

ISSN: 1989-7790  
NIPO-PDF: 834200091  
NIPO-EPUB: 834200086

# Medicina y Seguridad del Trabajo

(Internet)

Julio-septiembre | 3<sup>er</sup> Trimestre

**2022;68(268)**

Revista fundada en 1952

Edita:  
Ministerio de Ciencia e Innovación  
Instituto de Salud Carlos III  
Escuela Nacional de Medicina del Trabajo



**ISC** Ministerio de Ciencia e Innovación  
**Instituto de Salud Carlos III**  
Escuela Nacional de Medicina del Trabajo





**Edita:**

Ministerio de Ciencia e Innovación  
Instituto de Salud Carlos III  
Escuela Nacional de Medicina del Trabajo  
Pabellón, 13 – Campus de Chamartín – Avda. Monforte de Lemos, 3 - 5  
o C/ Melchor Fernández Almagro, 3  
28029 Madrid. España.

© BY-NC-SA 4.0

**Periodicidad:**

Trimestral, 4 números al año.

**Indexada en:**

OSH – ROM (CISDOC) Organización Internacional del Trabajo (OIT) HINARI, Organización Mundial de la Salud (OMS) IBECS, Índice Bibliográfico Español de Ciencias de la Salud IME, Índice Médico Español SciELO (Scientific Electronic Library Online) Dialnet Latindex Free Medical Journals Portal de Revistas Científicas. BIREME. OPS/OMS

**Diseño y maquetación:**

motu estudio

**Disponible en:**

<http://publicaciones.isciii.es>  
<http://www.scielo.org>  
<http://scielo.isciii.es>  
<http://www.freemedicaljournals.com/>  
<http://dialnet.unirioja.es/>  
<http://publicacionesoficiales.boe.es>



International Labour Organization

International Occupational Safety and Health Information Centre (CIS)

Centro Nacional en España: Escuela Nacional de Medicina del Trabajo (ISCIII)



<https://revistas.isciii.es/revistas.jsp?id=MST>

Visite la web de la revista si desea enviar un artículo,  
conocer las políticas editoriales o suscribirse a la edición digital.



# **ESCUELA NACIONAL DE MEDICINA DEL TRABAJO INSTITUTO DE SALUD CARLOS III**

**Directora: María Jesús Terradillos García**

Instituto de Salud Carlos III. Escuela Nacional de Medicina del Trabajo. Madrid (España)

## **COMITÉ EDITORIAL**

**Editor jefe: Javier Sanz Valero**

Instituto de Salud Carlos III. Escuela Nacional de Medicina del Trabajo. Madrid (España)

**Editor adjunto: Jerónimo Maqueda Blasco**

Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo. Madrid (España)

**Coordinadora de redacción: Isabel Mangas Gallardo**

Instituto de Salud Carlos III. Escuela Nacional de Medicina del Trabajo. Madrid (España)

## **MIEMBROS**

**Guadalupe Aguilar Madrid**

Instituto Mexicano del Seguro Social. Unidad de Investigación de Salud en el Trabajo. México

**Juan Castañón Álvarez**

Jefe de Estudios Unidad Docente. Comunidad Autónoma de Asturias. Asturias (España)

**Valentina Forastieri**

Programa Internacional de Seguridad, Salud y Medio Ambiente (Trabajo Seguro). Organización Internacional del Trabajo (OIT/ILO). Ginebra (Suiza)

**Clara Guillén Subirán**

IBERMUTUA. Madrid (España)

**Rosa Horna Arroyo**

Servicio de Prevención de Riesgos Laborales. Hospital Marqués de Valdecilla. Santander (España)

**Juan Antonio Martínez Herrera**

Subdirección General de Coordinación de Unidades Médicas. Instituto Nacional de la Seguridad Social (España)

**António Neves Pires de Sousa Uva**

Escola de Saúde Pública. Universidade Nova de Lisboa. Lisboa (Portugal)

**Héctor Alberto Nieto**

Cátedra de Salud y Seguridad en el Trabajo. Facultad de Medicina de la Universidad de Buenos Aires (Argentina)

**Joaquín Nieto Sainz**

Director de la Oficina en España de la Organización Internacional del Trabajo.

**María Luisa Rodríguez de la Pinta**

Servicio de Prevención de Riesgos Laborales. Hospital Puerta de Hierro. Majadahonda. Madrid (España)

**José María Roel Valdés**

Sector Enfermedades Profesionales. Centro Territorial INVASSAT. Alicante (España)

## COMITÉ CIENTÍFICO

### Fernando Álvarez Blázquez

Instituto Nacional de la Seguridad Social. Vigo (España)

### Francisco Jesús Álvarez Hidalgo

Unidad de Salud, Seguridad e Higiene del Trabajo. Comisión Europea (Luxemburgo)

### Carmen Arceiz Campos

Servicio de Prevención de Riesgos Laborales. Hospital de La Rioja. Logroño (España)

### Ricardo Burg Ceccim

Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Brasil

### María Dolores Carreño Martín

Directora Provincial MUFACE. Servicio Provincial de Madrid. Madrid (España)

### Fernando Carreras Vaquer

Sanidad Exterior. Ministerio de Sanidad. Madrid (España)

### Amparo Casal Lareo Azienda Ospedaliera.

Universitaria Careggi. Florencia (Italia)

### Covadonga Caso Pita

Servicio de Prevención de Riesgos Laborales. Hospital Clínico San Carlos. Madrid (España)

### Rafael Castell Salvá

Servicio de Prevención de Riesgos Laborales. Palma de Mallorca (España)

### María Castellano Royo

Universidad de Granada. Facultad de Medicina. Granada (España)

### Luis Conde-Salazar Gómez

Escuela Nacional de Medicina del Trabajo. Instituto de Salud Carlos III. Madrid (España)

### Francisco Cruzet Fernández

Especialista en Medicina del Trabajo. Madrid (España)

### María Fe Gamó González

Escuela Nacional de Medicina del Trabajo. Instituto de Salud Carlos III. Madrid (España)

### María Ángeles García Arenas

Servicio de Prevención y Salud Laboral. Tribunal de Cuentas. Madrid (España)

### Fernando García Benavides

Universidad Pompeu-Fabra. Barcelona (España)

### Vega García López

Instituto Navarro de Salud Laboral. Pamplona (Navarra). España

### Juan José Granados

Arroyo Servicio de Prevención de Riesgos Laborales. Hospital Severo Ochoa. Leganés, Madrid (España)

### Felipe Heras Mendaza

Hospital de Arganda del Rey. Arganda del Rey, Madrid (España)

### Cuauhtémoc Arturo Juárez Pérez

Unidad de Investigación de Salud en el Trabajo. Instituto Mexicano del Seguro Social. México

### Francisco Marqués Marqués

Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo. Madrid (España)

### Gabriel Martí Amengual

Universidad de Barcelona. Barcelona (España)

### Begoña Martínez Jarreta

Universidad de Zaragoza. Zaragoza (España)

### Pilar Nova Melle

Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED). Madrid (España)

### Elena Ordaz Castillo

Escuela Nacional de Sanidad. Instituto de Salud Carlos III. Madrid (España)

### Carmen Otero Dorrego

Servicio de Prevención de Riesgos Laborales. Hospital General de Móstoles. Móstoles, Madrid (España)

### Cruz Otero Gómez

Servicio de Prevención de Riesgos Laborales. Hospital Universitario Príncipe de Asturias. Alcalá de Henares. Madrid (España)

### Fernando Rescalvo Santiago

Jefe de la Unidad Docente Multidisciplinar de Salud Laboral de Castilla y León. Hospital Clínico Universitario de Valladolid. España

### Vicente Sánchez Jiménez

Formación y Estudios Sindicales FECOMA-CCOO. Madrid (España)

### Pere Sant Gallén

Escuela de Medicina del Trabajo. Universidad de Barcelona. Barcelona (España)

### Dolores Solé Gómez

Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo. Barcelona (España)

### José Ramón Soriano

Corral Mutua Universal. Madrid (España)

### Rudolf Van Der Haer

MC Mutual. Barcelona (España)

### Carmina Wanden-Berghe

Universidad CEU Cardenal Herrera. Elche. Alicante (España). Hospital General Universitario de Alicante (España)

### Marta Zimmermann Verdejo

Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo. Madrid (España)



Vol. 68(268) / Julio-septiembre 2022

## SUMARIO / CONTENTS

### EDITORIAL

---

#### **El rol de la enfermería del trabajo, un debate abierto**

The role of occupational health nursing, an open debate

Javier González-Caballero, Manuel Romero-Saldaña ..... 135

### ORIGINALES

---

#### **Satisfacción laboral y calidad de vida de los médicos residentes españoles en los meses posteriores a la terminación del estado de alarma por la COVID-19 y al año de la misma**

Job satisfaction and quality of life of Spanish medical residents in the months after the end of the state of alarm due to COVID-19 and one year later

Beatriz Muñoz-Cobo-Orosa, Markel Pérez-García, Mercedes Rodríguez-Ledott, Claudia Varela-Serrano, Javier Sanz-Valero ..... 142

### REVISIONES

---

#### **Patologías broncopulmonares asociadas a la exposición laboral a Fibras Minerales Artificiales: revisión sistemática**

Lung diseases associated with occupational exposure to artificial mineral fibers: systematic review

Ana Conde-Fuentes, Ana M<sup>a</sup> González-Cáceres, Sherry Sue Lonighi-García, Richard Rocha-Vargas, Isabella Vacallanos de Almeida Abril ..... 161

#### **Efectos neurológicos en trabajadores expuestos a tolueno. Revisión sistemática**

Neurological effects in workers exposed to toluene. Systematic review

Susana Alonso-Perarnau, Tivisay García-Yáñez, Mercedes Durán-Pérez, Álvaro Andrés-Sanz... 171




doi: 10.4321/s0465-546x2022000300001

Editorial

# El rol de la enfermería del trabajo, un debate abierto

## The role of occupational health nursing, an open debate

Javier González-Caballero<sup>1</sup>  0000-0003-0025-4644

Manuel Romero-Saldaña<sup>2</sup>  0000-0002-6146-4402

<sup>1</sup>Instituto Nacional de la Seguridad Social. Servicio de Prevención y Salud Laboral. Bilbao, España.

<sup>2</sup>Universidad de Córdoba. Facultad de Medicina y Enfermería. Departamento de Enfermería, Farmacología y Fisioterapia. Córdoba, España.

---

### Correspondencia

Javier González-Caballero.  
[javier.gonzalez1@seg-social.es](mailto:javier.gonzalez1@seg-social.es)

**Recibido:** 01.07.2022

**Aceptado:** 05.07.2022

**Publicado:** 26.12.2022

---

### Contribuciones de autoría

Todos los autores contribuyeron de manera igualitaria en la realización de esta investigación y la escritura del artículo.

---

### Financiación

No hay.

---

### Conflicto de intereses

Se señala la no existencia de conflicto de intereses para los autores del presente artículo.

---

### Cómo citar este trabajo

González-Caballero J, Romero-Saldaña M. El rol de la enfermería del trabajo, un debate abierto. *Med Segur Trab (Internet)*. 2022;68(268):135-141. doi: 10.4321/s0465-546x2022000300001

## Resumen

En una realidad social y laboral variable, compleja e inestable, la presencia de la enfermería del trabajo en las organizaciones constituye un valor añadido por su trayectoria y atención especializada. El periodo de formación de la especialidad tiene como objetivo formar a profesionales que puedan realizar actividades dirigidas a prevenir, promover, proteger y restaurar la salud de la población trabajadora. El enfoque de su actuación será laboral con perspectiva de salud pública, integral con mirada holística, integrado en el servicio de prevención de riesgos laborales y basado en la mejor evidencia científica disponible. A su vez, el ejercicio de la actividad debe realizarse también de acuerdo con estándares profesionales y ajustada a principios éticos. Por tanto, esta disciplina debe considerar no sólo que su práctica clínica sea efectiva, sino también coste-eficiente.

---

**Palabras clave:** competencia profesional, enfermería del trabajo, salud laboral.

## Abstract

In a variable, complex and unstable social and labour reality, the presence of occupational health nursing in organisations is an added value due to its specialised care and experience. The training period of the speciality aims to train professionals who can carry out activities aimed at preventing, promoting, protecting and restoring the health of the working population. The focus of their action will be occupational with a public health perspective, comprehensive with a holistic view, integrated in the occupational risk prevention service and based on the best scientific evidence available. At the same time, the exercise of the activity must also be carried out in accordance with professional standards and in line with ethical principles. Therefore, this discipline must consider not only that its clinical practice is effective, but also cost-efficient.

---

**Keywords:** professional competence, occupational health nursing, occupational health.

La especialidad de enfermería del trabajo cuenta con una larga trayectoria en el ámbito de la atención especializada por su formación específica y presencia en los centros de trabajo<sup>(1)</sup>. La capacitación profesional para desarrollar sus competencias viene refrendada por un amplio soporte normativo, entre otras disposiciones podemos citar la Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales<sup>(2)</sup> y su modificación posterior<sup>(3)</sup>, el Real Decreto 39/1997 que aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención<sup>(4)</sup>, el Real Decreto 1231/2001 de Ordenación de la actividad profesional de enfermería<sup>(5)</sup> y la Ley 16/2003 de Cohesión y calidad del Sistema Nacional de Salud<sup>(6)</sup>. En igual medida resultan influyentes la Ley 44/2003 de Ordenación de las profesiones sanitarias<sup>(7)</sup>, el Real Decreto 450/2005 sobre especialidades enfermeras<sup>(8)</sup> y la Orden SAS/1348/2009 que incluye el programa formativo de Enfermería del Trabajo<sup>(9)</sup>. Esta última constituye un hito en el desarrollo de las competencias de esta disciplina.

Posteriormente a este hecho relevante, entre otras normas que condicionan su evolución y desarrollo, cabe destacar el Real Decreto 843/2011 que establece los recursos para desarrollar la actividad sanitaria de los servicios de prevención<sup>(10)</sup> y su modificación posterior<sup>(11)</sup>, la Ley 33/2011 General de Salud Pública<sup>(12)</sup> y el Real Decreto 639/2015 que define los Diplomas de Acreditación y Acreditación Avanzada<sup>(13)</sup>. También resulta necesario referirse al Real Decreto 899/2015 que modifica el citado Reglamento de los Servicios de Prevención<sup>(14)</sup> y, finalmente, el Real Decreto 1302/2018 que regula la autorización para dispensar medicamentos y productos sanitarios por parte de los enfermeros<sup>(15)</sup>, una circunstancia determinante que amplía la cartera de servicios como especialistas.

Existen otras disposiciones de carácter internacional que también han contribuido al desarrollo de las competencias profesionales de la especialidad, entre ellas destacan la Constitución de la Organización Mundial de la Salud<sup>(16)</sup>, la Declaración de Alma-Ata sobre Atención Primaria de Salud<sup>(17)</sup> y la Estrategia Mundial de la Salud Ocupacional<sup>(18)</sup>. Igualmente son relevantes el Convenio 155 sobre seguridad y salud de los trabajadores de la Organización Internacional del Trabajo<sup>(19)</sup> y su Recomendación 164<sup>(20)</sup>, el Convenio 161 sobre los Servicios de salud en el trabajo<sup>(21)</sup> junto a su Recomendación 171<sup>(22)</sup> y la Directiva Marco de la Comunidad Europea 1989/391/CEE para la mejora de la seguridad y de la salud de los trabajadores<sup>(23)</sup>. En definitiva, estas directrices ponen en valor el derecho fundamental de cada trabajador a recibir los estándares adecuados de cuidados de salud en su ámbito de trabajo y orientan a realizar cambios legales en la práctica de la salud laboral.

Con carácter complementario y de forma específica, la Federation of Occupational Health Nurses within the European Union<sup>(24)</sup>, la American Association of Occupational Health Nurses<sup>(25,26)</sup>, la Canadian Nurses Association<sup>(27)</sup>, la Association of Occupational Health Nurse Practitioners<sup>(28)</sup>, el Scientific Committee on Occupational Health Nursing<sup>(29,30)</sup>, la Oficina Regional para Europa de la Organización Mundial de la Salud<sup>(31)</sup>, el Occupational Health Nursing Research Center<sup>(32)</sup> y la Faculty of Occupational Health Nursing<sup>(33)</sup> han definido también los distintos roles profesionales de esta disciplina en sus áreas de influencia.

La enfermería del trabajo es una especialidad que aborda los estados de salud de los individuos en su relación con el medio laboral. El objeto de su cometido es alcanzar el mayor grado de bienestar físico, mental y social de la población trabajadora, teniendo en cuenta las características individuales del trabajador, el puesto de trabajo y el entorno sociolaboral en que éste se desarrolla<sup>(9)</sup>. Por tanto, como parte integrante del servicio de prevención de riesgos laborales (SPRL), le capacita para participar y desarrollar las funciones que la Ley de Prevención de Riesgos Laborales asigna a estos servicios<sup>(2)</sup>: diseñar, instaurar y coordinar los planes y programas de actuación preventiva; identificar y evaluar los factores de riesgo que puedan afectar a la seguridad y salud de los trabajadores; determinar las prioridades en la adopción de medidas preventivas y comprobar su eficacia; informar y formar a la población trabajadora y realizar la vigilancia de la salud de los trabajadores en relación con los riesgos derivados del trabajo y prestar los primeros auxilios.

En consecuencia, la ejecución de estas competencias profesionales permite<sup>(34,35,36,37)</sup>: una colaboración activa en la reducción de los accidentes de trabajo y las enfermedades profesionales; una mejora progresiva de los niveles de seguridad y salud en el trabajo; contribuye a cumplir las normas en materia de seguridad y salud; incrementa la calidad de los recursos en la empresa para realizar actividades preventivas tanto con recursos propios como externos; favorece la interlocución de los distintos actores



sociales en la mejora continua de la seguridad y salud en el trabajo; consolida la cultura de la prevención en la sociedad en general y en los centros de trabajo en particular a través de iniciativas dirigidas a la población laboral y a determinados grupos de riesgo; contribuye a la protección de los sistemas de información asegurando la confidencialidad de los datos y participa en proyectos de investigación en materia de seguridad y salud en el trabajo.

En definitiva, teniendo en cuenta el marco normativo descrito que define las competencias profesionales de este ámbito enfermero, la presencia continua en el ámbito de las organizaciones y la evolución en la atención integral al trabajador, el espacio que ocupa la enfermería del trabajo es necesario en el proceso de mejora no sólo de las condiciones laborales, sino también en el aumento de la calidad de vida en el trabajo.

Desde esta premisa, la evolución de esta especialidad ha discurrido muy próxima a los propios progresos de la profesión enfermera, en concreto: cambios internos de la propia profesión, cambios estructurales de los sistemas sanitarios y cambios en la sociedad. En este contexto, corresponde a la especialidad una reflexión con dos enfoques entre otros: la adaptación profesional a esta nueva realidad sociolaboral y un análisis de las necesidades y las expectativas de las organizaciones y sus integrantes para proporcionar unos cuidados expertos y de calidad. En esa reflexión de identidad profesional, la formación de los especialistas tiene como objetivo formar a profesionales que puedan realizar actividades dirigidas a prevenir, promover, proteger y restaurar la salud de la población trabajadora<sup>(9)</sup>. El enfoque de su actuación será laboral con sintonía comunitaria, vinculado a la salud pública, integral con perspectiva holística, integrado en el SPRL y sustentado en el conocimiento empírico basado en la mejor evidencia científica disponible. No obstante, destacaremos a continuación las competencias clave del profesional experto en esta disciplina enfermera<sup>(35,38,39)</sup>: competencia para evaluar situaciones de salud e identificar enfermedades nuevas o emergentes; competencia para emitir juicios clínicos acertados; competencia de anticipación y capacidad de detección precoz; competencia para la formación en materia de seguridad y promoción de la salud; competencia para comprender la complejidad de cada persona en su condición de trabajador desde un punto de vista biopsicosocial; competencia para actuar de forma reflexiva y efectiva; competencia para realizar proyectos de investigación; competencia para la gestión clínica y financiera; competencia para la utilización del método científico como base en la toma de decisiones; competencia para organizar un entorno físico, sociolaboral y profesional que proporcione protección y facilite un cambio positivo; competencia para la asistencia personalizada en la atención de las necesidades con un enfoque laboral; competencia para diseñar intervenciones eficaces y adecuadas en el ámbito de la seguridad y salud laboral, y competencia para la gestión de los conflictos de valores y las responsabilidades éticas.

En esta proyección como área de conocimiento asoman determinados obstáculos y amenazas en el desarrollo de las competencias profesionales<sup>(35,38,39)</sup>: recibir una formación de pregrado centrada en procedimientos expositivos; una actitud en ocasiones resistente a implementar planteamientos educativos basados en el desarrollo de competencias; un contexto laboral no adecuado para el desarrollo de las capacidades; no adoptar un rol autónomo; una formación continuada sin orientación práctica; la falta de conocimientos y experiencia investigadora; no consumir literatura científica como base de una actualización continua; la ausencia de espacios profesionales para el análisis de la práctica enfermera; una política empresarial que no contemple los niveles de carrera profesional en relación con el desarrollo de las competencias en las organizaciones; la falta de transparencia en los sistemas de reconocimiento del progreso profesional, y unas políticas de gestión que no pongan en valor la participación de los profesionales en la toma de decisiones que los afectan, así como aquellas que no establecen incentivos. Por tanto, el paso de la capacidad a la competencia experta implica que esta disciplina practique la autocrítica sobre sus prácticas individuales y colectivas. No obstante, esa excelencia en los cuidados precisa de modelos de referencia, de profesionales con actitudes y la posibilidad de llevar a término los cambios en entornos favorecedores.

Aunque las competencias de la especialidad no han sido objeto de revisión desde su entrada en vigor en 2009, este nuevo escenario plantea cuestiones relacionadas con la praxis, los aspectos éticos, las relaciones interpersonales, el rol en el equipo de trabajo, la búsqueda de un desarrollo profesional, además de algunos cambios vinculados con la globalización, la digitalización de procesos, la incorpo-

ración de población migrante, el envejecimiento de las plantillas y las nuevas formas de trabajo y de interacción con el entorno (medio ambiente). Por tanto, la especialidad debe considerar no sólo las respuestas a la demanda de cuidados de salud basados en la adquisición de competencias profesionales, sino también de consensuar la cartera de servicios como oferta profesional a desarrollar. Cuestiones esenciales que invitan a un debate abierto y pueden favorecer una identidad colectiva.

## Referencias

1. González-Caballero J. La formación de enfermería del trabajo. Arch Prev Riesgos Labor. 2022;23(4):458-61. DOI: 10.12961/apr.2020.23.04.05.
2. Ley 31/1995 de 8 de noviembre de prevención de riesgos laborales. Boletín Oficial del Estado, núm. 269 de 10 de noviembre de 1995. [Acceso 7 Nov 2022]. Disponible en: <http://www.boe.es/boe/dias/1995/11/10/pdfs/A32590-32611.pdf>
3. Ley 54/2003 de 12 de diciembre de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales. Boletín Oficial del Estado, núm. 298 de 13 de diciembre de 2003. [Acceso 9 Nov 2022]. Disponible en: <http://www.boe.es/boe/dias/2003/12/13/pdfs/A44408-44415.pdf>
4. Real Decreto 39/1997 de 17 de enero por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención. Boletín Oficial del Estado, núm. 27 de 31 de enero de 1997. [Acceso 2 Nov 2022]. Disponible en: <http://www.boe.es/boe/dias/1997/01/31/pdfs/A03031-03045.pdf>
5. Real Decreto 1231/2001 de 8 de noviembre por el que se aprueban los Estatutos generales de la Organización Colegial de Enfermería de España, del Consejo General y de Ordenación de la actividad profesional de enfermería. Boletín Oficial del Estado, núm. 269 de 9 de mayo de 2001. [Acceso 29 Nov 2022]. Disponible en: <http://www.boe.es/boe/dias/2001/11/09/pdfs/A40986-40999.pdf>
6. Ley 16/2003 de 28 de mayo de cohesión y calidad del Sistema Nacional de Salud. Boletín Oficial del Estado, núm. 128 de 29 de mayo de 2003. [Acceso 25 Nov 2022]. Disponible en: <http://www.boe.es/boe/dias/2003/05/29/pdfs/A20567-20588.pdf>
7. Ley 44/2003 de 21 de noviembre de Ordenación de las profesiones sanitarias. Boletín Oficial del Estado, núm. 280 de 22 de noviembre de 2003. [Acceso 20 Nov 2022]. Disponible en: <http://www.boe.es/boe/dias/2003/11/22/pdfs/A41442-41458.pdf>
8. Real Decreto 450/2005 de 22 de abril sobre especialidades de Enfermería. Boletín Oficial del Estado, núm. 108 de 6 de mayo de 2005. [Acceso 15 Nov 2022]. Disponible en: <http://www.boe.es/boe/dias/2005/05/06/pdfs/A15480-15486.pdf>
9. Orden SAS/1348/2009 de 6 de mayo por la que se aprueba y publica el programa formativo de la especialidad de Enfermería del Trabajo. Boletín Oficial del Estado, núm. 129 de 28 de mayo de 2009. [Acceso 14 Nov 2022]. Disponible en: <http://www.boe.es/boe/dias/2009/05/28/pdfs/BOE-A-2009-8880.pdf>
10. Real Decreto 843/2011 de 17 de junio por el que se establecen los criterios básicos sobre la organización de recursos para desarrollar la actividad sanitaria de los servicios de prevención. Boletín Oficial del Estado, núm. 158 de 4 de julio 2011. [Acceso 12 Nov 2022]. Disponible en: <http://www.boe.es/boe/dias/2011/07/04/pdfs/BOE-A-2011-11428.pdf>
11. Real Decreto 901/2015 de 9 de octubre por el que se modifica el Real Decreto 843/2011 de 17 de junio por el que se establecen los criterios básicos sobre la organización de recursos para desarrollar la actividad sanitaria de los servicios de prevención. Boletín Oficial del Estado, núm. 243 de 10 de octubre de 2015. [Acceso 26 Nov 2022]. Disponible en: <https://www.boe.es/boe/dias/2015/10/10/pdfs/BOE-A-2015-10928.pdf>
12. Ley 33/2011 de 4 de octubre General de salud pública. Boletín Oficial del Estado, núm. 240 de 5 de octubre de 2011. [Acceso 26 Nov 2022]. Disponible en: <http://www.boe.es/boe/dias/2011/10/05/pdfs/BOE-A-2011-15623.pdf>

- 13.** Real Decreto 639/2015 de 10 de julio por el que se regulan los Diplomas de Acreditación y los Diplomas de Acreditación Avanzada. Boletín Oficial del Estado, núm. 179 de 28 de julio de 2015. [Acceso 23 Nov 2022]. Disponibles en: <https://www.boe.es/boe/dias/2015/07/28/pdfs/BOE-A-2015-8442.pdf>
- 14.** Real Decreto 899/2015 de 9 de octubre por el que se modifica el Real Decreto 39/1997 de 17 de enero por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención. Boletín Oficial del Estado, núm. 243 de 10 de octubre de 2015. [Acceso 26 Nov 2022]. Disponible en: <https://www.boe.es/boe/dias/2015/10/10/pdfs/BOE-A-2015-10926.pdf>
- 15.** Real Decreto 1302/2018 de 22 de octubre por el que se modifica el Real Decreto 954/2015 de 23 de octubre por el que se regula la indicación, uso y autorización de dispensación de medicamentos y productos sanitarios de uso humano por parte de los enfermeros. Boletín Oficial del Estado, núm. 256 de 23 de octubre de 2018. [Acceso 23 Nov 2022]. Disponible en: <https://www.boe.es/boe/dias/2018/10/23/pdfs/BOE-A-2018-14474.pdf>
- 16.** Organización Mundial de la Salud. Constitución de la Organización Mundial de la Salud [Internet]. Nueva York: Organización Mundial de la Salud; 2006. [Acceso 13 Nov 2022]. Disponible en: [http://www.who.int/governance/eb/who\\_constitution\\_sp.pdf](http://www.who.int/governance/eb/who_constitution_sp.pdf)
- 17.** Pan American Health Association. Declaración de Alma-Ata. Conferencia Internacional sobre Atención Primaria de Salud [Internet]. Kazajistán: World Health Organization; 1978. [Acceso 26 Oct 2022]. Disponible en: <https://www.paho.org/hq/dmdocuments/2012/alma-ata-1978declaracion.pdf>
- 18.** World Health Organization. Global strategy on occupational health for all: the way to health at work. Recommendations of the Second Meeting of the WHO Collaborating Centers in Occupational Health [Internet]. Geneva: Work Health Organization; 1995. [Acceso 24 Oct 2022]. Disponible en: [https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/36845/WHO\\_OCH\\_95.1.pdf?ua=1](https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/36845/WHO_OCH_95.1.pdf?ua=1)
- 19.** Organización Internacional del Trabajo. C155 Convenio sobre seguridad y salud de los trabajadores [Internet]. Ginebra: Organización Internacional del Trabajo; 1981. [Acceso 26 Oct 2022]. Disponible en: [https://www.ilo.org/dyn/normlex/es/f?p=NORMLEXPUB:12100:0::NO::P12100\\_ILO\\_CODE:C155](https://www.ilo.org/dyn/normlex/es/f?p=NORMLEXPUB:12100:0::NO::P12100_ILO_CODE:C155)
- 20.** Organización Internacional del Trabajo. R164 Recomendación sobre seguridad y salud de los trabajadores [Internet]. Ginebra: Organización Internacional del Trabajo; 1981. [Acceso 26 Nov 2022]. Disponible en: [https://www.ilo.org/dyn/normlex/es/f?p=NORMLEXPUB:12100:0::NO::P12100\\_ILO\\_CODE:R164](https://www.ilo.org/dyn/normlex/es/f?p=NORMLEXPUB:12100:0::NO::P12100_ILO_CODE:R164)
- 21.** Organización Internacional del Trabajo. C161 Convenio sobre los servicios de salud en el trabajo [Internet]. Ginebra: Organización Internacional del Trabajo; 1985. [Acceso 29 Oct 2022]. Disponible en: [https://www.ilo.org/dyn/normlex/es/f?p=NORMLEXPUB:12100:0::NO::P12100\\_ILO\\_CODE:C161](https://www.ilo.org/dyn/normlex/es/f?p=NORMLEXPUB:12100:0::NO::P12100_ILO_CODE:C161)
- 22.** Organización Internacional del Trabajo. R171 Recomendación sobre los servicios de salud en el trabajo [Internet]. Ginebra: Organización Internacional del Trabajo; 1985. [Acceso 28 Nov 2022]. Disponible en: [https://www.ilo.org/dyn/normlex/es/f?p=NORMLEXPUB:55:0::NO::P55\\_TYPE,P55\\_LANG,P55\\_DOCUMENT,P55\\_NODE:REC,es,R171,%2FDocument#:~:text=\(1\)%20Todo%20Miembro%20deber%20establecer,y%20en%20todas%20las%20empresas.](https://www.ilo.org/dyn/normlex/es/f?p=NORMLEXPUB:55:0::NO::P55_TYPE,P55_LANG,P55_DOCUMENT,P55_NODE:REC,es,R171,%2FDocument#:~:text=(1)%20Todo%20Miembro%20deber%20establecer,y%20en%20todas%20las%20empresas.)
- 23.** Directiva 89/391/CEE del Consejo relativa a la aplicación de medidas para promover la mejora de la seguridad y de la salud de los trabajadores en el trabajo. Diario Oficial de las Comunidades Europeas, núm. L 183 de 29 de junio de 1989. [Acceso 2 Nov 2022]. Disponible en: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=celex%3A31989L0391>
- 24.** Federation of Occupational Health Nurses within the European Union. A core curriculum for Occupational Health Nursing in Europe [Internet]. Helsinki: Federation of Occupational Health Nurses within the European Union; 2014. [Acceso 3 Oct 2022]. Disponible en: [https://fohneu.org/images/pdf/CORE-CURRICULUM\\_2014.pdf](https://fohneu.org/images/pdf/CORE-CURRICULUM_2014.pdf)
- 25.** American Association of Occupational Health Nurses. Competencies in Occupational and Environmental Health Nursing. AAOHN J. 2007;55(11):442-47. <https://doi.org/10.1177/216507990705501102>.

- 26.** American Association of Occupational Health Nurses. AAOHN competencies. *Workplace Health Saf.* 2015;63(11):484-92. DOI: 10.1177/2165079915607876.
- 27.** Canadian Nurses Association. Occupational Health Nurses Certification. Exam blueprint and specialty competencies [Internet]. Canada: Canadian Nurses Association; 2021. [Acceso 2 Oct 2022]. Disponible en: [https://hl-prod-ca-oc-download.s3-ca-central-1.amazonaws.com/CNA/2f975e7e-4a40-45ca-863c-5ebf0a138d5e/UploadedImages/documents/17\\_0984\\_OHN\\_Blueprint\\_Final\\_2021\\_Copy.pdf](https://hl-prod-ca-oc-download.s3-ca-central-1.amazonaws.com/CNA/2f975e7e-4a40-45ca-863c-5ebf0a138d5e/UploadedImages/documents/17_0984_OHN_Blueprint_Final_2021_Copy.pdf)
- 28.** Royal College of Nursing. Education Occupational Health Nurses. An approach to align education with a service vision for occupational health nurses [Internet]. London: Public Health England; 2016 [Acceso 5 Oct 2022]. Disponible en: <https://vivbennett.blog.gov.uk/wp-content/uploads/sites/90/2016/11/Educating-OHNs-final-Oct-2016-FinalNB071116.pdf>
- 29.** International Commission on Occupational Health. Scientific Committee on Occupational Health Nursing. Education and training of Occupational Health Nurses. En: *The nurse's contribution to the health of the worker. Report núm. 9.* Scientific Committee on Occupational Health Nursing, Stockholm; 1997.
- 30.** International Commission on Occupational Health. Scientific Committee on Occupational Health Nursing. Education and training of Occupational Health Nurses. En: *The nurse's contribution to the health of the worker. Report núm. 10.* Scientific Committee on Occupational Health Nursing; 2000.
- 31.** WHO Regional Office for Europe. The role of the occupational health nurses in workplace health management [Internet]. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe, World Health Organization; 2001. [Acceso 4 Oct 2022]. Disponible en: <https://www.who.int/publications/i/item/the-role-of-the-occupational-health-nurse-in-workplace-health-management>
- 32.** Kono K, Goto Y, Hatanaka J, Yoshikawa E. Competencies required for occupational health nurses. *J Occup Health.* 2017;59:562-71. DOI: 10.1539/joh.16-0188-OA.
- 33.** Faculty of Occupational Health Nursing. Position paper: Occupational Health Nurse education, funding and regulation [Internet]. Reino Unido: Faculty of Occupational Health Nursing; 2015. [Acceso 2 Oct 2022]. Disponible en: <https://www.fohn.org.uk/wp-content/uploads/2018/10/FOHN-position-paper-2015-.pdf>
- 34.** Iglesias JA, Frutos M, Casado I, Álvarez FJ, Cepeda C, de la Torre L. Enfoque basado en competencias profesionales (I). *Rev ROL Enf.* 2006;29(7-8):489-92.
- 35.** Peya M. La formación enfermera en el Espacio Europeo de Educación Superior. *Nursing (Ed. Española)* 2007;25(3):58-66. DOI: 10.1016/S0212-5382(07)70887-7.
- 36.** Henriksen HL. Curriculum study of the occupational health aspects of nursing, an adventure in cooperation. St. Paul, MN: Minnesota League for Nursing; 1959. [Acceso 4 Oct 2022]. Disponible en: <https://babel.hathitrust.org/cgi/pt?id=mdp.39015074088579&view=1up&seq=113>
- 37.** Lalloo D, Demou E, Kiran S, Gaffney M, Stevenson M, McDonald EB. Core competencies for UK occupational health nurses: a Delphi study. *Occup Med (Lond).* 2016;66(8):649-55. DOI: 10.1093/occmed/kqw089.
- 38.** Riopelle L, Teixidor M. *La práctica enfermera: fundamentos científicos y acercamiento humanista.* Barcelona: Fundación La Caixa y EUI Santa Madrona; 2002.
- 39.** International Council of Nurses. Guidelines on advanced practice nursing 2020 [Internet]. Geneva: International Council of Nurses; 2020. [Acceso 6 Oct 2022]. Disponible en: [https://www.icn.ch/sites/default/files/inline-files/ICN\\_APN%20Report\\_EN\\_WEB.pdf](https://www.icn.ch/sites/default/files/inline-files/ICN_APN%20Report_EN_WEB.pdf)



doi: 10.4321/s0465-546x2022000300002

Artículo original

# Satisfacción laboral y calidad de vida de los médicos residentes españoles en los meses posteriores a la terminación del estado de alarma por la COVID-19 y al año de la misma

Job satisfaction and quality of life of Spanish medical residents in the months after the end of the state of alarm due to COVID-19 and one year later

Beatriz Muñoz-Cobo-Orosa<sup>1</sup> 0000-0002-0564-4724

Markel Pérez-García<sup>1</sup> 0000-0002-1820-3610

Mercedes Rodríguez-Ledott<sup>1</sup> 0000-0001-5538-496X

Claudia Varela-Serrano<sup>1</sup> 0000-0001-6548-3064

Javier Sanz-Valero<sup>2,3</sup> 0000-0002-8735-0075

<sup>1</sup>Unidad Docente de Medicina del Trabajo de la Comunidad Autónoma del País Vasco. Vitoria, España.

<sup>2</sup>Instituto de Salud Carlos III. Escuela Nacional de Medicina del Trabajo. Madrid, España.

<sup>3</sup>Universidad Miguel Hernández. Departamento de Salud Pública e Historia de la Ciencia. Campus Sant Joan d'Alacant. Alicante, España.

---

## Correspondencia

Beatriz Muñoz-Cobo Orosa  
bea2660@gmail.com

---

**Recibido:** 18.10.2022

**Aceptado:** 02.12.2022

**Publicado:** 26.12.2022

---

## Contribuciones de autoría

Todos los autores contribuyeron de manera igualitaria en la realización de esta investigación y la escritura del artículo.

---

## Financiación

Sin financiación

---

## Conflicto de intereses

Los autores declaran la no existencia de conflicto de interés.

---

## Agradecimientos

A la Escuela Nacional de Medicina del Trabajo por su ayuda en la distribución del formulario para la recogida de datos.

Este trabajo fue desarrollado en el marco del Área de Divulgación e Investigación y Servicios de la Escuela Nacional de Medicina del Trabajo del Instituto de Salud Carlos III.

---

## Cómo citar este trabajo

Muñoz-Cobo-Orosa B, Pérez-García M, Rodríguez-Ledott M, Varela-Serrano C, Sanz-Valero J. Satisfacción laboral y calidad de vida de los médicos residentes españoles en los meses posteriores a la terminación del estado de alarma por la COVID-19 y al año de la misma. *Med Segur Trab (Internet)*. 2022;68(268):142-160. doi: 10.4321/s0465-546x2022000300002

---

© BY-NC-SA 4.0

## Resumen

**Introducción:** Describir y analizar la percepción existente acerca de la satisfacción laboral (SL) y la calidad de vida (CV) de los/las médicos/as residentes españoles/as en los meses posteriores a la terminación del estado de alarma por la COVID-19 y al año de la misma.

**Método:** Estudio descriptivo-correlacional, siendo la población diana los/las residentes españoles/as a quienes se preguntó, mediante formulario online, en dos cortes (1º de 01/11 al 31/12 de 2020 y 2º entre 01/11 y 31/12 de 2021). Para la SL se utilizó el cuestionario Font-Roja y para la CV el WHOQOL-BREF (ambos mediante escala Likert de 5 valores).

**Resultados:** Respondieron 404 residentes (1º corte) y 411 (2º corte). Los resultados para a SL global mostraron  $Rho = 0,09$ ;  $p = 0,081$ , sin diferencias entre sus medias ( $-0,07$ ;  $p = 0,090$ ). La CV global, medida a través del cuestionario, indicó baja correlación entre ambos cortes ( $Rho = 0,10$ ;  $p = 0,041$ ), con diferencias entre sus medias ( $-0,14$ ;  $p < 0,001$ ).

**Conclusiones:** En relación a la SL no se constató asociación entre los dos periodos estudiados. Respecto a la CV se evidenciaron mejores datos, en el 2º corte, tanto en la CV autopercibida como en el resultado global del cuestionario.

---

**Palabras clave:** Satisfacción Laboral; Calidad de Vida; Internado y Residencia; Pandemias; COVID-19.

## Abstract

**Introduction:** To describe and analyze the existing perception about job satisfaction (SL) and quality of life (QoL) of Spanish resident doctors in the months which follow the end of the state of alarm due to COVID-19 and one year after that.

**Method:** A Descriptive-correlational study, being the Spanish residents the target population who was asked, using an online form, in two periods (1st from 11/01 to 12/31, 2020 and 2nd between 11/01 and 12/31, 2021). For SL, the Font-Roja questionnaire was used and for QoL, the WHOQOL-BREF (both using a 5-point Likert scale).

**Results:** 404 residents responded (1st cut) and 411 (2nd cut). The results for the global SL showed  $Rho = 0.09$ ;  $p = 0.081$ , without differences between their means ( $-0.07$ ;  $p = 0.090$ ). The global QoL, measured through the questionnaire, evinced a low correlation between both cut-offs ( $Rho = 0.10$ ;  $p = 0.041$ ), with variations between their means ( $-0.14$ ;  $p < 0.001$ ).

**Conclusions:** In relation to SL, no association was revealed between the two periods studied. Regarding QoL, more positive data were found in the 2nd period, both in self-perceived QoL and in the global result of the questionnaire.

---

**Keywords:** Job Satisfaction; Quality of Life; Internship and Residency; Pandemics; COVID-19.

## Introducción

Existe evidencia de la relación entre ambiente de trabajo, salud y calidad de vida. En particular, el bienestar y la salud están estrechamente vinculados a la tensión a la que se exponen los trabajadores del área de la salud. Los médicos residentes (MR) en formación representan una proporción significativa del personal sanitario de los hospitales universitarios de todo el mundo<sup>(1)</sup>.

Se ha comprobado que éstos perciben una mala calidad de vida profesional y un bajo apoyo por parte de sus supervisores, encontrándose entre los trabajadores más vulnerables y mostrando una alta prevalencia de agotamiento y morbilidad psicológica<sup>(2)</sup>.

Durante la enfermedad pandémica causada por el coronavirus (COVID-19), los MR se han enfrentado a desafíos únicos. Ante la rápida propagación de la misma y las disparidades de recursos, los sistemas de atención médica se vieron obligados a adaptarse apresuradamente a la emergencia sanitaria y han estado, asimismo, sometidos a los factores estresantes del entorno laboral que suponen amenazas potenciales para el bienestar de los propios trabajadores. La toma de decisiones éticas sobre las interacciones y el tratamiento de los pacientes con COVID-19 ha provocado un aumento de la ansiedad y el agotamiento entre los médicos en formación<sup>(3)</sup>.

Se han visto, además, forzados a responder a los cambios en la prestación de atención médica, lo cual ha tenido un impacto considerable en su preparación, por razones como la interrupción del horario regular, el envío de residentes a áreas de alto riesgo y las modificaciones en sus programas de aprendizaje. Desde el inicio de la pandemia se les pidió que realizaran cambios drásticos en sus rutinas diarias<sup>(4)</sup>. Del mismo modo, muchos fueron apartados de su capacitación especializada para trabajar con pacientes en aislamiento, unidades de cuidados intensivos y salas de neumonía. Otros, se quedaron trabajando en las rotaciones de su especialidad, lo que los llevó a dividirse en residentes de primera línea y de segunda línea<sup>(5)</sup>.

Asimismo, debido a la pandemia, casi todas las reuniones y conferencias fueron canceladas o pospuestas. En numerosos hospitales se minimizó o eliminó la formación presencial directa y las sesiones realizadas con métodos de enseñanza tradicionales. Estas modificaciones dificultaron la educación continua de los residentes y redujeron el tiempo de su formación<sup>(6)</sup>. Así, González-Anglada et al.<sup>(7)</sup>, concluían que la pandemia COVID-19 impactó de forma excepcional en la enseñanza sanitaria especializada, por lo que sería necesario reevaluar los programas formativos para garantizar que los MR adquirieran las competencias técnicas de las que pudieran adolecer por las circunstancias especiales de este periodo.

Por otro lado, al igual que muchos otros médicos y trabajadores sanitarios, los MR también temieron por su propia salud y bienestar al atender a un gran número de pacientes infecciosos con una enfermedad poco conocida. Igualmente, el riesgo a transmitir el virus a sus familiares aumentó su preocupación, ya que tanto ellos como sus familias han representado uno de cada seis ingresos hospitalarios por COVID-19<sup>(8)</sup>.

No obstante, el impacto de COVID-19 sobre la salud de los MR sigue estando escasamente investigado, aunque es probable que el cambio dramático durante la pandemia en el programa de residencia y el estilo de vida afecte negativamente, tarde o temprano, su bienestar mental y físico<sup>(9)</sup>.

En el estudio realizado en noviembre de 2021, sobre la satisfacción laboral (SL) y calidad de vida (CV) de dichos profesionales durante la pandemia por la COVID-19<sup>(10)</sup>, no se encontraron diferencias en cuanto a la relación de sexo ni turnos de guardia con la SL en MR en territorio español. Sin embargo, los turnos de guardia sí que afectaron la CV, específicamente en las relaciones sociales, tanto por la restricción de las actividades como por el aumento del estrés. Y, los MR de primer año presentaron mayor SL y CV en comparación con los veteranos, pudiéndose deber este hecho a la pandemia, dado que en muchos hospitales los residentes principiantes tuvieron que asumir menor responsabilidad y presentaron menor cansancio acumulado.

Los datos obtenidos en este estudio pusieron de manifiesto la necesidad de realizar nuevas investigaciones en cuanto a la SL y CV de los MR, ya que la evolución de la pandemia podría determinar en gran medida factores de la salud relacionados con el bienestar de los mismos.



Por todo ello, el objetivo del presente trabajo fue describir y analizar la percepción existente acerca de los factores vinculados a la SL y a la CV de los MR españoles en los meses posteriores a la terminación del estado de alarma por la COVID-19 y un año después de la misma.

## Métodos

### Diseño

Estudio no experimental y de corte transversal con enfoque cuantitativo, descriptivo-correlacional.

### Población

La población diana debía cumplir los siguientes criterios:

- Criterio de inclusión: Ser médico/a residente de cualquier especialidad en España.
- Criterio de exclusión: no estar en ejercicio activo, por cualquier causa, en el momento de la recopilación de los datos.

El cálculo del tamaño muestral se realizó mediante muestreo aleatorio simple sin reposición, efectuando la estimación de parámetros poblacionales (valor esperado aproximado a 0,5, precisión del intervalo 0,05 y nivel de confianza = 0,95), en una población infinita, mediante el programa informático de análisis epidemiológico de datos (EPIDAT 4.2), obteniendo un valor mínimo de 385 residentes.

### Ámbito de aplicación

El espacio de investigación y atención fue el territorio nacional español.

### Instrumento de medida

Se utilizó un formulario electrónico mediante preguntas cerradas para su difusión a través de Internet realizado con la aplicación de Google Forms® que fue diseñado para la recuperación de los datos de los dos cortes temporales. La consistencia interna (medida con el coeficiente  $\alpha$  de Cronbach) y la fiabilidad (calculada mediante el coeficiente de correlación intraclase) fueron testadas en el estudio del primer corte temporal<sup>(10)</sup>.

Esta herramienta (Anexo 1) incluyó una sección inicial (sexo, edad, año de nacimiento, presencia de patología, año de residencia y realización de turnos de guardia), el cuestionario para la evaluación de la Satisfacción Laboral (SL) y el cuestionario para la medida de la Calidad de Vida (CV). Ambos cuestionarios presentaron formato de respuesta tipo Likert (con rango entre 1 y 5; donde 1 es mínima valoración y 5 es el valor máximo). También se incluyó una pregunta de cierre, de texto libre, por si algún residente quería incluir cualquier tipo de observación.

### Satisfacción laboral

Se midió mediante el cuestionario original Font-Roja de SL<sup>(11)</sup>, que consta de 24 ítems, complementado con 4 preguntas procedentes del cuestionario elaborado por el sistema público de salud del País Vasco (Osakidetza)<sup>(12)</sup>; 2 de estos nuevos ítems, que evalúan el entorno físico de trabajo, fueron propuestos por Núñez et al.<sup>(13)</sup>. Los 28 ítems finales presentan una estructura factorial de 3 dimensiones, que determinan la satisfacción de los MR con distintas facetas de su labor profesional:

- Factor 1: Relaciones de mando, interpersonales y participación (preguntas 1 a 12). Se refiere al grado de satisfacción que experimenta el/la trabajador/a en relación con lo que espera por parte de sus responsables, a las relaciones con sus compañeros/as y las posibilidades de participación en la mejora del Servicio o Unidad.
- Factor 2: Formación, promoción y retribución (preguntas 13 a 23). Este factor mide la satisfacción de la formación para el puesto, así como el grado en que el trabajador cree que puede mejorar, tanto en cuanto a su nivel profesional, como a nivel de reconocimiento por su trabajo.



- Factor 3: Organización del trabajo (preguntas 24 a 28). Hace referencia a la percepción con respecto al conocimiento de los objetivos, la organización del trabajo y la interrelación entre los distintos servicios del hospital.

### **Calidad de vida**

Se evaluó mediante el cuestionario WHOQOL-BREF<sup>(14)</sup>, formado por 26 preguntas, una pregunta de cada una de las 24 facetas contenidas en el WHOQOL-100 y dos preguntas globales: calidad de vida global y salud general. Estos ítems forman un perfil de 4 dominios:

- Dominio 1: Salud física (ítems 3, 4, 10, 15, 16, 17 y 18).
- Dominio 2: Salud psicológica (ítems 5, 6, 7, 11, 19 y 26).
- Dominio 3: Relaciones sociales (ítems 20, 21 y 22).
- Dominio 4: Ambiente (ítems 8, 9, 12, 13, 14, 23, 24 y 25).

Este cuestionario proporciona un perfil de la persona y, al mismo tiempo, una puntuación sobre percepción de calidad de vida global (ítem 1) y salud general (ítem 2).

### **Recopilación de los datos: ejecución de la encuesta**

Se realizó una difusión a nivel nacional, mediante lista de distribución digital de reclutamiento personalizado, que incluyó un enlace a la encuesta electrónica.

El acceso al formulario, para la primera oleada de datos, se abrió de forma programada el 1 de noviembre de 2020 y se cerró el 31 de diciembre de 2020. Para la segunda oleada se pudo acceder, igualmente mediante programación digital, del 1 de noviembre de 2021 al 31 de diciembre de 2021.

Se enviaron, también a través de lista de distribución, dos recordatorios para cada uno de los dos cortes temporales.

### **Procesamiento de la información**

Los datos fueron recogidos en una tabla Excel de la misma aplicación de Google Forms, realizando periódicamente tablas de respaldo para salvaguardar la información. Los datos recopilados, desprovistos de ítems que hicieran posible la identificación de los encuestados, se informatizaron y fueron de acceso restringido mediante acceso codificado.

Control de duplicados: para evitar, en lo posible, la duplicidad de respuestas se controlaron las variables de la sección inicial por si existía la posibilidad de identificar estas duplicidades.

### **Análisis estadístico**

Para las variables cualitativas (sexo, presencia de patología, año de residencia) se calcularon la frecuencia absoluta y relativa (porcentaje). Para las cuantitativas (edad y los ítems de los respectivos cuestionarios de SL y CV) se obtuvo la media y su desviación estándar, la mediana, el máximo y el mínimo.

Para obtener la relación entre las variables cuantitativas discretas se usó el coeficiente de correlación de Spearman.

La comparación de la diferencia de medias se realizó mediante la t de Student para muestras independientes. El cotejo de múltiples medias se realizó mediante el análisis de la varianza (ANOVA), con prueba post-hoc de Tukey.

Para conocer la relación entre los resultados de los cuestionarios y la edad de los/las residentes se recodificó la variable año de nacimiento en dos grupos, tomando como punto de corte el valor de la mediana: grupo 1 (iguales o menores de 27 años) y grupo 2 (28 años o más).

El nivel de significación utilizado en todos los contrastes de hipótesis fue  $\alpha \leq 0,05$ .

El análisis de los datos se efectuó mediante el programa estadístico informático *Statistical Package for the Social Sciences* (IBM-SPSS) versión 28 para el sistema operativo Windows.

El control de la calidad de la información se efectuó mediante la doble entrada de los datos, corrigiendo las posibles inconsistencias mediante la consulta con los datos originales.

### Consideraciones éticas

En todo momento se tuvieron en cuenta las recomendaciones de la Declaración de Helsinki, en su revisión de 2008. Aun así, el presente estudio no recogió datos personales ni aquellos que pudieran facilitar la identificación de los participantes. Así pues, se garantizó en todo momento la confidencialidad de las respuestas y el anonimato de los encuestados.

El protocolo de investigación de este estudio fue valorado por el Comité de Ética de la Investigación con medicamentos de Euskadi (CEIm-E), emitiendo el día 14/10/2020 (recogido en Acta 21/2020) informe favorable con número PI2020186.

## Resultados

Se obtuvo la respuesta de un total de 404 residentes en el primer corte temporal, con edad media de  $27,82 \pm 0,15$  años, mediana igual a 27, máximo de 57<sup>(10)</sup> y de 411 en el segundo, con edad media de  $28,56 \pm 0,17$  años, mediana igual a 28, máximo de 58, existiendo diferencias significativas en relación con la edad de los residentes (diferencia de medias =  $0,74 \pm 0,23$  años,  $p = 0,001$ ). Las frecuencias de las variables descriptivas pueden consultarse en la tabla 1.

**Tabla 1.** Estadísticos descriptivos de los/las residentes participantes en el estudio de satisfacción laboral y calidad de vida

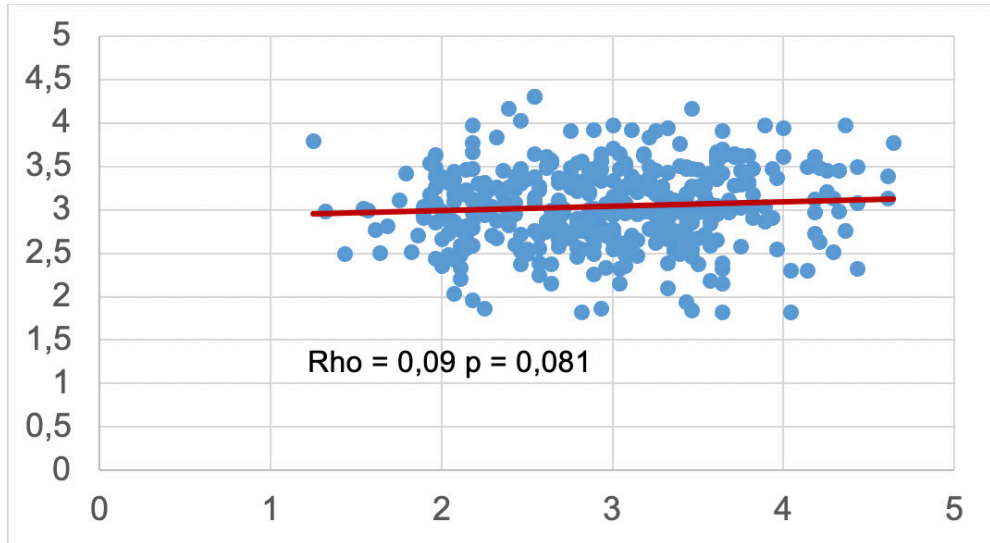
	1º corte		2º corte		p-valor
	fi	% (IC95%)	fi	% (IC95%)	
Hombres	137	33,91 (29,29-38,53)	134	32,60 (28,07-37,14)	0,692
Mujeres	267	66,09 (61,47-70,71)	277	67,40 (62,86-71,93)	
Residentes de 1º año	80	19,80 (15,92-23,69)	90	21,90 (17,90-25,90)	0,001*
Residentes de 2º año	142	35,15 (30,49-39,80)	99	24,09 (19,95-28,22)	
Residentes de 3º año	112	27,72 (23,36-32,09)	118	28,71 (24,34-33,08)	
Residentes de 4º o 5º año	70	17,33 (13,64-21,02)	104	25,30 (21,10-29,51)	
Realizan turnos de guardia	306	75,74 (71,56-79,92)	310	75,43 (71,26-79,59)	0,982
Con alguna patología	16	3,96 (2,06-5,86)	20	4,87 (2,79-6,95)	0,529

### Satisfacción laboral

El estudio del resultado global del cuestionario sobre SL ofreció los siguientes estadísticos para el 1º corte: media  $2,97 \pm 0,04$ , mediana 2,98, máximo 4,64 y mínimo 1,25 y para el 2º corte: media  $3,03 \pm 0,02$ , mediana 3,02, máximo 4,30 y mínimo 1,82. No se observó diferencias entre las medias de ambos cortes ( $-0,07$ ;  $p = 0,091$ ).

No se verificó relación entre la SL autopercibida entre ambos cortes ( $Rho = -0,02$ ;  $p = 0,709$ ), encontrándose diferencias significativas entre sus medias, a favor del 2º corte ( $-0,13$ ;  $p = 0,017$ ).

La SL global, medida a través del cuestionario, tampoco mostró correlación entre ambos cortes (Rho = 0,09; p = 0,081), sin diferencias entre sus medias (-0,07; p = 0,090); ver figura 1.



**Figura 1.** Diagrama de puntos de la relación entre el resultado de la satisfacción laboral global del 1º corte (x) frente al 2º corte (y)

El estudio de los factores que componen el cuestionario informó, para el Factor 1, la no correlación entre el 1º y 2º corte (Rho = 0,01; p = 0,786), sin diferencias entre sus medias (-0,08; p = 0,096). Para el Factor 2 no se probó relación significativa (Rho = 0,02; p = 0,748), pero sí diferencias entre sus medias (-0,13; p = 0,009). Y, para el factor 3 se constató correlación (Rho = 0,13; p = 0,008) y también diferencias entre sus medias (-0,09; p = 0,043).

Los valores de las medias de cada uno de los ítems y las medidas resumen (factores) y global pueden consultarse en la tabla 2. La mayor diferencia de medias (0,39) apareció en el ítem 15 (La respuesta del hospital a las necesidades y peticiones de formación de los trabajadores, es...)

**Tabla 2.** Valores de las medias resultantes de las respuestas de los/las residentes en relación a la satisfacción laboral (SL)

Ítem	media	media	p-valor
1	3,34 ± 0,06	3,40 ± 0,05	0,380
2	3,72 ± 0,05	3,64 ± 0,05	0,352
3	3,27 ± 0,05	3,29 ± 0,05	0,738
4	3,91 ± 0,05	3,97 ± 0,05	0,327
5	3,73 ± 0,05	3,77 ± 0,05	0,447
6	3,20 ± 0,05	3,36 ± 0,05	0,023*
7	2,69 ± 0,06	2,90 ± 0,05	0,007*
8	3,09 ± 0,06	3,28 ± 0,05	0,010*
9	3,89 ± 0,05	3,80 ± 0,05	0,149
10	3,29 ± 0,05	3,37 ± 0,05	0,224
11	2,91 ± 0,05	3,04 ± 0,05	0,078

Ítem	media	media	p-valor
12	3,09 ± 0,05	3,20 ± 0,05	0,070
13	3,19 ± 0,05	3,21 ± 0,05	0,740
14	3,20 ± 0,05	3,34 ± 0,05	0,048*
15	2,59 ± 0,05	2,98 ± 0,05	< 0,001*
16	2,65 ± 0,05	2,83 ± 0,05	0,013*
17	2,90 ± 0,05	2,94 ± 0,05	0,486
18	2,74 ± 0,05	2,84 ± 0,05	0,147
19	2,30 ± 0,05	2,41 ± 0,06	0,153
20	2,41 ± 0,06	2,43 ± 0,06	0,849
21	2,16 ± 0,05	2,26 ± 0,05	0,161
22	2,42 ± 0,05	2,56 ± 0,04	0,028*
23	2,14 ± 0,05	2,29 ± 0,04	0,019*
24	3,20 ± 0,05	3,19 ± 0,05	0,827
25	2,90 ± 0,04	3,02 ± 0,04	0,040*
26	2,70 ± 0,05	2,86 ± 0,04	0,010*
27	3,11 ± 0,05	3,11 ± 0,05	0,992
28	2,39 ± 0,05	2,59 ± 0,05	0,003*
Factor 1	3,34 ± 0,04	3,42 ± 0,03	0,097
Factor 2	2,61 ± 0,04	2,73 ± 0,03	0,009*
Factor 3	2,86 ± 0,04	2,95 ± 0,03	0,043*
SL autopercibida**	3,33 ± 0,03	3,46 ± 0,04	0,017*
SL global	2,97 ± 0,04	3,03 ± 0,02	0,091

Factor 1 = Relaciones de mando, interpersonales y participación (preguntas 1 a 12).

Factor 2 = Formación, promoción y retribución (preguntas 13 a 23).

Factor 3 = Organización del trabajo (preguntas 24 a 28).

\* Existencia de diferencias significativas entre los valores de las medias de ambos cortes.

\*\* Pregunta adicional al cuestionario de SL.

La asociación de los resultados medios de la SL autopercibida por sexo (hombre/mujer) no ofreció significación estadística ni en el 1º corte (0,12;  $p = 0,178$ ), ni en el 2º corte (0,07;  $p = 0,379$ ). Igual situación se encontró al analizar la SL global (puntaje del cuestionario): 1º corte (-0,02;  $p = 0,810$ ) y 2º corte (0,03;  $p = 0,535$ ).

Al relacionar la SL global según la existencia de patología (No/Si) no se evidenció asociación para ninguno de los cortes estudiados: 1º corte (0,15;  $p = 0,361$ ) y 2º corte (0,55;  $p = 0,597$ ).

La comparación de los resultados de SL según la realización, o no, de turnos de urgencia (No/Si) tampoco presentó ninguna asociación estadística: 1º corte (0,72;  $p = 0,345$ ) y 2º corte (-0,01;  $p = 0,980$ ).

El análisis de la SL por grupos de edad ( $\leq 27$  años /  $\geq 28$  años) mostró, en el 1º corte, relación significativa a favor del grupo más joven (0,22;  $p = 0,001$ ), no así en el 2º corte (0,03;  $p = 0,462$ ).

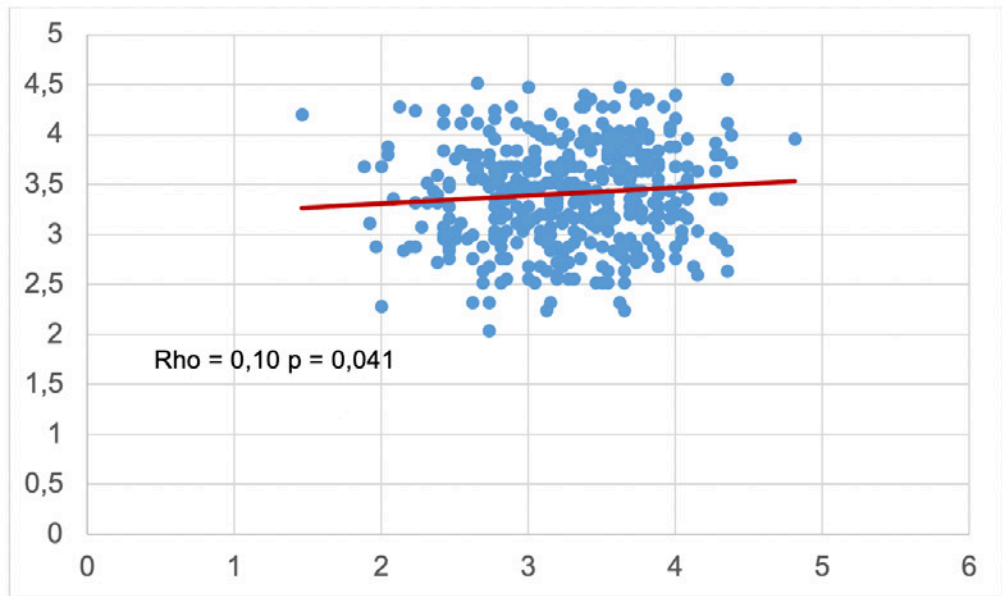
Al comparar los datos globales de la SL según el año de residencia solo se observaron diferencias, en el 1º corte, entre los/las residentes del 1º año y del resto de ellos ( $p < 0,001$  en todos los casos). Para el 2º corte no existieron diferencias significativas a este respecto ( $p > 0,05$  en todos los casos).

### Calidad de vida

El estudio del resultado global del cuestionario sobre CV ofreció los siguientes estadísticos para el 1º corte: media 3,27 ± 0,03, mediana 3,31, máximo 4,87 y mínimo 1,46 y para el 2º corte: media 3,41 ± 0,02, mediana 3,44, máximo 4,56 y mínimo 2,04, encontrando diferencias significativas entre las medias de ambos cortes (-0,14;  $p < 0,001$ ).

No se obtuvo relación en cuanto a la CV autopercibida (ítem 1) entre ambos cortes (Rho = -0,08;  $p = 0,117$ ), obteniendo diferencias entre sus medias, a favor del 2º corte (-0,22;  $p < 0,001$ ).

La CV global, medida a través del cuestionario, mostró baja correlación entre ambos cortes ( $Rho = 0,10$ ;  $p = 0,041$ ), con diferencias en cuanto a sus medias ( $-0,14$ ;  $p < 0,001$ ); ver figura 2.



**Figura 2.** Diagrama de puntos de la relación entre el resultado de la calidad de vida global del 1<sup>er</sup> corte (x) frente al 2<sup>o</sup> corte (y)

El análisis de los diferentes Dominios que integran el cuestionario indicó, para el Dominio 1, la no correlación entre el 1<sup>er</sup> y el 2<sup>o</sup> corte ( $Rho = 0,04$ ;  $p = 0,402$ ), con diferencia de medias, a favor del 2<sup>o</sup> corte ( $-0,18$ ;  $p < 0,001$ ). Para el Dominio 2, no hubo correlación significativa entre los cortes ( $Rho = 0,08$ ;  $p = 0,124$ ), con asociación en la diferencia de medias ( $-0,08$ ;  $p = 0,048$ ). En el Dominio 3, tampoco hubo correlación entre el 1<sup>er</sup> y el 2<sup>o</sup> corte ( $Rho = 0,06$ ;  $p = 0,208$ ), aunque si la hubo en la diferencia de medias ( $-0,16$ ;  $p = 0,008$ ). Para el Dominio 4, si se halló baja correlación entre ambos cortes ( $Rho = 0,14$ ;  $p = 0,004$ ) e igualmente se probaron diferencias entre las medias ( $-0,16$ ;  $p < 0,001$ ).

Los valores de las medias de cada uno de los ítems y las medidas resumen (dominios) y global pueden consultarse en la tabla 3.

**Tabla 3.** Valores de las medias resultantes de las respuestas de los/las residentes en relación a la calidad de vida (CV)

ítem	media	media	p-valor
1	3,38 ± 0,05	3,59 ± 0,05	< 0,001*
2	3,75 ± 0,05	3,78 ± 0,05	0,673
3	1,74 ± 0,05	1,74 ± 0,05	0,973
4	1,50 ± 0,05	1,53 ± 0,05	0,689
5	3,47 ± 0,05	3,69 ± 0,05	< 0,001*
6	3,82 ± 0,05	3,91 ± 0,05	0,203
7	3,25 ± 0,05	3,31 ± 0,05	0,368
8	3,19 ± 0,05	3,47 ± 0,05	< 0,001*
9	3,37 ± 0,05	3,52 ± 0,04	0,026*

Ítem	media	media	p-valor
10	3,27 ± 0,06	3,48 ± 0,05	0,004*
11	3,51 ± 0,06	3,56 ± 0,05	0,513
12	3,67 ± 0,05	3,67 ± 0,05	0,962
13	3,53 ± 0,05	3,63 ± 0,04	0,108
14	2,91 ± 0,05	3,25 ± 0,05	< 0,001
15	3,61 ± 0,06	4,12 ± 0,04	< 0,001*
16	2,87 ± 0,06	2,92 ± 0,06	0,502
17	3,27 ± 0,05	3,50 ± 0,05	0,001*
18	3,39 ± 0,05	3,58 ± 0,05	0,002*
19	3,46 ± 0,05	3,64 ± 0,04	0,004*
20	3,42 ± 0,05	3,55 ± 0,05	0,067
21	3,05 ± 0,06	3,35 ± 0,06	< 0,001
22	3,70 ± 0,05	3,76 ± 0,05	0,371
23	3,91 ± 0,05	3,97 ± 0,04	0,313
24	3,91 ± 0,05	3,97 ± 0,04	0,333
25	3,32 ± 0,06	3,64 ± 0,06	< 0,001*
26	2,84 ± 0,05	2,70 ± 0,04	0,031*
Dominio 1	2,81 ± 0,03	2,98 ± 0,03	< 0,001*
Dominio 2	3,39 ± 0,03	3,47 ± 0,03	0,048*
Dominio 3	3,39 ± 0,05	3,55 ± 0,04	0,008*
Dominio 4	3,48 ± 0,03	3,64 ± 0,03	< 0,001*
Global	3,27 ± 0,03	3,41 ± 0,02	< 0,001*

Dominio 1: Salud física (ítems 3, 4, 10, 15, 16, 17 y 18).

Dominio 2: Salud psicológica (ítems 5, 6, 7, 11, 19 y 26).

Dominio 3: Relaciones sociales (ítems 20, 21 y 22).

Dominio 4: Ambiente (ítems 8, 9, 12, 13, 14, 23, 24 y 25).

\* Existencia de diferencias significativas entre los valores de las medias de ambos cortes.

La relación de los resultados medios de la CV autopercebida por sexo (hombre/mujer) no ofrecieron significación ni en el 1º corte (0,04; p = 0,709), ni en el 2º corte (0,14; p = 0,112). Lo mismo se obtuvo al analizar la CV global (puntaje del cuestionario): 1º corte (-0,04; p = 0,481) y 2º corte (-0,01; p = 0,975).

No se evidenciaron diferencias significativas al estudiar la CV global según existencia de patología(No/Si) en ninguno de los 2 periodos temporales analizados: 1º corte (0,73; p = 0,605) y 2º corte (0,96; p = 0,399).

La comparación de medias de la CV según la realización de turnos de urgencia (No/Si) demostró que para el 1º corte no existió asociación (-0,03; p = 0,619), pero si hubo diferencias estadísticamente significativas en el caso del 2º corte (-0,11; p = 0,046).

La relación de la CV por grupos de edad ( $\leq 27$  años /  $\geq 28$  años) fue significativa en el 1º corte, relación significativa a favor del grupo más joven (0,13; p = 0,018), pero no en el caso del 2º corte (0,02; p = 0,6842).

No hubo diferencias entre los datos globales de la CV en relación con el año de residencia en ninguno de los dos cortes (p > 0,05 en todos los casos).

## Discusión

El análisis de los datos obtenidos mostró que los residentes españoles percibieron, en ambos cortes, una adecuada SL así como una buena CV, con datos similares a los observados en la época prepandémica<sup>(10,15)</sup>. Incluso, se pudo constatar la mejoría de algunos factores relacionados con la SL y los dominios de la CV.

El número de participantes se creyó suficiente al presentar datos mayores que otros trabajos previos, como por ejemplo los estudios recopilados por la revisión sistemática de Raji<sup>(16)</sup>.

Si bien, el resultado global de la SL no presentó diferencias significativas entre los dos cortes, si lo hizo tanto en cuanto a la SL autopercebida como a dos de los factores que componen el cuestionario: Factor 2 (Formación, promoción y retribución) y Factor 3 (Organización del trabajo). Estos resultados se sitúan en línea con el estudio “CIGNA COVID-19 Global Impact Study”<sup>(17)</sup> que, en el caso concreto de España, mostró que la SL percibida de los empleados había mejorado. Además, sorprendentemente, los índices de soledad no se vieron afectados. Este estudio indicaba que, en general, los trabajadores se habían adaptado correctamente a la adversidad. González-Anglada et al.<sup>(7)</sup>, señalaron que más de la mitad de los residentes españoles percibieron que el aprendizaje obtenido presentaba un balance final positivo, si bien, en ocasiones, se sintieron superados por el cansancio, el impacto emocional, la sobrecarga asistencial, los conflictos éticos y la falta de recursos. Igualmente, las actividades virtuales fueron ampliamente aceptadas, aunque no reemplazaron por completo las necesidades de formación de todos los residentes<sup>(18)</sup>.

Que el ítem 15 (respuesta del hospital a las necesidades y peticiones de formación) fuera el que mayor significación presentara no puede extrañar ya que el diseño de acciones de perfeccionamiento de los residentes es una de las facetas más valoradas por los mismos<sup>(15)</sup>. La recuperación de los rotatorios tras la primera fase de la pandemia, reanudó la formación reglada de los residentes, terminando así con el descontento manifestado por más de la mitad de éstos, ante su percepción de que el trabajo relacionado con la COVID le había aportado poco a nivel de formación al haberse focalizado todo el aprendizaje en una sola patología<sup>(19,20)</sup>.

En relación al Factor 1 (Relaciones de mando, interpersonales y participación), donde no se observó significación estadística entre los dos periodos analizados, hay que tener presente que las medias de ambos periodos fueron más altas que en los restantes Factores. Quizá, este buen dato sea el motivo de no observar cambio alguno en el valor global. Además, existen estudios que han demostrado la buena relación existente con el tutor, ya que este suele involucrarse en el proceso de formación del residente, promoviendo así el respeto y la confianza hacia la figura del formador<sup>(10,21,22)</sup>. Igualmente, en una consulta, a través de redes sociales, realizada por vocalía de residentes de la sociedad española de medicina familiar y comunitaria durante la pandemia, se constató la buena valoración de la figura del tutor<sup>(19)</sup>. A la par, la pandemia COVID-19 contribuyó a reforzar la identidad profesional de los residentes<sup>(23)</sup>.

La mejoría de la SL autopercebida, no observada en los resultados de la SL global obtenidos del cuestionario, pudo deberse a la vacunación masiva de los sanitarios españoles, lo que disminuyó el miedo a contraer o transmitir la enfermedad<sup>(24,25)</sup> y permitió la reanudación parcial de los contactos sociales. Sin embargo, el trabajo de Magnavita et al.<sup>(26)</sup>, no encontró relación entre la vacunación y la mejoría de la salud mental de los médicos residentes. Del mismo modo, la relajación de las normas COVID por la, así llamada, “nueva normalidad”<sup>(27)</sup> intervino positivamente en la mejora de la percepción de la SL. El levantamiento de las restricciones permitió la recuperación de las actividades sociales y de ocio, favoreciendo el adecuado equilibrio entre trabajo y vida personal. Asimismo, recobrar las actividades, dentro del trabajo, ofreció a los residentes la posibilidad de tener tiempo para repasar las notas clínicas, comentar incidencias con los colegas, poder revisar la literatura científica o estudiar<sup>(28)</sup>, lo cual pudo influir en la mejoría en la SL autopercebida.

La CV mostró, tanto en sus 4 Dominios, como en el resultado Global, una mejoría significativa en el segundo periodo estudiado. Estos datos, concordarían con los del estudio “CIGNA COVID-19 Global Impact Study”<sup>(17)</sup> donde se sugería que, a pesar de la pandemia y el confinamiento, la percepción de bienestar se había conservado.

Como es lógico, en el primer periodo de la pandemia, el aumento de las guardias (generalmente en horario nocturno) afectó a la calidad del trabajo y, por ende, a la CV de los residentes<sup>(29)</sup>. Asimismo, está comprobado que el trabajo por turnos afecta al estado anímico lo que provoca algún tipo de desafectación en las relaciones profesionales, sociales y familiares<sup>(30)</sup>.

Por otro lado, la calidad de vida de los residentes se vio alterada por las situaciones generadas por la pandemia, por cuanto se constataron en ellos niveles medios/altos de ansiedad, depresión, preo-

cupación e insomnio y, en menor medida, estrés<sup>(25)</sup>. Pero, la vuelta a la “nueva normalidad” disminuyó la sensación de aislamiento y mejoró, o reactivó, su programa formativo, situación que benefició notablemente su CV<sup>(6)</sup>. Quedó patente que trabajar como médico residente durante la pandemia de COVID-19 tuvo un efecto negativo en su vida profesional y personal<sup>(31)</sup>, por lo que el alivio de la disminución de restricciones influyó en la mejora de la CV.

Tras el primer periodo de la pandemia, la vuelta a un menor número de guardias, el cambio a turnos más cortos, la capacidad de brindar atención médica de calidad y la disponibilidad de reanudar su formación dio a los residentes la percepción de una mejora en el bienestar<sup>(32)</sup>. Parece ser, según Smida et al.<sup>(5)</sup>, que las estrategias que promovieron la resiliencia y los estilos de afrontamiento disminuyeron el deterioro de la salud mental durante la pandemia de los residentes. Igualmente, la disminución de las restricciones junto con la flexibilidad de los programas formativos y la posibilidad de superar las limitaciones de espacio promovieron a una mejor CV<sup>(33)</sup>.

### Posibles limitaciones

La principal limitación fue la carencia de estudios, pre-post, que comparasen la SL y/o la CV en dos etapas de la pandemia del COVID-19. Esta situación ha motivado que no pudiese contrastarse adecuadamente los resultados obtenidos, restringiendo también el alcance del análisis. Es importante destacar que descubrir una limitación de este tipo puede servir como una oportunidad para identificar nuevas brechas en la literatura científica y consecuentemente nuevas investigaciones.

Otra dificultad, inherente a estudios con de este tipo de diseño, fue la subjetividad personal a la hora de responder, hecho que pudo redundar en errores de medición, especialmente en el complejo periodo estudiado. Por ello, se tuvo en cuenta que los resultados obtenidos pudieran no constituir evidencia sólida, puesto que la sinceridad de las respuestas quedaba a criterio de los participantes y, como es sabido, los datos auto-informados están limitados por el hecho de que pocas veces pueden ser verificados. Sin embargo, el alto número de residentes participantes permitió obtener una visión amplia de lo ocurrido durante la pandemia en todo el territorio nacional. Dada la cantidad de contestaciones recibidas se consideró que el posible sesgo de información no influyó de manera significativa en los hallazgos encontrados.

## Conclusiones

Los residentes manifestaron, en relación a la SL, mejoría en el Factor 2 (Formación, promoción y retribución), en el Factor 3 (Organización del trabajo) y en la autopercepción de su SL. Pero, estos datos no se vieron reflejados en el valor global, medido mediante el cuestionario, en los dos periodos temporales estudiados.

Respecto a la CV se constataron mejores datos en el 2º corte en todos los Dominios (Dominio 1: Salud física; Dominio 2: Salud psicológica; Dominio 3: Relaciones Sociales y Dominio 4: Ambiente): Igualmente, se obtuvieron resultados más favorables en el 2º corte en cuanto a la CV autopercebida y en el resultado global del cuestionario.

## Bibliografía

1. Peydró Navarro C. Calidad de vida, trabajo y salud en los profesionales sanitarios: un estudio en el Hospital General Universitario de Alicante [tesis doctoral]. Alicante, España: Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad de Alicante; 2015.
2. Prins JT, Gazendam-Donofrio SM, Tubben BJ, van der Heijden FMMA, van de Wiel HBM, Hoekstra-Weebers JEHM. Burnout in medical residents: a review. *Med Educ.* 2007;41(8):788-800. DOI: 10.1111/j.1365-2923.2007.02797.x



3. Coleman JR, Abdelsattar JM, Glocker RJ, RAS-ACS COVID-19 Task Force. COVID-19 pandemic and the lived experience of surgical residents, fellows, and early-career surgeons in the American college of surgeons. *J Am Coll Surg*. 2021;232(2):119-35. DOI: 10.1016/j.jamcollsurg.2020.09.026
4. Kogan M, Klein SE, Hannon CP, Nolte MT. Orthopaedic education during the COVID-19 pandemic. *J Am Acad Orthop Surg*. 2020;28(11):e456-64. DOI: 10.5435/JAAOS-D-20-00292
5. Smida M, Khodoruth MAS, Al-Nuaimi SK, Al-Salihy Z, Ghaffar A, Khodoruth WNC-K, et al. Coping strategies, optimism, and resilience factors associated with mental health outcomes among medical residents exposed to coronavirus disease 2019 in Qatar. *Brain Behav*. 2021;11(8):e2320. DOI: 10.1002/brb3.2320
6. Chang D-G, Park J-B, Baek GH, Kim HJ, Bosco A, Hey HWD, et al. The impact of COVID-19 pandemic on orthopaedic resident education: a nationwide survey study in South Korea. *Int Orthop*. 2020;44(11):2203-10. DOI: 10.1007/s00264-020-04714-7
7. González-Anglada MI, Garmendia-Fernández C, Sanmartín-Fenollera P, Martín-Fernández J, García-Pérez F, Huelmos-Rodrigo AI. Impacto de la pandemia COVID-19 en la formación sanitaria especializada en un centro docente. *J Healthc Qual Res*. 2022;37(1):12-9. DOI: 10.1016/j.jhqr.2021.07.006
8. Shah ASV, Wood R, Gribben C, Caldwell D, Bishop J, Weir A, et al. Risk of hospital admission with coronavirus disease 2019 in healthcare workers and their households: nationwide linkage cohort study. *BMJ*. 2020;371:m3582. DOI: 10.1136/bmj.m3582
9. Abdessater M, Rouprêt M, Misrai V, Matillon X, Gondran-Tellier B, Fretón L, et al. COVID19 pandemic impacts on anxiety of French urologist in training: Outcomes from a national survey. *Progres Urol*. 2020;30(8-9):448-55. DOI: 10.1016/j.purol.2020.04.015
10. Muñoz-Cobo Orosa B, Pérez García M, Rodríguez Ledott M, Varela Serrano C, Sanz Valero J. Satisfacción laboral y calidad de vida de los médicos residentes españoles durante la pandemia por la COVID-19. *Med Segur Trab*. 2022;67(264):169-90. DOI: 10.4321/s0465-546x2021000300004
11. Aranaz Andrés JM. Cuestionario Font Roja: Un instrumento de medida de la satisfacción en el medio hospitalario. *Todo Hosp*. 1988;(52):63-8.
12. Nogués Sánchez L. Evaluación de la satisfacción laboral en un servicio de recursos humanos de un hospital público [memoria trabajo de fin de máster]. Palma, España: Universitat de les Illes Balears; 2016.
13. Núñez González E, Estévez Guerra GJ, Hernández Marrero P, Marrero Medina CD. Una propuesta destinada a complementar el cuestionario Font-Roja de satisfacción laboral. *Gac Sanit*. 2007;21(2):136-41. DOI: 10.1157/13101040
14. WHOQOL Group. WHOQOL: Measuring Quality of Life [Internet]. Geneva, Switzerland: World Health Organization; 2021 [citado 2 de junio de 2022]. Recuperado: <https://www.who.int/toolkits/whoqol>
15. Fernández Martínez O, Moreno Suárez S, Hidalgo Cabrera C, García del Río García B, Martín Tapia A. Calidad de vida profesional de los médicos residentes. *Arch Med*. 2007;3(3):1-19.
16. Raj KS. Well-Being in Residency: A Systematic Review. *J Grad Med Educ*. 2016;8(5):674-84. DOI: 10.4300/JGME-D-15-00764.1
17. CIGNA. COVID-19 Global Impact Study [Internet]. Connecticut, USA: CIGNA; 2020 [citado 20 de julio de 2022]. Recuperado: <https://bit.ly/3blBSXn>
18. Sánchez-Gómez S, Maza-Solano JM, López Flórez L, Parente Arias P, Lobo Duro D, Palacios-García JM. Impacto de la pandemia COVID-19 en la formación de los residentes de otorrinolaringología. *Acta Otorrinolaringol Esp*. 2022;73(4):235-45. DOI: 10.1016/j.otorri.2021.09.001
19. Gutiérrez Muñoz B, Ruiz Aranda A, Párraga Martínez I. Situación de los residentes de Medicina Familiar y Comunitaria en época de la COVID-19: opiniones y percepciones. *Rev Clínica Med Fam*. 2021;14(1):43-6.

20. Sánchez Martínez DA, Madrigal Laguía P, Serrano Porta S, Guardiola Olmos JÁ, Cañadilla Ferreira M. Análisis de la actividad laboral de los profesionales sanitarios en formación de la Región de Murcia ante la pandemia por COVID-19. *Rev Esp Educ Médica*. 2020;1(1):11-23. DOI: 10.6018/edumed.422531
21. Lucas Pérez-Romero FJ, Chacón Caso P, Casado Vicente V, Pablo Cerezuela F. Percepción de los Residentes de Medicina Familiar y Comunitaria sobre el programa formativo de la Especialidad. *Rev Clínica Med Fam*. 2012;5(1):17-24. DOI: 10.4321/S1699-695X2012000100004
22. Zubair MH, Hussain LR, Williams KN, Grannan KJ. Work-Related Quality of Life of US General Surgery Residents: Is It Really so Bad? *J Surg Educ*. 2017;74(6):e138-46. DOI: 10.1016/j.jsurg.2017.09.018
23. González-Anglada MI, Huelmos-Rodrigo AI, García-Pérez F, Martín-Fernández J, Sanmartín-Fenollera P, Garmendia-Fernández C, et al. Percepción de los residentes sobre el impacto de la pandemia COVID 19 en la formación en profesionalismo. *Ars Medica*. 2021;46(3):40-6. DOI: 10.11565/arsmed.v46i3.1807
24. Kovach JG, Combs CJ, Singh H, Dubin WR. Psychiatry Resident Quality of Life. *Acad Psychiatry J Am Assoc Dir Psychiatr Resid Train Assoc Acad Psychiatry*. 2016;40(1):76-80. DOI: 10.1007/s40596-015-0387-9
25. García-Iglesias JJ, Gómez-Salgado J, Martín-Pereira J, Fagundo-Rivera J, Ayuso-Murillo D, Martínez-Riera JR, et al. Impact of SARS-CoV-2 (Covid-19) on the mental health of healthcare professionals: a systematic review. *Rev Esp Salud Publica*. 2020;94.
26. Magnavita N, Soave PM, Antonelli M. A One-Year Prospective Study of Work-Related Mental Health in the Intensivists of a COVID-19 Hub Hospital. *Int J Environ Res Public Health*. 2021;18(18):9888. DOI: 10.3390/ijerph18189888
27. Mateos R, Fernández M, Franco M, Sánchez M. COVID-19 in Spain. Coming back to the «new normality» after 2 months of confinement. *Int Psychogeriatr*. 2020;32(10):1169-72. DOI: 10.1017/S1041610220001155
28. Navinés R, Olivé V, Fonseca F, Martín-Santos R. Estrés laboral y burnout en los médicos residentes, antes y durante la pandemia por COVID-19: una puesta al día. *Med Clin (Barc)*. 2021;157(3):130-40. DOI: 10.1016/j.medcli.2021.04.003
29. Sundberg K, Frydén H, Kihlström L, Nordquist J. The Swedish duty hour enigma. *BMC Med Educ*. 2014;14 Suppl 1:S6. DOI: 10.1186/1472-6920-14-S1-S6
30. Sarmiento PJ, Parra Chico A. Calidad de vida en médicos en formación de postgrado. *Pers Bioét*. 2015;19(2):290-302. DOI: 10.5294/pebi.2015.19.2.8
31. Barac A, Krnjaic P, Vujnovic N, Matas N, Runjic E, Rogoznica M, et al. The impact of the COVID-19 pandemic on resident physicians: A cross-sectional study. *Work Read Mass*. 2021;69(3):751-8. DOI: 10.3233/WOR-205253
32. Damari E, Fargel A, Berger I, Ron R, Yeshayahu Y. Pediatric Residents' Perception of Medical Education, General Wellness and Patient Care Following the Shortening of Shifts during the COVID-19 Pandemic. *Isr Med Assoc J IMAJ*. 2021;23(4):214-8.
33. Chen SZ, Kapral N, Dueck N, Gaskin CM, Bueno J, Hanley M. TeleResidents: Exploring the use of Resident Home Workstations During the COVID Pandemic. *Acad Radiol*. 2022;29(3):450-5. DOI: 10.1016/j.acra.2021.11.001

# Anexo 1

## Satisfacción laboral & calidad de vida de los médicos residentes españoles

Preguntas iniciales		
Sexo	Hombre	
	Mujer	
Año de nacimiento		
¿En la actualidad está usted enfermo/a?	No	
	Si	
Año de residencia en el momento de responder este formulario	Residente de 1º año	
	Residente de 2º año	
	Residente de 3º año	
	Residente de 4º o 5º año	
¿Realiza turnos de urgencia fuera del horario laboral ordinario?	No	
	Si	

Cuestionario sobre satisfacción laboral						
¿Cómo calificaría el grado de su satisfacción laboral?						
Muy malo	1	2	3	4	5	Muy bueno
Cree que en su servicio o unidad se valora y reconoce el trabajo bien hecho:						
Nunca	1	2	3	4	5	Siempre
Considera que la capacitación de su superior directo para ejercer las funciones que le corresponden como tal es:						
Muy baja	1	2	3	4	5	Muy alta
Su mando directo le da las orientaciones y apoyo que requiere para el desempeño de su trabajo:						
Nunca	1	2	3	4	5	Siempre
Entiende que el trato personal (respeto, comprensión, ...) que su superior directo tiene respecto a usted, es:						
Muy inadecuado	1	2	3	4	5	Muy adecuado
En general, valora la relación profesional con su superior directo como:						
Muy insatisfactoria	1	2	3	4	5	Muy satisfactoria
En relación a las posibilidades de participación en las decisiones cotidianas que afectan a su actividad y entorno de trabajo, está:						
Muy insatisfecho/a	1	2	3	4	5	Muy insatisfecho/a
Considera que sus posibilidades de participar en la mejora del funcionamiento (organización y planificación del trabajo, definición de criterios de actuación, etc.) de su unidad o servicio, son:						
Muy bajas	1	2	3	4	5	Muy altas
Su mando directo trabaja con el equipo los proyectos y cuestiones que afectan a su unidad o servicio, y propicia la aportación de propuestas y sugerencias:						
Nunca	1	2	3	4	5	Siempre
En general, la relación entre compañeros y el ambiente de trabajo existente en su servicio o unidad es:						
Muy insatisfactoria	1	2	3	4	5	Muy satisfactoria

<b>Cuestionario sobre satisfacción laboral</b>						
La información que se le da para la correcta ejecución de su trabajo es:						
Muy insatisfactoria	1	2	3	4	5	Muy satisfactoria
Considera que las sugerencias y aportaciones que realiza para la mejora del servicio son adecuadamente escuchadas y consideradas:						
Nunca	1	2	3	4	5	Siempre
Su nivel de conocimiento sobre los objetivos, proyectos, resultados, etc. De su unidad o servicio es:						
Muy bajo	1	2	3	4	5	Muy alto
La formación que ha recibido en el Hospital para el desarrollo de su puesto de trabajo, le ha resultado:						
Muy insatisfactoria	1	2	3	4	5	Muy satisfactoria
Las posibilidades de formación para su desarrollo profesional que le ofrece el hospital, le parecen:						
Muy insatisfactorias	1	2	3	4	5	Muy satisfactorias
La respuesta del hospital a las necesidades y peticiones de formación de los trabajadores, es:						
Muy insatisfactoria	1	2	3	4	5	Muy satisfactoria
Considera que en el hospital existen, a igualdad de méritos y capacidades, iguales oportunidades de promoción y desarrollo profesional:						
Nunca	1	2	3	4	5	Siempre
Considera que en el hospital va a poder satisfacer sus expectativas de promoción o desarrollo profesional:						
Nunca	1	2	3	4	5	Siempre
Cree que en el hospital se valora a las personas en función de la calidad en el cumplimiento de sus responsabilidades:						
Nunca	1	2	3	4	5	Siempre
La retribución total que recibe en relación al trabajo que realiza, le parece:						
Muy inadecuada	1	2	3	4	5	Muy adecuada
La retribución que recibe, en comparación con la del resto de categorías, le parece:						
Muy inadecuada	1	2	3	4	5	Muy adecuada
Cree que recibe una información suficiente y adecuada sobre las decisiones tomadas por la dirección del hospital que le afectan:						
Nunca	1	2	3	4	5	Siempre
En general, las decisiones que está tomando el equipo directivo del hospital le parecen:						
Muy inadecuadas	1	2	3	4	5	Muy adecuadas
Cree que la dirección del hospital es receptiva a los problemas y demandas de los trabajadores:						
Nunca	1	2	3	4	5	Siempre
En su opinión, la organización del trabajo en tu unidad o servicio es:						
Muy inadecuada	1	2	3	4	5	Muy adecuada

<b>Cuestionario sobre satisfacción laboral</b>						
La coordinación entre los distintos servicios del hospital para la prestación de un buen servicio es:						
Muy inadecuada	1	2	3	4	5	Muy adecuada
Considera que los esfuerzos realizados por el hospital para mejorar su funcionamiento son:						
Muy bajos	1	2	3	4	5	Muy altos
El nivel de colaboración que existe entre su servicio y otros servicios, con los que debe relacionarse por razones de trabajo es:						
Muy bajo	1	2	3	4	5	Muy alto
Su nivel de conocimiento sobre los objetivos, proyectos, resultados, etc. Del hospital es:						
Muy bajo	1	2	3	4	5	Muy alto

<b>Cuestionario sobre calidad de vida</b>						
¿Cómo calificaría su calidad de vida?						
Muy mala	1	2	3	4	5	Muy buena
¿Cómo de satisfecho/a está con su salud?						
Muy insatisfecho/a	1	2	3	4	5	Muy satisfecho/a
Las siguientes preguntas hacen referencia al grado en que ha experimentado ciertos hechos en las dos últimas semanas						
¿Hasta qué punto piensa que el dolor (físico) le impide hacer lo que necesita?						
Nada	1	2	3	4	5	Extremadamente
¿En qué grado necesita de un tratamiento médico para funcionar en su vida diaria?						
Nada	1	2	3	4	5	Extremadamente
¿Cuánto disfruta de la vida?						
Nada	1	2	3	4	5	Extremadamente
¿Hasta qué punto siente que su vida tiene sentido?						
Nada	1	2	3	4	5	Extremadamente
¿Cuál es su capacidad de concentración?						
Nada	1	2	3	4	5	Extremadamente
¿Cuánta seguridad siente en su vida diaria?						
Nada	1	2	3	4	5	Extremadamente
¿Cómo de saludable es el ambiente físico a su alrededor?						
Nada	1	2	3	4	5	Extremadamente
Las siguientes preguntas hacen referencia a si usted experimenta o fue capaz de hacer ciertas cosas en las dos últimas semanas, y en qué medida.						
¿Tiene energía suficiente para la vida diaria?						
Nada	1	2	3	4	5	Totalmente

<b>Cuestionario sobre calidad de vida</b>						
<b>¿Es capaz de aceptar su apariencia física?</b>						
Nada	1	2	3	4	5	Totalmente
<b>¿Tiene suficiente dinero para cubrir sus necesidades?</b>						
Nada	1	2	3	4	5	Totalmente
<b>¿Dispone de la información que necesita para su vida diaria?</b>						
Nada	1	2	3	4	5	Totalmente
<b>¿Hasta qué punto tiene oportunidad de realizar actividades de ocio?</b>						
Nada	1	2	3	4	5	Totalmente
<b>¿Es capaz de desplazarse de un lugar a otro?</b>						
Nada	1	2	3	4	5	Totalmente
<b>Las siguientes preguntas hacen referencia a si en las dos últimas semanas se ha sentido satisfecho/a y cuánto, en varios aspectos de su vida</b>						
<b>¿Cómo de satisfecho/a está con su sueño?</b>						
Muy insatisfecho/a	1	2	3	4	5	Muy satisfecho/a
<b>¿Cómo de satisfecho/a está con su habilidad para realizar sus actividades de la vida diaria?</b>						
Muy insatisfecho/a	1	2	3	4	5	Muy satisfecho/a
<b>¿Cómo de satisfecho/a está con su capacidad de trabajo?</b>						
Muy insatisfecho/a	1	2	3	4	5	Muy satisfecho/a
<b>¿Cómo de satisfecho/a está de sí mismo?</b>						
Muy insatisfecho/a	1	2	3	4	5	Muy satisfecho/a
<b>¿Cómo de satisfecho/a está con sus relaciones personales?</b>						
Muy insatisfecho/a	1	2	3	4	5	Muy satisfecho/a
<b>¿Cómo de satisfecho/a está con su vida sexual?</b>						
Muy insatisfecho/a	1	2	3	4	5	Muy satisfecho/a
<b>¿Cómo de satisfecho/a está con el apoyo que obtiene de sus amigos/as?</b>						
Muy insatisfecho/a	1	2	3	4	5	Muy satisfecho/a
<b>¿Cómo de satisfecho/a está de las condiciones del lugar donde vive?</b>						
Muy insatisfecho/a	1	2	3	4	5	Muy satisfecho/a
<b>¿Cómo de satisfecho/a está con el acceso que tiene a los servicios sanitarios?</b>						
Muy insatisfecho/a	1	2	3	4	5	Muy satisfecho/a
<b>¿Cómo de satisfecho/a está con los servicios de transporte de su zona?</b>						
Muy insatisfecho/a	1	2	3	4	5	Muy satisfecho/a

<b>Cuestionario sobre calidad de vida</b>						
La siguiente pregunta hace referencia a la frecuencia con que usted ha sentido o experimentado ciertos sentimientos en las dos últimas semanas						
¿Con qué frecuencia tiene sentimientos negativos, tales como tristeza, desesperanza, ansiedad, o depresión?						
Nunca	1	2	3	4	5	Siempre
<b>Cierre</b>						
¿Le gustaría hacer algún comentario?						



doi: 10.4321/s0465-546x2022000300003

Revisión sistemática

# Patologías broncopulmonares asociadas a la exposición laboral a Fibras Minerales Artificiales: revisión sistemática

Lung diseases associated with occupational exposure to artificial mineral fibers: systematic review

Ana Conde-Fuentes<sup>1</sup>

Ana M<sup>a</sup> González-Cáceres<sup>2</sup>

Sherry Sue Lonighi-García<sup>3</sup>

Richard Rocha-Vargas<sup>4</sup>

Isabella Vacallanos de Almeida Abril<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Hospital Universitario de Móstoles. Madrid. España.

<sup>2</sup>Complejo Hospitalario Universitario Insular Materno-Infantil de Gran Canaria. Gran Canaria. España.

<sup>3</sup>Hospital Clínico San Carlos. Madrid. España.

<sup>4</sup>Complejo Hospitalario de Navarra. Navarra. España.

<sup>5</sup>Hospital Universitario de Fuenlabrada. Madrid. España.

---

## Correspondencia

Ana Conde Fuentes.  
[anacondesfuentes@hotmail.com](mailto:anacondesfuentes@hotmail.com)

---

**Recibido:** 22.07.2022

**Aceptado:** 26.11.2022

**Publicado:** 26.12.2022

---

## Contribuciones de autoría

Los autores de este texto han contribuido de manera equitativa en la realización de dicho documento.

---

## Financiación

Sin financiación.

---

## Conflicto de intereses

No existe ningún conflicto de interés relacionado con el artículo.

---

## Agradecimientos

A María Jesús Terradillos García, directora de la Escuela Nacional de Medicina del Trabajo, por su ayuda en la elaboración de este artículo.



---

## Cómo citar este trabajo

Conde-Fuentes A, González-Cáceres AM, Lonighi-García SS, Rocha-Vargas R, Vacallanos I. Patologías broncopulmonares asociadas a la exposición laboral a Fibras Minerales Artificiales: revisión sistemática. *Med Segur Trab (Internet)*. 2022;68(268):161-170. doi: 10.4321/s0465-546x2022000300003

---

© BY-NC-SA 4.0

## Resumen

**Introducción:** las fibras minerales artificiales (FMA) representan un grupo de fibras manufacturadas utilizadas principalmente para aislamiento térmico y acústico y de forma general en el ámbito de la construcción. Debido a que tienen una estructura similar a la fibra de amianto, se tiende a pensar que también pueden desarrollar patologías pulmonares como el cáncer, resultando de interés estudiar la exposición laboral a estas fibras y sus posibles consecuencias en la salud del trabajador.

**Método:** revisión sistemática de la literatura científica mediante la búsqueda bibliográfica en MEDLINE a través de PUBMED, SCOPUS, EMBASE, WOS, Cochrane Library Plus, IBECs, LILACS y CISDOC. Se han recuperado artículos publicados en los últimos 10 años (2.008 al 2.018).

**Resultados:** se obtuvieron 137 referencias de las que tras aplicar los criterios de inclusión y exclusión se recuperaron 8 artículos. Según el diseño del estudio contamos con 2 estudios de cohortes, 5 casos y controles y 1 transversal. En algunos estudios se encontró una asociación positiva pero no estadísticamente significativa entre la exposición laboral y el desarrollo de patología pulmonar.

**Conclusiones:** aún no se dispone de suficiente evidencia científica que apoye una relación directa entre la exposición laboral a fibras minerales artificiales y sus implicaciones en el desarrollo de patología broncopulmonar, por lo tanto, se hace necesario realizar más estudios a largo plazo que aporten evidencia sobre este tema, en vista de la gran cantidad de trabajadores expuestos a estas fibras.

---

**Palabras clave:** fibras minerales; fibras minerales artificiales; patologías broncopulmonares; exposición laboral.

## Abstract

**Introduction:** man-made mineral fibers represent a group of manufactured fibers used mainly for thermal and acoustic insulation and generally in the field of construction. Because these fibers have a similar structure to asbestos, it is a reason to think that they can develop pulmonary pathologies such as cancer, resulting in the interest to study the occupational exposure to these fibers and their possible consequences on the worker's health.

**Method:** Systematic review of scientific articles through bibliographic search in MEDLINE (PUBMED), SCOPUS, EMBASE, WOS, Cochrane Library Plus, IBECs, LILACS and CISDOC, published over the last 10 years (2.008 to 2.018).

**Results:** 137 references were retrieved, 8 articles remained after applying the inclusion and exclusion criteria. According to this, there are 2 cohort studies, 5 cases and controls and 1 cross-sectional study. In some of these studies, a positive but not statistically significant association was found between occupational exposure to man-made mineral fibers and the development of pulmonary pathology.

**Conclusions:** there is not enough scientific evidence to support a direct relationship between occupational exposure to man-made mineral fibers and its implications in the development of bronchopulmonary pathologies, therefore it is necessary to conduct more long-term studies that provide evidence on this subject, in view of the large number of workers exposed to these fibers.

---

**Keywords:** mineral fibers; man-made mineral fibers; lung diseases; occupational exposure.

## Introducción

Se denominan fibras a las partículas alargadas cuya longitud es varias veces superior al diámetro. La capacidad de una fibra de causar patología pulmonar viene condicionada en especial por las 3D: dimensión, dosis y durabilidad. Respecto a la dimensión, se consideran fibras respirables —es decir, capaces de llegar al parénquima pulmonar— las que tienen un diámetro  $<3\mu\text{m}$ , una longitud  $>5\mu\text{m}$  y una relación longitud/diámetro  $\geq 3$ . Se acepta que las fibras más gruesas, aunque pudieran ser inhaladas, quedarían retenidas en las partes superiores del sistema respiratorio, y que las más cortas podrían ser fagocitadas por los macrófagos alveolares y ser eliminadas<sup>(1)</sup>. En lo que respecta a la dosis, es la cantidad de fibras que llegan al parénquima pulmonar, y pueden causar patología cuando su concentración supera la capacidad de los mecanismos de defensa para eliminarlas. El término durabilidad, se aplica a estudios *in vitro*, o la biopersistencia, a los estudios *in vivo*, siendo éste el tiempo que una fibra puede permanecer en el pulmón<sup>(2)</sup>. Estas tres características de las fibras condicionan su capacidad para llegar, permanecer y acumularse en el pulmón, y en definitiva causar patología pulmonar<sup>(1)</sup>.

La primera insinuación de que las fibras minerales distintas del amianto eran biológicamente activas y susceptibles de causar enfermedad data de los informes de Stanton y Wrench y Pott y Friedrichs que aparecieron en 1.972<sup>(3)</sup>. Así, la composición química de las fibras minerales artificiales se modificó para aumentar su solubilidad en sistemas biológicos teniendo en cuenta el avance de la tecnología y la disponibilidad de materias primas alternativas<sup>(4)</sup>.

Las fibras minerales artificiales (FMA o MMMF de la denominación inglesa Man-Made Mineral Fibers), también llamadas fibras vítreas artificiales, representan un grupo de fibras manufacturadas que incluyen la lana de roca, lana de escoria, lana de vidrio, filamentos continuos de vidrio, microfibras de vidrio y fibras cerámicas refractarias<sup>(5)</sup>. Se utilizan para aislamiento térmico y acústico y, en ocasiones, para otras propiedades mecánicas en barcos, automóviles, transporte de fluidos y sistemas de aire acondicionado<sup>(4)</sup>. Las FMA están clasificadas como Grupo 3 (no clasificable como carcinógeno para los humanos) por la Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer (IARC) y su reclasificación del Grupo 3 al Grupo 2B (posiblemente carcinogénico para los seres humanos) basado en modelos animales, ha sido controvertido.

Las FMA se clasifican en 3 tipos:

- Los filamentos continuos, son más o menos rectilíneos, de diámetros uniformes y típicamente más gruesos que los de las lanas<sup>(1,3)</sup>.
- Las lanas son fibras entrelazadas y desordenadas de longitudes y diámetros variables. Las lanas minerales se dividen en tres tipos: lana de vidrio, lana de roca y lana de escoria<sup>(1)</sup>.
- Las fibras cerámicas refractarias (FCR), también denominados lanas de aluminosilicato provienen de la mezcla de aluminio, sílice y otros óxidos refractarios<sup>(1,3,6)</sup>.

Los estudios en animales para valorar los potenciales efectos de las FMA sobre el aparato respiratorio se han realizado en roedores. Estos últimos están considerados en la actualidad no idóneos o incluso inadecuados para valorar la toxicidad de las fibras en humanos debido a la arquitectura y a la ultraestructura de su pulmón, a la excesiva sensibilidad de su pleura y a la dificultad para desarrollar cáncer pulmonar cuando se exponen a polvos minerales y fibras biopersistentes. Debido a que la inhalación de amianto ha sido asociada con enfermedades pulmonares, ha surgido la preocupación acerca de los posibles efectos en el árbol respiratorio asociados a la exposición laboral a FMA<sup>(5)</sup>, por esto, resulta de interés la realización de la presente revisión bibliográfica.

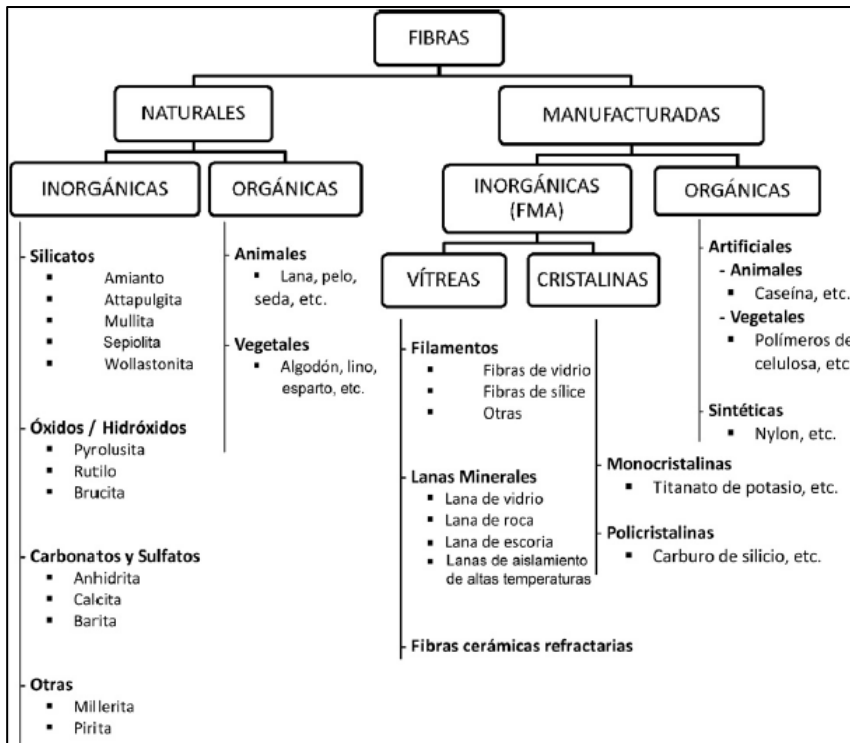


Figura 1: Clasificación de las fibras según su origen y naturaleza<sup>(copia de 1)</sup>.

## Métodos

Se ha realizado una búsqueda bibliográfica exhaustiva de artículos científicos publicados entre el 2.008 y 2.018 acerca de patologías broncopulmonares causadas por la exposición laboral a FMA. La búsqueda de los documentos bibliográficos se llevó a cabo en las siguientes bases de datos: MEDLINE (a través de Pubmed), Scopus, Web of Science (WOS), EMBASE, Índice Bibliográfico Español de Ciencias de la Salud (IBECS), Cochrane Library Plus, Literatura Latinoamericana y del Caribe en Ciencias de la Salud (LILACS) y CISDOC.

Para definir los términos de la búsqueda se empleó el MeSH (thesaurus desarrollado por la U.S. National Library of Medicine), considerándose adecuados “Lung diseases”, “Mineral fibers” y “Occupational Exposure”, como descriptores.

La ecuación de búsqueda final para su empleo en MEDLINE a través de PubMed se establece de la siguiente manera:

((("lung diseases"[MeSH Terms]) AND "mineral fibers"[MeSH Terms]) AND "occupational exposure"[MeSH Terms]).

La búsqueda bibliográfica concluyó el 20 de diciembre de 2.018. Se utilizaron los filtros (límites): “últimos 10 años”, y “humanos”. Esta misma estrategia se adaptó a las características de cada una de las bases de datos consultadas (ver anexo I).

En el presente estudio se siguieron las directrices de la Declaración PRISMA<sup>(7)</sup> durante su elaboración para favorecer la apreciación crítica e interpretación del mismo.

## Selección de estudios:

Los criterios de inclusión y exclusión se muestran en la tabla 1.

**Tabla 1:** Criterios de Inclusión y Exclusión.

Criterios de Inclusión	Criterios de exclusión
Estudios centrados en enfermedades broncopulmonares asociados a la exposición a fibras minerales artificiales.	Estudios centrados en fibras naturales inorgánicas (amianto, entre otras), orgánicas (algodón, seda, entre otras.) y las manufacturadas orgánicas.
Trabajadores expuestos a fibras minerales artificiales.	
Artículos originales: ensayos clínicos, estudios observacionales (cohortes y casos y controles) y estudios transversales.	Revisiones sistemáticas o literarias, metaanálisis, cartas, editoriales, reportes de casos clínicos, estudios in vitro y posters.
Estudios publicados en los últimos 10 años (2.008 al 2.018).	
Idiomas: inglés, castellano y portugués.	Estudios en animales.
Estudios nacionales e internacionales.	

Los artículos fueron, en primer lugar, seleccionados a partir de sus títulos y resúmenes, de acuerdo con los criterios de inclusión y exclusión establecidos previamente. La selección se realizó de forma independiente por los autores, y a continuación se procedió a la lectura del texto completo de los documentos, revisando en sesión conjunta las controversias y llegando a consenso sobre la adecuación o no de su inclusión en la revisión sistemática (ver artículos seleccionados en anexo II).

Tras este primer cribado se procedió a la recuperación de los artículos a texto completo, a través de la biblioteca Nacional de Ciencias de la Salud del ISCIII. Se diseñó una tabla de síntesis de información para la lectura sistemática de los artículos, en la que se incluyeron los siguientes datos: autor y año, país, diseño del estudio, período de estudio, población de estudio y resultados.

La evaluación de la calidad metodológica de los artículos seleccionados se realizó utilizando las pautas de la declaración STROBE (Strengthening the reporting of Observational studies in Epidemiology)<sup>(8)</sup>. Ésta contiene una lista de 22 puntos esenciales acerca de la forma adecuada que deben describirse la publicación de documentos. En él se colocó 1 punto por cada parámetro cumplido, y 0 si no era así, en caso de no ser aplicable no puntuaba y se asignó NA. En aquellos casos en los que existe una subdivisión de parámetros, se realizó una evaluación de forma independiente, otorgando el mismo valor a cada uno de ellos, para posteriormente la elaboración de un promedio evitando así superar la puntuación máxima del ítem (ver Anexo III).

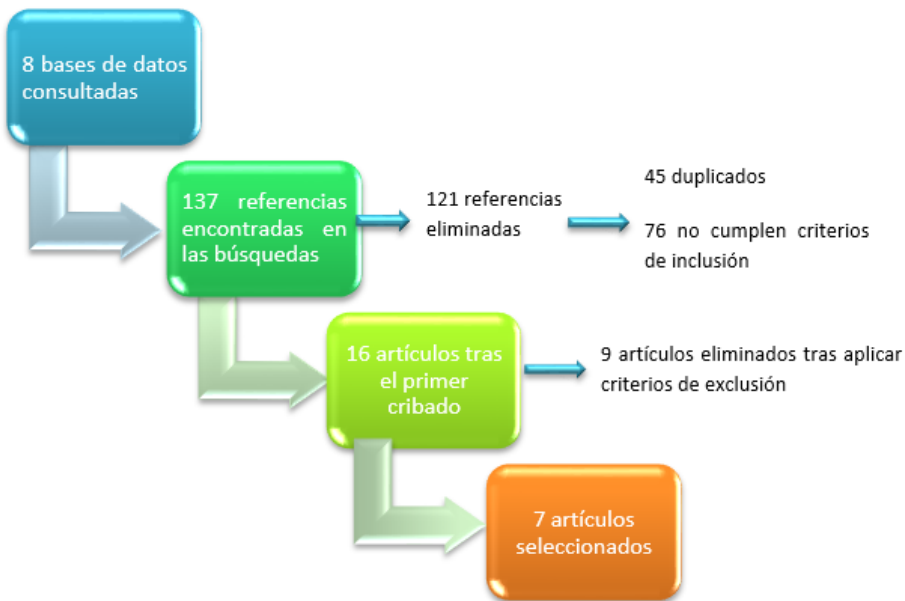
## Resultados

Después de aplicar las estrategias de búsquedas en las distintas bases de datos se obtuvieron 137 referencias (ver Tabla 2). Tras haber leído los resúmenes y títulos, se eliminaron 121 artículos por estar duplicados o no cumplir los criterios de inclusión. Posterior a realizar el primer cribado contábamos con 16 artículos, de los que 9 cumplían criterios de exclusión (5 correspondieron a metaanálisis o revisiones, 1 se trataba de estudio en animales y 2 no trataban sobre FMA) y fueron eliminados (ver Figura 2).

Finalmente la revisión sistemática contará con 7 artículos, procedentes de MEDLINE<sup>(9-11)</sup> y SCOPUS<sup>(12-15)</sup>. Según el diseño del estudio tenemos: 1 artículo de cohortes, 5 de casos y controles y 1 transversal.

**Tabla 2:** Artículos recuperados y seleccionados según bases de datos.

Base de datos	Artículos recuperados	Artículos seleccionados
Medline (Pubmed)	37	3
Scopus	68	4
Embase	28	0
WOS	3	0
IBECs	0	0
LILACS	0	0
Cochrane	0	0
CISDOC	0	0
Total	137	7



**Figura 2:** Flujograma de cribado de selección de artículos.

A continuación, mostramos los resultados obtenidos tras la lectura de los artículos seleccionados:

*LeMasters et al*<sup>(12)</sup> llevaron a cabo un estudio de cohortes en EE.UU. con trabajadores y extrabajadores de varias fábricas de FCR durante 30 años. El objetivo fue determinar si los efectos causados por dichas fibras en los animales de laboratorio también se producían en los trabajadores expuestos a las mismas. Se obtuvieron distintas muestras de trabajadores para calcular la incidencia de mortalidad, la incidencia de cáncer, para valorar cambios radiográficos y espirometrías. El estudio de mortalidad no mostró aumento en las tasas de mortalidad estandarizadas (TME) para el cáncer de pulmón. Se identificó una muerte atribuida a mesotelioma en un trabajador que reportó exposición a amianto. Los cambios intersticiales no fueron elevados y se asoció engrosamiento pleural localizado con pequeñas disminuciones en los resultados de la espirometría.

*Guida et al*<sup>(13)</sup> realizaron un estudio multicéntrico (estudio “ICARE”) en Francia, de casos y controles entre los años 2.001 y 2.007 cuyo objetivo fue evaluar el riesgo de cáncer de pulmón en trabajadores

expuestos a lanas minerales, teniendo en cuenta, también, las exposiciones a tabaco, a amianto y a sílice cristalina. El estudio incluyó un total de 6.481 personas (2.926 casos y 3.555 controles). Se tuvieron en cuenta variables como: datos demográficos, educación, tabaquismo, consumo de alcohol, historia laboral y exposición a fibras. La profesión en la que resultó más frecuente estar en contacto con estas sustancias fue la construcción (76%) y se observó un aumento significativo del riesgo de cáncer de pulmón asociado al tabaquismo. Se obtuvieron unas odds ratio (OR) que variaron entre 0,8-2,1 para cáncer de pulmón asociado a contacto con fibras de lana, aunque la mayoría de estos valores fueron no significativos. No se estableció una clara relación dosis-respuesta a las fibras aunque las OR aumentaron tanto en la intensidad como en la duración (exposición >15 años con intensidad >1 fibra/cc).

*Lockey et al*<sup>(15)</sup> realizaron un estudio de casos y controles en EE.UU. entre 1.987 y 2.008 en el que intentaron probar la implicación de las FCR en los cambios pleurales observados en las radiografías de los trabajadores expuestos a las mismas. Se reclutaron 1.323 trabajadores y se analizaron las fibras en el tejido pulmonar para una serie de casos de 10 trabajadores con exposición a FCR y, también, se realizaron radiografías de tórax a lo largo de 20 años. Se tuvieron en cuenta las variables: duración (en años) de la exposición, latencia (en años) de la producción y la exposición acumulada (en f-m/cc). También se tuvo en cuenta el tiempo de exposición al amianto y el hábito tabáquico >25 paquetes-año. Dentro del tejido pulmonar, las FCR se identificaron hasta 20 años después de su empleo. Entre los trabajadores sin exposición informada al amianto se asociaron cambios radiográficos pleurales según la exposición acumulada, en el grupo con exposición a 63 a 110 f-m/cc fue de 8,5% (OR=7,2; intervalo de confianza al 95% (IC95%) =1,4-36,8) y en el grupo de más de 110 f-m/cc fue de 11,6% (OR=10,3; IC95%=2,1-49,9).

En el artículo redactado por *Tse et al*<sup>(11)</sup> se realizó un estudio de casos y controles en Hong Kong (China) entre 2.004 y 2.006 donde se trabajó con una muestra de 1.208 casos de cáncer de pulmón frente a 1.069 controles, ambos grupos ocupados en su totalidad por varones. Como variables se incluyeron el tabaquismo y la historia laboral de sustancias a las que se había estado expuesto. Una vez hecho el análisis, se encontró que dentro de los casos el grupo de fumadores era mayor (60,9% frente al 16,5% de los controles). También se refleja el aumento del riesgo de cáncer de pulmón en el sector de la construcción con una OR=1,37 (IC95%=1,01-1,89), y dentro de las categorías profesionales, los más afectados fueron el grupo de carpinteros, albañiles y otros trabajadores de la construcción con una OR=1,49 (IC95%=1,07-2,06). Se hizo una estimación con el porcentaje aproximado de casos de cáncer de pulmón que se relacionaban con la exposición laboral y el resultado fue de 3,2% (IC95%=0,1-7,3).

*Lemiere et al*<sup>(14)</sup>, realizaron un estudio de casos y controles en Quebec (Canadá) entre 2.005 y 2.008 con una muestra de 153 participantes, y se analizaron los factores de riesgo que se asocian a exacerbaciones de asma por exposición a sustancias usadas en el ámbito laboral. Una vez analizados los datos, se obtuvo que los diagnosticados de asma ocupacional (asma inducida por la exposición a un agente en el lugar de trabajo) estaban expuestos a agentes sensibilizadores 2,2 veces más (IC95%=1,3-3,8) que los que tienen asma no relacionada con el trabajo (asmáticos que no tienen más crisis durante su jornada laboral).

*Pintos et al*<sup>(10)</sup> en dos estudios de casos-control, examinaron los efectos de la exposición ocupacional al amianto y las FMA con el riesgo de mesotelioma en una amplia gama de ocupaciones. El estudio I se llevó a cabo entre 1.979 y 1.986, que contó con 16 casos de mesotelioma y 740 controles. El estudio II se realizó desde 1.996 a 2.001, y se abordaron 27 casos de cáncer de pulmón o mesotelioma y 1.024 controles. En ambos estudios, el estado de fumador no difirió considerablemente entre los casos y los controles. La exposición al amianto y las FMA fue mayor entre los casos que en los controles en ambos estudios, la ocupación de mayor rango de exposición a ambas sustancias eran instaladores de tuberías y fontaneros. Ambos tipos de fibras manifestaron OR significativamente elevadas. Las estimaciones fueron más altas para la exposición a la fibra de anfíbol (OR 21,6; IC95%=5,1-90,3), y fueron tan altas para las FMA como para el amianto en general. Sin embargo, los IC entre estas fibras eran amplios y se superponían considerablemente, por lo tanto, los resultados pueden reflejar cierta confusión entre estos agentes. Los sujetos expuestos a ambas sustancias presentaron un OR más alto (OR 8,0; IC95%=3,4-18,9) que los expuestos únicamente a amianto (OR 1,2; IC95%=0,3-4,3).

*Abtahi et al*<sup>(9)</sup> realizaron un estudio transversal en Irán que incluyó a 145 trabajadores de una compañía de lana de vidrio junto con 25 individuos sanos. Se investigó la relación entre la exposición ocupacional a FMA y los niveles séricos de dos marcadores tumorales (antígeno carcinoembrionario, CEA, y fragmento 19 de la citoqueratina, CYFRA 21-1), medidos por ELISA. En este estudio se observó niveles séricos más altos de CYFRA 21-1 y CEA en expuestos a FMA >1 fibra/ml, que en los no expuestos ( $p=0,040$  y  $0,008$  respectivamente). Se encontró también que trabajar >9 años en sitios con concentraciones de FMA por encima de los límites recomendables, se asociaba con un nivel más alto de CYFRA 21-1 ( $p=0,028$ ). Al comparar fumadores y no fumadores, hubo niveles séricos significativamente más altos de CYFRA 21-1 y CEA en fumadores ( $p=0,027$  y  $p < 0,0001$ , respectivamente).

## Discusión

Los resultados que exponen los estudios analizados en esta revisión sistemática, revelan controversias acerca de la relación causa-efecto entre la exposición laboral a FMA y la salud del trabajador, impacto que se traduce en el desarrollo de enfermedades broncopulmonares<sup>(10,11,13)</sup>.

Al analizar los resultados, se objetiva que en 4 de estos estudios<sup>(10-13)</sup>, no se han obtenido datos que permitan afirmar la existencia de una relación causal que apunte exclusivamente a la exposición a FMA como factor de riesgo para el desarrollo de neoplasias pulmonares, señalando como otras causas, la exposición a otro tipo de fibras, los factores de confusión presentes en los estudios y los sesgos generados en los mismos. En esta línea, en otros estudios se ha determinado el papel de las FCR tras una exposición acumulativa, confirmados a través de biopsias de tejido pleural, y en algunos casos se observaron cambios pleurales radiográficos<sup>(12,15)</sup>, manteniendo correlación con alteraciones en pruebas de función pulmonar, tales como la disminución de la capacidad vital forzada<sup>(12)</sup>. En este sentido, se atribuye a las FCR una mayor solubilidad y biopersistencia en el tejido pulmonar incluso hasta 20 años después de la última exposición registrada<sup>(15)</sup>.

*Pintos et al*<sup>(10)</sup>, plantea estimaciones para el riesgo de padecer mesotelioma tanto con la exposición única a amianto como la exposición conjunta de amianto y FMA, deduciendo que la exposición a FMA por sí sola no es concluyente para riesgo de desarrollar mesotelioma, sin embargo, a pesar de la conocida carcinogenicidad del amianto, se debe tener en cuenta su efecto sinérgico cuando se combinan ambas sustancias<sup>(10,11,13)</sup>. Se concluye que la mayoría de los casos de mesotelioma pleural encontrados en su cohorte se explican por mayor exposición al amianto, ya que durante años ha sido un material muy utilizado en la construcción.

*Abtahi et al*<sup>(9)</sup>, en un estudio transversal describe que las enfermedades respiratorias relacionadas con el trabajo constituyen aproximadamente el 70% de las muertes en el ámbito laboral; por otro lado, *Fireman E.*<sup>(3)</sup>, establece que las patologías más comúnmente encontradas en el ámbito ocupacional son las neumoconiosis, seguido del cáncer de pulmón, la enfermedad pulmonar obstructiva crónica, el asma ocupacional, y el engrosamiento pleural difuso. Sin embargo, en 3 de los estudios revisados se ha encontrado una relación positiva, pero no concluyente entre la exposición laboral a FMA y la aparición de patologías respiratorias, como alteraciones pleurales, fibrosis pulmonar o indicadores sugestivos de daño pulmonar<sup>(9,10,15)</sup>.

*Lemiere et al*<sup>(14)</sup> estudia los efectos de la exposición a diversas sustancias, entre ellas las FMA, en sujetos diagnosticados de asma, concluyendo que existe relación entre el desarrollo de esta patología y la exposición a FMA, además del humo de maquinarias, sílica, aerosoles y disolventes. Este autor recomienda ofrecer atención especial a estos trabajadores que desarrollan su actividad en lugares donde existe una concentración significativa de estas sustancias; también expresa su interés en el desarrollo de investigaciones sobre este tema.

*Guida et al*<sup>(13)</sup> observa una relación con valores no significativos entre el cáncer de pulmón y la exposición a fibras de lana, sin poder establecer una relación directa entre dosis-respuesta a estas fibras. Sin embargo, también observa un aumento de riesgo de cáncer de pulmón asociado al tabaquismo<sup>(11)</sup> en la cohorte de trabajadores expuestos, concluyendo que a pesar de no haber encontrado evidencia de que las fibras de lana aumenten el riesgo de neoplasias pulmonares, el riesgo de aparición de esta

enfermedad aumenta con el tiempo transcurrido desde el cese de la exposición; lo mismo que ocurre con el amianto, en el que se han demostrado periodos de latencia de 30 a 40 años.

El tabaquismo es una variable que también es abordada por Tse et al<sup>(11)</sup>, en su estudio donde expone una muestra de casos de cáncer de pulmón formada en su mayoría por trabajadores de la construcción, fumadores y expuestos a diversas fibras minerales, entre ellas el amianto y las FMA. Se ha encontrado un aumento del riesgo de desarrollo de neoplasia pulmonar, aunque no se ha podido afirmar que la causa sea exclusiva a la exposición a las FMA, ya que existe un solapamiento entre la exposición al amianto y el consumo de tabaco entre la muestra de trabajadores estudiados.

Pese a que no está descrita la relación cáncer-exposición a FMA, existen artículos que evidencian que el contacto ocupacional provoca alteraciones en algunas pruebas complementarias. En este sentido, Abtahi et al<sup>(9)</sup>, presenta un análisis de trabajadores expuestos a fibras de vidrio donde cuantifica marcadores tumorales (CEA y CYFRA 21-1) como predictores de cáncer de pulmón, concluyendo que existe una relación lineal entre los niveles de exposición y la elevación de marcadores tumorales, más intensa en aquellos sujetos expuestos durante más de 9 años, que en aquellos expuestos por un periodo más corto, y además se observan niveles significativamente más altos de estos marcadores séricos en fumadores que en no fumadores. Así mismo, este autor recomienda disminuir la concentración de fibras de vidrio respirables mediante el traslado de estos trabajadores a otras áreas.

Para finalizar, señalamos que los estudios sugieren que la exposición a FMA podría estar en relación con el desarrollo de patologías broncopulmonares, aunque por el momento, los resultados no apuntan a una causa exclusiva, debido a diversos factores de confusión tales como la exposición a otras fibras minerales como el amianto, el tabaquismo, etc. Por lo que se recomienda la realización de estudios posteriores con una muestra en la que estos factores estén controlados y exista mayor seguimiento temporal.

La industria de la construcción, cada vez más creciente, y las plantas de procesamiento de FCR albergan una gran cantidad de trabajadores. Es un hecho que, hasta la fecha contamos con escasa información científica al respecto, ya que supone un seguimiento de largos periodos para poder formar conclusiones más consistentes. Para ello, destacamos la necesidad de ampliar el número de investigaciones acerca de este tema para poder ampliar la información al respecto en materia de prevención de riesgos laborales, para permitir la creación de protocolos de prevención individual y la realización de vigilancia de la salud en los sectores involucrados con estas actividades<sup>(10,11,13)</sup>.

## Bibliografía

1. Costa, R., & Orriols, R. (2012). Fibras minerales artificiales y aparato respiratorio. *Arch Bronconeumol*, 48(12), 460–468.
2. Greim, H., Utell, M. J., Maxim, L. D., & Niebo, R. (2014). Perspectives on refractory ceramic fiber (RCF) carcinogenicity: comparisons with other fibers. *Inhalation Toxicology*, 26(13), 789–810. <https://doi.org/10.3109/08958378.2014.953276>
3. Fireman, E. (2014). Man-made mineral fibers and interstitial lung diseases. *Current Opinion in Pulmonary Medicine*, 20(2), 194–198. <https://doi.org/10.1097/mcp.0000000000000035>
4. Nguea, H. D., de Reydellet, A., Le Faou, A., Zaiou, M., & Rihn, B. (2008). Macrophage culture as a suitable paradigm for evaluation of synthetic vitreous fibers. *Critical Reviews in Toxicology*, 38(8), 675–695. <https://doi.org/10.1080/10408440802194915>
5. Ferreira Angela, S., Valéria, M., Castro Marcos César, B., Soares Porfírio, S., Eduardo, A., Leonardo, A., & Report, R. C. (2010). Case Report: Analytical Electron Microscopy of Lung Granulomas Associated with Exposure to Coating Materials Carried by Glass Wool Fibers. *Environ Health Perspect*, 118(2), 249–252.
6. Utell, M. J., & Maxim, L. D. (2018). Refractory ceramic fibers: Fiber characteristics, potential health effects and clinical observations. *Toxicology and Applied Pharmacology*, 361, 113–117. <https://doi.org/10.1016/j.taap.2018.06.011>



7. PRISMA\_Spanish.pdf.

8. Elm, V., Altman, E., Egger, D. G., Pocock, M., Gøtzsche, S. J., & Vandenbroucke, P. C. (2008). Declaración de la Iniciativa STROBE (Strengthening of Reporting of Observational studies in Epidemiology): directrices para la comunicación de estudios observacionales. *Gac Sanit*, 22(2), 144–150.
9. Abtahi, S., Malekzadeh, M., Nikravan, G., & Ghaderi, A. (2018). Measurement of lung cancer tumor markers in a glass wool company workers exposed to respirable synthetic vitreous fiber and dust. *The International Journal of Occupational and Environmental Medicine*, 9(1), 23–31. <https://doi.org/10.15171/ijoem.2018.1147>
10. Pintos, J., Parent, M.-E., Case, B. W., Rousseau, M.-C., & Siemiatycki, J. (2009). Risk of mesothelioma and occupational exposure to asbestos and man-made vitreous fibers: evidence from two case-control studies in Montreal, Canada. *Journal of Occupational and Environmental Medicine*, 51(10), 1177–1184. <https://doi.org/10.1097/JOM.0b013e3181b68cef>
11. Tse, L. A., Yu, I. T.-S., Qiu, H., Au, J. S. K., & Wang, X.-R. (2012). Occupational risks and lung cancer burden for Chinese men: a population-based case-referent study. *Cancer Causes & Control: CCC*, 23(1), 121–131. <https://doi.org/10.1007/s10552-011-9861-1>
12. LeMasters, G., Lockey, J. E., Hilbert, T. J., Levin, L. S., Burkle, J. W., Shipley, R., Perme, C., Meyer, C. A., & Rice, C. H. (2017). A 30-year mortality and respiratory morbidity study of refractory ceramic fiber workers. *Inhalation Toxicology*, 29(10), 462–470. <https://doi.org/10.1080/08958378.2017.1394931>
13. Guida, F., Paget-Bailly, S., Lamkarkach, F., Gaye, O., Ducamp, S., Menvielle, G., Papadopoulos, A., Matrat, M., Févotte, J., Cénéé, S., Cyr, D., Schmaus, A., Carton, M., Radoï, L., Lapôtre-Ledoux, B., Molinié, F., Luce, D., & Stücker, I. (2013). Risk of lung cancer associated with occupational exposure to mineral wools: updating knowledge from a french population-based case-control study, the ICARE study. *Journal of Occupational and Environmental Medicine*, 55(7), 786–795. <https://doi.org/10.1097/JOM.0b013e318289ee8b>
14. Lemiere, C., Bégin, D., Camus, M., Forget, A., Boulet, L.-P., & Gérin, M. (2012). Occupational risk factors associated with work-exacerbated asthma in Quebec. *Occupational and Environmental Medicine*, 69(12), 901–907. <https://doi.org/10.1136/oemed-2012-100663>
15. Lockey, J. E., Roggli, V. L., Hilbert, T. J., Rice, C. H., Levin, L. S., Borton, E. K., Biddinger, P. W., & Lemasters, G. K. (2012). Biopersistence of refractory ceramic fiber in human lung tissue and a 20-year follow-up of radiographic pleural changes in workers. *Journal of Occupational and Environmental Medicine*, 54(7), 781–788. <https://doi.org/10.1097/JOM.0b013e31825296fd>



doi: 10.4321/s0465-546x2022000300004

Revisión sistemática

# Efectos neurológicos en trabajadores expuestos a tolueno. Revisión sistemática

## Neurological effects in workers exposed to toluene. Systematic review

Susana Alonso-Perarnau<sup>1</sup>

Tivisay García-Yáñez<sup>2</sup>

Mercedes Durán-Pérez<sup>1</sup>

Álvaro Andrés-Sanz<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Hospital Universitario Clínico San Carlos, Servicio de Prevención de Riesgos Laborales, Madrid.

<sup>2</sup>Hospital Universitario Fundación Jiménez Díaz, Servicio de Prevención de Riesgos Laborales, Madrid.

<sup>3</sup>Hospital Universitario de Guadalajara, Servicio de Prevención de Riesgos Laborales, Guadalajara.

---

### Correspondencia

Susana Alonso Perarnau

saperarnau@salud.madrid.org

---

**Recibido:** 27.10.2022

**Aceptado:** 28.11.2022

**Publicado:** 26.12.2022

---

### Contribución de autoría

Todos los autores han contribuido por igual a la realización de esta revisión.

---

### Financiación

Este trabajo no contó con ningún tipo de financiación.

---

### Conflicto de intereses

Todos los autores de esta revisión declaran ausencia de conflicto de intereses.

---

### Agradecimientos

Este trabajo se ha desarrollado dentro del Programa Científico de la Escuela Nacional de Medicina del Trabajo del Instituto de Salud Carlos III en convenio con la Unidad Docente de la Comunidad de Madrid y la Unidad Docente de Castilla la Mancha.

Agradecemos a María del Mar Polo de Santos, jefa de Servicio de la Agencia de Evaluación de Tecnologías Sanitarias del Instituto de Salud Carlos III, por su tutorización en esta revisión sistemática.

A su vez, agradecemos a Virginia Jiménez Planet por su asesoramiento a la hora de realizar la búsqueda bibliográfica.

---

### Cómo citar este trabajo

Alonso-Perarnau S, García-Yáñez T, Durán-Pérez M, Andrés-Sanz A. Efectos neurológicos en trabajadores expuestos a tolueno. Revisión sistemática. Med Segur Trab (Internet). 2022;68(268):171-189. doi: 10.4321/s0465-546x2022000300004

## Resumen

**Introducción y objetivo:** el tolueno es un disolvente orgánico derivado del benceno empleado en diversas industrias, con potenciales efectos nocivos para los trabajadores. Este estudio pretende conocer los posibles efectos neurológicos que presentan los trabajadores expuestos a tolueno.

**Material y métodos:** revisión sistemática de estudios publicados en inglés y español entre enero/2000-diciembre/2021. Las bases de datos consultadas fueron MEDLINE, WOS, Scopus, Embase, LILACS, IBECs y Cochrane Library. La calidad de los estudios se evaluó mediante la declaración STROBE y el nivel de evidencia mediante los criterios SIGN.

**Resultados:** Se incluyeron 14 estudios observacionales (calidad entre 13-18, nivel de evidencia entre 2+ y 3). Ocho estudios examinaron síntomas neurológicos inespecíficos y alteraciones del comportamiento encontrando un aumento de síntomas como cefalea, náuseas o vómitos, y una disminución del rendimiento motor y atención en trabajadores expuestos a tolueno ( $p<0,05$ ). Cuatro estudios examinaron los efectos visuales, encontrando valores de Índice de Confusión de Color (CCI) más elevados en el grupo expuesto ( $p<0,05$ ). Por último, dos estudios examinaron los efectos del tolueno sobre la audición en co-exposición con ruido, observando en uno de ellos agravamiento de la pérdida auditiva en ambiente ruidoso (concentración media 33-164,6ppm), ( $p<0,001$ ); mientras que en el otro estudio no se observaron efectos a concentraciones  $\leq 50$ ppm.

**Conclusión:** la exposición laboral a tolueno produce efectos neurológicos como síntomas inespecíficos, alteraciones del comportamiento, y efectos en la visión y en la audición. No obstante, es necesario realizar estudios con mejor diseño y calidad metodológica, ajustando factores de confusión y con mayor tamaño muestral.

---

**Palabras clave:** tolueno; exposición ocupacional; efectos neurológicos; defectos en la visión del color; pérdida de audición.

## Abstract

**Introduction and objective:** toluene is an organic solvent derived from benzene used in various industries, with potential harmful effects for workers. This study aims to determine the possible neurological effects of workers exposed to toluene.

**Material and methods:** Systematic review of studies published in English and Spanish between January/2000-December/2021. The databases consulted were MEDLINE, WOS, Scopus, Embase, LILACS, IBECs and Cochrane Library. Study quality was assessed using the STROBE statement and the level of evidence using the SIGN criteria.

**Results:** 14 observational studies were included (quality between 13-18, level of evidence between 2+ and 3). Eight studies examined non-specific neurological symptoms and behavioral alterations, finding an increase in symptoms such as headache, nausea or vomiting, and a decrease in motor performance and attention in workers exposed to toluene ( $p<0.05$ ). Four studies examined visual effects, finding higher Color Confusion Index (CCI) values in the exposed group ( $p<0.05$ ). Finally, two studies examined the effects of toluene on hearing in co-exposure with noise observing in one of them aggravation of hearing loss in noisy environment (mean concentration 33-164.6ppm), ( $p<0.001$ ); while in the other study no effects were observed at concentrations  $\leq 50$ ppm.

**Conclusion:** occupational exposure to toluene produces neurological effects such as nonspecific symptoms, behavioral alterations, and effects on vision and hearing. However, it is necessary to carry out studies with better design and methodological quality, adjusting for confounding factors and with a larger sample size.

---

**Keywords:** toluene; occupational exposure; neurological effects; color vision defects; hearing loss.

## Introducción

Debido al aumento progresivo de la actividad industrial, el uso de hidrocarburos aromáticos se ha visto incrementado. En la actualidad se emplean como productos puros o mayoritariamente en forma de mezclas<sup>(1)</sup>. Estos compuestos, en concentraciones elevadas o en casos de exposición prolongada representan un riesgo para la salud, por ello se crearon organizaciones como la OIT (Organización Internacional del Trabajo), en la cual se establecen normas y medidas para prevenir lesiones y enfermedades en el ámbito laboral.

Uno de los disolventes más empleado en la industria es el tolueno, también conocido como metilbenceno. El tolueno es un hidrocarburo aromático que forma parte de los compuestos orgánicos volátiles (COVs). Su fórmula molecular es: C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>CH<sub>3</sub> – C<sub>7</sub>H<sub>8</sub>. Es incoloro e inflamable, por lo que tiene la capacidad de formar mezclas explosivas con el aire. Es soluble en alcohol, benceno y éter, y muy poco soluble en agua<sup>(2)</sup>. La forma de contacto más habitual con este disolvente es inhalada o tópica<sup>(2)</sup>. La mayor parte de la absorción se produce a nivel pulmonar y tracto gastrointestinal. Se acumula rápidamente en el cerebro y posteriormente se deposita en otros tejidos en función de su contenido lipídico. La principal ruta metabólica del tolueno es su rápida oxidación a ácido benzoico, que se conjuga con glicina formando ácido hipúrico excretándose por vía urinaria. La concentración de ácido hipúrico en orina se ha utilizado como biomarcador de la exposición a tolueno. No obstante, este metabolito aparece en orina en cantidades significativas por otras causas, como la alimentación o el metabolismo fisiológico. Es por ello que, en Europa, este parámetro no puede emplearse para medir exposición a tolueno cuando las concentraciones en aire en el lugar de trabajo son inferiores a 100 ppm (384 mg/mm<sup>3</sup>)<sup>(3)</sup>. Otra manera de medir la exposición a tolueno es la medición de o-cresoles en orina, que tienen una buena correlación con los niveles de exposición<sup>(3)</sup>. El procedimiento para la determinación de la concentración de tolueno en el aire presente en el entorno laboral se realiza mediante la captación con un muestreador por difusión, expuesto durante un periodo de tiempo determinado, y su análisis por cromatografía de gases<sup>(4)</sup>.

Las personas pueden estar expuestas a tolueno en entornos laborales o medioambientales, por vertidos o emisiones en aire, agua o suelo<sup>(2)</sup>. Por otro lado, puede existir una exposición deliberada a tolueno mediante la inhalación de pegamentos<sup>(5)</sup>. En el ámbito laboral se emplea el tolueno como disolvente en la industria de aceites, resinas, lacas, pinturas, barnices, caucho natural y sintético, plantas de impresión de huecograbado, aditivo del petróleo, o como mezcla con otros disolventes<sup>(3)</sup>.

El tolueno produce diferentes efectos a nivel de la salud, dependiendo del tiempo y de la concentración de exposición, actuando como depresor del sistema nervioso central (SNC). Como tóxico agudo se asocia con cefalea, mareo, ligera irritación transitoria del tracto respiratorio superior y ocular; y en concentraciones superiores a 800 ppm puede causar irritación inmediata de ojos y tracto respiratorio, somnolencia, mareos, ataxia, incluso coma narcótico<sup>(3)</sup>. La inhalación crónica de tolueno afecta principalmente al SNC, sobre todo a la sustancia blanca, causando leucoencefalopatía y psicosis, así como trastornos del comportamiento como son la disminución de la capacidad de memoria, deterioro cognitivo y síntomas depresivos<sup>(5)</sup>. La Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades (ATSDR) de Estados Unidos sugiere que su exposición diaria a largo plazo puede causar también alteración en la visión y en la audición<sup>(6)</sup>.

En cuanto a los efectos visuales, el tolueno puede producir discromatopsia adquirida, que es una alteración en la percepción de los colores, cuya patogénesis no está completamente definida. Se ha observado que los disolventes orgánicos son responsables de cambios producidos en diferentes partes del sistema visual, incluyendo el cristalino, retina o el nervio óptico<sup>(7)</sup>.

En cuanto a los efectos auditivos, el Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo informó del potencial ototóxico que tiene este compuesto y el daño que puede ocasionar en las células ciliadas externas<sup>(8)</sup>. Además, hay estudios que evidencian un patrón de daño en el órgano de Corti, afectando inicialmente las frecuencias medias y posteriormente las agudas<sup>(9)</sup>. Otro factor importante es el sinergismo entre el ruido y los disolventes, como el tolueno, cuyo efecto puede aumentar con el ruido incluso a umbrales seguros por debajo de 85 dB establecidos según la normativa<sup>(8)</sup>.

Además de los efectos a nivel neurológico, se han notificado otros efectos a nivel sistémico como efectos cardiovasculares (sobre todo arritmias), alteraciones hematológicas (leucopenia), alteraciones hepáticas (hepatomegalia) y efectos a nivel renal (acidosis metabólica<sup>(2)</sup>).

Debido a los efectos en la salud de relevante importancia que tienen determinados agentes químicos como el tolueno, se hace necesaria la aplicación de normativas para la protección de los trabajadores, como el Real Decreto 374/2001, que tiene por objeto, en el marco de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, “establecer las disposiciones mínimas para la protección de los trabajadores contra los riesgos derivados o que puedan derivarse de la presencia de agentes químicos en el lugar de trabajo o de cualquier actividad con agentes químicos”<sup>(10)</sup>. Para garantizar dicha protección se han establecido niveles de exposición profesional. El valor límite de exposición diaria a tolueno (VLA- ED) es de 50 ppm (192 mg/m<sup>3</sup>), y su valor de exposición de corta duración (VLA-EC) es de 100 ppm (384 mg/m<sup>3</sup>). Por otra parte, en España, la comercialización del tolueno está limitada, así como su utilización bajo la orden PRE/2743/2006 de 5 de septiembre, por la que se modifica el anexo I del Real Decreto 1406/1989 del 10 de noviembre<sup>(11)</sup>.

Aunque los efectos del tolueno sobre la salud se conocen a priori, son pocos los estudios que analizan la relación entre la exposición ocupacional a tolueno y sus efectos a largo plazo de manera específica, ya que, en muchos casos, los trabajadores están expuestos a mezclas de distintas sustancias y a diversos factores que influyen en la obtención de resultados claros (edad, sexo, consumo de alcohol y tabaco, enfermedades previas, ruido...). Por todo ello se realiza el presente estudio que pretende recoger los efectos neurológicos de la exposición laboral a tolueno que existen actualmente en la literatura científica.

## Métodos

### Búsqueda bibliográfica

Con el fin de localizar la mejor evidencia científica disponible, se consultaron las principales fuentes de información relacionadas con ciencias de la salud. Dicha búsqueda, se realizó en las siguientes bases de datos: MEDLINE, EMBASE, COCHRANE Library, WOS, SCOPUS, IBECs y LILACS.

Se diseñaron diversas estrategias de búsqueda para la identificación de estudios utilizando terminología libre y controlada, adaptando cada término al tesoro propio de cada base. Para la búsqueda, se emplearon los descriptores y ecuaciones que se recogen en el Anexo I. Se llevó a cabo también una revisión manual de las referencias bibliográficas de los documentos encontrados, para localizar estudios no identificados con la búsqueda electrónica. Se utilizó el gestor bibliográfico Zotero (versión 5.0).

### Criterios de inclusión

La recuperación de estudios que relacionaban la exposición ocupacional a tolueno con síntomas neurológicos se realizó de acuerdo con los siguientes criterios de inclusión:

- Población: hombres y mujeres trabajadoras
- Intervención: exposición laboral a tolueno
- Medidas de resultado: efectos neurológicos producidos por la exposición a tolueno evaluados con distintas herramientas de medida (Tabla 1):
  - a. Síntomas neurológicos inespecíficos y alteraciones del comportamiento: cuestionario EURO-QUEST, test EURONES, batería de prueba neuromotoras.
  - b. Efectos en la visión: Test de Lanthony D-15 desaturado, índice CCI, índice TOTCI.
  - c. Efectos en la audición: audiometría de tonos puros.
- Idioma: estudios en inglés y español
- Fecha de publicación: entre enero de 2000 a diciembre de 2021

### Criterios de exclusión

- Estudios con información de mezcla de disolventes sin resultados aislados de tolueno.
- Estudios sin distinción entre exposición ocupacional y no ocupacional.
- Estudios realizados en población general (no en el ámbito laboral).
- Estudios a propósito de un caso, revisiones narrativas, cartas al director y artículos de opinión.
- Estudios duplicados o desfasados por estudios posteriores.

**Tabla 1:** Herramientas de medida utilizadas en los estudios

	HERRAMIENTAS DE MEDIDA	DESCRIPCIÓN
a)	EUROQUEST (Cuestionario)	Mide síntomas inespecíficos como: neurológicos periféricos y cerebelosos, afectivos y cognitivos, de ansiedad, evaluación subjetiva de salud e irritación de mucosas.
	EURONES (Test psicométrico)	<p>Aborda una amplia gama de funciones neuroconductuales como la atención, el aprendizaje, el control, la memoria visual a corto plazo y de trabajo, el rendimiento de la destreza manual y el nivel de vocabulario.</p> <p>Las pruebas son:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Digit Span Forward (DSF)/Digit Span Backwards (DSB): mide la memoria a corto plazo y la atención, mediante el cálculo de retención de dígitos hacia delante y hacia atrás. A mayor puntuación indica mejor memoria a corto plazo y atención.</li> <li>-Finger tapping (FT): mide la velocidad motora evaluando el número de veces que los sujetos pueden pulsar una tecla utilizando el dedo índice de su mano dominante y no dominante. A mayor número de pulsaciones de las teclas, la destreza será mejor.</li> <li>-Symbol Digit (SD): mide el tiempo en milisegundos (ms) que se tarda en convertir símbolos con forma de figuras geométricas en números, según una clave establecida. A mayor tiempo indica mayor lentitud motora y disminución de la atención.</li> <li>-Simple Reaction Time (SRT): mide el tiempo de respuesta motora ante un estímulo visual. A mayor tiempo de respuesta indica menor capacidad de reacción.</li> <li>-Selective Attention Test (SAT): mide el tiempo de latencia de discriminación de estímulos visuales relevantes frente a otros irrelevantes presentados en un mismo campo visual. A mayor velocidad de respuesta indica mejor capacidad de atención.</li> <li>-Switching Attention: mide la velocidad de respuesta y la atención. Se realiza mediante 3 pruebas de dificultad creciente, en las cuales el paciente debe reaccionar ante estímulos cambiantes presentados en una pantalla (lado izquierdo/derecho combinado con flechas y cuadrados). A mayor puntuación indica mejor nivel de atención y de velocidad de respuesta.</li> </ul>
	Batería de pruebas neuromotoras	Calcula los siguientes parámetros de balanceo, con los ojos abiertos y cerrados: balanceo transversal (mm), balanceo sagital (mm) y área de balanceo (mm <sup>2</sup> ). También calcula los cocientes de Romberg para las oscilaciones transversales y sagitales, y el área de oscilación. El análisis de la frecuencia de la intensidad del temblor de cada mano se realiza con el método de la transformada rápida de Fourier. A mayor número y área de balanceo indica peor equilibrio. A mayor frecuencia (Hz) indica un aumento de la intensidad del temblor.

	HERRAMIENTAS DE MEDIDA	DESCRIPCIÓN
b)	Test de Lanthony D-15 desaturado	Test utilizado para evaluar la posible presencia de discromatopsia adquirida. Son 15 fichas que se ordenan de mayor a menor según la tonalidad del color. Las fichas de esta prueba tienen mayor desaturación (poseen un tono más claro), por lo que permite al evaluador determinar si el sujeto tiene o no la capacidad de discriminar entre variaciones sutiles de color, y, por lo tanto, puede identificar grados más bajos de discromatopsia que no puedan ser reconocidos por otras pruebas (ej: Farnsworth). Posteriormente, según los resultados obtenidos se calcula el Índice de Confusión de Color (CCI). Si el orden de las fichas es correcto, el CCI es igual a 1, y aumenta su valor a mayor número de errores que se hayan realizado ordenando dichas fichas.
	Índice de Confusión de Color (CCI)	Índice de valoración cuantitativa de la capacidad de discriminación del color. El resultado perfecto (sin errores) es = 1. Los errores aumentan el valor, por lo que, a mayor CCI, existen mayores errores en la visión del color.
	Índice de Confusión Total (TOTCI)	Índice de valoración cuantitativa de la visión del color que tiene la misma interpretación que el CCI.
c)	Audiometría de tonos puros	Método de exploración que permite cuantificar las pérdidas auditivas para las distintas frecuencias. A través de la audiometría se determina la intensidad mínima a la que el trabajador percibe el tono puro para la frecuencia estudiada (umbral auditivo). Esta prueba se representa mediante un gráfico en el que las frecuencias (Hz) se colocan en el eje horizontal y la intensidad (dB) en el eje vertical.

### Identificación, selección y revisión de estudios

Los estudios fueron identificados, seleccionados y revisados por cada miembro del equipo investigador de forma independiente. Se realizó una primera selección de estudios mediante lectura de título y resumen. Los artículos que cumplían los criterios de inclusión se revisaron a texto completo, obteniéndose a través de la Biblioteca Nacional de Ciencias de la Salud del Instituto Carlos III, y de las bibliotecas de los siguientes hospitales: Hospital Universitario Clínico San Carlos, Hospital Universitario Fundación Jiménez Díaz y Hospital Universitario de Guadalajara. Las dudas sobre los artículos a incluir se resolvieron por consenso entre los miembros del equipo de investigación.

### Evaluación de la calidad y síntesis de la evidencia

La calidad metodológica de los estudios incluidos se evaluó mediante la lista de verificación de la declaración STROBE (Strengthening the reporting of Observational studies in Epidemiology)<sup>(12)</sup> (Anexo II). Este documento consiste en una lista de 22 ítems que tienen relación con las secciones de un artículo (título, resumen, introducción, metodología, resultados y discusión); y están desarrollados para ayudar a la redacción de los artículos y a que éstos sean evaluados de forma crítica por los lectores.

El nivel de evidencia de los estudios se definió de acuerdo a los criterios SIGN (Scottish Intercollegiate Guidelines Network)<sup>(13)</sup> (Anexo III). Estos criterios, otorgan una puntuación en función del diseño de cada estudio, siendo el nivel de evidencia más alto el correspondiente a los metaanálisis de gran calidad y revisión sistemática de ensayos clínicos aleatorizados (nivel 1++), y el más bajo el correspondientes a las opiniones de expertos (nivel 4).

## Resultados y discusión

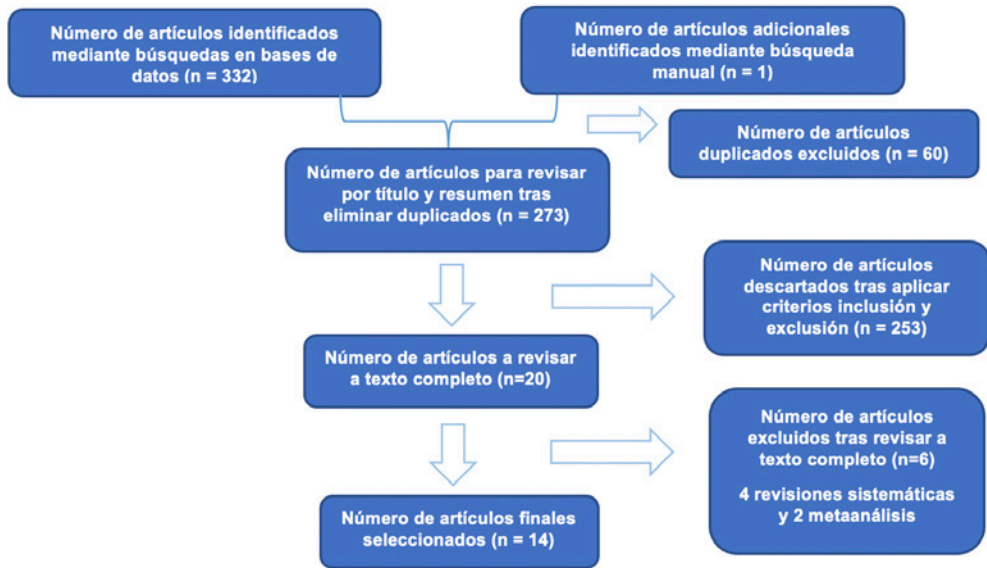
### Resultados de la búsqueda bibliográfica

En una primera fase se identificaron un total de 333 referencias, de las cuales 332 se obtuvieron a través de búsquedas en diferentes bases de datos y 1 referencia mediante búsqueda manual (Tabla 2). Tras eliminar las 60 referencias duplicadas se recuperaron 273 registros para revisar por título y resumen. Se descartaron 253 artículos tras aplicar criterios de inclusión y exclusión. El número de artículos a re-

visar a texto completo fue de 20, de los cuales se excluyeron 6 artículos (2 metaanálisis<sup>(14,15)</sup> y 4 revisiones sistemáticas<sup>(16-19)</sup>). Finalmente se incluyeron 14 artículos: 10 estudios de cohortes prospectivos<sup>(20-29)</sup> y 4 descriptivos transversales<sup>(30-33)</sup> (Figura 1).

**Tabla 2:** Bases de datos, artículos recuperados y seleccionados

BASES DE DATOS	ARTÍCULOS RECUPERADOS	ARTÍCULOS SELECCIONADOS
MEDLINE	128	10
EMBASE	68	3
COCHRANE Library	1	0
WOS	90	0
SCOPUS	32	0
IBECS	1	0
LILACS	12	0
Búsqueda Manual	1	1
TOTAL	333	14



**Figura 1:** Proceso de selección de estudios (diagrama de flujo). Fuente: declaración PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses)<sup>(34)</sup>

### Características generales de los estudios incluidos

La tabla 3 recoge las características generales de los estudios incluidos en la revisión. Los trabajadores pertenecían a diferentes tipos de industrias, entre las que destacan las plantas de impresión (9 estu-



dios<sup>(20,21,24,26-31)</sup>). La muestra total de los 14 estudios incluidos en la revisión fue de 2087 trabajadores (expuestos y no expuestos). En algunos estudios, dicha muestra se clasificó en diferentes subgrupos en función de determinados criterios, como la duración e intensidad de la exposición a tolueno o el lugar del puesto de trabajo. Un total de 10 estudios recogieron el sexo de los trabajadores que eran sobre todo hombres (en 5 estudios solo participaron hombres<sup>(26,28,29,31,33)</sup>).

**Tabla 3:** Características generales de los estudios incluidos

	AUTOR, AÑO, PAÍS	DISEÑO	LUGAR DE TRABAJO	MUESTRA (n)	SEXO	EDAD (MEDIA ± DE) EN AÑOS
SÍNTOMAS NEUROLÓGICOS INESPECÍFICOS Y ALTERACIONES DEL COMPORTAMIENTO	Kiesswetter et al <sup>(20)</sup> , 2000 Alemania	Cohortes prospectivo	Planta de impresión de huecograbado	n total = 333 al inicio del estudio/n = 278 al final del estudio En 2 subgrupos en función de la intensidad de la exposición: baja (operarios), alta (impressores)	—	38,4 ± 9,5
	Deschamps et al <sup>(21)</sup> , 2001 Francia	Cohortes prospectivo	Planta de impresión, fábrica de lavado de juntas y laboratorio de patología	n total = 133 72 expuestos y 61 no expuestos	- Expuestos: 42 hombres, 30 mujeres - No expuestos: sin datos	- Expuestos: 43,8 ± 1 - No expuestos: 42,9 ± 1,3
	Chouamière et al <sup>(22)</sup> , 2002 Francia	Transversal	Planta de impresión	n total = 128 119 expuestos y 9 no expuestos	114 hombres y 14 mujeres	38,5 ± 9
	Tanaka et al <sup>(23)</sup> , 2003 Japón	Cohortes prospectivo	2 fábricas químicas de lacas	n total = 29 20 expuestos y 9 no expuestos	- Expuestos: 12 hombres, 8 mujeres - No expuestos: 3 hombres, 6 mujeres	- Expuestos: 43,8 - No expuestos: 44,7
	Iwata et al <sup>(24)</sup> , 2005 Japón	Cohortes prospectivo	Fábricas de construcción	n total = 97 62 expuestos y 35 no expuestos	- Expuestos: 33 hombres, 29 mujeres - No expuestos: 14 hombres, 21 mujeres	- Expuestos: 44 ± 12 en hombres y 52 ± 9 en mujeres - No expuestos: 49 ± 9 en hombres y 52 ± 4 en mujeres
	Kang et al <sup>(25)</sup> , 2005 Corea	Transversal	3 fábricas: petróleo, huecograbado, fabricación de barcos	n total = 54, en 3 subgrupos en función de la intensidad de la exposición: Baja exposición: 21 Moderada exposición: 13 Alta exposición: 20	Hombres	35,3 ± 7,96
	Seeber et al <sup>(26)</sup> , 2005 Alemania	Cohortes prospectivo	Planta de impresión	n total = 192, en 2 subgrupos en función de la intensidad de la exposición: Baja exposición: 86 Alta exposición: 106	—	37,5 ± 9,3
	Decharat <sup>(27)</sup> , 2014 Tailandia	Transversal	Fábricas de pintura	n total = 174 87 expuestos y 87 no expuestos	- Expuestos: 53 hombres, 34 mujeres - No expuestos: 53 hombres, 34 mujeres	- Expuestos 66,7% (rango entre 20-34) - No expuestos 69% (rango entre 20-34)
	Cavalleri et al <sup>(28)</sup> , 2000 Italia	Cohortes prospectivo	Fábrica de caucho	n total = 49 33 expuestos y 16 no expuestos	—	- Expuestos: 36,7 ± 8,6 - No expuestos: 33,5 ± 4,5
	Campagna et al <sup>(29)</sup> , 2001 Francia	Cohortes prospectivo	Planta de impresión de huecograbado	n total = 125 106 expuestos: 72 expuestos directamente y 34 indirectamente 19 no expuestos	Hombres	- Exp directa: 40 (rango entre 22-55) - Exp indirecta: 43 (rango entre 25-54) - No expuestos: 37 (rango entre 24-55)
EFECTOS EN LA VISIÓN	Schäper et al <sup>(30)</sup> , 2004 Alemania	Cohortes prospectivo	Plantas de impresión de huecograbado	n total = 162, en 4 subgrupos según duración e intensidad de la exposición - Corta-Baja: 41 - Larga-Baja: 28 - Corta-Alta: 54 - Larga-Alta: 39	—	- Corta-Baja: 34,8 ± 6,7 - Larga-Baja: 46,32 ± 6,78 - Corta-Alta: 32,43 ± 7,25 - Larga-Alta: 43,97 ± 7,70
	Muttray et al <sup>(31)</sup> , 2019 Alemania	Cohortes prospectivo	Plantas de impresión de huecograbado	n total = 102 51 expuestos, en 2 subgrupos: impresores, y APE; y 51 no expuestos	Hombres	- Expuestos: 35,9 ± 10 - No expuestos: 36,3 ± 10,3
	Chang et al <sup>(32)</sup> , 2006 Taiwán	Transversal	Fábrica de materiales adhesivos	n total = 176, en 3 subgrupos - 58 expuestos al ruido - 58 expuestos al ruido y tolueno - 60 no expuestos	Hombres	40
	EFECTOS EN LA AUDICIÓN	Schäper et al <sup>(30)</sup> , 2008 Alemania	Cohortes prospectivo	Planta de impresión de huecograbado	n total = 333, en 4 subgrupos según duración e intensidad de la exposición de tolueno y ruido - Corta-Baja: 86 - Larga-Baja: 66 - Corta-Alta: 90 - Larga-Alta: 91	Hombres

DE: desviación estándar; APE: asistentes permanentemente expuestos

## Resultados clínicos

### Resultados relacionados con síntomas neurológicos inespecíficos y alteraciones del comportamiento

Un total de 8 estudios evaluó los efectos de la exposición laboral a tolueno sobre la aparición de síntomas neurológicos inespecíficos y alteraciones del comportamiento en los trabajadores, 5 de los cuales se centraron en las funciones neuroconductuales<sup>(20,21,24,30,31)</sup> y 3 en los síntomas neurológicos inespecíficos<sup>(22,23,32)</sup> (Tabla 4).

Respecto a las alteraciones del comportamiento, 2 de los 5 estudios encontraron resultados inesperados a favor del grupo expuesto<sup>(20,21)</sup>. Así, en el estudio de Deschamps et al.<sup>(21)</sup>, los trabajadores expuestos tuvieron mejores puntuaciones en las pruebas de vocabulario (expuestos: 21±0,6 vs. no expuestos: 19±0,8; p<0,05); y en el de Kiesswetter et al.<sup>(20)</sup>, los trabajadores expuestos a mayor concentración de tolueno y con mayor edad obtuvieron mejores resultados en los test psicométricos SRT (p=0,039) y Switching Attention (p=0,04) sin tener en cuenta el cofactor inteligencia verbal. Al ajustar por este cofactor, el test Switching attention dejó de ser significativo (p=0,058). Este hecho coincide con lo encontrado por Meyer Baron et al.<sup>(14)</sup>, que sugiere que, cuando se investiga la exposición a tolueno, se deberían homogenizar los grupos de estudio de acuerdo a la inteligencia y los antecedentes culturales, y que sería necesario realizar futuras investigaciones en las que se tuvieran en cuenta estos factores de

confusión. 1 estudio no encontró diferencias en el comportamiento entre los dos grupos analizados (alta y baja exposición) ( $p > 0,05$ )<sup>(24)</sup>; 1 estudio encontró un empeoramiento en la memoria a corto plazo y en la atención de los trabajadores expuestos incluso a bajas concentraciones de tolueno (0-27 ppm) (descenso de las puntuaciones en los test DSF,  $p = 0,04$ ; y DSB,  $p = 0,01$ )<sup>(30)</sup>; y 1 estudio encontró que, los trabajadores con alta exposición (70-80ppm), experimentaron un descenso en la velocidad motora (FT,  $p = 0,002$ ), y un aumento del tiempo de latencia para discriminar estímulos visuales relevantes (SAT,  $p = 0,000$ )<sup>(31)</sup>.

Respecto a los síntomas neurológicos inespecíficos, 1 estudio encontró relación entre exposición a tolueno y deterioro de las funciones neuromotoras de acuerdo a las medidas de balanceo postural y temblor ( $p < 0,005$ )<sup>(23)</sup>. Los otros 2 estudios utilizaron el ácido hipúrico en orina como método para medir la exposición a tolueno, encontrando correlación positiva entre ambos ( $p < 0,01$ )<sup>(22),(32)</sup>. Así, el estudio de Tanaka et al.<sup>(22)</sup> recogió, en el grupo de trabajadores expuestos, síntomas inespecíficos generales (prurito nasol-ocular, tos, dolor abdominal, hemorragia gingival, entre otros) durante y fuera del trabajo ( $p < 0,0001$ ), y síntomas neurológicos inespecíficos (cefalea, náuseas, vómitos, espasmos, ansiedad, insomnio, entre otros) fuera del trabajo ( $p < 0,05$ ). Por otra parte, el estudio de Decharat et al.<sup>(32)</sup> encontró correlación positiva entre niveles elevados de ácido hipúrico en orina y los siguientes síntomas neurológicos inespecíficos: cefalea, mareo, náuseas y espasmos musculares ( $p < 0,001$ ). No obstante, habría que considerar que, como se ha comentado anteriormente, el ácido hipúrico en orina es un biomarcador que se correlaciona con los niveles altos de exposición a tolueno, pero actualmente parece no ser adecuado como estimador de la relación exposición-respuesta o de las alteraciones del sistema nervioso, debido a que la concentración de tolueno en el lugar de trabajo está disminuyendo gracias a la mejora de las condiciones de los entornos laborales (sistemas de ventilación, EPIs,...)<sup>(22)</sup>.

### Resultados relacionados con efectos en la visión

Un total de 4 estudios<sup>(25-28)</sup> evaluó los efectos de la exposición a tolueno sobre la aparición de efectos nocivos en la visión de los trabajadores, en concreto, sobre la alteración de la visión del color (discromatopsia) (Tabla 5). Los 4 estudios utilizaron métodos de evaluación cualitativos (test de Lanthony D-15 desaturado) y cuantitativos (Índice de Confusión de Color (CCI)). El estudio de Cavalleri et al.<sup>(25)</sup> utilizó, además, el Índice de Confusión Total (TOTCI). La concentración de tolueno fue  $< 50$ ppm en 3 estudios<sup>(25-27)</sup>, límite establecido en la normativa vigente<sup>(10)</sup>; mientras que en 1 estudio en el que la muestra se dividió en subgrupos, en el denominado “asistentes permanentemente expuestos” (APE) la concentración media fue de 65 ppm<sup>(28)</sup>.

Respecto a los efectos en la visión, 1 estudio encontró que en el grupo de expuestos se cometieron mayor cantidad de errores en cuanto a la discriminación del color (CCI expuestos=1,29 vs. no expuestos=1,1;  $p < 0,01$ ) (TOTCI expuestos=1,49 vs. no expuestos=1,16;  $p < 0,001$ )<sup>(25)</sup>. Igualmente, otro estudio<sup>(26)</sup> observó que los trabajadores con exposición directa o indirecta discriminaban peor el color que los no expuestos (CCI 1,23 vs. 1,19 vs. 1,08;  $p < 0,05$ ), y la prevalencia de discromatopsia fue mayor en los expuestos directa (52%) e indirectamente (56%) que entre los no expuestos (21%). Los odds ratios (OR) de discromatopsia adquirida fueron significativos para la exposición actual (en el tiempo de duración del estudio) a tolueno en el aire (OR=1,27; IC95%: 1,02-1,58), y para la exposición acumulada a tolueno (OR=1,21; IC95%: 1,04-1,39), es decir, que se produce discromatopsia tanto en los trabajadores que están actualmente expuestos a tolueno, como en los que han tenido exposición acumulada al mismo.

Sin embargo, 1 estudio<sup>(27)</sup> en el que establecieron valores individuales de CCI que se transformaron logarítmicamente y se analizaron en conjunto en un modelo global con métodos de medidas repetidas ANCOVA, observó que ni la concentración de tolueno ni la intensidad de la exposición afectaron significativamente a la visión de los trabajadores (P valor=0,885 intensidad tolueno; P valor=0,208 duración de la exposición). Por último, Muttray et al.<sup>(28)</sup> elaboraron dos mediciones del CCI, y observaron que el CCI global del grupo de trabajadores expuestos no obtuvo peores resultados que los no expuestos: 1ª medición (1,06 vs. 1,04); 2ª medición (1,0 vs. 1,0); ( $p > 0,05$ ). Sin embargo, en cuanto a los subgrupos, se observó que en el grupo de mayor exposición (APE) obtuvo peores resultados de CCI: APE vs. no expuestos: 1ª medición (1,08 vs. 1,02;  $p < 0,02$ ) 2ª medición (1,08 vs. 1,0;  $p < 0,05$ ).

Algunos autores se plantean si la concentración límite de tolueno de 50ppm es suficiente para proteger a los trabajadores de los efectos tóxicos sobre la visión del color. Así, 2 de los estudios incluidos en esta revisión se plantearon la duda<sup>(25,26)</sup>, mientras 2 estudios mantienen que esa concentración es adecuada ya que las alteraciones se producen en aquellos trabajadores expuestos a concentraciones >50ppm<sup>(27,28)</sup>. Hay que destacar que en 2 estudios<sup>(25,28)</sup> la discromatopsia se dio de forma subclínica, es decir, los trabajadores no eran conscientes de la pérdida en la visión del color.

Otro aspecto estudiado en los estudios de Cavalleri et al.<sup>(25)</sup> y Campagna et al.<sup>(26)</sup> fue si existía una correlación positiva entre los niveles de exposición y los valores de CCI, es decir, que se produzca una pérdida progresiva de la visión del color a medida que la exposición a tolueno es continuada. Esta hipótesis se abordó realizando el cálculo de la exposición acumulada (CumExp) a tolueno de los trabajadores, y Cavalleri et al.<sup>(25)</sup> determinaron que ambos, CCI y TOTCI, se correlacionaban con este parámetro (CCI  $p=0,003$ ; TOTCI  $p=0,0003$ ).

La alteración en la visión del color o discromatopsia, de acuerdo a la clasificación de Verriest<sup>(35)</sup> y al rango cromático afectado, se clasifica en 3 tipos: tipo I (rango rojo-verde), tipo III (rango amarillo-azul), y tipo II (combinación entre tipo I y III). El estudio de Campagna et al.<sup>(26)</sup> encontró que el 48% de los participantes presentaban discromatopsia, principalmente tipo III, (tipo I: 4%, tipo II: 4%, tipo III: 40%). Igualmente, en Muttray et al.<sup>(28)</sup> la mayor parte de errores en los APE se produjeron en el rango azul-amarillo (tipo III).

Los estudios incluidos refieren que la patogénesis de la discromatopsia adquirida no está del todo clara. En la mayoría se afecta el rango cromático azul-amarillo, un efecto así en ese rango de colores sugiere que la localización de la lesión esté en la retina (Regla de Kollner). Cavalleri et al.<sup>(25)</sup> y Campagna et al.<sup>(26)</sup> refieren que la discromatopsia tipo III refleja posibles cambios en las capas externas de la retina. Muttray et al.<sup>(28)</sup> informan que existen estudios que sugieren que el efecto tóxico del tolueno existente en personas con un gran abuso de esta sustancia (ej: inhalación de pegamento) puede producirse en cualquier parte de la vía visual, incluyendo la parte distal y el epitelio pigmentario de la retina<sup>(36,37)</sup> y concluyen que un efecto tóxico del tolueno en la retina parece posible, pero esta hipótesis no puede ser probada en base a los datos disponibles.

Finalmente, es posible que, en los resultados de los estudios incluidos en la revisión, existan factores de confusión como la edad, el consumo de alcohol y tabaco, la cualificación del puesto de trabajo, etc. En este sentido, 2 estudios<sup>(25,26)</sup> no encontraron asociación entre pérdida de visión del color y edad; sin embargo, 1 estudio<sup>(27)</sup> encontró asociación entre edad y cualificación requerida del puesto de trabajo (a mayor edad mayor valor de CCI ( $p=0,000$ ), y a mayor cualificación en el puesto de trabajo menor valor de CCI ( $p=0,015$ )).

## Resultados relacionados con efectos en la audición

Un total de 2 estudios<sup>(29,33)</sup> evaluó los efectos de la exposición a tolueno sobre la aparición de efectos nocivos en la audición de los trabajadores, ambos en co-exposición con ruido (Tabla 6). Los 2 estudios evaluaron la pérdida de audición mediante audiometría de tonos puros, y uno de ellos, además, empleó otoscopia y timpanometría<sup>(33)</sup>.

El primer estudio<sup>(33)</sup> evaluó los efectos auditivos en 3 grupos (grupo I: tolueno más ruido, grupo II: solo ruido, y grupo III: no expuestos). La prevalencia de pérdida auditiva con intensidad de ruido  $\geq 25$ dB, al incluir el tono puro de frecuencia 0,5kHz, fue mayor en el grupo I (86,2%) con respecto a los grupos II (44,8%) y III (5,0 %) ( $p<0,001$ ). Cuando se excluyeron los 0,5kHz de frecuencia de la estimación, la prevalencia de pérdida auditiva fue 67,2% en grupo I, 32,8% en grupo II y 8,3% en grupo III, ( $p<0,001$ ). Los OR generales en los que se incluyó los 0,5kHz de frecuencia de la estimación, evidenciaron que el riesgo de pérdida auditiva potenciado por tolueno y ruido fue mayor que el riesgo provocado solo por el ruido (OR=140, IC95%: 32,1-608 vs. OR=12,8, IC95%: 3,4-47,6, respectivamente). Además, las magnitudes del efecto ototóxico del tolueno fueron diferentes para varias frecuencias de tonos puros, afectándose principalmente las frecuencias más bajas. Por lo tanto, es relevante tomar en cuenta que la exposición simultánea a tolueno y ruido podría agravar la pérdida auditiva de los trabajadores.

El segundo estudio<sup>(29)</sup> encontró que la edad fue el único factor que elevó de forma significativa el riesgo de pérdida auditiva bilateral de alta frecuencia (OR=1,14 IC95%: 1,05-1,24). Sin embargo, ni la intensidad de la exposición a tolueno (OR=1, IC95%: 0,96-1,04) ni la duración de la exposición a tolueno (OR=1,02 IC95%: 0,95-1,10) ni la intensidad de exposición a ruido (OR=0,99 IC95%: 0,98-1,01) contribuyeron de forma significativa a la pérdida de audición de alta frecuencia. Es posible que para que se produzca una pérdida de audición debida a la exposición de tolueno más ruido se requieran dosis superiores a 50 ppm.

En relación con la audición, un estudio de revisión<sup>(18)</sup> señaló que los estudios epidemiológicos disponibles no permiten establecer una clara relación dosis-respuesta y su efecto, a pesar de que la ototoxicidad en estudios experimentales en ratas esté demostrada. Por lo cual, son necesarios más estudios que permitan caracterizar claramente los límites de exposición a tolueno, los efectos en sus concentraciones picos, así como las medidas necesarias para una adecuada vigilancia médica. Por otra parte, existen factores añadidos en el entorno laboral que pueden interactuar (como la presencia de agentes químicos o de ruido) que hacen difícil generalizar los resultados. Es frecuente que los trabajadores industriales estén expuestos al ruido, lo que dificulta determinar la causa de la pérdida auditiva ya sea por exposiciones previas, laborales o no, debido a que en ocasiones se desestima. Finalmente, se sugiere que los trabajadores tienen mayor riesgo de pérdida auditiva cuando se encuentran expuestos simultáneamente a tolueno y ruido, en comparación con la exposición a ruido exclusivamente. Sin embargo, esta co-exposición se debe seguir estudiando.

### **Evaluación de la calidad y síntesis de la evidencia**

La calidad metodológica de los 14 estudios observacionales incluidos se analizó mediante la lista de 22 ítems de verificación de la declaración STROBE<sup>(12)</sup>. La calidad osciló entre 13 y 18. El nivel de evidencia se evaluó de acuerdo a los criterios SIGN<sup>(13)</sup>. Un total de nueve estudios<sup>(20-28)</sup> alcanzaron un nivel de evidencia 2+ que corresponde a estudios de cohortes o de casos y controles o estudios de pruebas diagnósticas bien realizadas con bajo riesgo de sesgo y con una moderada probabilidad de establecer una relación causal. Un estudio<sup>(29)</sup> alcanzó un nivel de evidencia 2- que corresponde a estudios de cohortes o de casos y controles con alto riesgo de sesgo. Por último, cuatro estudios<sup>(30-33)</sup> alcanzaron un nivel de evidencia 3, que corresponde a estudios no analíticos, como informes de casos y series de casos. Los estudios revisados presentaron una calidad metodológica y un nivel de evidencia limitados, hecho que hace que los resultados obtenidos no puedan considerarse concluyentes.

### **Limitaciones de la revisión**

Para realizar esta revisión sistemática se decidió incluir los estudios publicados desde el año 2000 para disponer de la evidencia científica más reciente. No se encontraron ensayos clínicos, considerados los estudios con mayor nivel de evidencia, sino únicamente estudios observacionales (cohortes prospectivos y transversales). Es por ello por lo que esta revisión presenta las limitaciones típicas de este tipo de estudios que aportan un nivel de evidencia limitado y no permiten establecer conclusiones definitivas. Entre otros aspectos, los tamaños muestrales de los estudios fueron relativamente pequeños, en general no se describieron posibles pérdidas en el seguimiento, y la mayoría de los participantes fueron hombres. Además, de acuerdo con los criterios de inclusión considerados, se pretendió analizar exclusivamente el efecto del tolueno, por lo que se excluyeron estudios en los que formaba parte de una mezcla de disolventes y es posible que algún estudio con datos interesantes no haya sido incluido.

En la evaluación de los efectos de tolueno sobre la audición nos encontramos con un factor de confusión a destacar, el ruido, ya que intrínsecamente puede producir daño en la audición por sí mismo. Además, el ruido se encuentra presente en casi todos los entornos laborales en los que se trabaja con tolueno. Es por ello por lo que no es fácil individualizar los efectos ototóxicos de cada uno de los componentes y, además, podría haber un efecto sinérgico entre ambos. Otros posibles factores de confusión serían el consumo de alcohol, tabaco, la edad o el coeficiente intelectual.

Por último, existen diferentes formas de medir la concentración de tolueno en el lugar de trabajo, y se utilizan diferentes herramientas para medir sus efectos (escalas, cuestionarios...) que varían de unos estudios a otros. Todo ello podría limitar la validez de los resultados.

**Tabla 4.** Resultados relacionados con síntomas neurológicos inespecíficos y alteraciones del comportamiento

AUTOR Y AÑO	CONCENTRACIÓN DE TOLUENO EN EL AIRE	TIEMPO DE EXPOSICIÓN (MEDIA ± DE) EN AÑOS	MÉTODOS PARA EVALUAR LA EXPOSICIÓN AL TOLUENO	EFFECTOS EVALUADOS	MÉTODOS PARA EVALUAR LOS EFFECTOS	RESULTADOS	NIVEL DE EVIDENCIA	STROBE
Descamps et al <sup>101</sup> , 2001	9-467 ppm	13,9 ± 0,9	· Muestreo en aire ambiental · Muestreadores pasivos individuales	· Funciones neuroconductuales · Síntomas inespecíficos generales (en los que se incluyen síntomas neurológicos)	EURONES EUROQUEST	Prueba de vocabulario (p<0,05) - Expuestos: 21 ± 0,6 - No expuestos: 19 ± 0,8 Irritación de mucosas (p<0,005) - Expuestos: 1,54 ± 0,007 - No expuestos: 1,37 ± 0,006	2+	16
Kiesewetter et al <sup>102</sup> , 2000	· Baja: 7-17ppm (operarios) · Alta: 35-62 ppm (impresores)	13,4 ± 9,3	Muestreo en aire ambiental	Funciones neuroconductuales	EURONES	Resultados ajustados por edad y exposición en función del cofactor inteligencia verbal: · Sin cofactor: - Simple Reaction Time (SRT): 2,23 (p=0,039) - Symbol Digit (SD): 1,18 (p=0,304) - Switching attention: 2,15 (p=0,04) · Con cofactor: - SRT: 2,29 (p=0,034) - SD: 0,89 (p=0,528) - Switching attention: 1,58 (p=0,058)	2+	17
Seeber et al <sup>103</sup> , 2005	· Baja 3 ppm · Alta 26 ppm	-	Muestreo en aire ambiental	Funciones neuroconductuales	EURONES	Baja exposición vs Alta exposición: - Symbol Digit (SD): (p=0,35) OR=0,604 IC (0,21-1,75) - Switching attention: (p=0,30) OR=0,669 IC (0,31-1,44) - Simple Reaction Time (SRT): (p=0,20) OR= 0,385 IC (0,09-1,67) - Finger Tapping (FT): (p=0,39) OR= 2,734 IC (0,49-15,0)	2+	16
Chouanere et al <sup>104</sup> , 2002	0-27 ppm	14 ± 10	Muestreo en aire ambiental	· Funciones neuroconductuales · Síntomas inespecíficos generales (en los que se incluyen síntomas neurológicos)	EURONES	· Digit Span Forward (DSF): descenso de 1 punto por cada 40 ppm, (p=0,04) · Digit Span Backwards (DSB): descenso de 1 punto por cada 25 ppm, (p=0,01)	3	18
Kang et al <sup>105</sup> , 2005	· Baja (<10 ppm) · Moderada (10-30 ppm) · Alta (70-80 ppm)	8,25	Muestreo en aire ambiental	Funciones neuroconductuales	EURONES	· Finger Tapping (FT), (p=0,002) - Baja exposición: 123 ± 30,5 - Moderada exposición: 109 ± 15,7 - Alta exposición: 104 ± 15,8 · Selective Attention Test (SAT) (p=0,000) - Baja exposición: 192 ± 54,3 - Moderada exposición: 164 ± 38,6 - Alta exposición: 268 ± 75,8	3	13
Iwata et al <sup>106</sup> , 2005	0,02-8,7 ppm	12	Muestreadores pasivos individuales	Funciones neuromotoras medidas por el balanceo postural y el temblor	Batería de pruebas neuromotoras	Alteración de las pruebas neuromotoras en relación específica con el tolueno (p=0,05) medidas mediante coeficientes de regresión estandarizados: - Balanceo transversal con ojos abiertos: 0,367 - Balanceo sagital con los ojos abiertos: 0,395 - Intensidad del temblor a 10,0-13,5 Hz: 0,413	2+	18
Tanaka et al <sup>107</sup> , 2003	15,3-31,4 ppm	12,6	· Tubo de detección de gas tolueno · Concentración ácido hipúrico en orina	· Síntomas inespecíficos generales durante el trabajo: 12 síntomas · Síntomas inespecíficos generales fuera del trabajo: 54 síntomas (19 síntomas neurológicos inespecíficos)	Cuestionario individual	Correlación positiva entre exposición a tolueno y niveles de ácido hipúrico en orina (p<0,01)  · Síntomas inespecíficos generales "durante" el trabajo (9 de 12 síntomas), (p<0,0001) - Expuestos: 13,8% - No expuestos: 0,9% · Síntomas inespecíficos generales "fuera" del trabajo (46 de 54 síntomas), (p<0,0001) - Expuestos: 14,4% - No expuestos: 6,0% · Síntomas neurológicos inespecíficos "fuera" del trabajo, (p<0,05) - Expuestos: 16,8% - No expuestos: 9,4%	2+	18
Decharat et al <sup>108</sup> , 2014	12-198 ppm	92% > 5 8% < 5	· Muestreadores pasivos individuales · Concentración ácido hipúrico en orina	Síntomas neurológicos inespecíficos	Cuestionario individual	· Correlación positiva entre exposición a tolueno y niveles de ácido hipúrico en orina (p<0,001) - Expuestos: 800 mg/g Creatinina (Cr) - No expuestos: 200 mg/gCr · Correlación síntomas agudos con niveles de ácido hipúrico en trabajadores expuestos (p<0,001) - Cefalea (si/no): 1145/545 mg/gCr - Mareo (si/no): 945/460 mg/gCr - Náuseas (si/no): 860/450 mg/gCr - Espasmos musculares (si/no): 1145/545 mg/gCr	3	18

Síntomas inespecíficos generales: prurito naso-ocular, tos, dolor abdominal, hemorragia gingival, etc.  
Síntomas neurológicos inespecíficos: cefalea, náuseas, vómitos, espasmos, ansiedad, insomnio, etc.  
DE: desviación estándar



**Tabla 5.** Resultados relacionados con efectos en la visión

AUTOR Y AÑO	CONCENTRACIÓN DE TOLUENO EN AIRE	TIEMPO DE EXPOSICIÓN (MEDIA ± DE) EN AÑOS	MÉTODO PARA EVALUAR LA EXPOSICIÓN AL TOLUENO	EFFECTOS EVALUADOS	MÉTODO PARA EVALUAR LA VISIÓN DEL COLOR	RESULTADOS	NIVEL DE EVIDENCIA	STROBE
Cavalleri et al <sup>20</sup> , 2000	42 ppm (media)	9,8	- Excreción urinaria de la forma no modificada del tolueno (TolU) - Exposición acumulada del disolvente (CumExp)	- Alteración en la visión en color - Comprobar si la alteración de visión del color se correlaciona con la exposición acumulada	- Test de Lanthony D-15 desaturado - CCI - TOTCI	- CCI exp = 1,29 CCI no exp = 1,1 p<0,01  - TOTCI exp = 1,49 TOTCI no exp = 1,16 p < 0,001  - Correlación positiva CCI y TOTCI con CumExp (CCI p=0,003; TOTCI p=0,0003)	2+	16
Campagna et al <sup>21</sup> , 2001	- Exp. Directa: 136 mg/m3 - Exp indirecta: 32 mg/m3  - 50 ppm = 188 mg/m3	- Exposición directa: 18 - Exposición indirecta: 19	Muestreadores pasivos individuales	- Alteración en la visión en color - Tipo de discromatopsia que se produce	- Test de Lanthony D-15 desaturado - CCI	- CCI exp direct = 1,23 CCI exp indirect = 1,19 p<0,05 CCI no exp 1,08 - Prevalencia discromatopsia: - Direct e indirect 52% y 56% - No exp 21% - 40% Discromatopsia tipo III - Correlación positiva entre niveles de exposición y valores de CCI - OR discromatopsia - 1,27 [1,02-1,58] exp actual - 1,21 [1,04-1,39] exp acumulada	2+	18
Schäper et al <sup>22</sup> , 2004	- Alta: 26 ppm - Baja: 3 ppm	- Larga exposición: 23 ± 6 - Corta exposición 7±2	Muestreadores activos individuales	Alteración en la visión en color	- Test de Lanthony D-15 desaturado - CCI	Resultados de medidas repetidas ANCOVA para log CCI: - Intensidad de exposición: P valor=0,885 - Duración de exposición: P valor=0,208 - Edad: P valor=0,000 - Cualificación: P valor=0,015	2+	17
Muttray et al <sup>23</sup> , 2019	- Impresores: 51 ppm - APE: 65 ppm	8,3 años	Monitorización sanguínea	Alteración en la visión en color	- Test de Lanthony D-15 desaturado - CCI	- Se realizan 2 mediciones del CCI - 51 exp vs 51 no exp: 1ª medición (1,06 vs 1,04) 2ª medición (1,0 vs 1,0). (p>0,05) - Impresores vs no exp: 1ª (1,0 vs 1,08) 2ª (1,0 vs 1,0). (p=0,05) - APE vs no exp: 1ª (1,08 vs 1,02; p<0,02) 2ª (1,08 vs 1,0). p<0,05) - Mayor parte de errores de APE fueron en rango azul-amarillo (Tipo III)	2+	17

APE: asistentes permanentemente expuestos; CCI: Índice de Confusión del Color; TOTCI: Índice de Confusión Total; DE: desviación estándar

**Tabla 6.** Resultados relacionados con efectos en la audición

AUTOR Y AÑO	CONCENTRACIÓN DE TOLUENO EN AIRE	TIEMPO DE EXPOSICIÓN (MEDIA ± DE) EN AÑOS	MÉTODO PARA EVALUAR LA EXPOSICIÓN AL TOLUENO	EFFECTOS EVALUADOS	MÉTODO PARA EVALUAR LA FUNCIÓN AUDITIVA	RESULTADOS	NIVEL DE EVIDENCIA	STROBE
Chang et al <sup>24</sup> , 2006	33,0-164,6 ppm	-	Muestreo de aire ambiental	Pérdida de audición	- Audiometría de tonos puros	- Prevalencia de pérdida auditiva de ≥25 dB incluyendo 0,5 kHz (p < 0,001) en trabajadores: - Tolueno+Ruido (I): 86,2% OR 140 IC 95% (32,1-608) - Solo Ruido (II): 44,8% OR 12,8 IC 95% (3,4-47,6) - No expuestos (III): 5,0 % - Prevalencia de pérdida auditiva de ≥25 dB excluyendo 0,5 kHz (p < 0,001) en trabajadores: - Tolueno+Ruido (I): 67,2% - Solo Ruido (II): 32,8% - No expuestos (III): 8,3%	3	13
Schäper et al <sup>25</sup> , 2008	- Baja: 3,2 ± 3,1 ppm (Zona de procesamiento final) - Alta: 25,7 ± 20,1 ppm (Zona de impresión)	- Corta-baja: 6,3 ± 2,3 - Larga-baja: 21,4 ± 7,4 - Corta-alta: 5,6 ± 3,8 - Larga-alta: 22 ± 7,5	- Muestreadores activos individuales - Determinación de concentraciones de ácido hipúrico y g-cresol en orina	Pérdida de audición	- Audiometría de tonos puros - Otoscopia - Timpanometría	- Pérdida auditiva bilateral de alta frecuencia: Edad: OR 1,14 IC 95% (1,05-1,24) (p < 0,01) - Duración exposición a tolueno (años): OR 1,02 IC 95% (0,95-1,10) - Intensidad exposición a tolueno: OR 1 IC 95% (0,96-1,04) - Intensidad exposición a ruido: OR 0,99 IC95% (0,98-1,01)	2-	17

DE: desviación estándar

## Conclusiones

Tras realizar una revisión sistemática de la literatura sobre los efectos neurológicos más destacables producidos por la exposición laboral a tolueno, se concluye lo siguiente:

- La exposición laboral a tolueno produce efectos neurológicos como síntomas neurológicos inespecíficos y alteraciones del comportamiento, así como efectos nocivos en la visión y en la audición de los trabajadores.
- Los síntomas inespecíficos producidos por la exposición a tolueno pueden ser generales (como prurito naso-ocular, tos, dolor abdominal, y hemorragia gingival entre otros), neurológicos (como cefalea, náuseas, vómitos, espasmos, ansiedad, insomnio, entre otros), o afectar a funciones neuromoto-

ras (balanceo, temblor). Es importante considerar estos síntomas a la hora de realizar una adecuada anamnesis en los trabajadores ya que pueden pasar desapercibidos.

- Las funciones neuroconductuales especialmente afectadas por la exposición a tolueno son aquellas relacionadas con la memoria, la atención y la destreza motora, observándose efectos significativos incluso desde bajas concentraciones de exposición. Estas funciones están influenciadas también por factores de confusión como el nivel cultural e intelectual de los trabajadores.
- La alteración visual más relevante producida por la exposición a tolueno es la discromatopsia o alteración de la visión del color, existiendo mayor riesgo cuando la concentración es >50 ppm. No obstante, algunos estudios reflejan que pueden existir alteraciones en la visión a concentraciones <50 ppm, que es la que marca la normativa vigente. El rango cromático más afectado parece ser la visión de los colores azul-amarillo. La patogénesis de la discromatopsia no está claramente definida, parece que puede producirse por daños en distintas zonas de la vía visual y es posible que la retina sea uno de los componentes más involucrados.
- La alteración más relevante en la audición producida por exposición a tolueno es la pérdida auditiva. Los trabajadores de la mayoría de las industrias que utilizan tolueno lo hacen en co-exposición con ruido que actúa como factor de confusión. El descenso en la audición de los trabajadores se ve incrementado cuando existe co-exposición tolueno-ruido.
- Es necesario llevar a cabo más estudios que tengan en cuenta las diversas limitaciones que se han detectado en la lectura de los artículos recopilados en esta revisión sistemática. Se recomienda realizar estudios con mejor diseño y calidad metodológica, ajustando factores de confusión y con mayor tamaño muestral.

## Bibliografía

1. Stellman JM. Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo. [Internet]. Madrid: Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales; 1998 [citado 10 de marzo de 2022]. Disponible en: <https://www.insst.es/documents/94886/162038/6.+Hidrocarburos+arom%C3%A1ticos+-+Hidrocarburos+arom%C3%A1ticos+halogenados+-+Hidrocarburos+poliarom%C3%A1ticos+-+Isocianatos+-+Cetonas>
2. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial de Colombia. Guías para manejo seguro y gestión ambiental de 25 sustancias químicas peligrosas y Guías ambientales de almacenamiento y transporte por carretera de sustancias químicas peligrosas y residuos peligrosos. [Internet] Bogotá: El Ministerio; 2003. [citado 10 de marzo de 2022]. Disponible en: <http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/018903/Links/Guia25.pdf>
3. Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo. Documentación toxicológica para el establecimiento del límite de exposición profesional del tolueno [Internet]. 2007. [citado 10 de marzo de 2022]. Disponible en: <https://www.insst.es/documents/94886/290254/DLEP+39.pdf/10f0339d-d2c9-47fd-8328-a502541f03e5?version=1.0&t=1528396299582>
4. Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo. Tolueno. Determinación de hidrocarburos aromáticos (Tolueno, Etilbenceno, m-Xileno y Estireno) en aire – Método de captación con muestreadores por difusión - Desorción térmica/ Cromatografía de gases [Internet]. 2015. [citado 10 de marzo de 2022]. Disponible en: [https://www.insst.es/documents/94886/359043/MA\\_061\\_A14.pdf/c85e73bc-0e52-49d6-bf14-33e9a0c07c65](https://www.insst.es/documents/94886/359043/MA_061_A14.pdf/c85e73bc-0e52-49d6-bf14-33e9a0c07c65)
5. Padilla CR. Intoxicación por tolueno. *Med Leg Costa Rica*. 2020; 37(2):53-62
6. Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades. ToxFAQs™ – Tolueno [Internet]. 2017 [citado 22 de febrero de 2022]. Disponible en: [https://www.atsdr.cdc.gov/es/toxfaqs/es\\_tfacts56.html](https://www.atsdr.cdc.gov/es/toxfaqs/es_tfacts56.html)
7. Lee E-H, Eum KD, Cho S-I, Cheong H-K, Paek DM. Acquired dyschromatopsia among petrochemical industry workers exposed to benzene. *Neurotoxicology*. 2007;28(2):356-63.

- 8.** Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo. Exposición combinada a ruido y agentes químicos. 2016;(89):14-6.
- 9.** Hernández NG. Ototóxicos laborales primera parte: Solventes Orgánicos [Internet]. Instituto de Salud Pública. Ministerio de Salud. Chile; 2017. [citado 10 de marzo] Disponible en: <https://www.ispch.cl/sites/default/files/NotaTecnicaOtotoxicos.pdf>
- 10.** Real Decreto 374/2001, de 6 de abril, sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo. Boletín Oficial del Estado, nº104, (01-05-2001).
- 11.** Orden PRE/2743/2006, de 5 de septiembre, por la que se modifica el anexo I del Real Decreto 1406/1989, de 10 de noviembre, por el que se imponen limitaciones a la comercialización y al uso de ciertas sustancias y preparados peligrosos (tolueno y triclorobenceno). Boletín Oficial del Estado, nº214 (07-09-2006).
- 12.** von Elm E, Altman DG, Egger M, Pocock SJ, Gøtzsche PC, Vandenbroucke JP. Declaración de la Iniciativa STROBE (Strengthening the Reporting of Observational studies in Epidemiology): directrices para la comunicación de estudios observacionales. *Gac Sanit.* 2008;22(2):144-50.
- 13.** Harbour R, Miller J. A new system for grading recommendations in evidence based guidelines. *BMJ.* 2001;323(7308):334-6.
- 14.** Meyer-Baron M. A meta-analytical approach to neurobehavioural effects of occupational toluene exposure. *Environ Toxicol Pharmacol.* 2005;19(3):651-7.
- 15.** Paramei GV, Meyer-Baron M, Seeber A. Impairments of colour vision induced by organic solvents: a meta-analysis study. *Neurotoxicology.* 2004;25(5):803-16.
- 16.** Iregren A, Andersson M, Nylén P. Color vision and occupational chemical exposures: I. An overview of tests and effects. *Neurotoxicology.* 2002;23(6):719-33.
- 17.** Gobba F, Cavalleri A. Color vision impairment in workers exposed to neurotoxic chemicals. *Neurotoxicology.* 2003;24(4-5):693-702.
- 18.** Hoet P, Lison D. Ototoxicity of toluene and styrene: state of current knowledge. *Crit Rev Toxicol.* 2008;38(2):127-70.
- 19.** Filley CM. Occupation and the risk of chronic toxic leukoencephalopathy. *Handb Clin Neurol.* 2015;131:73-91.
- 20.** Kiesswetter E, Sietmann B, Zupanic M, Seeber A. Neurobehavioral study on the interactive effects of age and solvent exposure. *Neurotoxicology.* 2000;21(5):685-95.
- 21.** Deschamps D, Géraud C, Dally S. Cognitive functions in workers exposed to toluene: evaluation at least 48 hours after removal from exposure. *Int Arch Occup Environ Health.* 2001;74(4):285-8.
- 22.** Tanaka K, Maeda T, Kobayashi T, Tanaka M, Fukushima T. A survey of urinary hippuric acid and subjective symptoms among occupational low toluene exposed workers. *Fukushima J Med Sci.* 2003;49(2):129-39.
- 23.** Iwata T, Mori H, Dakeishi M, Onozaki I, Murata K. Effects of mixed organic solvents on neuromotor functions among workers in Buddhist altar manufacturing factories. *J Occup Health.* 2005;47(2):143-8.
- 24.** Seeber A, Demes P, Kiesswetter E, Schäper M, Van Thriel C, Zupanic M. Changes of neurobehavioral and sensory functions due to toluene exposure below 50 ppm? *Environ Toxicol Pharmacol.* 2005;19(3):635-43.
- 25.** Cavalleri A, Gobba F, Nicali E, Fiocchi V. Dose-related color vision impairment in toluene-exposed workers. *Arch Environ Health.* 2000;55(6):399-404.
- 26.** Campagna D, Stengel B, Mergler D, Limasset JC, Diebold F, Michard D, et al. Color vision and occupational toluene exposure. *Neurotoxicol Teratol.* 2001;23(5):473-80.



27. Schäper M, Demes P, Kiesswetter E, Zupanic M, Seeber A. Colour vision and occupational toluene exposure: results of repeated examinations. *Toxicol Lett.* 2004;151(1):193-202.
28. Muttray A, Wolters V, Rose D-M. Blue-yellow dyschromatopsia in toluene-exposed workers. *Int Arch Occup Environ Health.* 2019;92(5):699-707.
29. Schäper M, Seeber A, van Thriel C. The effects of toluene plus noise on hearing thresholds: an evaluation based on repeated measurements in the German printing industry. *Int J Occup Med Environ Health.* 2008;21(3):191-200.
30. Chouanière D, Wild P, Fontana J-M, Héry M, Fournier M, Baudin V, et al. Neurobehavioral disturbances arising from occupational toluene exposure. *Am J Ind Med.* 2002;41(2):77-88.
31. Kang S-K, Rohlman DS, Lee M-Y, Lee H-S, Chung S-Y, Anger WK. Neurobehavioral performance in workers exposed to toluene. *Environ Toxicol Pharmacol.* 2005;19(3):645-50.
32. Decharat S. Hippuric acid levels in paint workers at steel furniture manufacturers in Thailand. *Saf Health Work.* 2014;5(4):227-33.
33. Chang S-J, Chen C-J, Lien C-H, Sung F-C. Hearing loss in workers exposed to toluene and noise. *Environ Health Perspect.* 2006;114(8):1283-6.
34. Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, et al. Declaración PRISMA 2020: una guía actualizada para la publicación de revisiones sistemáticas. *Rev Esp Cardiol Engl Ed.* 2021;74(9):790-9.
35. Zvalić M, Mandić Z, Turk R, Bogadi-Sare A, Plavec D, Skender LJ. Qualitative color vision impairment in toluene-exposed workers. *Int Arch Occup Environ Health.* 1998;71(3):194-200.
36. Kiyokawa M, Mizota A, Takasoh M, Adachi-Usami E. Pattern visual evoked cortical potentials in patients with toxic optic neuropathy caused by toluene abuse. *Jpn J Ophthalmol.* 1999;43(5):438-42.
37. Toyonaga N, Adachi-Usami E, Yamazaki H. Clinical and electrophysiological findings in three patients with toluene dependency. *Doc Ophthalmol.* 1989;73(2):201-7.

# Anexos

## Anexo I. Bases de datos. Ecuaciones y descriptores de búsqueda

BASES DE DATOS	ECUACIONES Y DESCRIPTORES
<b>Medline</b>	(((["Occupational Exposure"[MeSH Terms]] OR (((((((("Occupational Exposure"[Title/Abstract]) OR ("Exposure Occupational"[Title/Abstract])) OR ("Exposures Occupational"[Title/Abstract]) OR ("Work Exposure"[Title/Abstract]) OR ("Labor Exposure"[Title/Abstract])) OR ("Occupational Exposition"[Title/Abstract]) OR ("Job Exposure"[Title/Abstract])) OR ("Job Exposition"[Title/Abstract])) AND ((["toluene"[MeSH Terms]] OR (((((((Toluene[Title/Abstract]) OR (methacide[Title/Abstract]) OR (methylbenzene[Title/Abstract]) OR (phenylmethane[Title/Abstract]) OR ("toluene isomer"[Title/Abstract]) OR (toluol[Title/Abstract]) OR (tolylene[Title/Abstract])) AND ((["Nervous System Diseases"[MeSH Terms]] OR (((((((((((((((((((((((("Nervous System Disease"[Title/Abstract]) OR ("Disease Nervous System"[Title/Abstract]) OR ("Diseases Nervous System"[Title/Abstract]) OR ("Neurologic Disorder"[Title/Abstract]) OR ("Disorder Neurologic"[Title/Abstract]) OR ("Disorders Neurologic"[Title/Abstract]) OR ("Neurological Disorder"[Title/Abstract]) OR ("Disorder Neurological"[Title/Abstract]) OR ("Disorders Neurological"[Title/Abstract]) OR ("Nervous System Disorder"[Title/Abstract]) OR ("Disorder Nervous System"[Title/Abstract]) OR ("Disorders Nervous System"[Title/Abstract]) OR ("neurologic disease"[Title/Abstract]) OR ("autoimmune diseases of the nervous system"[Title/Abstract]) OR ("nervous disease"[Title/Abstract]) OR ("nervous disorder"[Title/Abstract]) OR ("nervous system disease"[Title/Abstract]) OR ("nervous system disorder"[Title/Abstract]) OR ("neural disease"[Title/Abstract]) OR ("neurogenic disease"[Title/Abstract]) OR ("neurologic complaint"[Title/Abstract]) OR ("neurologic disorder"[Title/Abstract]) OR ("neurologic disturbance"[Title/Abstract]) OR ("neurologic dysfunction"[Title/Abstract]) OR ("neurologic manifestations"[Title/Abstract]) OR ("neurologic sign"[Title/Abstract]) OR ("neurologic symptom"[Title/Abstract]) OR ("neurologic syndrome"[Title/Abstract]) OR ("neurological complaint"[Title/Abstract]) OR ("neurological deficiency"[Title/Abstract]) OR ("neurological disease"[Title/Abstract]) OR ("neurological disorder"[Title/Abstract]) OR ("neurological disturbance"[Title/Abstract]) OR ("neurological sign"[Title/Abstract]) OR ("neurological symptom"[Title/Abstract]) OR ("neurological syndrome"[Title/Abstract]) OR ("ototoxic chemicals"[Title/Abstract]) OR ("ototoxic substances"[Title/Abstract]) OR ("ototoxicity"[Title/Abstract]) OR ("hearing loss"[Title/Abstract]) OR ("hearing impairment"[Title/Abstract]) OR ("Hypacusis"[Title/Abstract]) OR ("deaf"[Title/Abstract]) OR (tinnitus[Title/Abstract]) OR ("Neurobehavioral Manifestations"[Title/Abstract]) OR ("behavior disorder"[Title/Abstract]) OR ("Neurobehavioral performance"[Title/Abstract]) OR ("Color Vision Defect"[Title/Abstract]) OR (dyschromatopsia[Title/Abstract]) OR ("Leukoencephalopath"[Title/Abstract]))))))) AND #1 AND #2 AND #3
<b>Embase</b>	[occupational exposure'/exp OR [occupational exposure":ti,ab,kw OR 'exposure' occupational':ti,ab,kw OR 'work exposure":ti,ab,kw OR 'labor exposure":ti,ab,kw OR 'occupational exposition":ti,ab,kw OR 'job exposure":ti,ab,kw OR 'job exposition":ti,ab,kw]) AND ('toluene':ti,ab,kw OR methacide:ti,ab,kw OR methylbenzene:ti,ab,kw OR phenylmethane:ti,ab,kw OR 'toluene isomer':ti,ab,kw OR toluol:ti,ab,kw OR tolylene:ti,ab,kw)) AND ('neurologic disease'/exp OR ('nervous system disease":ti,ab,kw OR 'disease' nervous system':ti,ab,kw OR 'neurologic disorder":ti,ab,kw OR 'disorder' neurologic':ti,ab,kw OR 'neurological disorder":ti,ab,kw OR 'disorder' neurological':ti,ab,kw OR 'nervous system disorder":ti,ab,kw OR 'disorder' nervous system':ti,ab,kw OR 'neurologic disease':ti,ab,kw OR 'autoimmune diseases of the nervous system':ti,ab,kw OR 'nervous disease':ti,ab,kw OR 'neurologic complaint':ti,ab,kw OR 'neurologic' disturbance':ti,ab,kw OR 'neurologic dysfunction':ti,ab,kw OR 'neurologic manifestations':ti,ab,kw OR 'neurologic' sign':ti,ab,kw OR 'neurologic' symptom':ti,ab,kw OR 'neurologic' syndrome':ti,ab,kw OR 'neurological complaint':ti,ab,kw OR 'neurological deficiency':ti,ab,kw OR 'neurological disease':ti,ab,kw OR 'neurological disease':ti,ab,kw OR 'sign neurologic':ti,ab,kw OR 'symptom neurological':ti,ab,kw OR 'ototoxic chemicals':ti,ab,kw OR 'ototoxic substances':ti,ab,kw OR 'ototoxicity':ti,ab,kw OR 'hearing loss':ti,ab,kw OR 'hearing impairment':ti,ab,kw OR hypacusis:ti,ab,kw OR deaf:ti,ab,kw OR tinnitus:ti,ab,kw OR 'neurobehavioral manifestations':ti,ab,kw OR 'behavior disorder':ti,ab,kw OR 'neurobehavioral performance':ti,ab,kw OR 'color vision defect':ti,ab,kw OR dyschromatopsia:ti,ab,kw OR leukoencephalopath":ti,ab,kw))
<b>Cochrane</b>	#1 MeSH descriptor: [Occupational Exposure ] explode all trees #2 MeSH descriptor: [Toluene ] explode all trees #3 MeSH descriptor: [Nervous System Diseases ] explode all trees #4: #1 AND #2 AND #3
<b>WOS</b>	1) TS=(("occupational exposure" OR "exposure* occupational" OR "work exposure" OR "labor exposure" OR "occupational exposition" OR "job exposure" OR "job exposition") 2) TS=(toluene OR methacide OR methylbenzene OR phenylmethane OR "toluene isomer" OR toluol OR tolylene) 3) TS=(("nervous system disease" OR "disease* nervous system" OR "neurologic disorder" OR "disorder* neurologic" OR "neurological disorder" OR "nervous system disorder" OR "disorder* nervous system" OR "neurologic disease" OR "autoimmune diseases of the nervous system" OR "nervous dis*" OR "neur* disease" OR "neurologic complaint" OR "neurologic" disturbance" OR "neurologic dysfunction" OR "neurologic manifestations" OR "neurologic* sign" OR "neurologic* symptom" OR "neurologic* syndrome" OR "neurological complaint" OR "neurological deficiency" OR "neurological disease" OR "sign neurologic" OR "symptom neurological" OR "ototoxic chemicals" OR "ototoxic substances" OR "ototoxicity" OR "hearing loss" OR "hearing impairment" OR hypacusis* OR deaf* OR tinnitus OR "neurobehavioral manifestations" OR "behavior disorder" OR "neurobehavioral performance" OR "color vision defect" OR dyschromatopsia OR leukoencephalopath") 4) #1 AND #2 AND #3
<b>Scopus</b>	{ TITLE-ABS-KEY ( ("occupational exposure" OR "exposure* occupational" OR "work exposure" OR "labor exposure" OR "occupational exposition" OR "job exposure" OR "job exposition") AND TITLE-ABS-KEY ( (toluene OR methacide OR methylbenzene OR phenylmethane OR "toluene isomer" OR toluol OR tolylene ) AND TITLE-ABS-KEY ( ( "nervous system disease" OR "disease* nervous system" OR "neurologic disorder" OR "disorder* neurologic" OR "neurological disorder" OR "disorder* neurological" OR "nervous system disorder" OR "disorder* nervous system" OR "neurologic disease" OR "autoimmune diseases of the nervous system" OR "nervous dis*" OR "neur* disease" OR "neurologic complaint" OR "neurologic" disturbance" OR "neurologic dysfunction" OR "neurologic manifestations" OR "neurologic* sign" OR "neurologic* symptom" OR "neurologic* syndrome" OR "neurological complaint" OR "neurological deficiency" OR "neurological disease" OR "sign neurologic" OR "symptom neurological" OR "ototoxic chemicals" OR "ototoxic substances" OR "ototoxicity" OR "hearing loss" OR "hearing impairment" OR hypacusis* OR deaf* OR tinnitus OR "neurobehavioral manifestations" OR "behavior disorder" OR "neurobehavioral performance" OR "color vision defect" OR "dyschromatopsia" OR leukoencephalopath* ) ) ) AND NOT INDEX ( medline )
<b>IBECs</b>	Tolueno AND ocupacional AND neuro\$
<b>LILACS</b>	Tolueno ocupacional neuro\$

## Anexo II. Declaración STROBE (Strengthening the reporting of Observational studies in Epidemiology)<sup>(12)</sup>

Título y resumen	Punto	Recomendación
	1	(a) Indique, en el título o en el resumen, el diseño del estudio con un término habitual (b) Proporcione en el resumen una sinopsis informativa y equilibrada de lo que se ha hecho y lo que se ha encontrado
Introducción		
Contexto/fundamentos	2	Explique las razones y el fundamento científicos de la investigación que se comunica
Objetivos	3	Indique los objetivos específicos, incluida cualquier hipótesis preespecificada
Métodos		
Diseño del estudio	4	Presente al principio del documento los elementos clave del diseño del estudio
Contexto	5	Describa el marco, los lugares y las fechas relevantes, incluido los períodos de reclutamiento, exposición, seguimiento y recogida de datos
Participantes	6	(a) Estudios de cohortes: proporcione los criterios de elegibilidad, así como las fuentes y el método de selección de los participantes. Especifique los métodos de seguimiento Estudios de casos y controles: proporcione los criterios de elegibilidad así como las fuentes y el proceso diagnóstico de los casos y el de selección de los controles. Proporcione las razones para la elección de casos y controles Estudios transversales: proporcione los criterios de elegibilidad y las fuentes y métodos de selección de los participantes (b) Estudios de cohortes: en los estudios apareados, proporcione los criterios para la formación de parejas y el número de participantes con y sin exposición Estudios de casos y controles: en los estudios apareados, proporcione los criterios para la formación de las parejas y el número de controles por cada caso
Variables	7	Defina claramente todas las variables: de respuesta, exposiciones, predictoras, confusoras y modificadoras del efecto. Si procede, proporcione los criterios diagnósticos
Fuentes de datos/medidas	8*	Para cada variable de interés, proporcione las fuentes de datos y los detalles de los métodos de valoración (medida). Si hubiera más de un grupo, especifique la comparabilidad de los procesos de medida
Sesgos	9	Especifique todas las medidas adoptadas para afrontar fuentes potenciales de sesgo
Tamaño muestral	10	Explique cómo se determinó el tamaño muestral
Variables cuantitativas	11	Explique cómo se trataron las variables cuantitativas en el análisis. Si procede, explique qué grupos se definieron y por qué
Métodos estadísticos	12	(a) Especifique todos los métodos estadísticos, incluidos los empleados para controlar los factores de confusión (b) Especifique todos los métodos utilizados para analizar subgrupos e interacciones (c) Explique el tratamiento de los datos ausentes ( <i>missing data</i> ) (d) Estudio de cohortes: si procede, explique cómo se afrontan las pérdidas en el seguimiento Estudios de casos y controles: si procede, explique cómo se aparearon casos y controles Estudios transversales: si procede, especifique cómo se tiene en cuenta en el análisis la estrategia de muestreo (e) Describa los análisis de sensibilidad
Resultados		
Participantes	13*	(a) Describa el número de participantes en cada fase del estudio; por ejemplo: cifras de los participantes potencialmente elegibles, los analizados para ser incluidos, los confirmados elegibles, los incluidos en el estudio, los que tuvieron un seguimiento completo y los analizados (b) Describa las razones de la pérdida de participantes en cada fase (c) Considere el uso de un diagrama de flujo
Datos descriptivos	14*	(a) Describa las características de los participantes en el estudio (p. ej., demográficas, clínicas, sociales) y la información sobre las exposiciones y los posibles factores de confusión (b) Indique el número de participantes con datos ausentes en cada variable de interés (c) Estudios de cohortes: resume el período de seguimiento (p. ej., promedio y total)
Datos de las variables de resultado	15*	Estudios de cohortes: describa el número de eventos resultado, o bien proporcione medidas resumen a lo largo del tiempo Estudios de casos y controles: describa el número de participantes en cada categoría de exposición, o bien proporcione medidas resumen de exposición
Resultados principales	16	Estudios transversales: describa el número de eventos resultado, o bien proporcione medidas resumen (a) Proporcione estimaciones no ajustadas y, si procede, ajustadas por factores de confusión, así como su precisión (p. ej., intervalos de confianza del 95%). Especifique los factores de confusión por los que se ajusta y las razones para incluirlos (b) Si categoriza variables continuas, describa los límites de los intervalos (c) Si fuera pertinente, valore acompañar las estimaciones del riesgo relativo con estimaciones del riesgo absoluto para un período de tiempo relevante
Otros análisis	17	Describa otros análisis efectuados (de subgrupos, interacciones o sensibilidad)
Discusión		
Resultados clave	18	Resume los resultados principales de los objetivos del estudio
Limitaciones	19	Discuta las limitaciones del estudio, teniendo en cuenta posibles fuentes de sesgo o de imprecisión. Razone tanto sobre la dirección como sobre la magnitud de cualquier posible sesgo
Interpretación	20	Proporcione una interpretación global prudente de los resultados considerando objetivos, limitaciones, multiplicidad de análisis, resultados de estudios similares y otras pruebas empíricas relevantes
Generabilidad	21	Discuta la posibilidad de generalizar los resultados (validez externa)
Otra información		
Financiación	22	Especifique la financiación y el papel de los patrocinadores del estudio y, si procede, del estudio previo en el que se basa el presente artículo

### Anexo III. Criterios SIGN (Scottish Intercollegiate Guidelines Network)<sup>(13)</sup>

Nivel de evidencia	Tipo de estudio
1++	Meta-análisis de gran calidad, revisiones sistemáticas de ensayos clínicos aleatorizados o ensayos clínicos aleatorizados con muy bajo riesgo de sesgos.
1+	Meta-análisis bien realizados, revisiones sistemáticas de ensayos clínicos aleatorizados o ensayos clínicos aleatorizados con bajo riesgo de sesgos.
1-	Meta-análisis, revisiones sistemáticas de ensayos clínicos aleatorizados o ensayos clínicos aleatorizados con alto riesgo de sesgos.
2++	Revisiones sistemáticas de alta calidad de estudios de cohortes o de casos y controles, o Estudios de cohortes o de casos y controles de alta calidad, con muy bajo riesgo de confusión, sesgos o azar y una alta probabilidad de que la relación sea causal.
2+	Estudios de cohortes o de casos y controles bien realizados, con bajo riesgo de confusión, sesgos o azar y una moderada probabilidad de que la relación sea causal.
2-	Estudios de cohortes o de casos y controles con alto riesgo de confusión, sesgos o azar y una significativa probabilidad de que la relación no sea causal.
3	Estudios no analíticos (observaciones clínicas y series de casos).
4	Opiniones de expertos.