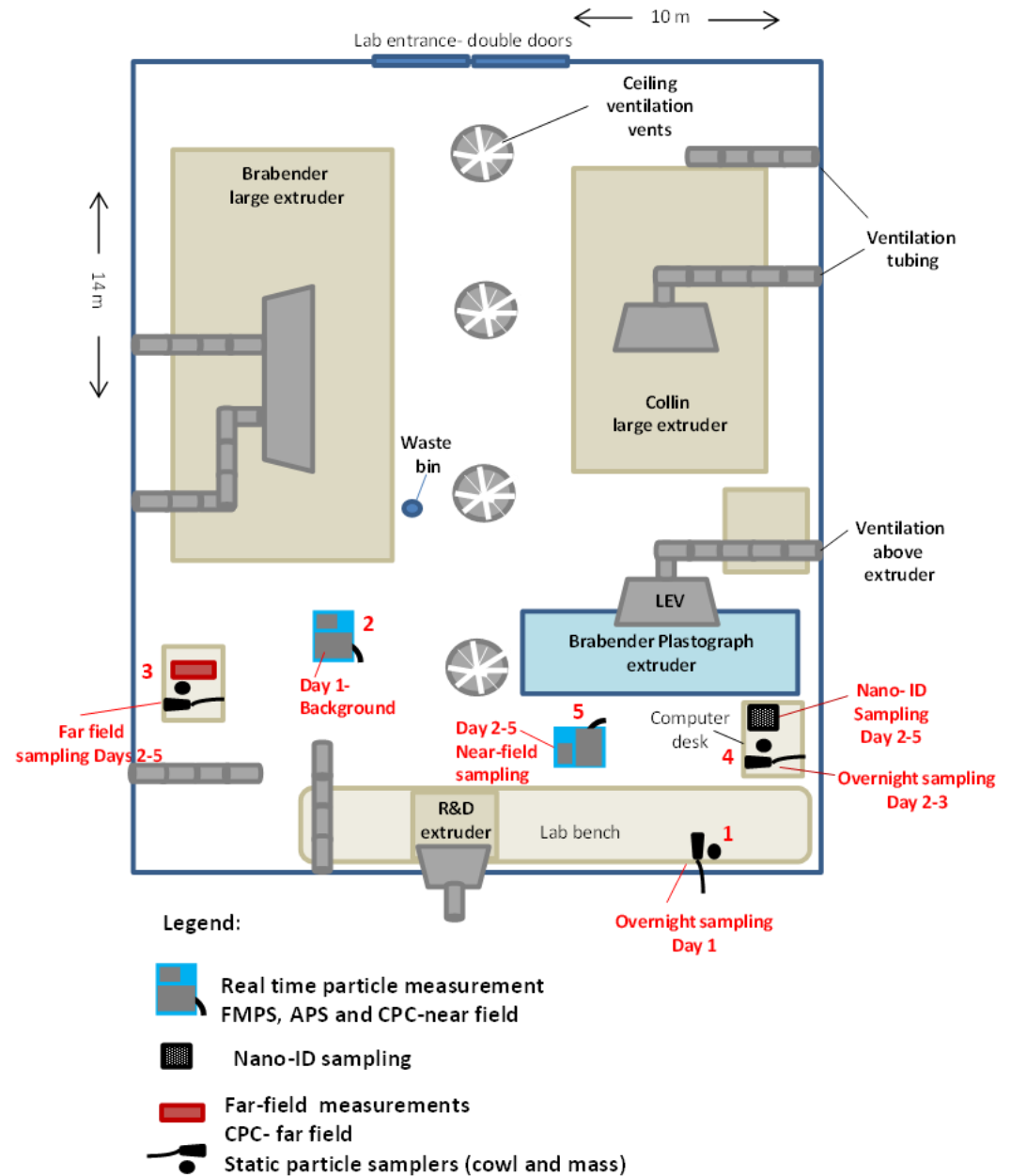
❑ Caracterización de la Exposición en el procesado de Nanocargas para la fabricación de Materiales reforzados

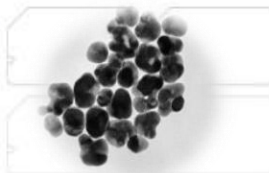
Con objeto de conocer los riesgos durante el procesado de nanocargas se aplicó la metodología NEAT descrita. El diseño de muestreo fue el siguiente:

1. Evaluación previa de la bibliografía (Doc. Especializada, publicaciones científicas, etc) y análisis de los procesos de producción.
2. Caracterización del nivel de fondo “background” de nanopartículas en condiciones de no actividad
3. Mediciones “in situ” del nivel de partículas durante el procesado mediante instrumentos de medida directa
4. Análisis e interpretación de los datos



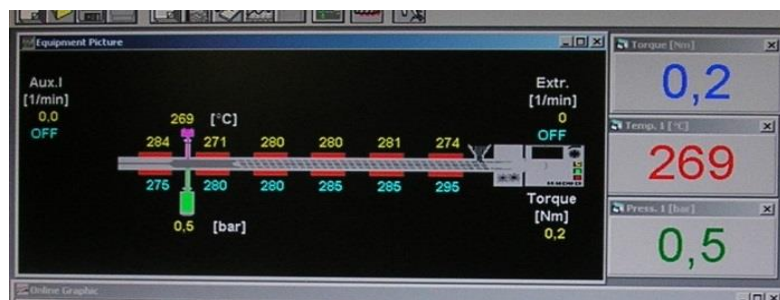
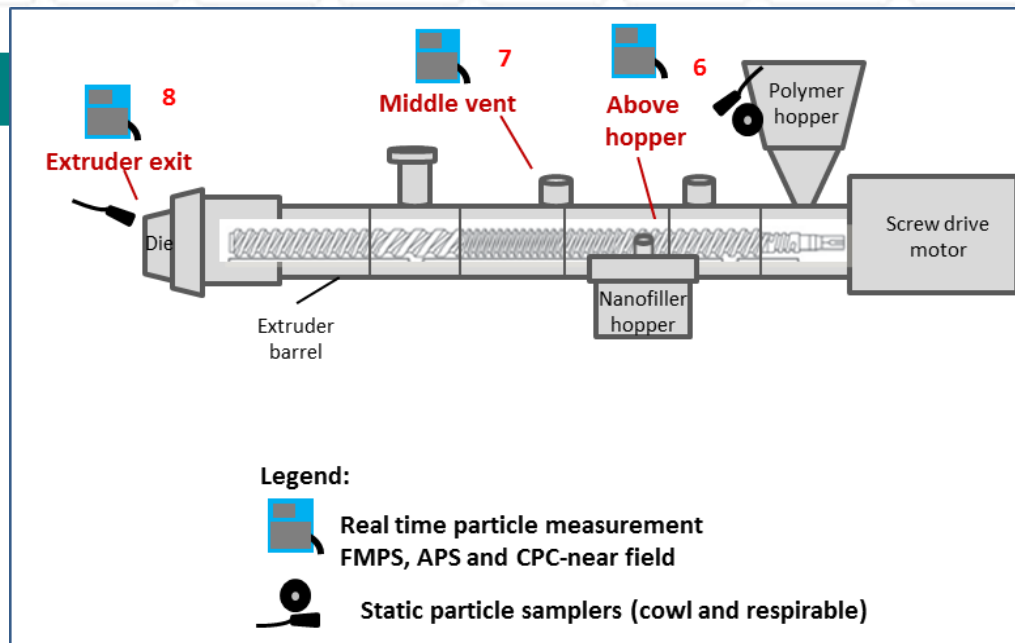
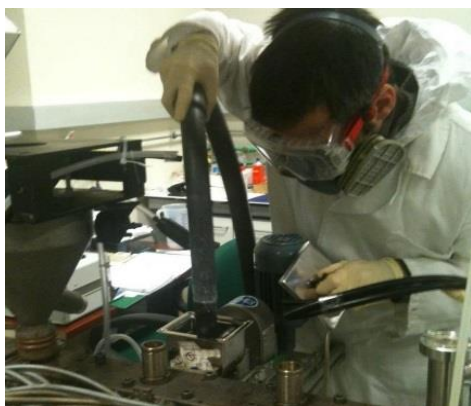
2. Experiencias y lecciones

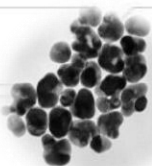




LECCIONES APRENDIDAS EN LA EVALUACIÓN DE LA EXPOSICIÓN Y GESTIÓN DEL RIESGO DE NMs

2. Experiencias y lecciones



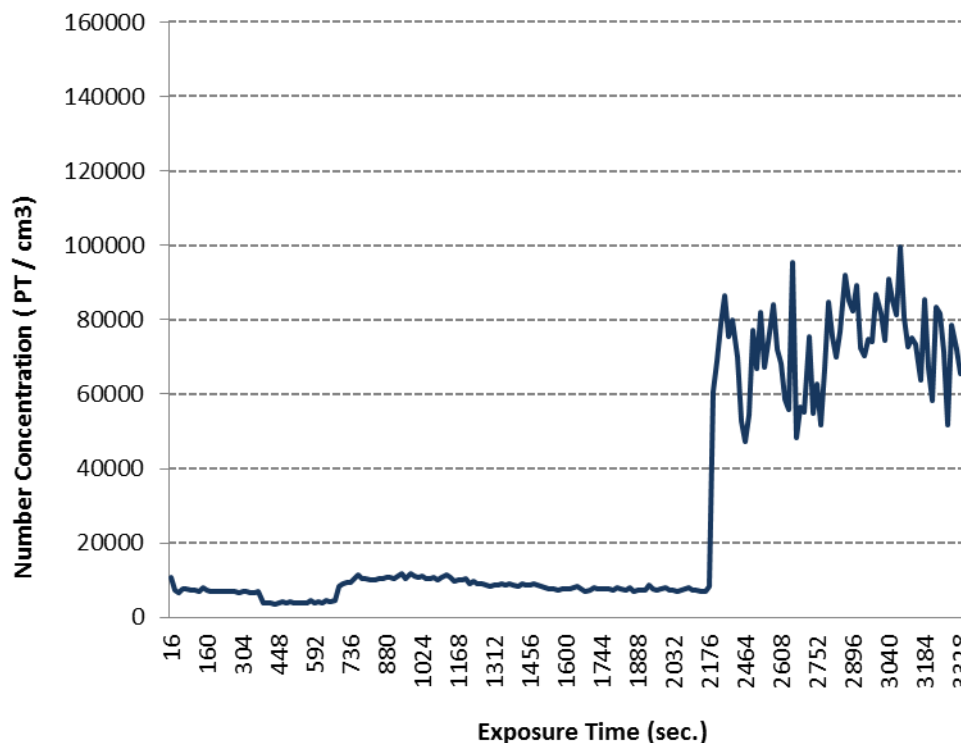


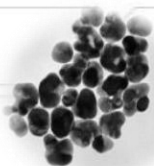
2. Experiencias y lecciones aprendidas en la evaluación de la exposición



❑ Caracterización de la Exposición en el procesado de Nanocargas para la fabricación de Materiales reforzados

► Procesado de nano-arcillas



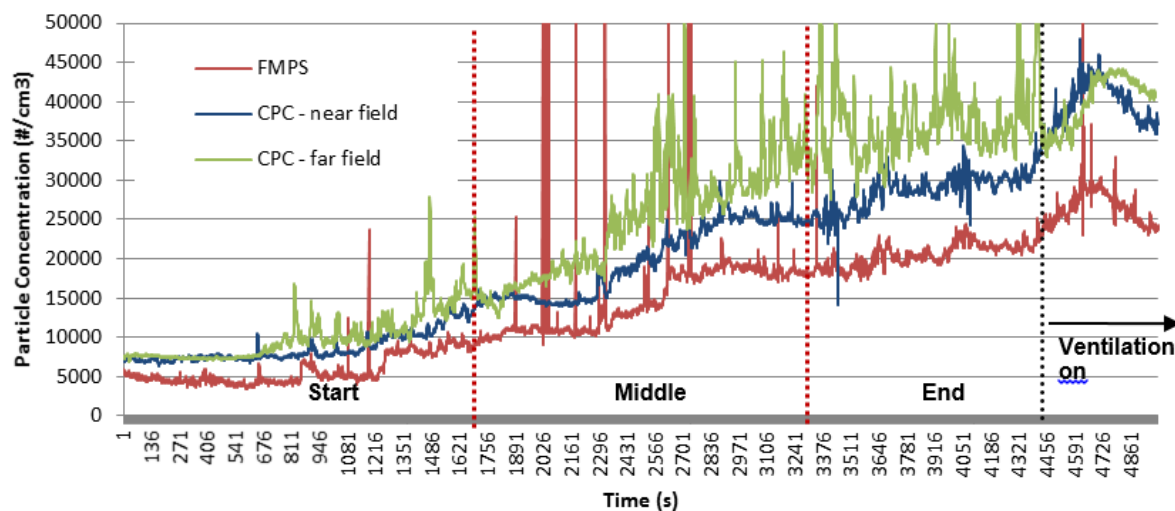


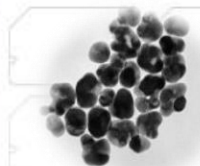
2. Experiencias y lecciones aprendidas en la evaluación de la exposición



❑ Caracterización de la Exposición en el procesado de Nanocargas para la fabricación de Materiales reforzados

► Procesado de nano-arcillas



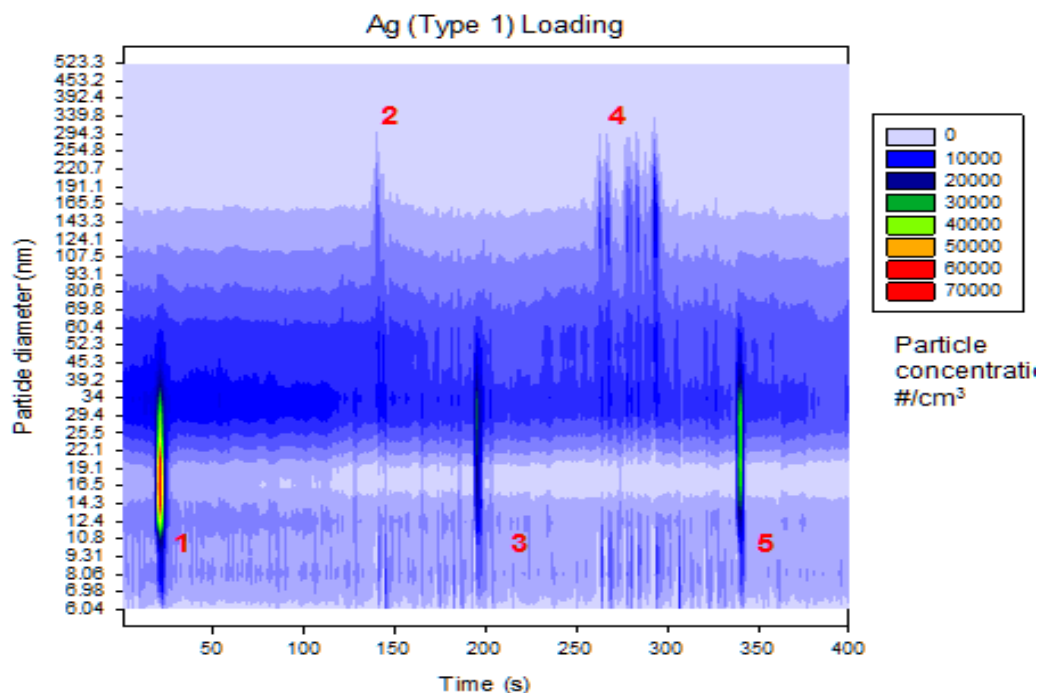


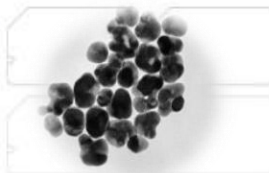
2. Experiencias y lecciones aprendidas en la evaluación de la exposición



❑ Caracterización de la Exposición en el procesado de Nanocargas para la fabricación de Materiales reforzados

► Procesado de nano-arcillas



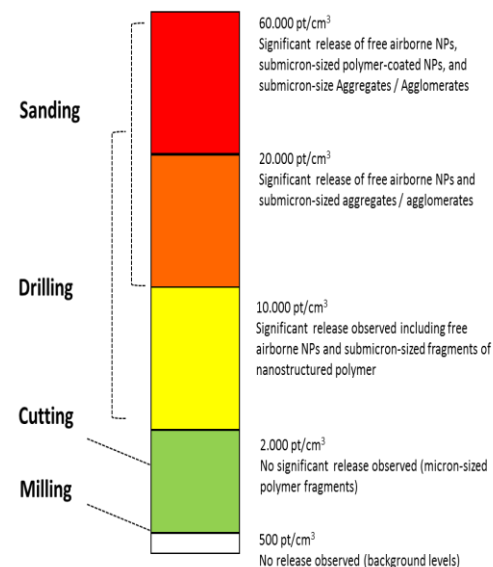
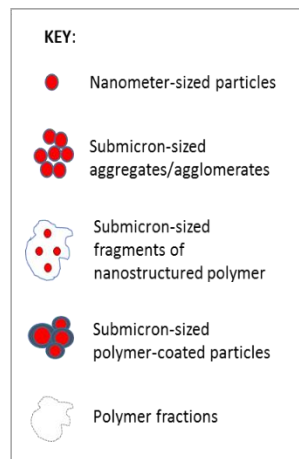
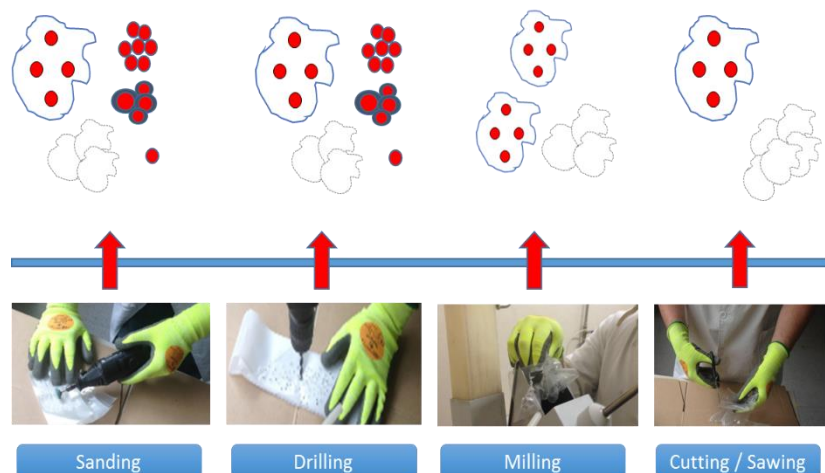


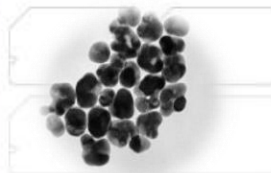
2. Experiencias y lecciones aprendidas en la evaluación de la exposición



❑ Caracterización de la Exposición en el procesado de Nanocargas para la fabricación de Materiales reforzados

► Procesado (fin de vida) de nanocomposites





2. Experiencias y lecciones aprendidas en la evaluación de la exposición



❑ Casos prácticos en Evaluación de la exposición a NPs

NanoMICEX “Mitigación de Riesgos y Control de la Exposición en la fabricación de nanopigmentos, tintas y pinturas”

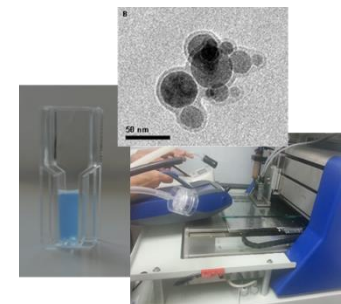


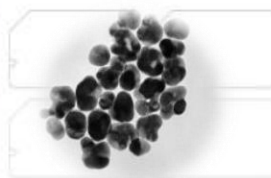
Como principal objetivo, el proyecto pretende **reducir los riesgos derivados de la exposición las Nanopartículas** empleadas en los procesos de fabricación de pigmentos y la formulación de tintas.

Las tareas desarrolladas en el marco del proyecto en relación a la evaluación de la exposición y control de riesgo incluyen la evaluación de las fuentes de emisión de NPs, la evaluación cuantitativa de la exposición en escenarios críticos, y la evaluación de la efectividad de equipos de protección individual y colectiva.



En relación a la **evaluación de la exposición**, las mediciones llevadas a cabo muestran valores de exposición significativos durante la síntesis de nanopigmentos por FSP, envasado/recolección, y agitación de dispersiones en procesos de fabricación de pinturas.





2. Experiencias y lecciones aprendidas en la evaluación de la exposición




❑ Casos prácticos en Evaluación de la exposición a NPs


NanoMICEX “Mitigación de Riesgos y Control de la Exposición en la fabricación de nanopigmentos, tintas y pinturas”

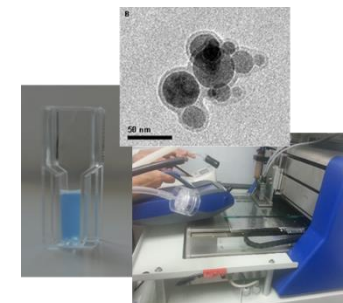


Escenarios críticos identificados

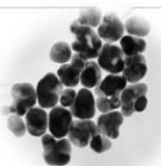
Activity/CES	Wet synthesis	Dry synthesis	Functional ⁿ & nano-fluid preparation	Paint formul ⁿ	Inkjet printing
	PlasmaChem	Torrecid	TecStar	Monto	Ardeje
Synthesis reaction		Pyrolysis			
Isolation of ENM powder	Recovery	Harvesting	Recovery		
Drying ENM	Unload oven		Unload vacuum drier		
Milling ENM powder	Load/unload hammer mill				
Packaging ENM powder					
Charging process with ENM			Weighing out	Weighing out	
Maintenance of ventilation system	Laboratory & fume cupboard	Pilot plant room	Laboratory, fume hood & glove box	Research laboratory & LEV system	
Maintenance of plant		Fabric filters of pyrolysis unit			

 Hatched box indicates the activity is carried out for that process but is not considered exposure significant

 Grey shaded box indicates the activity is not carried out for that process



Información adicional: www.nanomicex.eu



2. Experiencias y lecciones aprendidas en la evaluación de la exposición



❑ Casos prácticos en Evaluación de la exposición a NPs

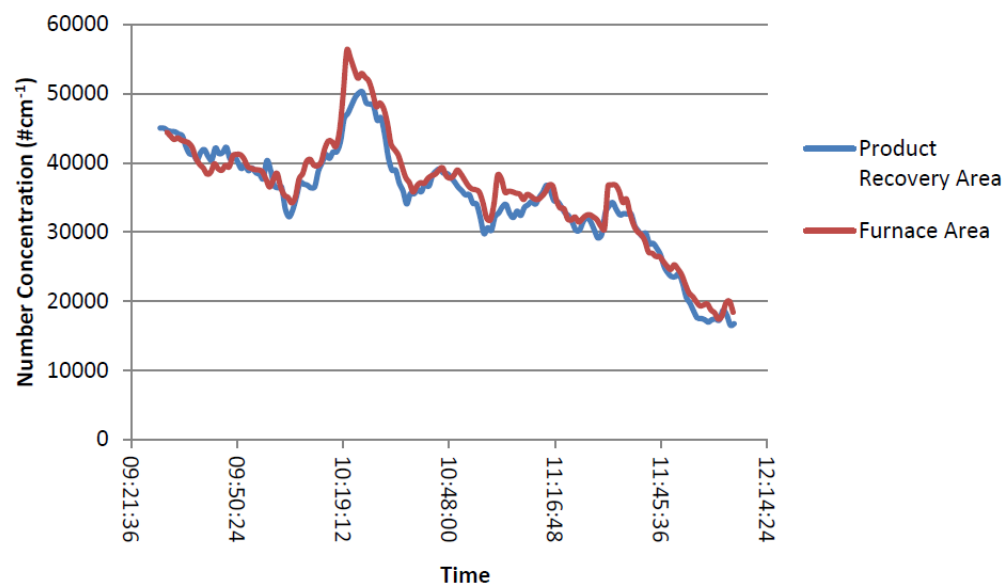
❑ Escenarios críticos identificados

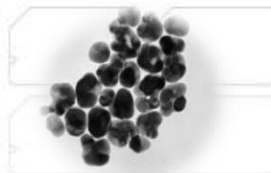
► Fabricación de nanopigmentos (spray-pirólisis)

nanom/CEX

Durante la fabricación de nanopigmentos se observan concentraciones de NPs > 40.000 pt/cm³.

Las concentraciones de NPs en el background presentaron una elevada variabilidad, considerándose un valor medio de 30.000 pt/cm³





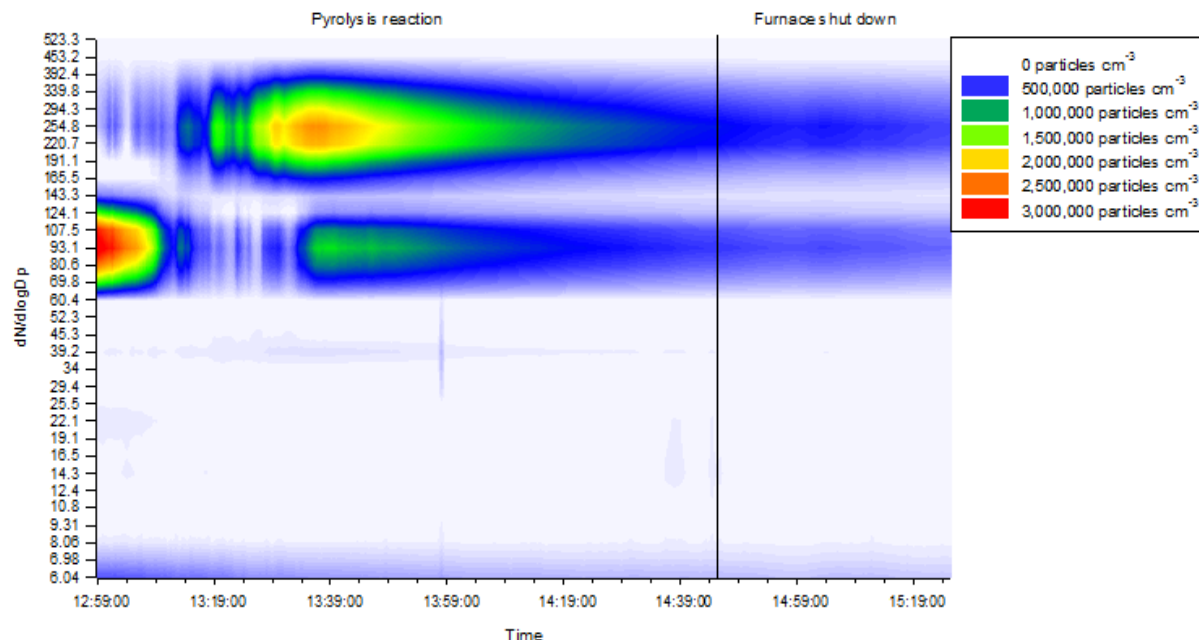
2. Experiencias y lecciones aprendidas en la evaluación de la exposición

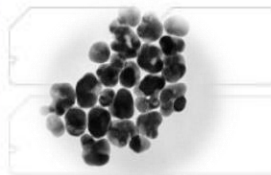


- ❑ Casos prácticos en Evaluación de la exposición a NPs
- ❑ Escenarios críticos identificados
 - ▶ Fabricación de nanopigmentos (spray-pirólisis)

nanom/CEX

Los resultados muestran



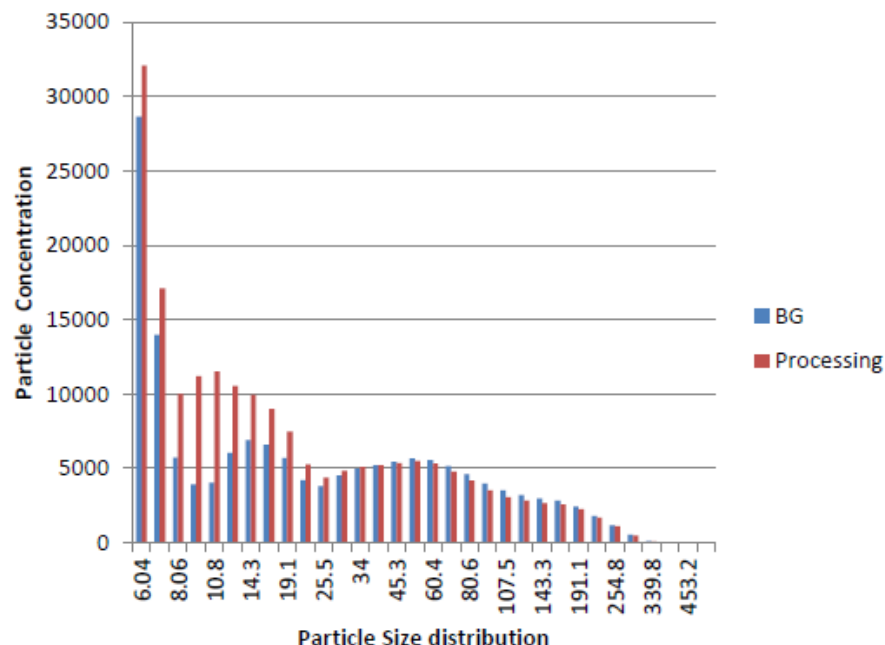


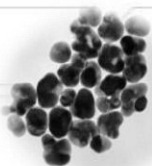
2. Experiencias y lecciones aprendidas en la evaluación de la exposición



- ❑ Casos prácticos en Evaluación de la exposición a NPs
- ❑ Escenarios críticos identificados
 - ▶ Funcionalización de nanopigmentos

nanom/CEX





2. Experiencias y lecciones aprendidas en la evaluación de la exposición

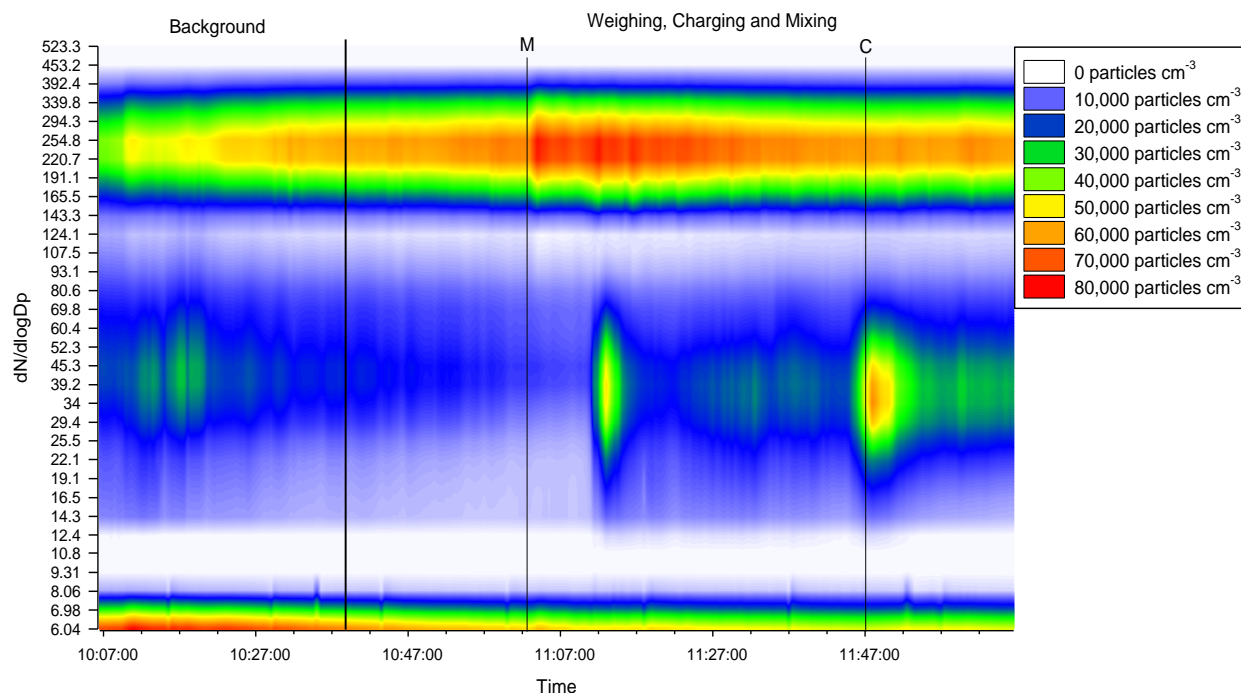


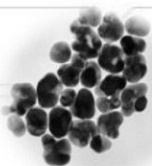
❑ Casos prácticos en Evaluación de la exposición a NPs

❑ Escenarios críticos identificados

► Formulación de nanopinturas (Agitación - Escala laboratorio)

nanomicEX



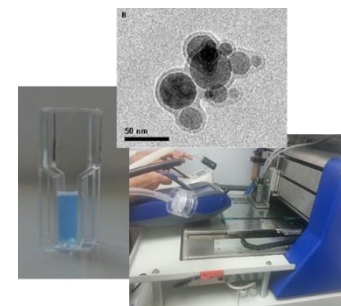


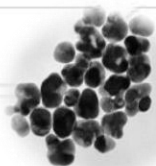
2. Experiencias y lecciones aprendidas en la evaluación de la exposición

- ❑ Casos prácticos en Evaluación de la exposición a NPs
- ❑ Escenarios críticos identificados
 - ▶ Simulación de impresión con tintas ink-jet (Ag-NPs)



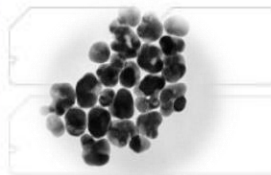
nanom/CEX





3. Experiencias y lecciones aprendidas en la evaluación de la eficacia de medios de protección





3. Evaluación de la eficacia de medios de protección

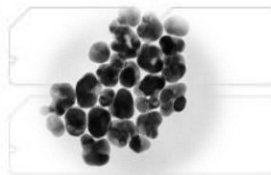


! La selección de medios de protección adecuados es esencial para garantizar la protección de los trabajadores en los procesos donde se fabrican y/o manipulan NMs

! Status actual

- EPI y exposición a nanomateriales en debate y estudio
- No hay EPI específicos con eficacia de protección probada frente a nanomateriales
- No existen normas armonizadas específicas para verificar niveles de protección
- Aunque Sí se pueden hacer **recomendaciones razonadas** sobre características de protección conocidas
- Actualización según **avance el estado del arte**: numerosos estudios sobre eficacia de determinados EPI frente a determinados NMs y situaciones
- Punto de partida : Evaluación de Riesgos
- Selección del EPI dependiente de la exposición: inhalación , contacto con piel y ojos, e ingestión





3. Evaluación de la eficacia de medios de protección



❑ Iniciativas actuales

Existen diversos proyectos de investigación focalizados en la evaluación de la eficacia de equipos de protección individual y colectiva frente a NMs, destacando los proyectos LIFE NanoRISK, y NanoMICEX y NanoREG.



- ▶ NanoRISK “Best practices effectiveness, prevention and protection measures for control of risk posed by engineered nanomaterials ”

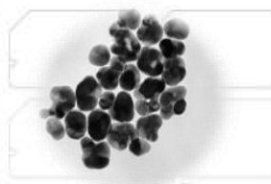
NANORISK

NanoRISK (LIFE12/178) se centra en la caracterización de la eficacia de medios de protección y el desarrollo de una nueva cámara de ensayos de nanoaerosoles para la validación de protocolos de ensayo de eficacia



- ▶ NanoREG “Desarrollo de una estrategia Europea común para el ensayo reglamentario de los Nanomateriales ”

NanoREG (FP7-n° 310584) se centra en la validación de métodos de ensayo para la evaluación de los riesgo de los NMs, incluyendo el desarrollo de protocolos estándar para la evaluación de la eficacia de equipos de protección respiratoria, ropa y guantes



3. Evaluación de la eficacia de medios de protección



❑ Protocolos de Ensayo (NanoRISK / NanoREG)

En relación a los medios de protección respiratoria (EPR), se han definido diversos protocolos de ensayo, incluyendo:

- Fuga total hacia el interior (TIL)
- Fuga hacia el interior (IL)
- Penetración de los filtros de partículas

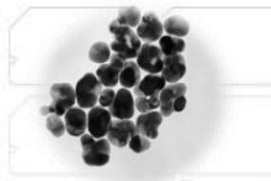


En el caso de los equipos de protección dérmica, considerando ropa y guantes de protección, se han definido protocolos de ensayo para la caracterización de los siguientes parámetros:

- Permeación de NMs en soluciones coloidales
- Penetración de partículas sólidas (difusión)
- Penetración de líquidos (chorro) y líquidos pulverizados
- Penetración de partículas ultrafinas (ropa)



Equipos de protección colectiva: captura / contención



3. Evaluación de la eficacia de medios de protección



☐ Eficacia de equipos de protección respiratoria (EPR)

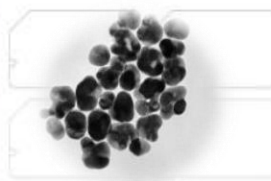
! Resultados actuales

Los resultados de los proyectos ejecutados hasta la fecha muestran como los filtros de alta eficacia FFP3 (según EN 143 o EN 149) y los equipos de protección respiratoria certificados (Medias Mascaras / Mascaras completas) parecen ser eficaces para la protección frente a los NMs.

- **Tamaño de partícula más penetrante** ~ 30-50 nm
- Comportamiento de los equipos
 - Penetración aumenta con el flujo
 - Mayor protección con mejor ajuste
 - Mascarilla autofiltrante → dificultad de ajuste
- **Fuga hacia el interior**

Factor de alta influencia en la protección final del EPI





3. Evaluación de la eficacia de medios de protección

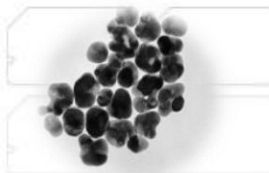


❑ Eficacia de equipos de protección respiratoria (EPR)

! Resultados actuales

- El **ajuste de los equipos de protección respiratoria** a la forma de la cara del usuario es el principal aspecto a considerar para la reducción de la exposición por inhalación.
- Las empresas fabricantes han definido nuevas innovaciones para mejorar el sello facial, incluyendo el uso de **material adhesivo** y mejoras en el diseño de tiras de ajuste (straps).
- Se recomienda el uso de **microfibras cargadas electrostáticamente**, permitiendo una respiración más fácil y un mayor nivel de atrapamiento de nanomateriales.

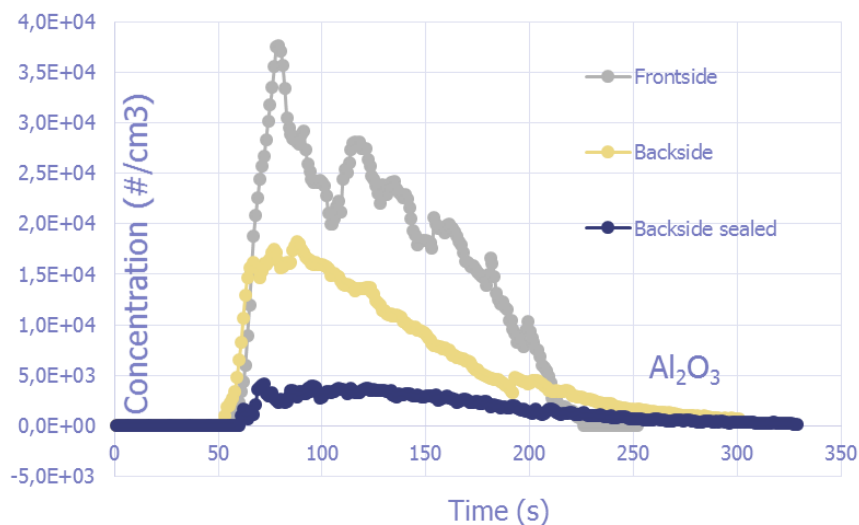
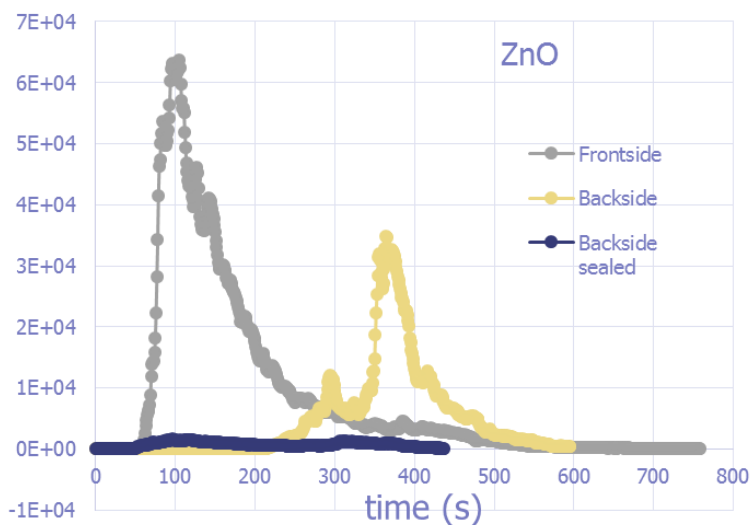




3. Evaluación de la eficacia de medios de protección



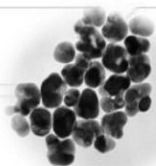
! Resultados actuales



Penetration factor < 10 %



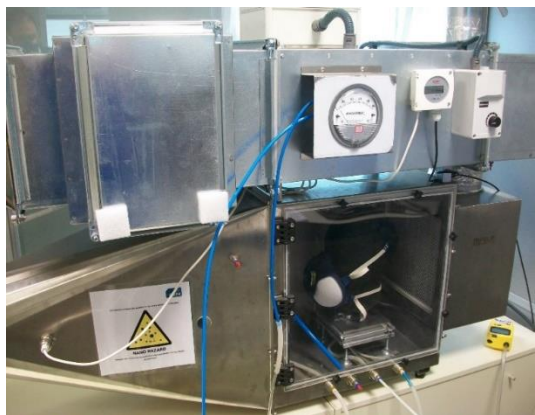
Penetration factor < 15 %

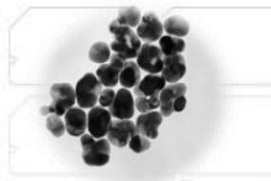


3. Evaluación de la eficacia de medios de protección



❑ Eficacia de equipos de protección respiratoria (EPR)





3. Evaluación de la eficacia de medios de protección



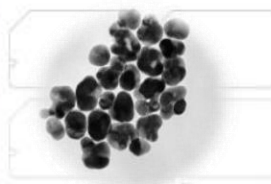
☐ Ropa y guantes de protección

Resultados actuales

Respecto a ensayos con diferentes materiales en guantes (látex y nitrilo en guantes):

- No se detecta penetración de nanomateriales en guantes cuando se encuentran en forma de aerosol seco (con una dispersión líquida, esta eficiencia no está probada)
- Los movimientos de la mano y la sudoración mientras los guantes están colocados podrían aumentar la penetración.
- La presencia simultánea de disolventes debe tenerse en cuenta ya que podrían favorecer la penetración o degradar el guante





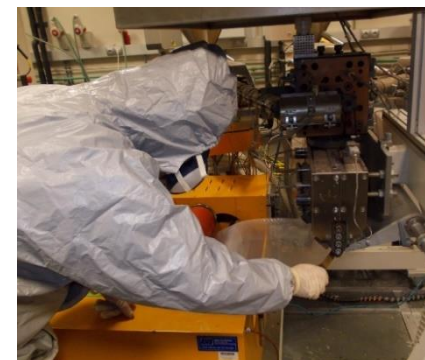
3. Evaluación de la eficacia de medios de protección



❑ Ropa y guantes de protección

• Ropa de protección

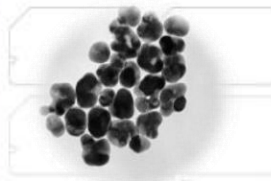
- Optar por ropa con materiales no tejidos con NMs en seco (Prenda desechable con capucha y cubrezapatos Tipo 5)
- Si NM están en disolución coloidal y hay posibilidad de contacto por salpicadura, optar por ropa Tipo 4 con materiales laminados, “impermeables”. Ej.: Polietileno de alta densidad (Tipo Tyvek*)



• Guantes de protección química

- Optar guantes de protección química. Si son muy finos, optar por un guante doble.
- Exigir al guante una protección química específica si existen disolventes como medios de dispersión. Uso de guantes de butilo recomendado.
- Cambio regular de guantes para minimizar imperfecciones por uso y movimientos mano





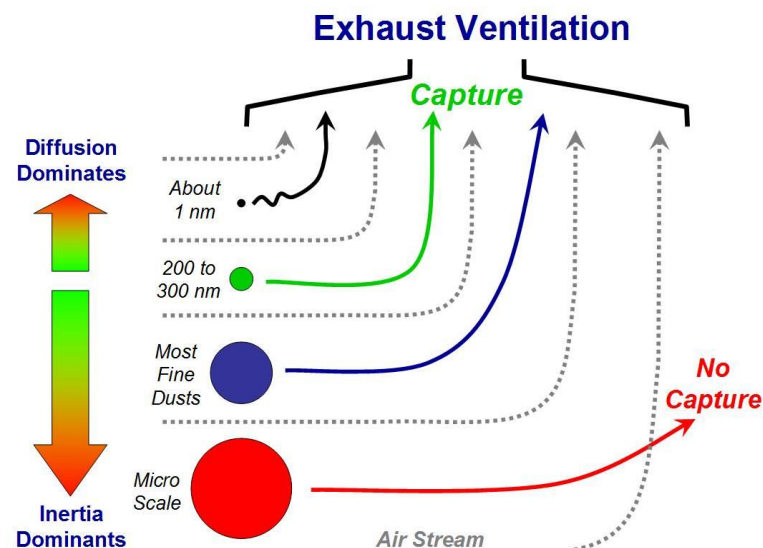
3. Evaluación de la eficacia de medios de protección

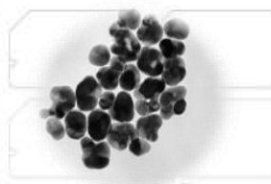


❑ Protección colectiva: Sistemas de contención - ventilación

! Resultados actuales





- ✓ Encerrar la fuente tanto como sea posible, ya que el caudal de aire a extraer será tanto menor cuanto más encerrado quede el foco contaminante.
- ✓ Introducción de mejoras en el diseño de las campanas de extracción.
- ✓ Extracción del contaminante fuera de la zona de respiración del operario.
- ✓ Suministro adecuado de aire.
- ✓ Descarga del aire extraído lejos del punto de reposición
- ✓ Proveer una adecuada velocidad de transporte para las partículas (18 a 20 m/sg)

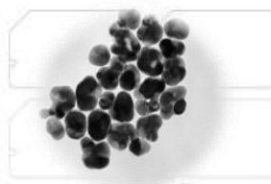




3. Evaluación de la eficacia de medios de protección



❑ Protección colectiva: Sistemas de contención - ventilación

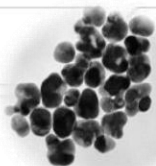
LEVs	Descripción	Eficacias	Imágenes
Local exhaust ventilation (LEV)			
- Receiving hoods			
Campanas de techo (Canopy hoods)	Son las más conocidas. Consiste en una bóveda situada por encima del lugar de trabajo. Este tipo de campana no se utiliza cuando el material es tóxico y el operario debe inclinarse sobre el tanque o proceso generador del contaminantes.	50 %	
- Capturing hoods			
Movable capturing hoods	Sistemas móviles de ventilación como campanas extensibles. El diseño no permite la protección frente a tareas realizadas fuera de la zona de captación de la campana. Eficacia influenciada por el comportamiento del trabajador.	95 %	
Fixed capturing hoods	Sistemas fijos de ventilación como campanas extensibles. El diseño no permite la protección frente a tareas realizadas fuera de la zona de captación de la campana.	99 %	
On-tool extraction	Sistemas LEV integrados en el procesos y/o equipo.	99 %	



3. Evaluación de la eficacia de medios de protección

❑ Protección colectiva: Sistemas de contención - ventilación

LEVs	Descripción	Eficacias	Imágenes
Local exhaust ventilation (LEV)			
- Enclosing hoods			
Cabinas aisladas	Forma de aislamiento permanente con un lateral abierto dotado de un Sistema de ventilación local especialmente diseñado (flujo laminar). La influencia del comportamiento del trabajador es mínima, incluyendo sistemas de alarma de fallo de sistema.	> 99 %	
Campanas de Laboratorio (Horizontal/down ward laminar flow)	<p>En campanas de flujo horizontal, el aire contaminado se extra a través de orificios situados en la parte trasera del de la campana, creando un flujo laminar horizontal. El aire es filtrado antes de ser descargado al exterior. La cabina contiene la fuente y tiene una apertura frontal limitada.</p> <p>En campanas de flujo descendente, una cortina de aire en régimen de flujo laminar es crado desde el techo de la campana hacia la parte trasera de la misma, donde se ubica el motor de extracción.</p>	99 %	

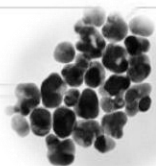


3. Evaluación de la eficacia de medios de protección



❑ Protección colectiva: Sistemas de contención - ventilación





4. Conclusiones y necesidades de futuro

► Agradecimientos





GRACIAS POR SU ATENCIÓN

cfito@itene.com



MANORISK

