



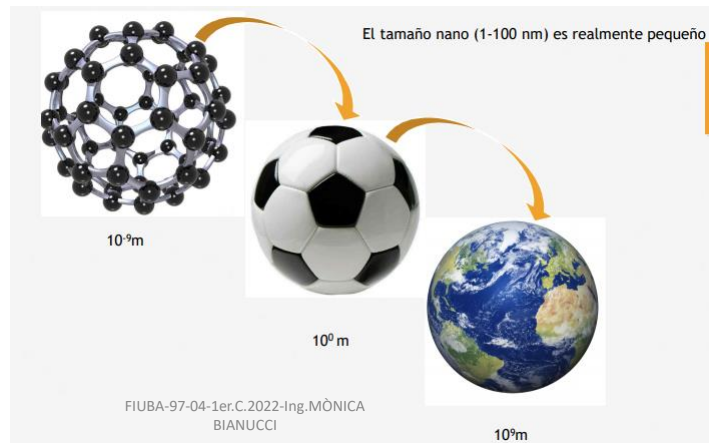
## Cual es la importancia?

- La nanotecnología
- La biotecnología
- La tecnología de la información  
se consideran una de las fuerzas  
impulsoras de una nueva revolución  
industrial

## Nanomateriales-Definiciones

- Un nanómetro corresponde a una milmillonésima parte de un metro ( $10^{-9}$  m) o una millonésima de milímetro ( $10^{-6}$  mm).

Gráfico: Universidad  
Politécnica de Catalunya



## Qué es un nanomaterial?

- *El nanomaterial es un material natural o artificial, que contiene partículas en un estado no unido, como agregado o aglomerado, y en el que al menos el 50% de las partículas en la distribución de tamaño numérico tienen una o más dimensiones externas en el rango de 1 nm a 100 nm. “Def. de la Comisión Europea”*

FIUBA-97-04-1er.C.2022-Ing.MÓNICA  
BIANUCCI

## Qué es un nanomaterial?

Existen diferentes definiciones de nanomateriales  
Las distintas definiciones de nanomaterial  
disponibles tienen en común dos características:

- a) el nanomaterial debe presentar al menos una dimensión externa en la escala nanométrica
- y
- b) debido a ello, el nanomaterial debe presentar un comportamiento distinto al que tiene el material de idéntica composición en tamaño no nanométrico, esto es mayor de 100 nm.

FIUBA-97-04-1er.C.2022-Ing.MÓNICA  
BIANUCCI

## NANOMATERIAL según CEN [ISO / TS 80004-2](#) ).

NANOMATERIAL

Material con dimensiones externas en la escala nanométrica o con estructuras internas o estructuras superficiales en la escala nanométrica. Por tanto, los nanomateriales incluyen **materiales nanoestructurados** y **nano-objetos** .

Material nanoestructurado

Estructura interna o estructura superficial a escala nanométrica (por ejemplo, nanocompuestos)

Objeto nano

Material con una, dos o tres dimensiones externas en la escala nanométrica.

FIUBA-97-04-1er.C.2022-Ing.MÓNICA  
BIANUCCI

## NANOMATERIAL según CEN [ISO / TS 80004-2](#) ).

|                |   |  |
|----------------|---|--|
| Nanopartículas | Término genérico para todos los objetos individuales a nanoescala.  |  |
| Nanoplaca      | Nanoobjeto con una dimensión externa en el rango nanométrico y dos dimensiones externas significativamente mayores (por ejemplo, molécula de grafeno).  |  |
| Nanofibra      | Nanoobjeto con dos dimensiones externas similares en la escala nanométrica y una tercera dimensión externa que es significativamente más grande que las otras dos dimensiones externas (por ejemplo, nanotubos de carbono). |  |
| Nanotubos      | Nanofibra hueca   |  |
| Nanorods       | Nanofibra rígida.   |  |
| Nanoalambre    | Nanofibra eléctricamente conductora o semiconductor.  |  |

**Fuente:**  
[ISO / TS 80004](#)

FIUBA-97-04-1er.C.2022-Ing.MÓNICA  
BIANUCCI

## Qué es un nanomaterial?

Tabla: Universidad  
Politécnica de Catalunya





| NANOMATERIALES ARTIFICIALES |   |  |   |
|-----------------------------|---|--|---|
| NANO-OBJETOS                |   | MATERIALES NANOESTRUCTURADOS   |   |
| Nanopartículas              |  | Agregados y aglomerados de nano-objetos.                                     |  |
| Nanofibras, nanotubos       |  | Nanocomposites: nano-objetos incorporados en una matriz o en una superficie. |  |
| Nanoplatos                  |  | Materiales nanoporosos   |  |

Figura 3. Las dos grandes familias de nanomateriales artificiales, (INRS, 2012)

FIUBA-97-04-1er.C.2022-Ing.MÓNICA  
BIANUCCI

## Qué es un nanomaterial?

- los chips de computadora pertenecen a los materiales nanoestructurados,
- las partículas de dióxido de titanio en las cremas solares pertenecen a los nano-objetos.



Nanopartikel



Nanostäbchen



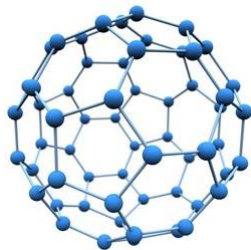
Nanoplättchen

Fuente:

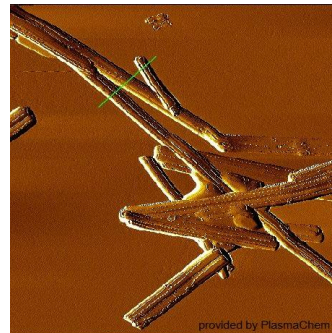
[ISO / TS 80004](#)

FIUBA-97-04-1er.C.2022-Ing.MÓNICA  
BIANUCCI

## Qué es un nanomaterial?



- C60-Fullereno: molécula esférica formada por 60 átomos de carbono con un diámetro aproximado de 1 nm. (© TebNad - Fotolia.com)



- Nanocables de dióxido de titanio-Ti O<sub>2</sub>. Imagen proporcionada por Plasma Chem

FIUBA-97-04-1er.C.2022-Ing.MÓNICA  
BIANUCCI

## Cual es la importancia de los nanomateriales?

- **Propiedades únicas**

En comparación con las formas a macroescala, los nanomateriales pueden, por ejemplo, tener una

- mayor reactividad
- propiedades ópticas modificadas
- incluso una estabilidad mecánica mayor.

Esto crea una multitud de efectos útiles e interesantes que se utilizan en diferentes áreas de aplicación.

FIUBA-97-04-1er.C.2022-Ing.MÓNICA  
BIANUCCI

## USOS DE NANOMATERIALES

| MATERIAL                    | USO   |
|-----------------------------|---|
| Silice amorfa sintética     | Elaboración de Hormigón y neumáticos  |
| nano-dióxido de titanio     | agente bloqueador de los rayos UV en pinturas o filtros solares   |
| nano- plata                 | antimicrobiano en textiles y aplicaciones médicas   |
| <i>nanotubos de carbono</i> | aplicaciones en electrónica, el almacenamiento de energía, las estructuras de naves espaciales y vehículos. |

Fuente: Occupational Safety and Health News Europe  
FIUBA-97-04-1er.C.2022-Ing.MÓNICA  
BIANUCCI

## Efectos de los nanomateriales

Debido a su tamaño extremadamente pequeño, las nanopartículas tienen una superficie muy grande y una gran movilidad en relación con su masa. Esto les permite reaccionar fuertemente con su entorno. Los riesgos potenciales surgen principalmente de los efectos de las nanopartículas en el cuerpo humano

Principio de precaución: "*Si no hay un conocimiento científicamente probado de un nanomaterial específico sobre su potencial de peligro, este material debe considerarse como una sustancia peligrosa para la salud*".

FIUBA-97-04-1er.C.2022-Ing.MÓNICA  
BIANUCCI

## NANOMATERIALES-Vias de ingreso

- Inhalación
- Absorción dérmica
- Absorción oral

FIUBA-97-04-1er.C.2022-Ing.MÓNICA  
BIANUCCI

## NANOMATERIALES-Vias de ingreso

- **Inhalación**: la absorción más importante de nanomateriales para la mayoría de las aplicaciones se produce a través de la inhalación. La deposición de nanomateriales (especialmente partículas) en los pulmones depende del tamaño. cuanto más pequeñas son las partículas, más profundamente penetran en los pulmones y posiblemente incluso en la sangre. Los nanomateriales se depositan en todas las zonas del aparato respiratorio y la mayor proporción llega a los alvéolos. Algunas de las partículas depositadas se eliminan de nuevo ("aclaramiento"), por ejemplo mediante fagocitosis o transporte epitelial ciliado. Algunos nanomateriales pueden penetrar el epitelio pulmonar y entrar en el torrente sanguíneo (Meili et al. 2007)
- **Absorción dérmica**: Según el estado actual de la investigación, la absorción dérmica es muy baja en la mayoría de los casos, ya que la piel intacta representa una barrera eficaz frente a los nanomateriales. Sin embargo, no se puede descartar una mayor absorción a través de la piel no intacta (por ejemplo, después de una quemadura solar) (DEPA 2013).

FIUBA-97-04-1er.C.2022-Ing.MÓNICA  
BIANUCCI

- **Absorción oral**: los nanomateriales se pueden ingerir por deglución o a través de los cilios de las membranas mucosas (mucociliares). La mayoría de los estudios indican que la mayoría de los nanomateriales ingeridos de esta forma se excretan directamente en las heces. Sin embargo, el comportamiento de los nanomateriales en el tracto gastrointestinal depende en gran medida de su tamaño y no se puede descartar la superación de la barrera intestinal ( [DaNa](#) ).

FIUBA-97-04-1er.C.2022-Ing.MÓNICA  
BIANUCCI



## Nanomateriales-Efectos

- La superficie hace el efecto
- Las nanopartículas pueden atravesar las barreras del cuerpo y entrar en órganos que son inaccesibles para partículas más grandes.
- Parte de los efectos deseados e indeseables de las nanopartículas se basan, independientemente de su naturaleza química, en su superficie y en el número de partículas que son órdenes de magnitud mayores que las de las partículas más gruesas de la misma composición.

FIUBA-97-04-1er.C.2022-Ing.MÓNICA  
BIANUCCI

## Nanomateriales-Medicion

- Se debe determinar la exposición de los empleados a las nanopartículas.
- Además de los métodos gravimétricos clásicos , también se debe determinar la concentración del número de partículas y, si es posible, su distribución de tamaño.
- Los dispositivos de medición simples que solo brindan información parcial se pueden usar de manera sensata para verificar la efectividad de las medidas de protección.

FIUBA-97-04-1er.C.2022-Ing.MÓNICA  
BIANUCCI



## Medidas de control

### Sustitución :

- La sustitución básica de nanomateriales generalmente no es posible, ya que estos se utilizan precisamente por sus propiedades especiales.

### Método de trabajo

- Es importante la sustitución de nanomateriales que se encuentran presentes en fases peligrosas (especialmente polvos y aerosoles) por el mismo material pero en medios líquidos o sólidos (dispersiones, pastas, compuestos).
- Las aplicaciones de rociado deben reemplazarse por métodos de bajo aerosol (por ejemplo, métodos de cepillado, inmersión).

## Medidas de control

### Medidas Técnicas :

Ventilación: El trabajo con nanomateriales solo debe realizarse en ambientes ventilados con presión negativa. El aire de escape no debe recircularse.

Las áreas de trabajo deben estar separadas (habitaciones separadas).

En los laboratorios, el trabajo debe realizarse al menos con vitrinas de gases y, en el caso de nanomateriales peligrosos, en las denominadas cajas de guantes.

En la producción se utilizarán equipos cerrados

Los materiales del más alto nivel de seguridad solo deben realizarse en habitaciones con controles de acceso y ventilación con filtros F7 para el aire de escape.

Los trabajos de limpieza en tales habitaciones solo deben realizarse con aspiradoras de clase de polvo H.

Los pisos deben ser de baldosas

FIUBA-97-04-1er.C.2022-Ing.MÓNICA  
BIANUCCI

## Medidas de control

- Los sistemas, máquinas y dispositivos emisores de polvo deben estar equipados con un sistema de aspiración eficaz o debe evitarse la liberación de polvo con otras medidas.
- Se debe evitar que el polvo se extienda a áreas de trabajo no contaminadas.
- Los polvos deben recogerse lo más completamente posible en el punto de descarga o generación y eliminarse de manera segura; El aire extraído debe guiarse de tal manera que entre la menor cantidad de polvo posible en el aire respirable de los empleados. el retorno del aire extraído al área de trabajo solo se permite después de una limpieza suficiente.
- Debe evitarse un depósito de polvo. Si esto no es posible, los depósitos de polvo deben eliminarse con procesos húmedos o mojados o con aspiradores o extractores de polvo adecuados; No se permite barrer en seco o soplar los depósitos de polvo con aire comprimido.

FIUBA-97-04-1er.C.2022-Ing.MÓNICA  
BIANUCCI

**Medidas de gestión :**

- Las salas en las que se utilicen nanomateriales deben estar bajo la supervisión de un experto en prevención (responsable de seguridad laboral).
- Deben estar disponibles instrucciones y protocolos (incluidos los protocolos de emergencia) para la manipulación de nanomateriales (formación del personal).
- La duración de la exposición debe acortarse tanto como sea posible. Los empleados deben usar el equipo de protección provisto. Se dispondrá de instalaciones de almacenamiento separadas para ropa de trabajo y de calle.
- El número de empleados potencialmente expuestos debe ser limitado. Las zonas peligrosas deben demarcarse. Existe una prohibición de acceso para personas no autorizadas.
- Los nanomateriales deben almacenarse, transportarse y desecharse en envases herméticos dobles. También es importante etiquetar los contenedores en consecuencia y agregar u observar la hoja de datos de seguridad (SDS).

FIUBA-97-04-1er.C.2022-Ing.MÓNICA  
BIANUCCI

## Uso de EPP

- Se recomienda usar protección respiratoria personal si las medidas de protección técnica no pueden evitar la liberación.
- Para protegerse contra el contacto con la piel, asegúrese de que los guantes tengan suficiente estabilidad mecánica y que el material del guante no esté dañado. Superponer los guantes con ropa protectora adicional y ponérselos y quitárselos correctamente juega un papel más importante que la permeabilidad del material para evitar un posible contacto con la piel. Los materiales de ropa protectora tejida ofrecen una protección más pobre que los materiales de membrana. Puede ser necesaria una protección química adicional en determinadas circunstancias.

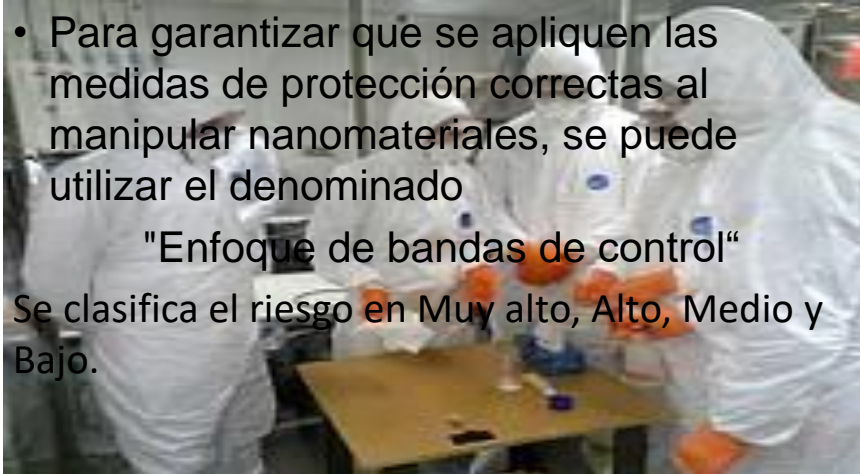
FIUBA-97-04-1er.C.2022-Ing.MÓNICA  
BIANUCCI

## "Enfoque de bandas de control" controlbanding

- Para garantizar que se apliquen las medidas de protección correctas al manipular nanomateriales, se puede utilizar el denominado

"Enfoque de bandas de control"

Se clasifica el riesgo en Muy alto, Alto, Medio y Bajo.



FIUBA-97-04-1er.C.2022-Ing.MÓNICA  
BIANUCCI

## Control banding-Bandas de control

- Es un método administrativo cualitativo que estratifica el riesgo potencial en niveles (bandas) y asigna controles a cada una de ellas.
- Se aplica a nanomateriales insolubles.

FIUBA-97-04-1er.C.2022-Ing.MÓNICA  
BIANUCCI

Se clasifica el riesgo en

Muy Alto  
Alto  
Medio  
Bajo.

La clasificación depende de:  
las propiedades del material utilizado  
las cantidades utilizadas  
la liberación esperada del material



FIUBA-97-04-1er.C.2022-Ing.MÓNICA  
BIANUCCI

## Bandas de control

|   |                    | EXPOSICIÓN     |                  |                 |                      |
|---|--------------------|----------------|------------------|-----------------|----------------------|
|   |                    | Baja<br>(0-25) | Media<br>(26-50) | Alta<br>(51-75) | Muy Alta<br>(75-100) |
| S<br>E<br>V<br>E<br>R<br>I<br>D<br>A<br>D | Muy alto<br>76-100 | RL3            | RL3              | RL4             | RL4                  |
|   | Alto<br>51-75      | RL2            | RL2              | RL3             | RL4                  |
|   | Medio<br>26-50     | RL1            | RL1              | RL2             | RL3                  |
|   | Bajo<br>0-25       | RL1            | RL1              | RL1             | RL2                  |

RL1: Ventilación General

RL2: Controles\_Ingeniería\_Campana de extracción

RL3: Contenido

RL4: Requiere estudio especializado

FIUBA-97-04-1er.C.2022-Ing.MÓNICA  
BIANUCCI

## Control banding-Bandas de control

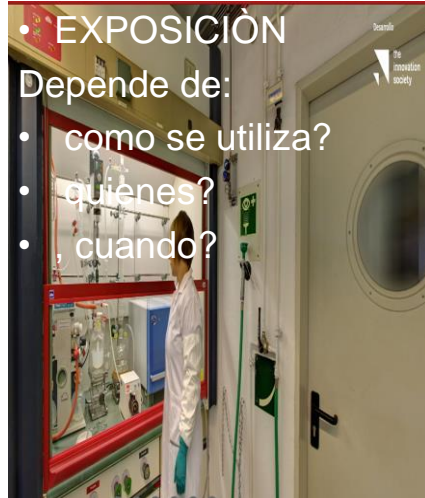
- SEVERIDAD
- Depende de la sustancia



- EXPOSICIÓN

Depende de:

- como se utiliza?
- quienes?
- cuando?



FIUBA-97-04-1er.C.2022-Ing.MÓNICA  
BIANUCCI

## Factores para determinar la banda de Severidad

Cómo obtengo la información?: de HOJAS DE SEGURIDAD DE LAS SUSTANCIAS

- Superficie (10 pts)
- Forma de partícula(10 pts)
- Diámetro de partícula(10 pts)
- Solubilidad(10 pts)
- Carcinogenicidad (6 pts)
- Toxicidad en sistema reproductivo (6 pts)
- Mutagenicidad (6 pts)
- Toxicidad dérmica (6 pts)
- Asmagenicidad (6 pts)

FIUBA-97-04-1er.C.2022-Ing.MÓNICA  
BIANUCCI


## banda de Severidad

- La puntuación por severidad se obtiene como un 70% del nanomaterial y un 30 % del material parental.

Nanotool establece factores de severidad

**Nanomaterial: 70% puntuación de severidad**

- Superficie química (10 pts)
- Forma de partícula (10 pts)
- Diámetro de partícula (10 pts)
- Solubilidad (10 pts)
- Carcinogenicidad (6 pts)
- Toxicidad reproductiva (6 pts)
- Mutagenicidad (6 pts)
- Toxicidad dérmica (6 pts)
- Asmagenicidad (6 pts)



Puntuaciones para el nanomaterial 70%

| Nanoscale material hazard (Maximum possible points: 70) |                      |                        |            |             |                      |          |                |             |            |         |         |     |
|---|----------------------|------------------------|------------|-------------|----------------------|----------|----------------|-------------|------------|---------|---------|-----|
| Surface reactivity                                      | Particle shape       | Particle diameter (nm) | Solubility | carcinogen? | reproductive hazard? | mutagen? | dermal hazard? | asthmagene? |            |         |         |     |
| High  | Tubular or fibrous   | 1-10 nm                | Insoluble  | Yes         | Yes                  | Yes      | Yes            | Yes         | Yes        | Yes     | Yes     | 6   |
| Medium  | Anisotropic          | 11-40 nm               | Soluble    | No          | No                   | No       | No             | No          | No         | No      | No      | 0   |
| Low   | Compact or spherical | >40 nm                 | Unknown    | Unknown     | Unknown              | Unknown  | Unknown        | Unknown     | Unknown    | Unknown | Unknown | 4,5 |
| Unknown   | Unknown              | Unknown                | Unknown    | Unknown     | Unknown              | Unknown  | Unknown        | Unknown     | Unknown    | Unknown | Unknown | 4,5 |
|   |                      |                        |            |             | Severity score       |          | Severity band  |             | Band score |         |         |     |
|   |                      |                        |            |             | 76-100               |          | Very high      |             | 100        |         |         |     |
|   |                      |                        |            |             | 51-75                |          | High           |             | 75         |         |         |     |
|   |                      |                        |            |             | 26-50                |          | Medium         |             | 50         |         |         |     |
|   |                      |                        |            |             | 0-25                 |          | Low            |             | 25         |         |         |     |

FIUBA-97-04-1er.C.2022-Ing.MÓNICA  
BIANUCCI

## Estimación de la banda de Exposición

- Estimación de la cantidad de material utilizado (25 pts)
- Pulverulencia/neblina (30 pts)
- Número de empleados con una exposición similar (15 pts)
- Frecuencia de la actividad (15 pts)
- Duración de la actividad (15 pts)

FIUBA-97-04-1er.C.2022-Ing.MÓNICA  
BIANUCCI



## Estimación de la banda de Exposición

| Cantidad de material utilizado En un día (mg)              |       | Polvo en el ambiente |      | Cantidad de Trabajadores con similar exposición |       | Frecuencia anual |       | Duración de la operación-hs |       |
|--|-------|----------------------|------|---|-------|------------------|-------|-----------------------------|-------|
| > 100  | 25    | Alto                 | 30   | > 15  | 15    | Diaria           | 15    | > 4                         | 15    |
| 11-100   | 12,5  | Medio                | 15   | 11-15   | 10    | Semanal          | 10    | 1-4                         | 10    |
| 0-10   | 6,25  | Bajo                 | 7,5  | 6-10  | 5     | mensual          | 5     | 30-60 minutos               | 5     |
|  |       |                      |      | 1-5   | 0     | > mensual        | 0     | < 30 minutos                | 0     |
| Desconocido  | 18,75 | Desconocido          | 22,5 | Desconocido                                     | 11,25 | Desconocido      | 11,25 | Desconocido                 | 11,25 |
| 76-100 –MUY ALTA<br>51-75-ALTA<br>26-50-MEDIA<br>0-25-BAJA |       |                      |      |   |       |                  |       |                             |       |

FIUBA-97-04-1er.C.2022-Ing.MÓNICA  
BIANUCCI