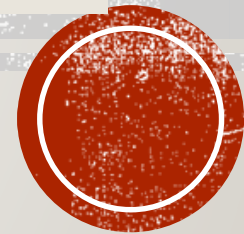


NANOTECNOLOGÍA VS PREVENCIÓN



**8º CONGRESO NACIONAL DE PREVENCIÓN
DE RIESGOS LABORALES DE LA
UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA**

INDICE

- **NANOTECNOLOGÍA Y NANOMATERIALES ¿NORMATIVA APLICABLE?**
 - NANOFICHA CRUE SOSTENIBILIDAD.
- **NANOTOXICOLOGÍA. VÍAS DE ENTRADA Y LÍMITES DE EXPOSICIÓN ORIENTATIVOS.**
- **EXPOSICIÓN LABORAL A NANOMATERIALES. MÉTODOS DE EVALUACIÓN CUALITATIVOS Y CUANTITATIVOS.**
- **PROPUESTAS DE CONTROL DEL RIESGO.**
 - MEDIDAS TÉCNICAS Y ORGANIZATIVAS.
 - EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL.

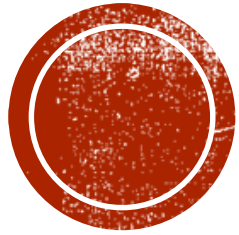


NANOMATERIALES VERSUS

¿DESAFIO?

NANOTECNOLOGÍA Y

NANOMATERIALES



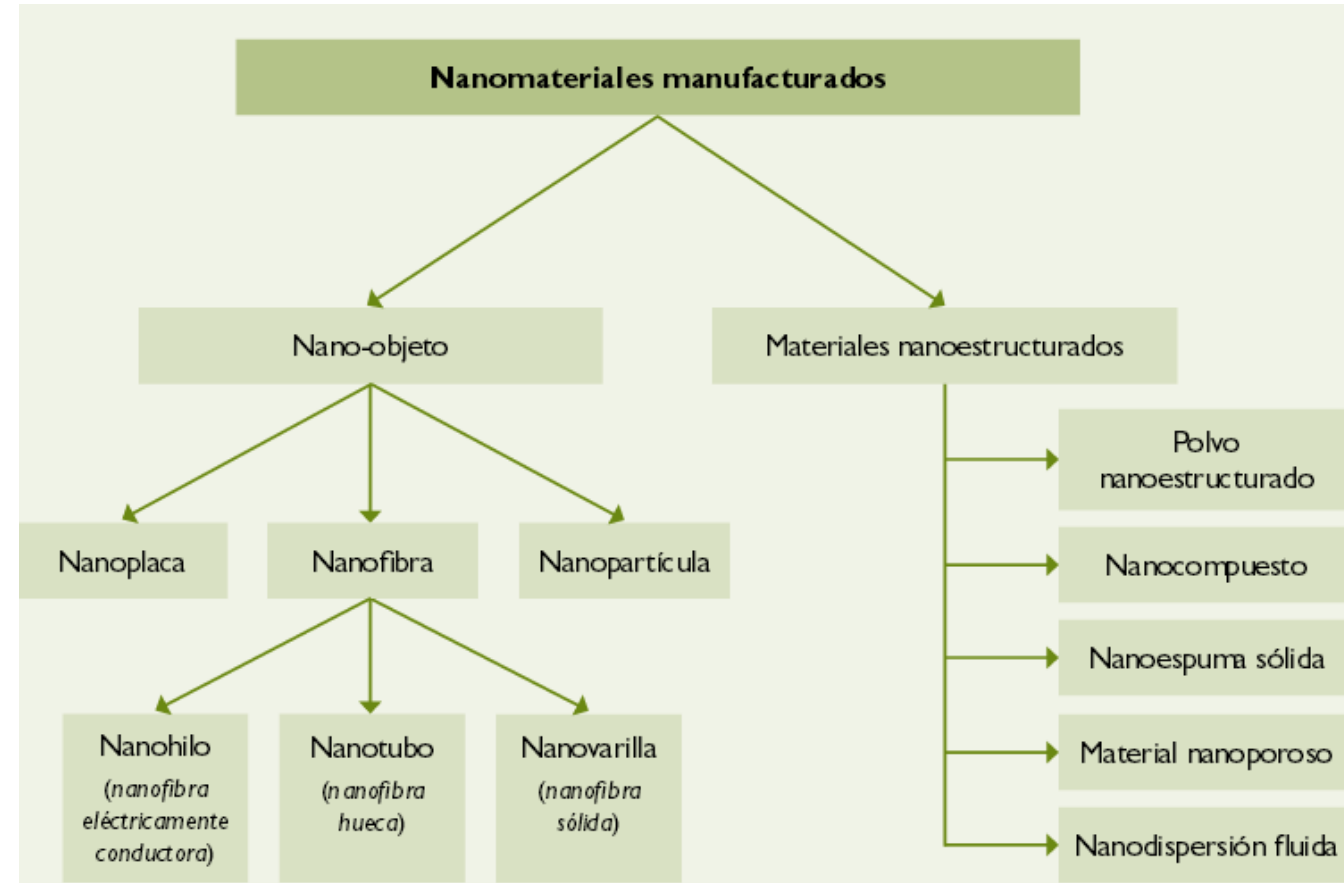
¿NORMATIVA APLICABLE?

NANOFICHA CRUE SOSTENIBILIDAD

DEFINICIÓN DE NANOMATERIAL

- Un material natural, accidental o manufacturado consistente en partículas sólidas aislado, agregado o aglomerado $\geq 50\%$ partículas*:
 - 1-3 dimensiones (d) entre 1-100 nm.
 - Partícula elongada 2 (d) $< 1\text{nm}$ y 1 (d) $> 100\text{ nm}$.
 - Forma disco, 1 (d) externa $< 1\text{ nm}$ y otras $> 100\text{ nm}$.

* Recomendación de definición de nanomaterial de la Comisión Europea 2022.



Fuente: Seguridad y salud en el trabajo con nanomateriales. INSST. 2015.

REVISIÓN NORMATIVA

LEY 31/1995 DE PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES

- Las personas que trabajan tienen el derecho a una **protección eficaz** en materia de Seguridad y Salud en el Trabajo.
- El deber de las Administraciones Públicas de protección de los trabajadores frente a los riesgos laborales.

R.D. 371/2001 SOBRE AGENTES QUÍMICOS DURANTE EL TRABAJO.

- El **empresario** deberá determinar, en primer lugar, si existen **agentes químicos peligrosos** en el lugar de trabajo.



ENFOQUE DE LA UNIÓN EUROPEA

- Guía de la Comisión Europea (2014). Si la información disponible no es suficiente, se aplicará el **PRINCIPIO DE PRECAUCIÓN** acorde al peor escenario posible.
- La Agencia Europea de Seguridad y Salud en el Trabajo (2018) recoge que “**los nanomateriales** manufacturados **poseen un riesgo mayor** que el mismo material padre”.
- RD 374/2001 artículo 3 indica que la **principal fuente de información** que tiene la empresa para averiguar las propiedades peligrosas de los agentes, con objeto de realizar la evaluación de los riesgos derivados de su utilización es la **Ficha de Datos de Seguridad**.



DATOS DEL NANOMATERIAL

Imagen del Nanomaterial			Forma del nanobjeto	..... Elija un elemento.
			Estructura cristalina¹	..... Elija un elemento.
			Técnica de caracterización	..... Elija un elemento.
Nombre del NM, comercial o fórmula	..... Elija un elemento.		Dimensiones del NM	.....
% del NM del producto²	.....		Tamaño o rango de tamaño de la partícula primaria	.....
Estado³	..... Elija un elemento.			
Solubilidad	..... Elija un elemento.		Límite de exposición orientativo del NM y del material padre	..... Elija un elemento.
Densidad	.....			..... Elija un elemento.
Área superficial	..... Elija un elemento.			..... Elija un elemento.
Área superficial en volumen	..... Elija un elemento.		Clasificación de la peligrosidad del NM y del material padre	..... Elija un elemento.
Funcionalización	.....			..... Elija un elemento.
País de registro del NM				
..... Elija un elemento.				

DATOS DE LOS PROCESOS:

Procesos de síntesis	..... Elija un elemento.			
Tareas	..... Elija un elemento			
Cantidad estimada en el proceso	..... Elija un elemento.			
Número de trabajadores expuestos	.....		
Duración de la tarea	.....		
Frecuencia estimada	..... Elija un elemento.			
Evaluación cualitativa:	Método:	..... Elija un elemento.		
	Resultado:	..... Elija un elemento.		
Medidas de control implementadas	..... Elija un elemento.			
EPIs utilizados	..... Elija un elemento.			

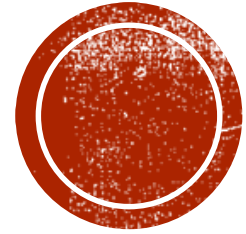
Código	Versión 2.	Revisión	.....	Fecha de aplicación	.....
Edificio / Centro de trabajo	.....	Departamento / Grupo de Investigación	.....	Ubicación (código SIG del local, laboratorio...)	.....

Comisión Sectorial CRUE Sostenibilidad

Grupo de Trabajo de Prevención de Riesgos Laborales

**NOTA DIVULGATIVA TÉCNICO-PREVENTIVA SOBRE
NANOMATERIALES**

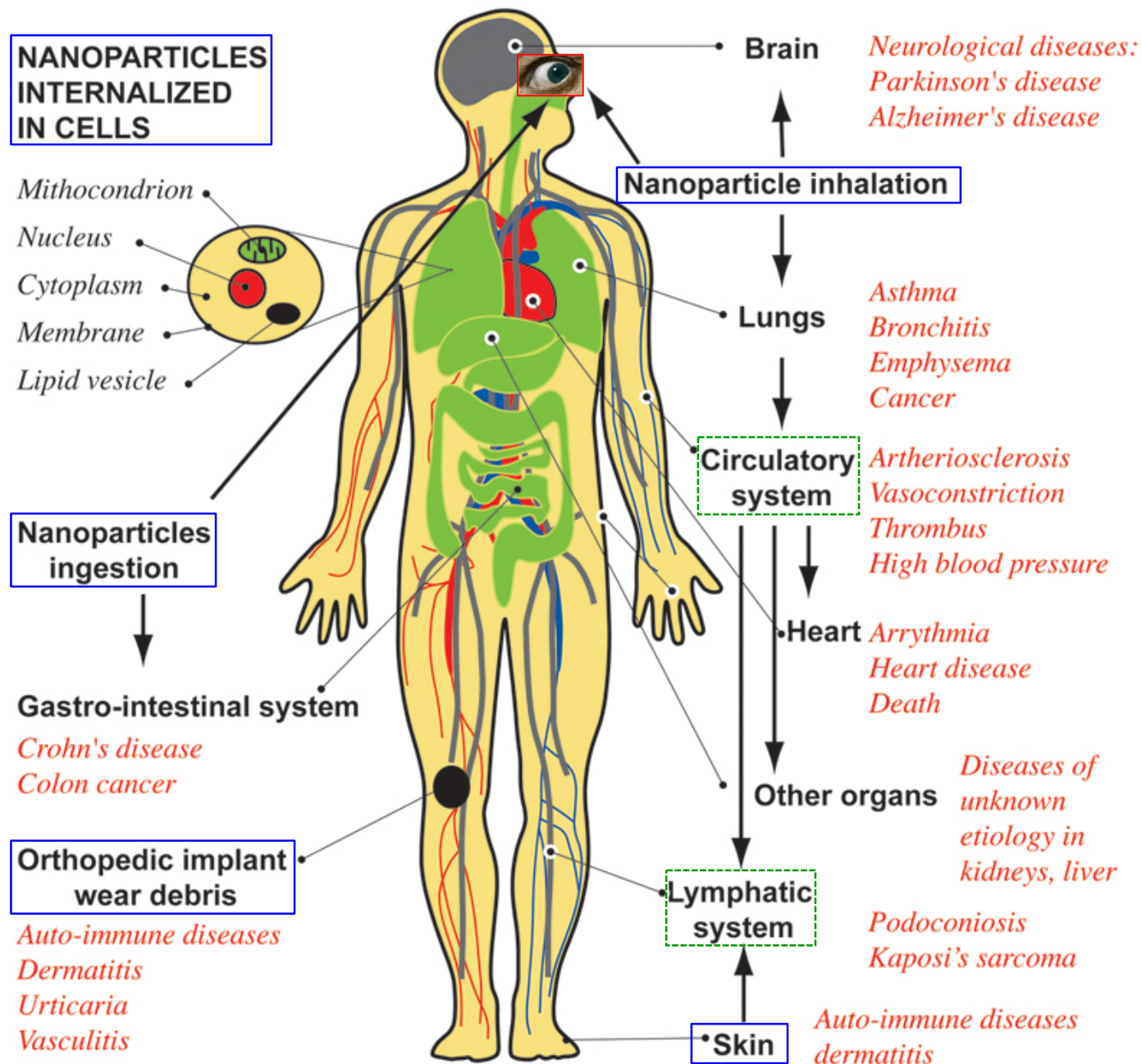




NANOTOXICOLOGÍA. VÍAS DE ENTRADA Y LÍMITES DE EXPOSICIÓN ORIENTATIVOS

DISEASES ASSOCIATED TO NANOPARTICLE EXPOSURE

C. Buzea, I. Pacheco, & K. Robbie, *Nanomaterials and nanoparticles: Sources and toxicity, Biointerphases 2 (2007) MR17-MR71*



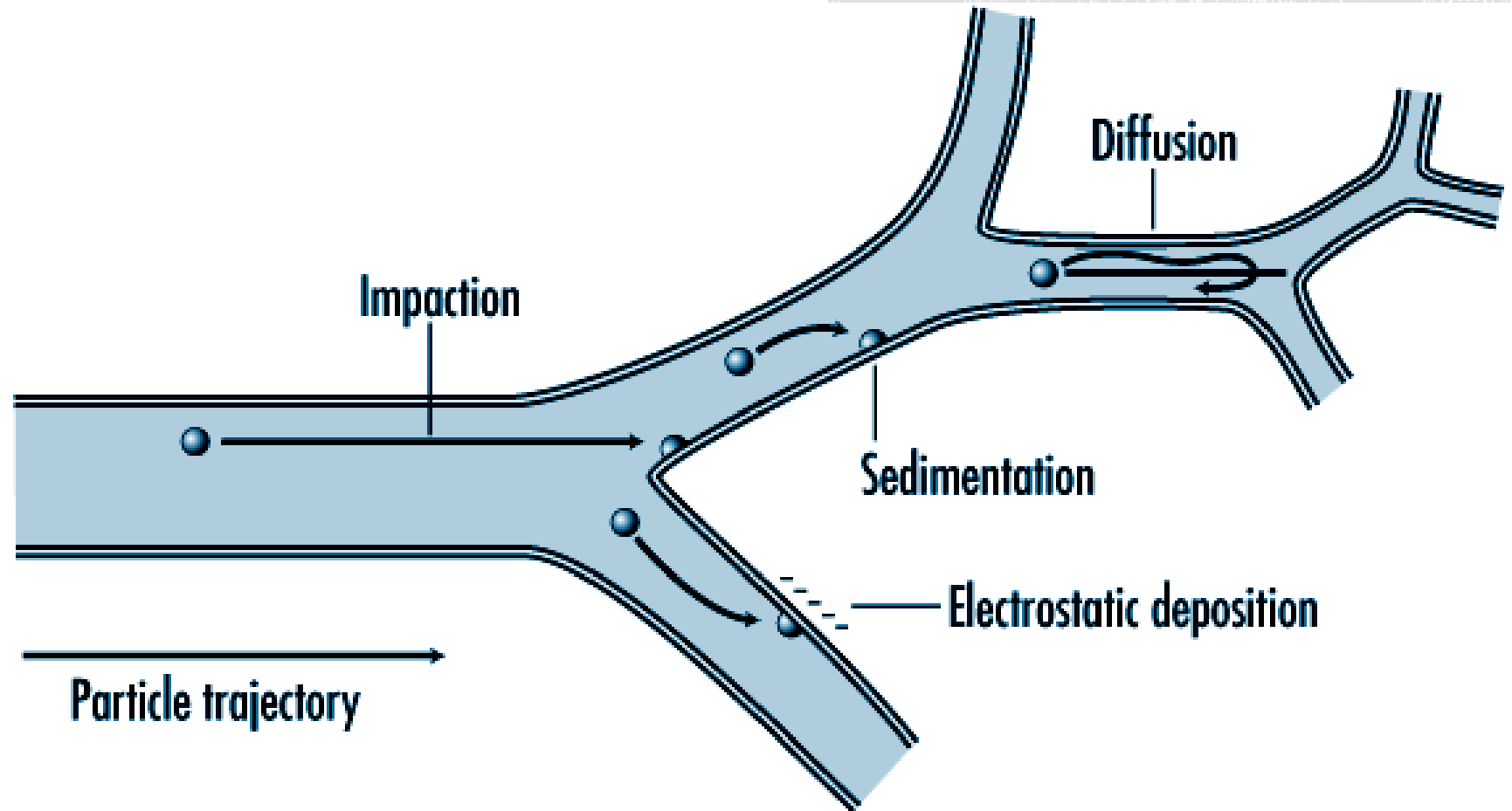
ALCANCE DE LOS NANOMATERIALES EN LAS VÍAS RESPIRATORIAS

Regiones del tracto respiratorio según la Enciclopedia de la Salud y Seguridad en el Trabajo de la OIT

Fuente: ICRP, 1994. Human Respiratory Tract Model for Radiological Protection. Publication 66.

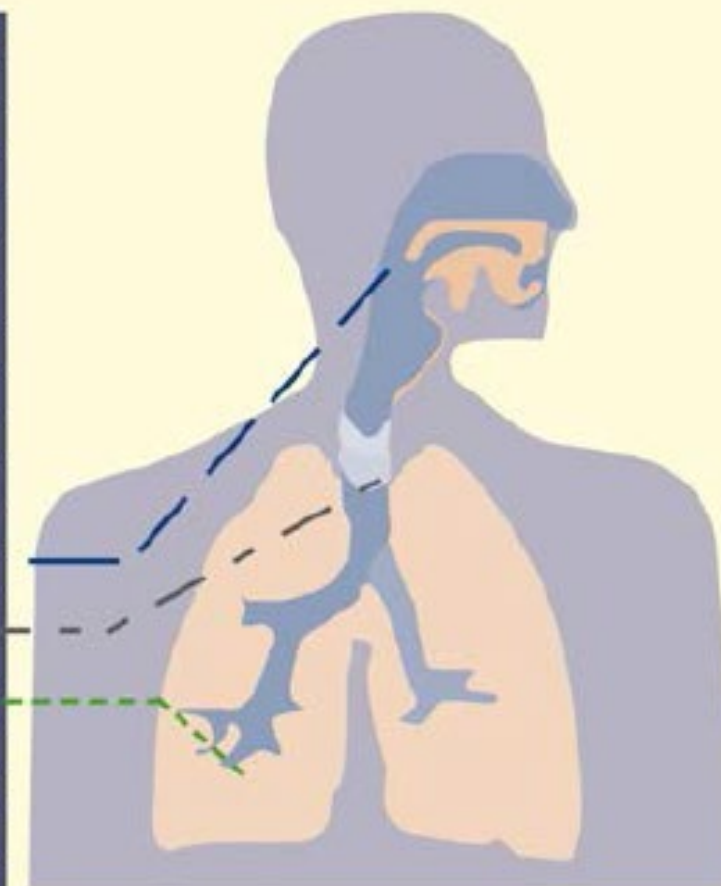
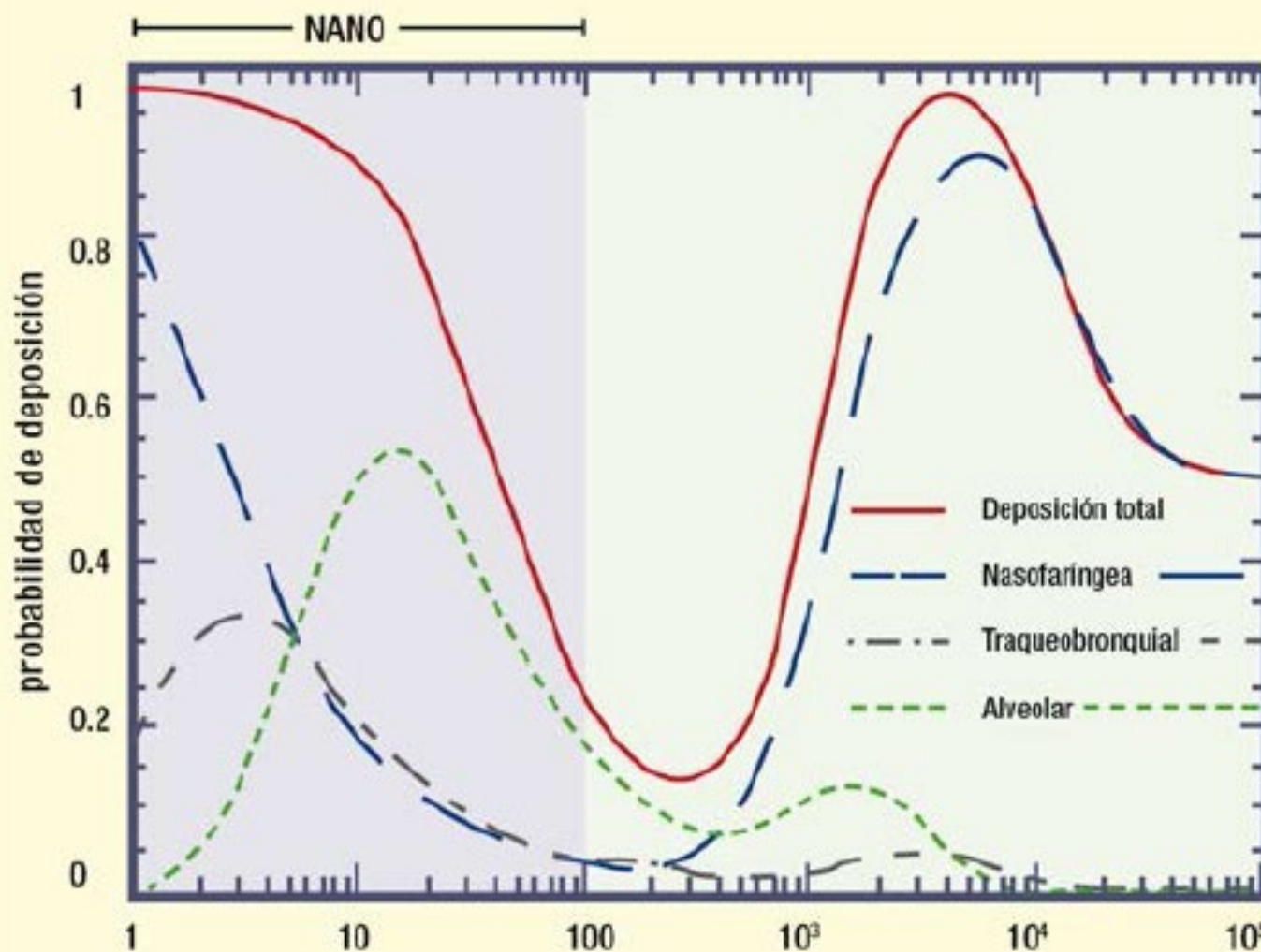
Número de generación	Anatomía	Regiones usadas en el modelo		Zonas (aéreas)	Localiz.	Superficie de las vías aéreas	Número de vías aéreas
		Nuevas	Ant. *				
	Orificios nasales	ET ₁		Acomodamiento (Espacio muerto o anatómico)	Extratorácico	2 x 10 ⁻³ m ²	—
	Nariz	ET ₂	UN _{TH} (N-P)			Extrapulmonar	4.5 x 10 ⁻² m ²
	Faringe posterior			Conducción	Pulmonar	0.175 x 10 ⁻³ m ³	511
0	Laringe						
1	Traquea	BB					
	Bronquios principales						
2-8	Bronquios		(T-B)				
9-14	Bronquiolos	bb					
15	Bronquiolos terminales						
				Intercambio de gases transitorio	Pulmonar	4.5 x 10 ⁻³ m ³	4.6 x 10 ³
16-18	Bronquiolos respiratorios						
**	Conductos alveolares	AI	P				
**	Sacos alveolares			140 m ²	4.5 x 10 ⁷		
	Vasos linfáticos		L				

MECANISMOS DE DEPÓSITO DE PARTÍCULAS EN LAS VÍAS AÉREAS PULMONARES







Encyclopaedia of Occupational Health and Safety, 4th Edition

MODELO DE DEPOSICIÓN DEL INSST



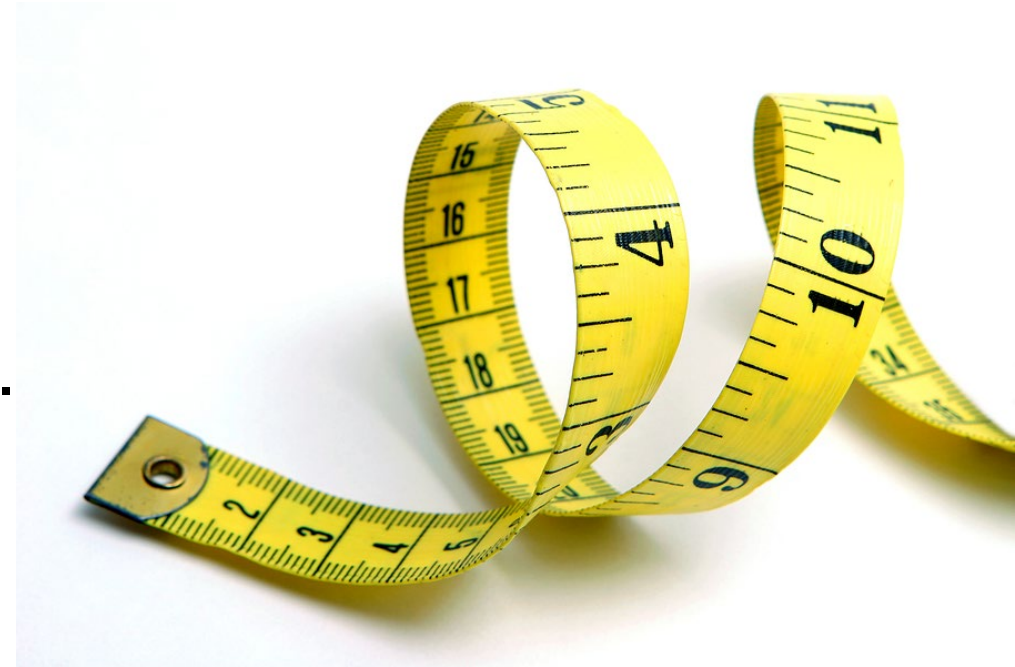
NO HAY LÍMITES DE EXPOSICIÓN PROFESIONAL PARA NANOMATERIALES

- Rango de trabajo / Nanomateriales primarios y secundarios.
- Límites de exposición profesional de material padre:
 - En España  VLA-ED®. VLA-EC®. LÍMITES DE DESVIACIÓN 
 - En Estados Unidos  TLV-TWA. TLV-STEL. TLV-C. 



UNIDADES DE MEDIDA

- Limitaciones.
- Unidades de medida admitidas:
 1. Concentración, expresada como pt/cm^3 .
 2. Masa, expresada como $\mu\text{g}/\text{m}^3$ o mg/m^3 .



Fuente:
Desconocida

NANOMATERIAL	PAIS	MASA	CONCENTRACIÓN
CNT / CNF	EEUU	1 µg/m ³ 8h día/40 semana	--
Fine TiO ₂	EEUU	2,4 mg/m ³ 10h día/40 semana	--
Ultrafine TiO ₂	EEUU	0,3 mg/m ³ 10h día/40 semana	--
Plata	EEUU	0,9 mg/m ³ 8h día/40 semana	
TiO ₂	Japón	0,6 mg/m ³ 8h	--
Fullerenos (C60)	Japón	0,39 mg/m ³ 8h	--
Nanotubos de carbono	Japón	0,03 mg/m ³	--
Nanofibras	Gran Bretaña	0,01 fibras/cm ³	--
Nanomateriales clasificados (CMAR)	Gran Bretaña	0,1 x VLA material padre	--
Nanomateriales insolubles	Gran Bretaña	0,066 x VLA	20.000 partículas/cm ³
Nanomateriales solubles	Gran Bretaña	0,5 x VLA	--
Nanomaterial granulado con densidad >6000kg m ⁻³	Alemania	--	20.000 partículas/cm ³
Nanomaterial granulado con densidad <6000kg m ⁻³	Alemania	--	40.000 partículas/cm ³
Nanomaterial granulado	Alemania	0,1 mg/m ³	Concentración de NPs ≠ en función de densidad y tamaño para 0,1 mg/m ³
Nanotubos de carbono	Alemania	0,01 fibras/cm ³	
Nanofibras rígidas, biopersistentes con efectos similares al amianto no están excluidas	Holanda	0,01 fibras/cm ³	--
NMs granulados biopersistentes entre 1-100 nm y >6000kg m ⁻³	Holanda	--	20.000 partículas/cm ³
NMs granulados biopersistentes entre 1-100 nm y <6000kg m ⁻³	Holanda	--	40.000 partículas/cm ³
NMs granulados no biopersistentes entre 1-100 nm	Holanda	--	VLA aplicable

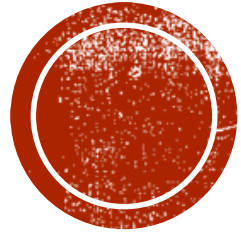
¿LA PRIMERA ENFERMEDAD PROFESIONAL? EXPOSICIÓN LABORAL A NANONÍQUEL

2014

Tareas

Síntomas





EXPOSICIÓN LABORAL A NANOMATERIALES

MÉTODOS DE EVALUACIÓN CUALITATIVOS Y CUANTITATIVOS

PROBLEMÁTICA HABITUAL

- Identificación de los escenarios de exposición.

¿Prevención en fase de Diseño? Incluir en la **solicitud de los proyectos de investigación**, los equipos de protección colectiva e individual para NM.

- R.D 1644/2008 sobre máquinas.



Fuente: Desconocida



¿HAY QUE MEDIR LA EXPOSICIÓN A NANOMATERIALES?

¿EXPOSICIÓN
LABORAL?



¿RIESGO SALUD?

NO HAY
EQUIPOS

NO HAY L.E.P.



ALTERNATIVAS A LA MEDICIÓN

MÉTODOS DE EVALUACIÓN CUALITATIVA

CONTROL
BANDING
NANOTOOL

STOFFENMANAGER
NANO

GUÍA DE LA
COMISIÓN
EUROPEA



UNE-EN 17058:2022 EXPOSICIÓN EN EL LUGAR DE TRABAJO. EVALUACIÓN DE LA EXPOSICIÓN POR INHALACIÓN NANO-OBJETOS

Evaluación inicial

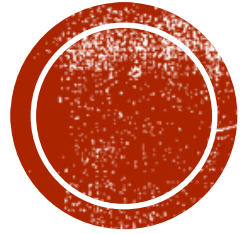
- Determinar si hay potencial liberación y emisión de NMs

Evaluación básica

- Monitorización y recogida de muestra

Evaluación completa

- Aplicar o descartar medidas para reducir el nivel de exposición individual



PROPUESTAS DE CONTROL DEL RIESGO EN INVESTIGACIÓN

ESCENARIOS POTENCIALES DE EXPOSICIÓN LABORAL



SÍNTESIS



CARACTERIZACIÓN



PURIFICACIÓN



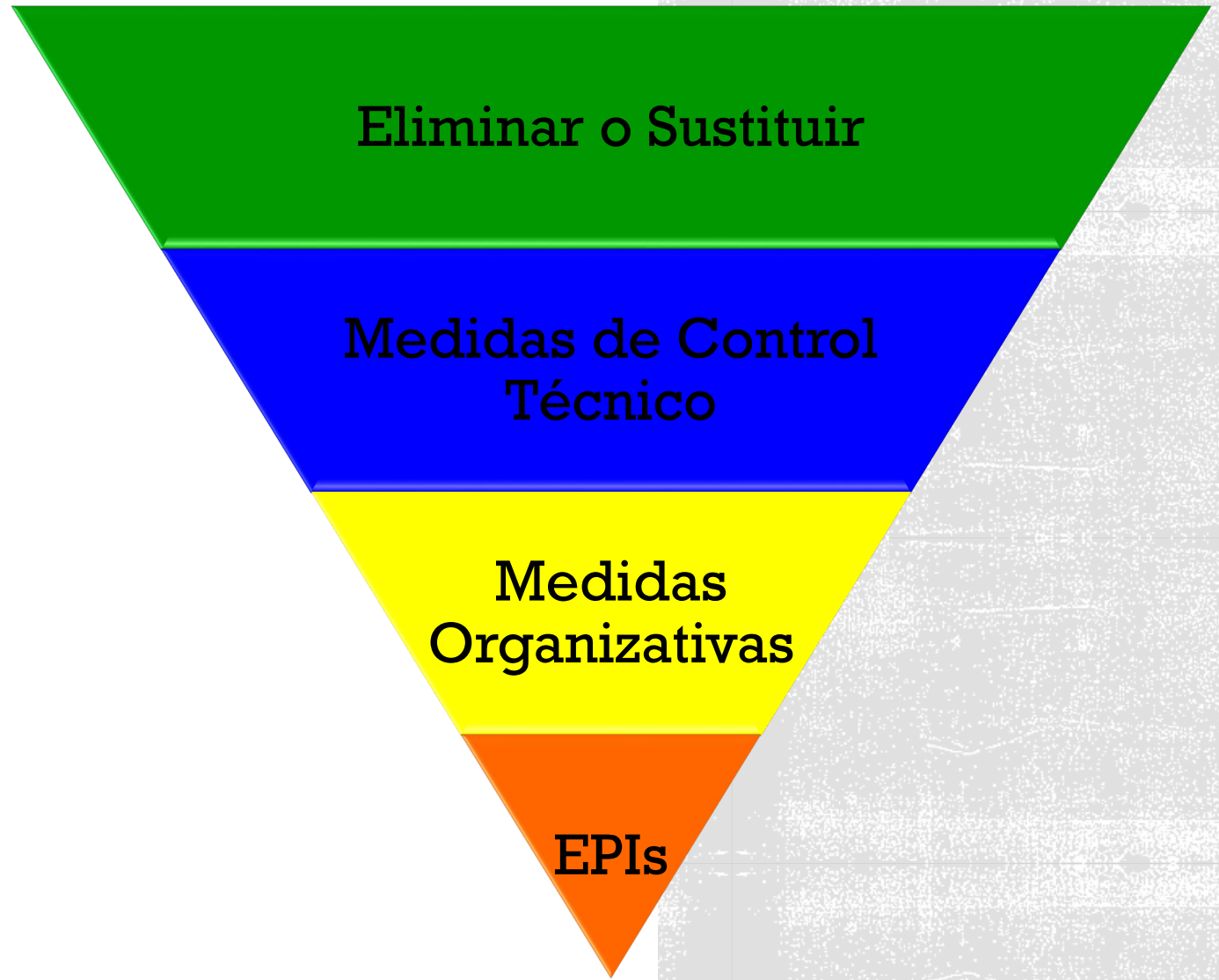
FUNCIONALIZACIÓN



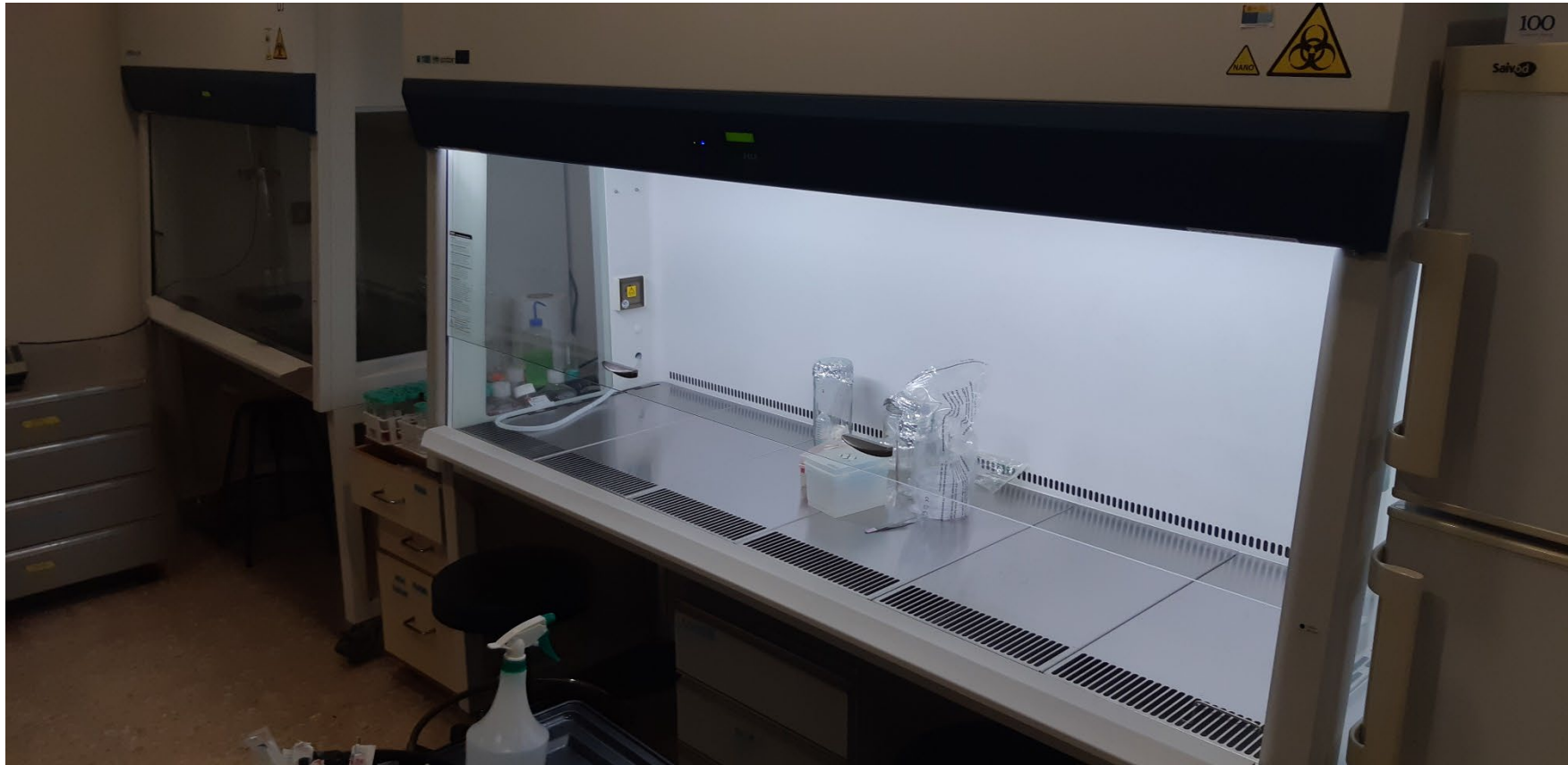
PRODUCTO
ACABADO



JERARQUÍA PREVENTIVA



CABINA DE SEGURIDAD BIOLÓGICA A2

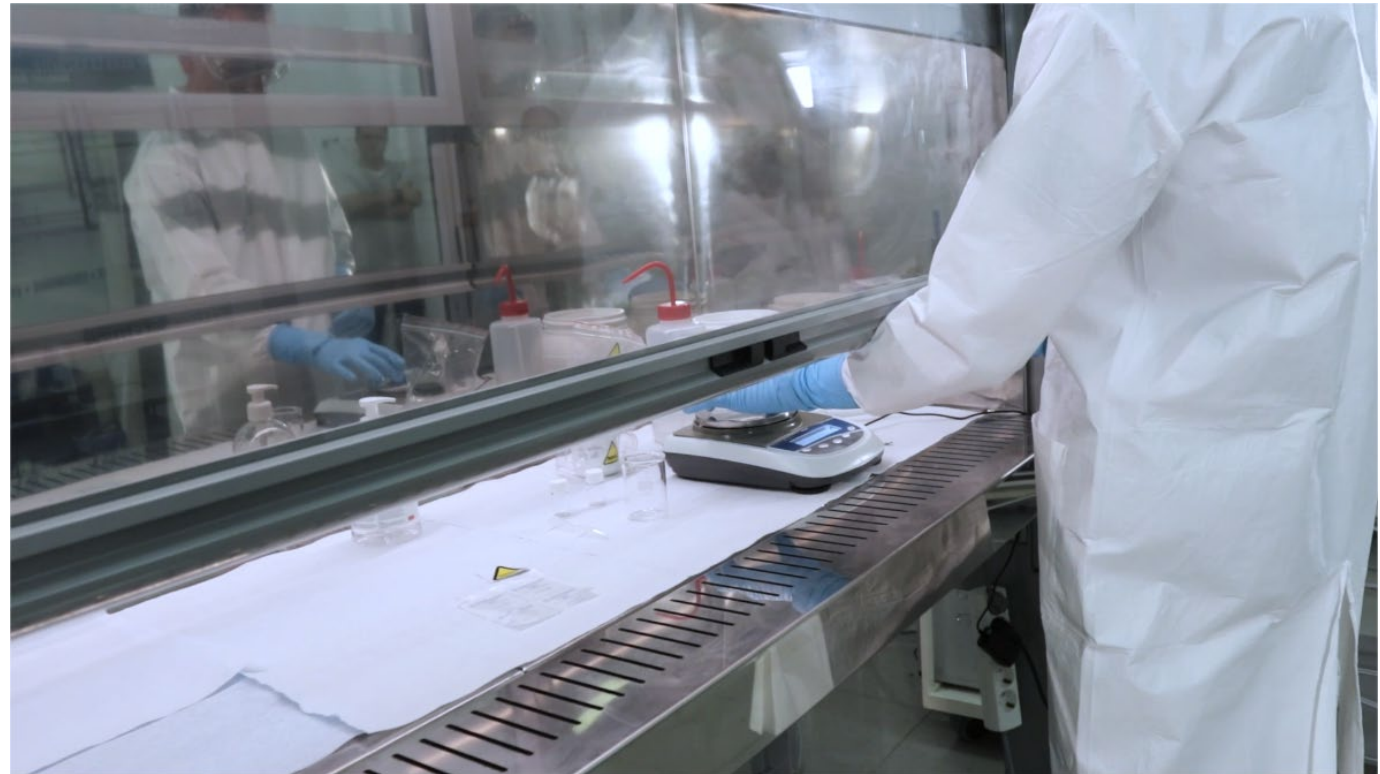


Fuente: Curso de NanoPrevención





NANO CHAMBER



Fuente: Burdinola Safer labs y Curso de NanoPrevención



Fuente: Curso de NanoPrevención



EQUIPOS DE PROTECCIÓN RESPIRATORIA

	CLASE (eficacia de filtración)		PORCENTAJE MÁXIMO DE FILTRACIÓN DE PARTÍCULAS
Partículas	1	BAJA	80 %
	2	MEDIA	94 %
	3	ALTA	99,95 %



EQUIPOS DE PROTECCIÓN RESPIRATORIA

MASCARILLA AUTOFILTRANTE FFP3



MASCARA COMPLETA CON FILTROS



MEDIA MÁSCARA CON FILTROS



CAPUCHA



Fuente: 3M

EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL



Fuente: 3M



Fuente: Montemar
Suministros



GUANTES DE SEGURIDAD

- DOBLE GUANTE.
- LONGITUD DEL GUANTE.
- COMPOSICIÓN.



Fuente: Montemar Suministros

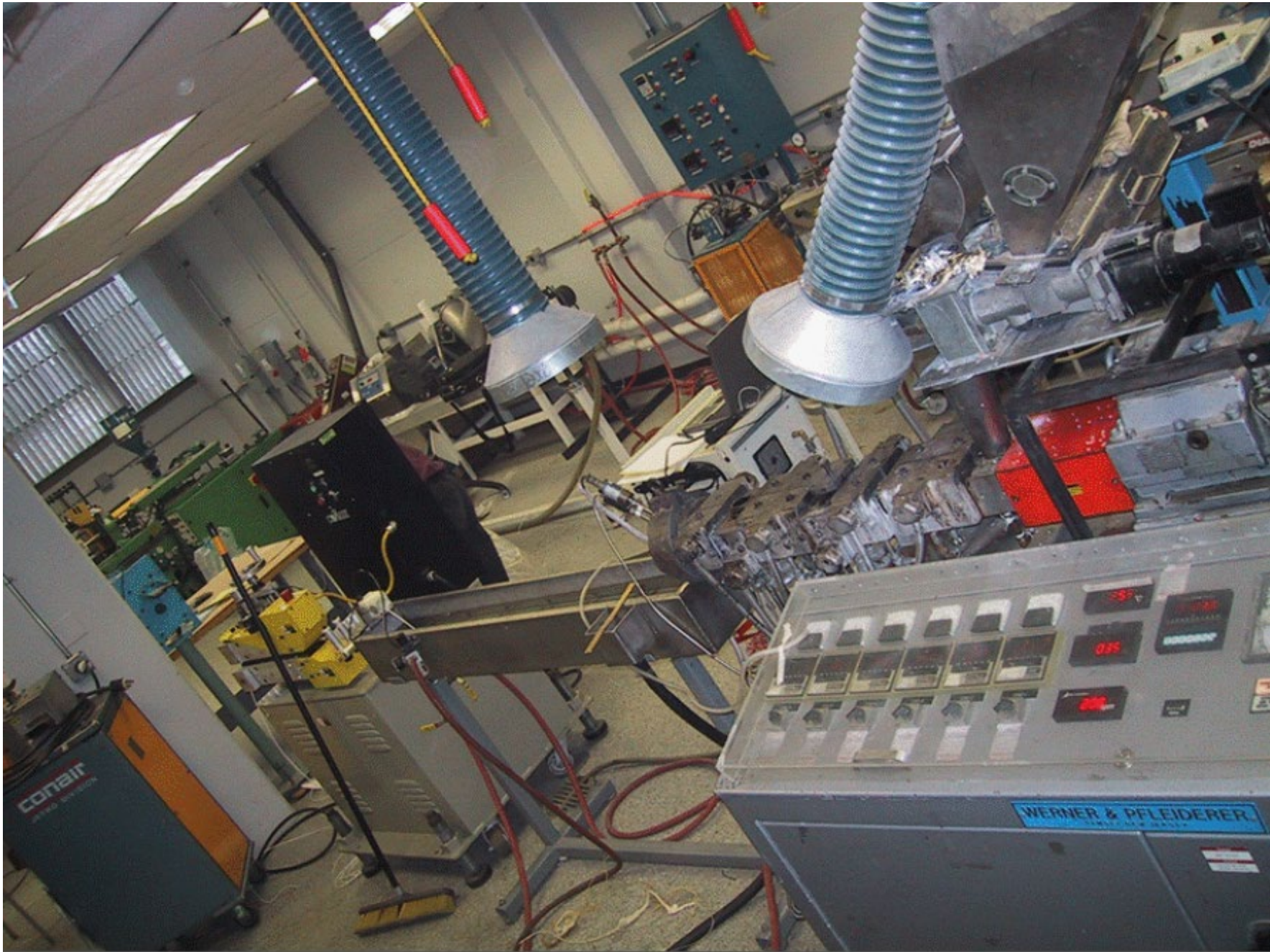


SEÑALIZACIÓN



Fuente: Curso de NanoPrevención





Fuente: NIOSH, cortesía de Mark Methner.



NANOMATERIALES VERSUS PREVENCIÓN

GRACIAS POR SU ATENCIÓN

Ciro Salcines – Universidad de Cantabria
ciroluis.salcines@unican.es

