

CRITERIOS DE SELECCIÓN DE EQUIPOS DE PROTECCIÓN RESPIRATORIA FRENTE A NANOMATERIALES



Javier Ruiz¹, MSc; Ciro Salcines², MSc; Rafael Valiente³, Prof.
¹FREMAP, Mutua Colaboradora con la Seguridad Social nº 61,
²Universidad de Cantabria, ³Universidad de Cantabria-IDIVAL



Introducción

La principal vía de entrada de los nanomateriales (NMs) a nuestro organismo es la vía inhalatoria. Entre las diferentes medidas preventivas, la última barrera de contención disponible frente a los NMs son los Equipos de Protección Respiratoria (EPR).

La selección de un EPR implica el estudio de su adecuación al riesgo y de la adaptación al uso que se le va a dar. Es necesario evaluar los factores que hagan al equipo compatible con el entorno, la tarea y especialmente, con los usuarios.

Se ha revisado el estado del arte de los principales organismos, entidades de reconocido prestigio y proyectos de investigación en este campo (Figura 1).



Figura 1. Organismos internacionales e instituciones de reconocido prestigio.

EPR adecuados para NMs

Un EPR ofrecerá la protección mínima requerida, cuando el cociente entre la concentración del contaminante fuera de la pieza facial y el LEP para ese contaminante resulte inferior al Factor de Protección Nominal (FPN) de dicho EPR.

Diferentes estudios han demostrado que los EPR que actualmente se comercializan, mantienen su eficacia con partículas de tamaño nanométrico (Golanski, Guillot, & Tardif, 2008)¹. A medida que se reduce el tamaño de la partícula, cobran más importancia los mecanismos de filtración basados en la difusión browniana y las fuerzas electrostáticas, circunstancia que permite aumentar la eficacia de los filtros respecto a las partículas de tamaño micrométrico (Chazelet S., 2013)².

Factores de adaptación

AJUSTE FACIAL

Un mal sellado entre el EPR y el rostro, permite que las partículas de 30 a 1.000 nm penetren de 7 a 20 veces más por el sello facial que a través del filtro de una mascarilla autofiltrante N95 (Grinshpun *et al.*, 2009)³.

El vello facial en la zona de contacto con el EPR, provoca fugas que aminoran la eficacia (Frost & Harding MPhil, 2015)⁴ (Figura 2).

Factores de adaptación

El INRS ha evidenciado que se puede obtener una relación de 100, entre el factor de protección de una máscara completa bien ajustada frente a la misma máscara desajustada, con partículas de 50 nm (Chazelet S., 2013)².

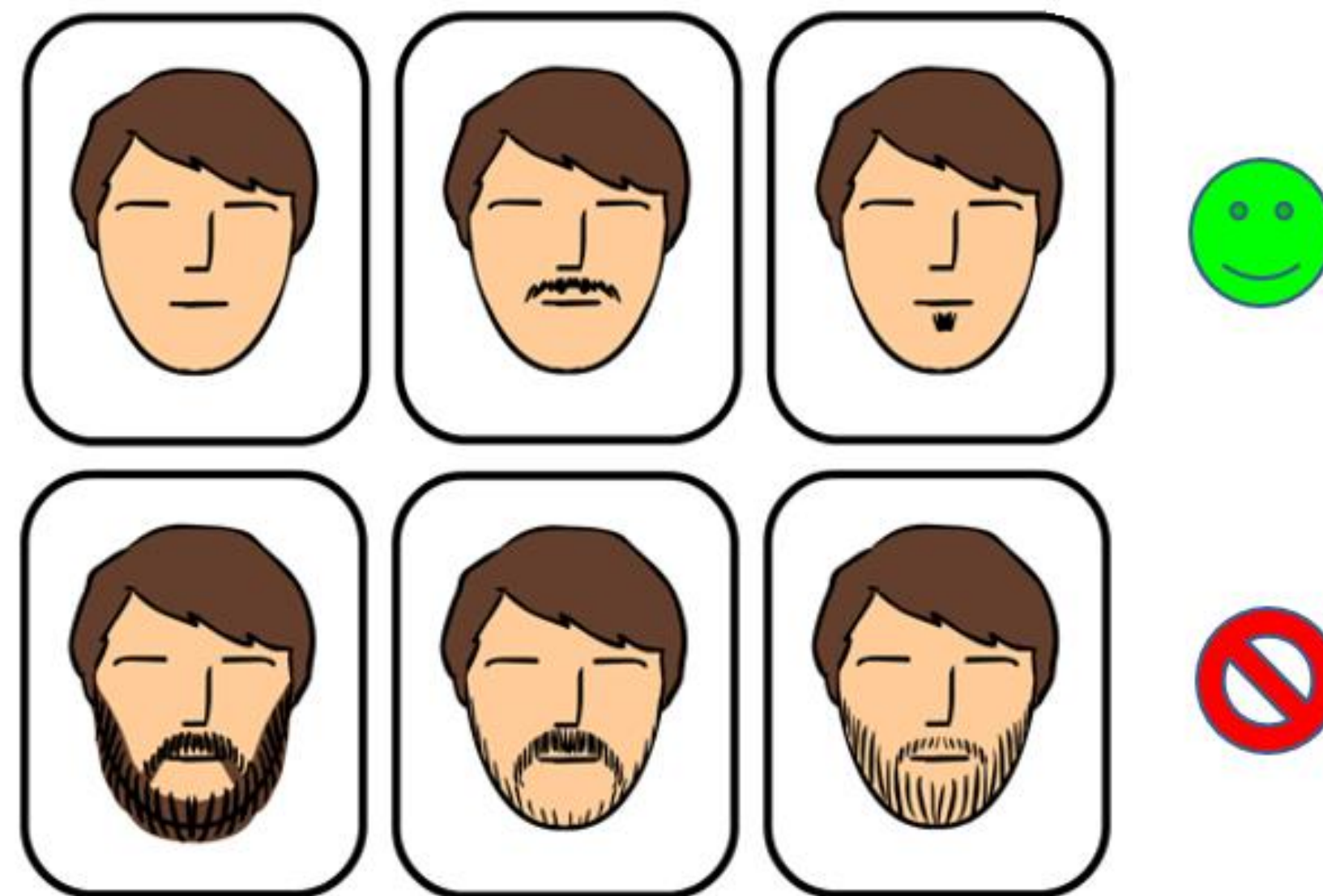


Figura 2. La presencia de vello facial condiciona la eficacia de un EPR.

EE.UU., Australia y Canadá, entre otros, han establecido como obligatorias las pruebas de ajuste en el marco de un programa de protección respiratoria. El INSST propone que antes de seleccionar un EPR, se deberían realizar pruebas de ajuste, para determinar el modelo y la talla que mejor se adapta a la cara del usuario, advirtiendo que con algunas mascarillas autofiltrantes no se consigue una buena hermeticidad (INSST, 2015)⁵.

FREMAP llevó a cabo un estudio a 116 personas con mascarillas autofiltrantes FFP3. Solo el 7,8% lograron superar el ensayo de ajuste cuantitativo mediante conteo de partículas (Figura 3).

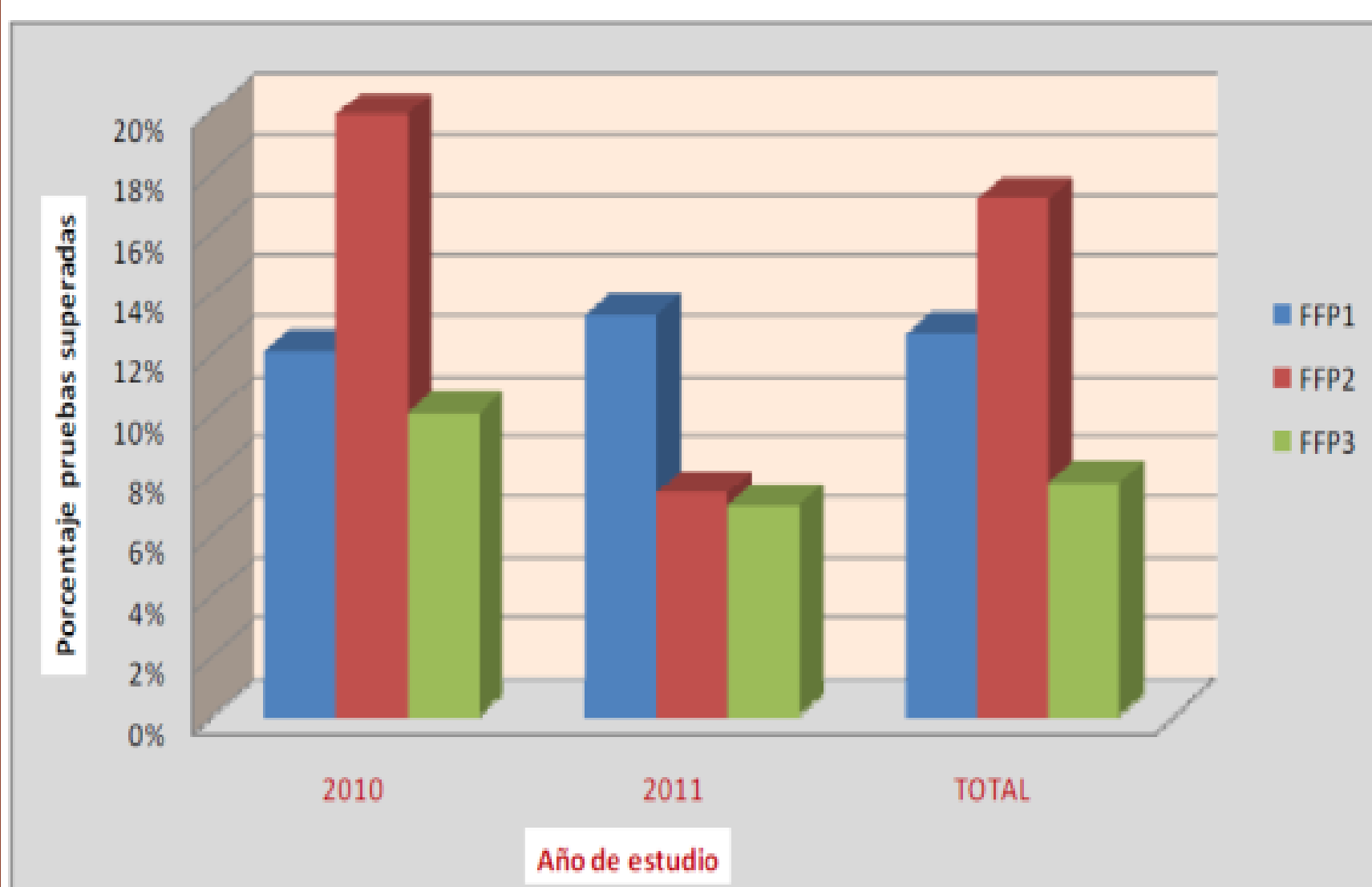


Figura 3. Eficacia en la utilización de los equipos de protección respiratoria. Evaluación cuantitativa del ajuste facial en mascarillas autofiltrantes.

RITMO DE TRABAJO Y ESTRÉS TÉRMICO

El ritmo de trabajo elevado conlleva un aumento en la frecuencia respiratoria y flujos de inhalación, lo que puede desencadenar una disminución del factor de protección de los EPR de presión negativa, independientemente de un buen ajuste facial.

DURACIÓN DE USO

Numerosas instituciones recomiendan que, en trabajos de larga duración, se opte por equipos filtrantes motorizados.

Resultados

Las evidencias disponibles, no sugieren que la penetración de NMs a través del filtro sea el principal factor limitante en la eficacia de un EPR, existiendo un consenso generalizado por parte de diferentes organismos e instituciones, en la elección por defecto de filtros contra partículas de clase 3.

La selección de mascarillas autofiltrantes FFP3 como medida de control principal, solo se recomienda en trabajos esporádicos de corta duración. La presencia de vello facial condiciona la eficacia del EPR y debe formar parte de los criterios básicos de selección de los EPR.

La selección de un EPR en base a la adecuación al riesgo y los principales factores de adaptación se resume en la Tabla 1.

Tabla 1. Criterios de selección de EPR en función de la peligrosidad de los NMs, frecuencia y duración las tareas, el ritmo de trabajo o el estrés térmico.

Norma	Clase	Trabajos Recomendados
EN 149	FFP3	Trabajos esporádicos (< 2 h/d) Como medida de precaución adicional
EN 140	P3	Trabajos esporádicos (> 2 h/d) Trabajos habituales (< 2 h/d)
EN 136	P3	Trabajos habituales (< 2 h/d) NMs más peligrosos (p. ej. HARN)
EN 12941	TH3 P	Trabajos habituales (> 2 h/d) Trabajos con ritmo elevado o estrés térmico por calor
EN 12942	TM3 P	NMs más peligrosos (p. ej. HARN)

Conclusiones

En el ámbito de la prevención de riesgos laborales, los NMs están catalogados como riesgo emergente.

La principal vía de entrada de los NMs a nuestro organismo es la vía inhalatoria, por lo que resulta imprescindible asegurarse que los EPR sean eficaces. La elección del tipo de EPR más adecuado dependerá de la peligrosidad de los NMs manejados y de su concentración. Con las evidencias actuales, los **filtros contra partículas de clase 3** han demostrado ofrecer un rendimiento adecuado, sin embargo, se ha comprobado que el ajuste facial es el verdadero talón de Aquiles en la eficacia de los EPR, especialmente en las mascarillas autofiltrantes.

Se deben canalizar los esfuerzos, en llevar a cabo un proceso de selección de forma individualizada, mediante la **realización de ensayos de ajuste** (preferentemente cuantitativos), como parte de un programa de protección respiratoria. Dicho programa, deberá analizar los diferentes factores de adaptación que hagan al EPR compatible con el entorno, la tarea y, sobre todo, con las personas trabajadoras, que serán consultadas e implicadas en el proceso de selección.

Contacto

Javier Ruiz Pérez
FREMAP, Mutua Colaboradora
con la Seguridad Social nº 61
Email: javier_ruiz@fremap.es
Website: <https://prevencion.fremap.es>

Agradecimientos

Esta publicación es fruto del acuerdo de colaboración entre: FREMAP, Mutua Colaboradora de la Seguridad Social nº 61, Universidad de Cantabria (UC), Instituto de Investigación Sanitaria Valdecilla (IDIVAL) y la Universidad de Castilla-La Mancha (UCLM).

Referencias

- Golanski, L., Guillot, A., & Tardif, F. (2008). Are conventional protective devices such as fibrous filter media, cartridge for respirators, protective clothing and gloves also efficient for nanoaerosols? Efficiency of fibrous filters and personal protective equipments against nanoaerosols. *Filtration*, (January), 1-8.
- Chazelet S. (2013). *Performances des Appareils de Protection Respiratoire filtrants vis-à-vis des nanoparticules - Etude - INRS*.
- Grinshpun, S. A., Haruta, H., Eninger, R. M., Reponen, T., McKay, R. T., & Lee, S.-A. (2009). Performance of an N95 Filtering Facepiece Particulate Respirator and a Surgical Mask During Human Breathing: Two Pathways for Particle Penetration. *Journal of Occupational and Environmental Hygiene*, 6(10), 593-603. <https://doi.org/10.1080/15459620903120086>
- Frost, S., & Harding MPhil, A.-H. (2015). *The effect of wearer stubble on the protection given by Filtering Facepieces Class 3 (FFP3) and Half Masks HSE Books Health and Safety Executive*.
- INSST. (2015). *Seguridad y salud en el trabajo con nanomateriales*. Madrid.