

# SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO

Revista del:




GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE TRABAJO  
Y ECONOMÍA SOCIAL

insst

INSTITUTO NACIONAL  
DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO

Nº **118**  
Julio 20**24**



**El trabajo  
no es un juego:  
con sol es tiempo  
de prevención**





## EDITA

Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST), O. A., M. P.

C/Torrelaguna,73

28027 Madrid

Tfno: 91 363 41 00

E-mail: [dpto.comunicacion@insst.mites.gob.es](mailto:dpto.comunicacion@insst.mites.gob.es)

[revista@insst.mites.gob.es](mailto:revista@insst.mites.gob.es)

Web: <http://www.insst.es>

## DIRECTORA

Aitana Garf Pérez

## CONSEJO EDITORIAL

Aitana Garf Pérez

José Miguel de Domingo Casado

Rebeca Martín Andrés

Pilar Cáceres Armendáriz

José Ramón Martín Usabiaga

Montserrat Solórzano Fàbrega

Olga Sebastián García

Beatriz Diego Segura

Marta Muñoz Nieto-Sandoval

## CONSEJO DE REDACCIÓN

Marcos Cantalejo García

María Eugenia Fernández Vázquez

María Tamara Parra Merino

## REALIZACIÓN EDITORIAL

## PUBLICIDAD Y SUSCRIPCIONES

CYAN, Proyectos Editoriales, S.A.

C/Colombia, 63

28016 Madrid

Tel: 915 320 504

e-mail: [cyan@cyan.es](mailto:cyan@cyan.es)

<http://www.cyan.es>

## GESTIÓN COMERCIAL Y DE MARKETING

[cyan@cyan.es](mailto:cyan@cyan.es)

NIPO (en línea): 118-20-037-8

NIPO (pasa-páginas): 118-20-038-3

I.S.S.N.: 1886-6123

La responsabilidad de las opiniones emitidas en "Seguridad y Salud en el Trabajo" corresponde exclusivamente a los autores. Queda prohibida la reproducción total o parcial con ánimo de lucro de los textos e ilustraciones sin previa autorización (RD Legislativo 1/1996, de 12 de abril de Propiedad Intelectual).

## 03 EDITORIAL

Cambio climático y salud laboral

## 04 ARTÍCULOS

### 04 Qué es la economía circular y cómo puede afectar a la seguridad y la salud en el trabajo

María José Santiago Valentín y Marta Rodríguez Ballesteros

### 14 Sistema de información para mejorar la respuesta en caso de incendio. Sistema accesible a través de dispositivos móviles mediante el escaneo de códigos QR

Juan Pérez Crespo

### 24 La seguridad y sostenibilidad en el diseño aplicado a las sustancias químicas

Araceli Sánchez Jiménez

### 31 Bioseguridad en insectarios. Características de los laboratorios de investigación con artrópodos vectores de enfermedades

Laura Gómez Guijarro

### 41 Radiación ultravioleta solar en el sector pesquero. Riesgo conocido pero asumido en el entorno laboral

Gema Santos Salazar, María Isabel Lara Laguna e Isaac Abril Muñoz

### 56 Sistema de control automatizado para ensayar la resistencia de los materiales de las prendas de protección a la penetración de líquidos a presión

Eva Cohen Gómez, Eva Mª Hoyas Pablos, Mario L. Ruz Ruiz y Francisco Vázquez Serrano

### 67 Selección y uso de cremas y lociones de fotoprotección: EPI en el ámbito laboral

Silvia Torres Ruiz

### 74 Dos años de la Ley 10/2021 de trabajo a distancia

Teresa Álvarez Bayona, Iván Martínez del Cerro, María Jesús Otero Aparicio, Jesús Pérez Bilbao y Silvia Termenón Cuadrado

### 87 Estrés laboral, salud mental y suicidio en las Fuerzas y Cuerpos de Seguridad

Tomás García Castro

Se informa de que, a partir de este número, la revista "Seguridad y Salud en el Trabajo" del INSST publicará contenidos "principalmente" científico-técnicos. Las noticias, la agenda y el resto de las secciones que formaban parte también de la revista pueden seguir consultándose en la página web del INSST: <https://www.insst.es/>



## Cambio climático y salud laboral

Cada vez existe una mayor conciencia colectiva sobre la importancia de los impactos medioambientales que supone el calentamiento progresivo del planeta debido a las emisiones de gases de efecto invernadero. El cambio climático ya es un hecho palpable, el aumento global de las temperaturas supone un incremento de las sequías y de los incendios forestales, cambios en la temperatura y el nivel del mar y la aparición cada vez más frecuente de lluvias torrenciales y otros fenómenos meteorológicos extremos.

Sin embargo, desde hace tiempo distintas voces alertaban de la necesidad de poner mayor atención a los efectos para la salud que tienen todos estos cambios, incluyendo la salud de las personas trabajadoras.

En este sentido, la Organización Internacional del Trabajo ha publicado recientemente su informe “Garantizar la seguridad y la salud en el trabajo en un clima cambiante” en el que se presentan evidencias de efectos para la salud de seis factores clave en este ámbito: calor excesivo, radiación ultravioleta, fenómenos meteorológicos extremos, contaminación del aire, enfermedades transmitidas por vectores y agroquímicos. Así, por ejemplo, se estima que al menos 2.400 millones de personas están laboralmente expuestas a temperaturas excesivas anualmente y, de entre ellas, más de 22 millones sufrirán daños relacionados con el trabajo y 18.970 morirán como consecuencia de este.

Las actuaciones necesarias para paliar estos impactos se dividen en dos tipos: la mitigación, con estrategias para la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero, y la adaptación, con actuaciones encaminadas a sufrir los menores daños posibles. Se debe profundizar en el conocimiento sobre cómo establecer ambas estrategias en la seguridad y salud en el trabajo para lograr implantar medidas preventivas que se adapten a la realidad de las empresas y las organizaciones.

La preocupación creciente de las instituciones y de los interlocutores sociales por los efectos dañinos del cambio climático en la población trabajadora ha quedado recogida en los objetivos del Marco estratégico de la UE en materia de salud y seguridad en el trabajo 2021-2027, y de la Estrategia Española de Seguridad y Salud en el Trabajo 2023-2027, que marcan las líneas de actuación de los organismos con funciones en esta materia, entre ellos, el Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST). Entre estas líneas destaca la de promover el desarrollo de proyectos de investigación y la elaboración de criterios y herramientas para el apoyo a las empresas en la gestión de nuevos riesgos derivados de las transiciones (ecológica, digital y demográfica).

La magnitud del reto de hacer frente al cambio climático y la amenaza global que supone para la vida hacen necesaria la colaboración de todas las instituciones y organizaciones de todos los ámbitos de actuación. Bajo esta premisa de un abordaje transversal se creó el Observatorio de Salud y Cambio Climático, que destaca por contar con personas expertas de distintas disciplinas. Así, cuenta con representantes de la Dirección General de Salud Pública, la Oficina Española de Cambio Climático, el Instituto de Salud Carlos III, la Agencia Estatal de Meteorología, la Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición, la Dirección General de Protección Civil y Emergencias, el Consejo Superior de Investigaciones Científicas, el Centro de Coordinación de Alertas y Emergencias Sanitarias o el Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas, adscrito al Ministerio de Ciencia e Innovación, entre otros.

Recientemente, el INSST se ha unido a este Observatorio como coordinador del grupo de trabajo de salud laboral, en el que se abordarán iniciativas, herramientas y estudios dirigidos a proteger la salud de las personas trabajadoras en relación con el cambio climático. Esta y otras líneas de acción, como las campañas de sensibilización dirigidas a las empresas y personas que trabajan a la intemperie en épocas estivales, son la constatación y la materialización del compromiso de este Instituto con la mejora de las condiciones de trabajo en el contexto actual de cambio climático. ●



# Qué es la economía circular y cómo puede afectar a la seguridad y la salud en el trabajo

**María José Santiago Valentín**

**Marta Rodríguez Ballesteros**

Subdirección técnica. INSST

*La transición hacia una economía circular juega un papel muy importante dentro de la transición ecológica, junto con la movilidad sostenible y la descarbonización de la energía. Existen iniciativas y políticas públicas para su implantación que se han apoyado en estudios relacionados, generalmente, con impactos económicos y medioambientales. Sin embargo, existen pocas publicaciones sobre el impacto que tendría para la salud y menos aún para la seguridad y la salud en el trabajo.*

*En este artículo se concreta el concepto de economía circular, ya que existen distintas definiciones y visiones sobre el mismo, se resumen las políticas públicas que se han implantado a nivel internacional, de la Unión Europea y de España, y se estudia cómo puede afectar a la seguridad y la salud en el trabajo la transición hacia una economía circular.*

*Por último, se incide en los principales mecanismos que se pueden utilizar para realizar este cambio con criterios preventivos, como la formación para las profesiones nuevas o las que requieren un reciclaje, y se reflexiona sobre la necesidad de implantar la circularidad en la propia actividad de la prevención de riesgos laborales.*

## EN QUÉ CONSISTE LA ECONOMÍA CIRCULAR

El concepto de economía circular surge en contraposición al tradicional modelo económico y de consumo lineal, que se caracteriza por la extracción de recursos o materias primas, el consumo de

energía durante los procesos de transformación, mayoritariamente procedente de fuentes no renovables y, finalmente, tras la utilización de los bienes por parte de los consumidores, la generación de residuos, que no presentan un valor dentro del sistema económico y, por lo tanto, se desechan.

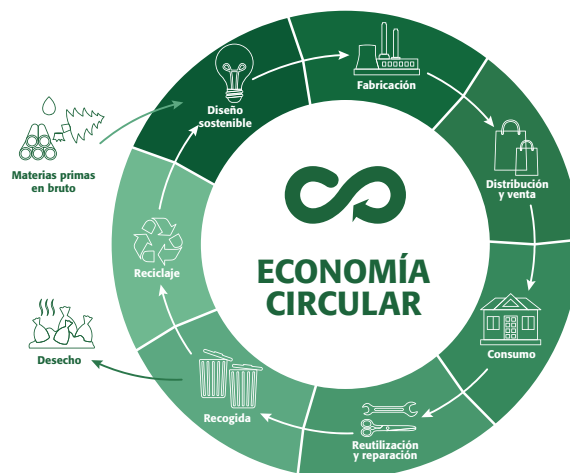
La economía lineal lleva aparejados una serie de inconvenientes relacionados con su insostenibilidad, debido a que los recursos de los que se nutre son limitados y a la capacidad también finita del ecosistema para asimilar una cantidad creciente de residuos. Además, los residuos, en muchas ocasiones, están compuestos por



■ Figura 1 ■ Economía lineal



■ Figura 2 ■ Economía circular



materiales complejos, no biodegradables o con unos periodos de biodegradabilidad demasiado largos y con sustancias peligrosas para la salud o el medioambiente, lo que dificulta su asimilación.

El tercer inconveniente está relacionado con la huella de carbono de todos estos procesos y su contribución al cambio climático. La huella de carbono es el conjunto de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) producidas, directa o indirectamente, por personas, organizaciones, productos, eventos o regiones geográficas, en términos de CO<sub>2</sub> equivalentes, y sirve como una herramienta para cuantificar dichas emisiones.

Los perjuicios del modelo económico lineal se ven acrecentados por una tendencia de hiperconsumo en la que intervienen como aceleradores, entre otros, la obsolescencia programada, la preferencia por productos de usar y tirar o el consumo masivo de productos de bajo coste, por ejemplo, en el sector de la moda rápida.

Como respuesta a esta insostenibilidad y como parte de una voluntad social y política de preservación de los ecosistemas y mitigación del cambio climático, surge la

necesidad de sustitución del modelo lineal por el de economía circular. El proceso de cambio hacia una economía circular se enmarca en el concepto de transición ecológica y constituye una parte esencial de este propósito de cambio, junto con la movilidad sostenible y la descarbonización de la producción de energía.

Este sistema productivo y de consumo pretende evitar la extracción continua de recursos naturales en bruto y la generación ingente de residuos mediante una serie de procesos relacionados con el diseño de los productos considerando todo su ciclo de vida para que, entre otras cosas, cuando lleguen al final de su vida útil, vuelvan a introducirse en el sistema como materias primas secundarias a través del reciclaje.

Sin embargo, el concepto de economía circular va mucho más allá del reciclaje e incluye elementos como el diseño enfocado a una mayor durabilidad, la reparación y el reacondicionamiento o la remanufacturación, los cambios en los modelos de consumo, entre los que se pueden incluir los productos como servicio y los sistemas de alquiler de bienes o los de bienes compartidos, así como el uso eficiente de los

recursos y la utilización de fuentes de energía renovables.

No existe una definición única de economía circular, sino que se han planteado múltiples acepciones por parte de distintos organismos y de la comunidad académica. Entre las que se han planteado, se destaca la de la Comisión Europea, por marcar el ámbito legislativo europeo, y la de la fundación *Ellen MacArthur*, por ser una de las más citadas, de las más completas y la que adopta la Estrategia Española de Economía Circular (EEEC) [1].

La Comisión Europea incluyó la descripción del concepto de economía circular en su Plan de acción de la Unión Europea (UE) para una economía circular de 2015 [2] considerando que se trata de una economía "en la cual el valor de los productos, materiales y recursos se mantiene en la economía durante el mayor tiempo posible, y la generación de residuos se reduce al mínimo". Además, la transición hacia una economía más circular supondría para la Comisión una contribución esencial a los esfuerzos de la UE por desarrollar una economía sostenible, con bajas emisiones de carbono, eficiente en el uso de los recursos y competitiva.



■ Figura 3 ■ Objetivos de desarrollo sostenible de la Agenda 2030

## OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE



Fuente: Naciones Unidas. 2015

La fundación *Ellen MacArthur*, por su parte, define la economía circular como un "sistema industrial que es restaurador o regenerativo por intención y diseño. Sustituye el concepto de final de la vida útil por el de restauración, se orienta hacia el uso de energías renovables, elimina el uso de productos químicos tóxicos, que perjudican la reutilización, y aspira a la eliminación de residuos mediante el diseño superior de materiales, productos, sistemas y, dentro de estos, modelos empresariales".

## POLÍTICAS PARA IMPULSAR LA ECONOMÍA CIRCULAR

La transición hacia un sistema productivo basado en la circularidad no sería factible sin el impulso de políticas encaminadas a este cambio que provean de la concienciación y, sobre todo, de la financiación necesaria para llevar a cabo los procesos de investigación, de innovación y de transformación del tejido productivo.

En el ámbito internacional, la iniciativa más importante es, sin duda, la Agenda 2030 para el desarrollo sostenible y sus 17 objetivos de desarrollo sostenible (ODS). La Agenda 2030 es un plan de acción global adoptado por los 193 Estados miembros de las Naciones Unidas en septiembre de 2015 que se conoce como "Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible".

Aunque todos los ODS guardan cierta interconexión, en lo que respecta a los principios para la transición hacia una economía circular, destaca el ODS 12: Producción y consumo responsable, que tiene como meta asegurar patrones de producción y consumo sostenibles. De forma muy resumida, pretende promover la eficiencia en el uso de los recursos, la reducción del desperdicio y la adopción

de prácticas sostenibles, tanto en la producción como en el consumo de bienes y servicios.

Por su parte, la Unión Europea ha desarrollado varios planes estratégicos para impulsar la economía circular que se traducen en normativa europea para aspectos concretos como los residuos, las baterías usadas, los residuos plásticos, el ecodiseño y el etiquetado ecológico, etc. Entre los planes estratégicos, la acción más directamente relacionada fue la aprobación del Plan de acción de la Unión Europea para la economía circular [2]. El plan incluyó una serie de acciones que llevaría a cabo la Comisión Europea centradas en diferentes áreas temáticas. En particular, presenta acciones dirigidas a todas las fases del ciclo de vida del producto, así como a cinco sectores prioritarios que fueron seleccionados debido a sus cadenas de valor específicas, productos, huella ambiental o importancia para reducir la dependencia de la Unión de las materias primas. Estos sectores son el de los plásticos, el de los residuos alimentarios, el de las materias primas críticas, los de la construcción y la demolición y el de la biomasa y los productos de base biológica.

Tras los resultados de este primer plan, la UE continuó con el propósito de convertir la economía de la Unión en la primera climáticamente neutra para 2050. Así, junto a la declaración de la emergencia climática en el Parlamento Europeo, llegó el Pacto Verde Europeo, impulsado por la Comisión, que es la hoja de ruta de la Unión Europea para hacer que la economía de región sea más sostenible. Consiste en un paquete de iniciativas políticas cuyo objetivo es situar a la UE en el camino hacia una transición ecológica, con el objetivo último de alcanzar la neutralidad climática de aquí a 2050 [3].

Junto con el Pacto Verde Europeo, la Comisión plantea en 2020 un nuevo Plan de Acción de Economía Circular, que se apoya en una serie de iniciativas que se interrelacionan para configurar una política marco de productos sostenibles coherente con la jerarquía de residuos al promover la prevención de generación de residuos. Para ello, introduce medidas encaminadas a potenciar la durabilidad y la reutilización, combatir la obsolescencia o promocionar la remanufactura, entre otras. También pretende empoderar a las personas consumidoras y robustecer el mercado de materias primas secundarias.



Este nuevo plan también fija la atención en sectores económicos clave, esta vez son el textil, la construcción, la electrónica, los vehículos y baterías y la alimentación, junto con materiales de alto impacto como el acero, el cemento, y los microplásticos y los plásticos en materiales de construcción y en los vehículos [4].

A escala nacional, la Estrategia Española de Economía Circular se alinea con los objetivos de los dos planes de acción de economía circular de la Unión Europea, con el Pacto Verde Europeo y con la Agenda 2030. La Estrategia plantea un escenario a largo plazo, con el horizonte de 2030 para el cumplimiento de sus objetivos y una serie de planes de acción trienales, que permitan modificar las políticas a medida que se vayan materializando los resultados. Los objetivos cuantitativos establecidos para alcanzar en el año 2030 consisten en:

- Reducir en un 30 % el consumo nacional de materiales en relación con el PIB, tomando como año de referencia 2010.
- Reducir la generación de residuos un 15 % respecto de lo generado en 2010.
- Reducir la generación de residuos de alimentos en toda la cadena alimentaria: 50 % de reducción per cápita a nivel de hogar y consumo minorista y un 20 % en las cadenas de producción y suministro a partir del año 2020.
- Incrementar la reutilización y preparación para la reutilización hasta llegar al 10 % de los residuos municipales generados.
- Mejorar un 10 % la eficiencia en el uso del agua.
- Reducir la emisión de gases de efecto invernadero por debajo de los 10

■ **Tabla 1** ■ **Categorías y procesos considerados economía circular**

Categoría de economía circular	Proceso/actividad de economía circular
Reducir el uso de recursos primarios.	Reciclaje.
	Uso eficiente de los recursos.
	Uso de energías renovables.
Mantener al máximo el valor de los materiales y productos.	Remanufacturaación, reacondicionamiento y reutilización de productos y componentes.
	Ampliación de la vida útil de los productos.
Cambios en los patrones de consumo.	Productos como servicio.
	Modelos compartidos.
	Cambio en los hábitos de consumo.

Fuente: Rizos *et al.* 2017

millones de toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente.

La EEEEC identifica seis sectores de actividad en los que es prioritario implantar una economía circular: el sector de la construcción, el agroalimentario, pesquero y forestal, el industrial, el de bienes de consumo, el del turismo y el textil y de confección.

CÓMO AFECTA A LA SEGURIDAD Y LA SALUD EN EL TRABAJO

A la hora de determinar los posibles impactos de la economía circular, incluido el impacto en la seguridad y la salud en el trabajo, es necesario concretar los procesos o actividades que se consideran bajo el paraguas del término. En 2017, Rizos *et al.* determinaron, en un estudio de revisión bibliográfica sobre la materia, que la economía circular abarca los siguientes 8 procesos o actividades, agrupados a su vez en 3 categorías principales (tabla 1) [5].

Pero ¿cómo puede afectar la implantación de estas actividades a la seguridad y la salud en el trabajo? A continuación, se realiza un análisis por categorías.

1. Reducir el uso de recursos primarios

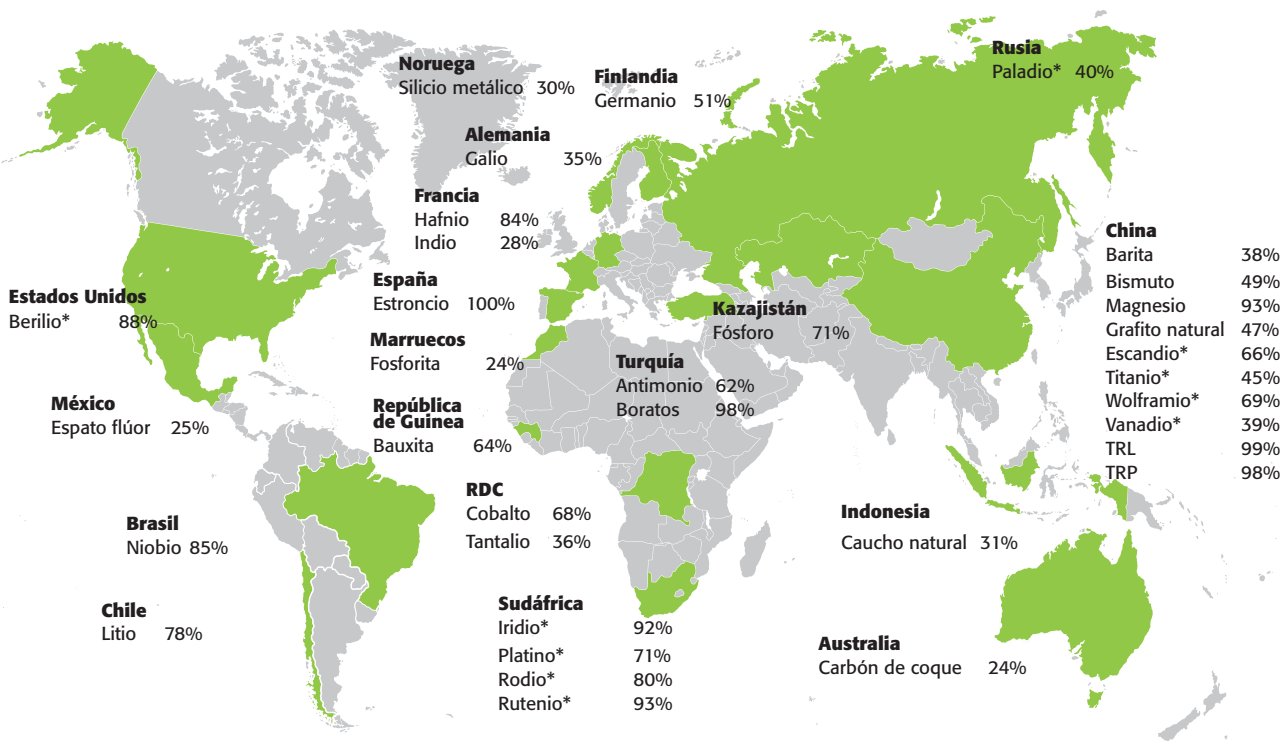
Reciclaje

Consiste en la recuperación y reformulación de los materiales residuales para su reintroducción en el proceso de producción. Es la forma más clásica de aplicar los principios de circularidad y supone mantener el valor de los materiales durante más tiempo, una disminución del uso de materiales primarios y también una reducción de la producción de residuos.

El reciclaje contribuye a la mitigación del cambio climático al disminuir la cantidad de emisiones de gases de efecto invernadero asociadas al uso de materiales.

Para conseguir que el reciclaje suponga una verdadera ventaja medioambiental y a la vez lograr que sea rentable para las empresas, es muy importante seguir avanzando en la calidad de este proceso. Para ello, es fundamental considerar esta fase del ciclo de vida a la hora de diseñar los materiales. En este diseño, es necesario considerar el contenido en sustancias químicas peligrosas, tanto para la salud como para el medioambiente, de estos materiales o de los

■ Figura 4 ■ Principales países proveedores de materias primas fundamentales de la UE



Fuente: Comisión Europea. 2020

procesos que son necesarios para su reformulación en nuevos materiales.

El uso de materiales reciclados en la industria cobra una relevancia especial en las materias primas críticas, mercado en el que la realidad de la existencia limitada de recursos es especialmente manifiesta. En este ámbito, no solo entran en juego la sostenibilidad ambiental y la salud laboral, sino que también interviene la dependencia de las importaciones de terceros países y, por tanto, los riesgos de falta de suministro y de incremento de costes económicos [4].

Los principales retos en materia de seguridad y salud en el trabajo en el reciclaje de materiales están relacionados con la **exposición a sustancias químicas peligrosas**, ya sea porque forman parte de la composición de los propios materiales a procesar, porque aparecen

como residuos asociados, por ejemplo, restos del contenido de un producto peligroso en su envase, o porque se utilicen en el proceso de reciclaje.

Un ejemplo de este último caso es la utilización de soluciones alcalinas fuertes para la separación del PVC (policloruro de vinilo) del PET (polietileno tereftalato), seguido posteriormente de la separación de las espumas de PVC con tensioactivos no iónicos [6]. Este proceso conllevará una serie de riesgos químicos, sobre todo relacionados con la corrosión de la piel y daños oculares en caso de contacto directo, que se deben considerar durante el diseño del proceso.

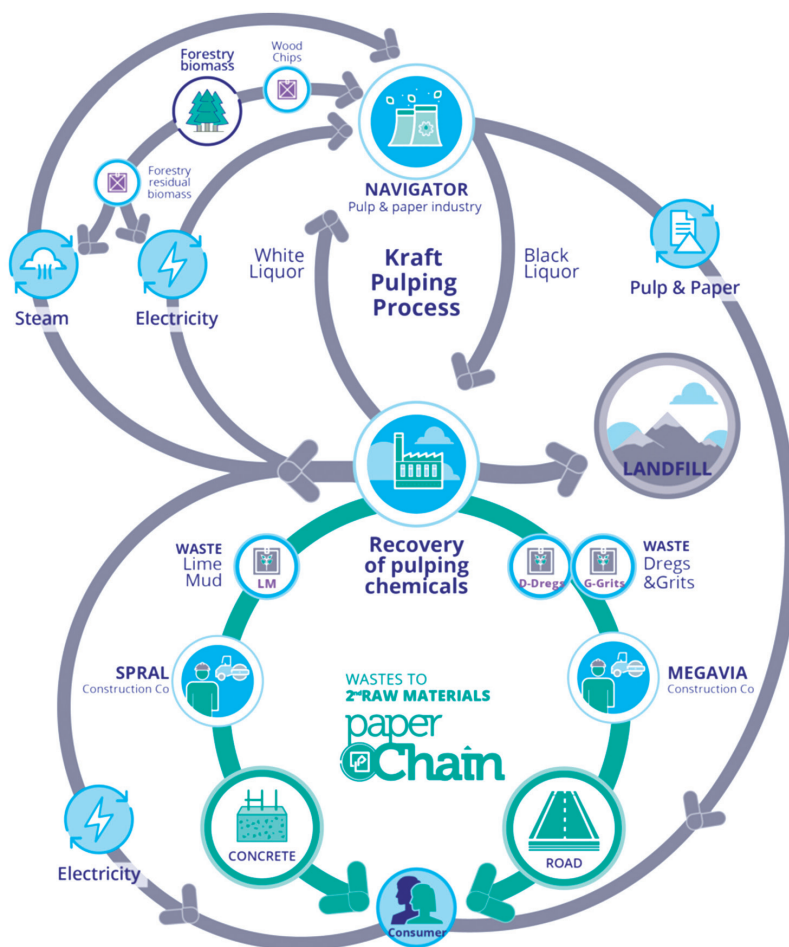
En el reciclaje de materias primas críticas a partir de residuos electrónicos también aparecen riesgos químicos, ya que los dos procesos principales que se utilizan para la recuperación de estos

materiales consisten en la pirólisis, que genera sustancias peligrosas para la salud, como dioxinas y furanos, y la lixiviación para su posterior recuperación, proceso en el que en la mayoría de los casos intervienen ácidos fuertes [7].

Por otra parte, debido a la heterogeneidad que presentan los residuos electrónicos, el éxito de la recuperación dependerá en gran medida de que se realice una buena separación de sus distintos componentes [7]. De nuevo, el diseño de los productos y la información sobre las sustancias que contienen, intervienen como un elemento crucial. Además, podemos inferir que aparecerán riesgos ergonómicos, relacionados con la minuciosidad del trabajo de desmontaje y separación, y que será necesaria la capacitación del personal que lo lleve cabo, incluyendo los aspectos relacionados con la seguridad y la salud.



■ Figura 5 ■ Esquema de *PaperChain*, proyecto europeo H2020 de economía circular y simbiosis industrial



Fuente: Paperchaine.eu/ 2019

Un ejemplo de agente químico peligroso generado durante el proceso de reciclaje es la aparición accidental de cloruro de hidrógeno durante el reciclaje químico de plásticos. Este agente puede aparecer cuando la corriente de PET entrante contiene restos de PVC que, a las temperaturas necesarias para despolimerizar el PET, generan este agente corrosivo. No obstante, aunque sería un riesgo a identificar y controlar, en la medida en que este evento es indeseable para el proceso en sí mismo, el diseño de las tareas de separación de tipos de plásticos incompatibles debería tender a la eliminación de este riesgo [8].

Como ya veíamos en el caso de los residuos electrónicos, uno de los retos más importantes en este campo es la disponibilidad de información sobre la composición de los materiales que llegan a las cadenas de reciclado y de ahí al sistema productivo. La existencia de distintos contaminantes sin identificar en los materiales no solo compromete la viabilidad de la circularidad, sino que también pone en riesgo la seguridad y la salud de las personas trabajadoras. La **simbiosis industrial** puede jugar un papel facilitador en este aspecto. Este modelo consiste en la aplicación de los principios de la ecología

industrial a nivel de las empresas, de forma que se cree una colaboración sinérgica en la que exista un intercambio de recursos, subproductos y conocimientos para la ecoinnovación. Así, entre otras cosas, los materiales que son desechados por una industria son la materia prima de otra.

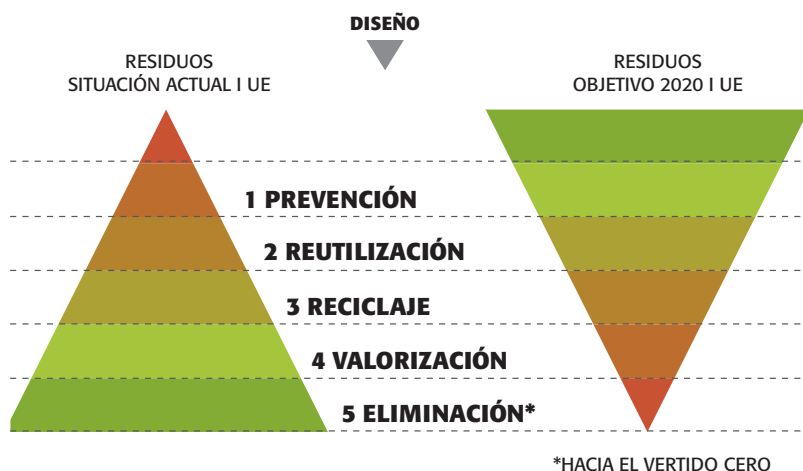
### Uso eficiente de los recursos

Dentro de esta acción se incluye la mejora en los procesos industriales y en los propios productos de forma que se logre una mayor eficiencia, aunque integrantes de la comunidad académica prefieren el término eficacia, en la utilización de las materias primas, la energía y el agua. Asimismo, se puede considerar incluida la sustitución de los productos de vida más corta o aquellos que contengan materiales peligrosos para la salud o para el medioambiente.

La mejora en el uso de los recursos está íntimamente relacionada con el diseño ecológico y con el análisis del ciclo de vida de los productos. Se pueden encontrar algunos ejemplos de este uso eficiente en sectores como la construcción, donde se investigan e implantan soluciones de hormigón aligerado que conserve la resistencia estructural pero disminuya la cantidad de material utilizado; en la agricultura, donde se implantan nuevas soluciones, como la agricultura vertical, que utilizan los nutrientes, la energía y el agua de forma más eficaz; o la minería, donde el análisis del ciclo de vida del proyecto minero juega un papel muy importante en la reducción del impacto medioambiental.

Estas medidas encaminadas a mejorar el aprovechamiento de los recursos, generando mayor valor y menor impacto, tienen un peso específico muy importante en la implantación de una economía circular. Dentro de la jerarquía de actuaciones prioritarias para los residuos de la Directiva

**Figura 6 Jerarquía de residuos en la directiva marco de residuos**



## Utilización de fuentes de energía renovables

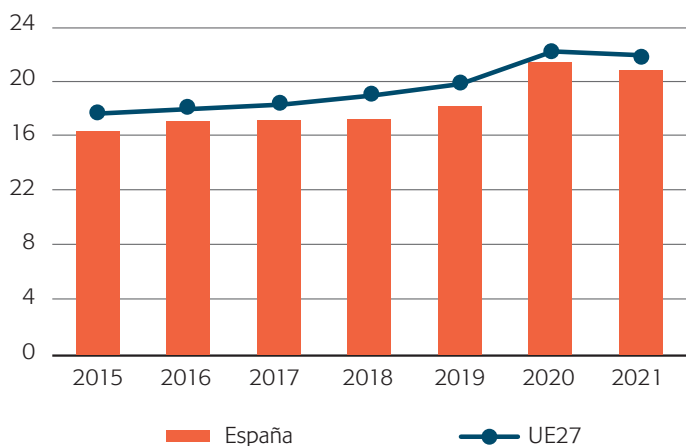
El uso de energías procedentes de combustibles fósiles es incompatible con la definición de economía circular, que pretende instaurar un sistema de producción restaurador. Por lo tanto, la utilización de fuentes de energía renovables constituye una parte esencial en la transición hacia este modelo económico.

La utilización de este tipo de energías, principalmente solar, eólica, mareomotriz, geotérmica, aerotérmica e hidráulica, presenta grandes beneficios en cuanto a la reducción de las emisiones de GEI y reducción de la dependencia de las importaciones de terceros países productores de petróleo. Sin embargo, también se deben evaluar los posibles efectos colaterales que se pueden prever, como la necesidad de tierras raras para la fabricación de placas solares, elementos muy escasos y que también generan una fuerte dependencia de las importaciones, o la posibilidad de sufrir intermitencias en el suministro, lo que constituiría una debilidad del sistema productivo.

En el ámbito de la seguridad y la salud laboral, pueden aparecer nuevos riesgos o pueden verse acrecentados riesgos bien conocidos. Un ejemplo de este último caso es la posibilidad de aumento del número de personas expuestas a los riesgos asociados al trabajo en cubiertas de edificios para la instalación y el mantenimiento de placas solares. En estos casos, al aumentar el número de instalaciones, es previsible un incremento de los casos de accidentes por caídas de las cubiertas donde estén instaladas las placas, pero también podría darse un mayor riesgo por exposición a fibras de amianto, ya que todavía quedan muchas cubiertas en nuestro país que contienen este material.

Por último, es necesario considerar la producción de energía a partir de residuos,

**Figura 7 Evolución de la proporción de energías renovables sobre el total consumido en España**



Fuente: Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico/Eurostat

Marco de residuos de la Unión Europea (Directiva 2008/98/CE), el primer paso es la prevención de los residuos, donde se enmarcarían este tipo de medidas.

Sin embargo, no se prevé que estas acciones determinen la aparición de nuevos riesgos laborales o agraven los existentes, de hecho, podrían tener un impacto positivo en la seguridad y la salud en el trabajo, debido, entre otras cosas, a la

preferencia por materiales que no perjudiquen la salud o el medioambiente y a un mayor cuidado a la hora de diseñar los procesos y los productos. Para que este impacto positivo sea posible, desde la fase inicial de análisis y diseño de los procesos y de los materiales se deben incorporar criterios preventivos, de forma que se elija siempre la opción que sea más favorable también para la salud de las personas trabajadoras.



ya sea por la producción de biogás a partir de residuos biodegradables o mediante la combustión. Estas opciones no son las más favorables desde el punto de vista de reducción de emisiones de GEI y, por ello, se sitúan en puestos más bajos de la jerarquía de residuos, sin embargo, también contribuyen a la circularidad.

En las instalaciones de valorización de residuos orgánicos para su aprovechamiento energético, para la obtención de diversos recursos químicos como los bioplásticos, los ácidos grasos, el biofuel o los fertilizantes, aparecen, principalmente, riesgos biológicos, químicos y de seguridad. Por ejemplo, la producción de gas metano y su procesamiento o almacenamiento implica que muchos de los lugares de trabajo de estas instalaciones se conviertan en zonas clasificadas por presencia de atmósferas explosivas.

## 2. Mantener al máximo el valor de los materiales y productos

### Remanufacturaón, reacondicionamiento y reutilización de productos y componentes

La reutilización de un producto consiste en darle un nuevo uso directamente, ya sea de todo el producto o de una parte, mientras que el reacondicionamiento requiere una restauración, una intervención para aportarle un mayor valor. Por su parte, la remanufacturaón es la que requiere una intervención más profunda con el objetivo de devolver el producto o componente a un estado como nuevo. Todas ellas son formas de recuperación de productos usados para darles una nueva vida y suponen beneficios medioambientales y económicos.

En todos los casos, la recuperación de los productos o componentes dependerá de que sus propiedades lo hagan posible y esto va a estar muy vinculado, una vez



más, a que se hayan diseñado con criterios de durabilidad. A su vez, en todas estas prácticas es necesario que la población consumidora intervenga en la devolución de los productos tras su uso y que las empresas inviertan en un sistema de retorno.

Una vez más, desde el punto de vista de la seguridad y la salud en el trabajo, es previsible que los criterios de ecodiseño para los productos favorezcan la desaparición de sustancias químicas preocupantes para la salud. También reaparece el reto de la trazabilidad, es decir, de la disponibilidad de información sobre la composición de los productos a lo largo de toda su vida útil.

Por otra parte, se prevé que la remanufacturaón genere muchos puestos de trabajo en pequeñas empresas a nivel local [9] y, como veíamos en el caso de la recuperación de componentes de residuos electrónicos, será necesaria una gran especialización que requerirá la adquisición de nuevas competencias, tanto para el ecodiseño como para la remanufacturaón. Esta necesidad de competencias siempre supondrá una oportunidad para

integrar conocimientos de seguridad y salud en la formación y en el diseño.

### Ampliación de la vida útil de los productos

Como ocurre en la mayoría de las prácticas que contribuyen a la economía circular, la prolongación de la vida útil de los productos está muy relacionada con el ecodiseño. Concretamente, se puede considerar que contribuyen a este fin la estandarización de componentes, la disponibilidad de repuestos para la reparación, el diseño encaminado a la durabilidad o la eliminación de barreras para la actualización de *software*. Pero también existen ejemplos más atípicos, como la construcción de estructuras temporales, para exposiciones y eventos, con elementos modulares que posteriormente pueden emplazarse en otros lugares o utilizarse para la construcción de otros tipos de edificios.

La modificación más obvia del mundo del trabajo que cabe esperar como consecuencia de esta actividad de la economía circular estaría relacionada con el aumento de los puestos de trabajo, generalmente



en pymes, relacionados con el mantenimiento y con el montaje y desmontaje de equipos, e incluso de estructuras.

### 3. Cambios en los patrones de consumo

Dentro de esta categoría se incluyen los sistemas producto – servicio, los modelos de uso compartido y los cambios en los hábitos de consumo. Estas prácticas están más relacionadas con los modelos de consumo por parte de la población usuaria que con los procesos productivos y con las prácticas empresariales, pero también pueden afectar sustancialmente a la seguridad y la salud en el trabajo.

Por ejemplo, en los modelos de uso compartido de vehículos como coches, bicicletas o patinetes existe la posibilidad de que se produzca una precarización de los empleos, por ejemplo, los relacionados con la recarga de patinetes eléctricos y su distribución a distintas localizaciones, que tiene un impacto directo en la salud de las personas que los desarrollan por trabajar con una elevada presión de tiempo o por tener la necesidad de extender sus jornadas de trabajo durante muchas

horas para lograr una retribución que les permita vivir.

Por otra parte, es previsible que este tipo de modelos de consumo, en los que no se adquiere un producto tangible durante toda su vida útil en exclusividad, sino que se adquiere un servicio o se alquila un bien, aumente el número de operaciones de transporte de bienes, lo que podría producir un aumento de los riesgos relacionados con la seguridad en el transporte.

### LA CIRCULARIDAD DE LA PREVENCIÓN

Dentro de la actividad de la prevención de riesgos laborales debería plantearse también incluir criterios de circularidad en sus prácticas habituales como, por ejemplo, la realización de mediciones con toma de muestras, antes de la cual se puede recurrir a métodos cualitativos que nos permitirán determinar las medidas preventivas necesarias, o la utilización de equipos de protección individual (EPI). Este último punto quizás sea el que presenta más posibilidades de mejora. No es

raro imaginar situaciones en las que la utilización de EPI consista más en hacer obligatorio todo lo que se puede o se suele utilizar: gafas de protección, guantes, casco, etc., que en realizar un análisis minucioso de los riesgos y una selección de los equipos con criterios de eficacia y necesidad. De acuerdo con la jerarquía de residuos, el primer paso sería plantearse si es necesario el EPI.

Una vez hemos determinado que un EPI es necesario, lo más orientado a la circularidad sería optar por opciones reutilizables, por ejemplo, orejeras en lugar de tapones desechables. Por último, se podría considerar la posibilidad de compartir EPI ajustables para determinadas tareas que desarrollan distintas personas de forma ocasional, siempre, claro está, siguiendo los procedimientos de limpieza y desinfección necesarios y que el propio equipo lo permita. No tendría sentido, por ejemplo, para tapones contra el ruido o mascarillas filtrantes.

### CONCLUSIONES

Existe un consenso cada vez más amplio acerca de la necesidad de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, así como de preservar la biodiversidad y los recursos naturales. Para lograr estos grandes objetivos es necesario transformar nuestro modelo económico y productivo, pasar de una economía lineal, insostenible por definición, a un modelo circular que sea más sostenible y restaurador.

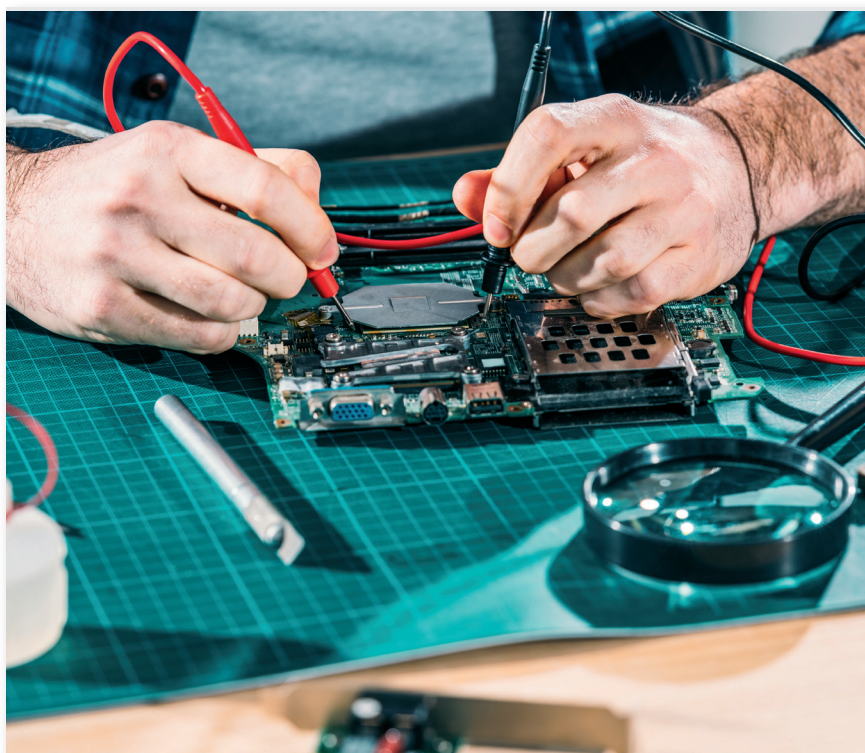
Este cambio de sistema pasa necesariamente por una modificación del sistema empresarial y, por lo tanto, de los puestos de trabajo. Las condiciones de seguridad y salud también se verán previsiblemente modificadas, ya sea por una mejora de estas, o por la aparición de nuevos riesgos o agravamiento de los otros ya existentes.



Un análisis de las distintas actuaciones en las que consiste la economía circular nos permite identificar, o más bien intuir, cuáles pueden ser las consecuencias para la seguridad y la salud en el trabajo, por ejemplo, en los procesos de recuperación o remanufacturación, en el reciclaje de distintos materiales o productos o en la necesaria aparición de nuevos modelos de consumo.

Existen conclusiones comunes en el análisis de todas ellas, como son:

- La importancia del diseño, tanto de los productos como de los procesos. El diseño se convierte en un elemento clave para lograr una economía más circular. Más que un inconveniente, esto supone una gran oportunidad para mejorar las condiciones de seguridad y salud en el trabajo, ya que permite realizar prevención en el origen, la más eficaz de todas las formas de prevención.
- La necesidad de adquirir nuevas competencias. Las personas que realicen los trabajos relacionados con la economía circular necesitan formación para la adquisición de nuevas



capacidades. Esto también supone una oportunidad para incorporar capacidades propias de la seguridad y salud en los procesos formativos.

- La trazabilidad y la información sobre los componentes de los productos y los materiales, junto con la sustitución de sustancias químicas preocupantes por sus efectos en la salud y el medio ambiente es uno de los mayores retos

a los que nos enfrentamos en nuestro campo.

- También es necesario implantar criterios de circularidad en la propia actividad de la prevención de riesgos laborales, ya que algunas de las actuaciones propias son susceptibles de mejora en el consumo de materiales y en la reducción de los residuos que generan. ●

## ■ Referencias bibliográficas ■

- [1] MITECO. [España circular 2030 Estrategia española de economía circular](#). 2020.
- [2] Comisión Europea. [COM\(2015\) 614 final](#). Cerrar el círculo: un plan de acción de la UE para la economía circular. 2015.
- [3] Comisión Europea. El Pacto Verde Europeo. [COM/2019/640 final](#). 2019.
- [4] Comisión Europea Nuevo Plan de acción para la economía circular por una Europa más limpia y más competitiva. [COM/2020/98 final](#). 2020.
- [5] Rizos V, Tuokko K, Behrens A. *The circular economy: a review of definitions, processes and impacts: CEPS Energy Climate House*; 2017

- [6] Drelich J, Payne T, Kim JH, Miller JD. *Selective froth flotation of PVC from PVC/PET mixtures for the plastics recycling industry*. *Polymer Engineering and Science*. 1998;38(9):1378-86.
- [7] Sethurajan M, van Hullebusch ED, Fontana D, Akcil A, Deveci H, Batinic B, et al. *Recent advances on hydrometallurgical recovery of critical and precious elements from end of life electronic wastes-a review*. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*. 2019;49(3):212-75.
- [8] Hopewell J, Dvorak R, Kosior E. *Plastics recycling: challenges and opportunities*. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*. 2009;364(1526):2115-26.
- [9] AEMA. [Circular economy in Europe. Developing a knowledge base](#). Agencia europea del medioambiente; 2016. Contract No.: 2/2016.



# Sistema de información para mejorar la respuesta en caso de incendio. Sistema accesible a través de dispositivos móviles mediante el escaneo de códigos QR

**Juan Pérez Crespo**

Ingeniero Industrial. TSPRL, especialidad en Seguridad en el trabajo, Higiene industrial, Ergonomía y Psicología aplicada. Técnico de Prevención de la Universidad Miguel Hernández de Elche.

*El artículo se inicia con la exposición de los desafíos que afrontan las organizaciones en situaciones de emergencia, con un enfoque particular en los contextos universitarios. Se resaltan las complicaciones derivadas de la comunicación y localización en campus extensos que cuentan con diversos edificios, así como la necesidad de coordinar a un personal disperso y transmitir información crucial a las partes pertinentes. A partir de esta introducción, se enfatiza la relevancia de la rapidez de respuesta, especialmente en el contexto de un incendio.*

*Posteriormente, se introduce una solución tecnológica: la implementación de una aplicación informática que facilita la visualización en planta de los edificios, proporcionando información sobre los espacios y salas mediante pictogramas que representan los riesgos existentes y los recursos e instalaciones que requieren atención en caso de incendio. Se destaca que el acceso a esta aplicación se realiza mediante placas equipadas con códigos QR, las cuales se encuentran ubicadas estratégicamente en las entradas de los edificios.*

*Finalmente, se abordan los aspectos relacionados con las inversiones y acciones necesarias para llevar a cabo la implantación exitosa de este sistema. Además, se reflexiona sobre las dificultades que es probable que surjan durante el proceso de desarrollo e implementación. En conjunto, el artículo presenta un análisis de los desafíos, soluciones y consideraciones involucradas en la mejora de la respuesta a emergencias en el contexto universitario.*

## 1. INTRODUCCIÓN

La actuación en una emergencia siempre es problemática, debido a que es una situación inesperada y que pone a prueba la reacción de los sistemas de respuesta. Estos sistemas se basan en elementos humanos y materiales, que no son usados de manera habitual. En el caso de una universidad nos enfrentamos a diversas situaciones que dificultan una correcta respuesta, tales como: la dificultad en la comunicación de la ubicación de la emergencia, dado que la universidad puede tener múltiples campus y sedes y dentro de estas decenas de edificios; las limitaciones a la circulación de vehículos, los accesos al mismo pueden requerir de la apertura de barreras y puertas; y la transmisión de la información necesaria a los medios externos e internos que deben actuar frente al suceso; entre otros. A lo largo del artículo se explican los aspectos particulares de las universidades que se deben considerar para dar una correcta respuesta ante una emergencia. Finalmente, hay que destacar que la rapidez de actuación tiende a ser el factor crucial en el momento de la emergencia. El empleo de una tecnología que mejore ese tiempo de respuesta y dé mayor robustez y fiabilidad a la misma es uno de los campos más interesantes para la mejora de las condiciones de seguridad en nuestros centros de trabajo.

Para enfrentar estas dificultades, en el presente artículo se muestran las condiciones específicas presentes en el ámbito universitario en el abordaje de las emergencias. Seguidamente, se detallan las particularidades organizativas necesarias para una correcta actuación. Por último, se propone la utilización de una tecnología basada en códigos QR para acelerar y mejorar la fiabilidad y calidad de la información facilitada a los servicios de emergencia, aumentando la eficacia de estos.



## 2. REQUISITOS NORMATIVOS PARA EL ABORDAJE DE LAS EMERGENCIAS

En este apartado se pretende hacer un breve resumen de los aspectos legislativos y normativos que condicionan la respuesta frente a las situaciones de emergencia en las empresas y organizaciones.

En primer lugar, se recuerda que la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, en su artículo 20, recoge la necesidad de analizar las posibles situaciones de emergencia y adoptar las medidas necesarias en materia de primeros auxilios, lucha contra incendios y evacuación del personal trabajador. También se debe matizar que no solo debe tenerse en cuenta a aquel sino también a las posibles personas ajenas a la empresa. Igualmente, este artículo exige que se designe personal para poner en práctica estas medidas y que se compruebe periódicamente el correcto funcionamiento de estas, en definitiva, que se realicen simulacros. Las obligaciones prosiguen exigiendo que este personal sea suficiente en número, cuente con el material adecuado y posea

la formación necesaria. Además, legalmente se solicita a la parte empresarial que organice las relaciones que sean necesarias con los servicios externos a la empresa de forma que quede garantizada la rapidez y eficacia de las actuaciones de estos servicios externos. El sistema que se propone en este artículo precisamente facilita la eficacia de los medios externos.

Otra normativa de gran importancia es la Norma Básica de Autoprotección de los centros, establecimientos y dependencias dedicados a actividades que puedan dar origen a situaciones de emergencia. Esta norma se encuentra actualmente derogada, pero estará en aplicación hasta la aprobación del nuevo instrumento normativo que lo sustituya. La norma obliga a los titulares de determinadas actividades a la elaboración de un plan de autoprotección, documento que incluye la organización de un plan de emergencia en las instalaciones. Las actividades son, en general, aquellas incluidas en el anexo I de la citada norma. Para el ámbito universitario, las actividades que son más probables que condicionen la redacción de estos planes de autoprotección son las del siguiente apartado:

"e) Actividades docentes:

(...)

Cualquier otro establecimiento de uso docente siempre que disponga una altura de evacuación igual o superior a 28 m, o de una ocupación igual o superior a 2.000 personas".

También es común redactar estos documentos en edificios que cuentan con instalaciones especiales, que pueden ser un problema de cara a la intervención en una emergencia. Entre estas instalaciones se incluyen aquellas que contienen isótopos radiactivos, sin embargo, en este caso se debe recordar que se deben seguir las directrices del Consejo de Seguridad Nuclear para redactar el plan de emergencia interior en instalaciones de este tipo. La Nota Técnica de Prevención (NTP) 818: Norma Básica de Autoprotección, del Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST), puede servir de ayuda para abordar la confección del plan de autoprotección.

En el anexo II del Real Decreto 393/2007, de 23 de marzo, por el que se aprueba la Norma Básica de Autoprotección de los centros, establecimientos y dependencias dedicados a actividades que puedan dar origen a situaciones de emergencia, se detalla el contenido mínimo del plan de autoprotección. En concreto, en su apartado 6 se recoge que se debe organizar un plan de actuación frente a las emergencias. Dicho plan contendrá una identificación y clasificación de las emergencias, en función del tipo de riesgo, gravedad, ocupación y medios humanos; también contendrá procedimientos de actuación que incluirán, al menos: la detección y alerta, la alarma, la intervención coordinada, el refugio, evacuación y socorro, la información sobre emergencias a todas aquellas personas que pudieran estar expuestas al riesgo, y la solicitud y recepción de ayuda externa de los servicios de emergencia. Igualmente,

en este plan se requiere identificar a las personas que formen parte de los equipos de emergencia y los responsables de la puesta en marcha del plan. Así mismo, se identificarán las funciones a realizar por dichos equipos y responsables.

En las notas técnicas de prevención del INSST se pueden encontrar ayudas para el diseño del plan de emergencia. En concreto, a la hora de definir los equipos de emergencia, se puede recurrir a la NTP 361: Planes de emergencia en lugares de pública concurrencia. Aquí podemos encontrar identificados los siguientes equipos con sus funciones:

- Equipo de alarma y evacuación. Entre sus misiones fundamentales destacan preparar la evacuación y dirigir el flujo de evacuación. También deberá comprobar que se ha realizado la evacuación de sus zonas y controlar las ausencias en el punto de reunión exterior una vez que se haya realizado la evacuación.
- Equipo de primeros auxilios. Su misión será prestar los primeros auxilios a las personas lesionadas durante una emergencia.
- Equipo de primera intervención. Combatir conatos de incendio con extintores portátiles y apoyar a los componentes del equipo de segunda intervención cuando les sea requerido.
- Equipo de segunda intervención. Este equipo representa la máxima capacidad extintora del establecimiento. Emplearán todos los medios disponibles para la contención de la emergencia y el control de las instalaciones existentes en la zona afectada.
- Jefe de intervención. Dirigirá las operaciones de extinción en el punto de la emergencia, donde representa la máxima autoridad, e informará y ejecutará las

órdenes que reciba del jefe de emergencia.

- Jefe de emergencia. Es la máxima autoridad en el establecimiento durante las emergencias.

Finalmente, se señala que suele ser necesario definir un equipo que haga de centro de comunicaciones transmitiendo la información a los recursos internos y externos para abordar la emergencia.

### 3. CONDICIONES FRECUENTES Y ESPECÍFICAS QUE DIFICULTAN LA RESPUESTA FRENTE A UNA EMERGENCIA EN UNA UNIVERSIDAD

Cuando se aborda una situación de emergencia en una organización de tipo universitario se afrontan una serie de problemas habituales y específicos. Entre ellos se destacan los siguientes:

#### 1. La dispersión de las instalaciones en diferentes campus y sedes.

Es habitual que las universidades cuenten con localizaciones en diferentes localidades, denominadas campus, o bien, con varias localizaciones separadas en la misma localidad, denominadas sedes. Por lo tanto, a la hora de identificar el lugar de una emergencia, no existe una relación biunívoca entre la universidad y una localización concreta, aunque sea aproximada. Por ello, la localización es una información esencial en la transmisión de la información a los medios de emergencia externos. Por otro lado, la ubicación en diferentes localidades normalmente obliga a establecer relaciones con los diferentes equipos de extinción de incendios, salvamento y socorro responsables de actuar en cada localidad.

Además, la configuración de cada campus o sede puede ser muy diferente por lo



que se requiere que el personal que realice las comunicaciones sea conocedor de las condiciones en cada campus o sede para coordinar correctamente a los medios externos e internos.

## 2. El elevado número de edificios ocupados en cada campus o sede con actividades de diferente naturaleza.

Cuando se diseña un campus se intenta dotarlo de una autonomía que le permita impartir con sus recursos una serie de enseñanzas de grados y másteres. Esto implica que se construyan edificios administrativos, aularios, laboratorios, talleres, etc. Igualmente se dotan de edificios con los servicios que precisa el alumnado como cafeterías, bibliotecas, reprografía, etc. Esta dispersión en las instalaciones y la variedad de circunstancias presentes en los diferentes edificios hace necesario disponer de una organización que aporte información sobre los elementos existentes en el edificio y que conduzca a los recursos internos y externos al lugar en que se necesitan.

## 3. Elevado número de personas en las instalaciones. La mayoría de estas no pertenecientes a la organización.

En general, en la mayoría de las ocasiones, se da la circunstancia de que, en las universidades, los diferentes campus y sedes cuentan con una proporción muy superior de alumnos/as y otras personas no pertenecientes a la comunidad universitaria frente al número de personal trabajador de la organización. Esta proporción puede ser superior a una relación de 10 a 1 en los momentos de mayor afluencia del alumnado. Este gran número de personas requiere de equipos de evacuación relativamente numerosos, en relación con el número de trabajadores/as, en todos los lugares con aforos elevados. Por otro lado, la presencia de personas ajenas a la comunidad universitaria en cantidad significativa implica que las mismas son, normalmente,



desconocedoras de los edificios y sus vías de evacuación, así como de los puntos de reunión y medios de extinción.

En concreto, las universidades cuentan con varios tipos de edificios en los que normalmente puede existir una ocupación elevada y una presencia escasa de personal propio. Por ejemplo:

- Aularios. En los aularios podemos contar habitualmente con personal de conserjería del edificio, que muchas veces se encuentra externalizado. También contamos con el profesorado, pero su participación en el plan de emergencia es limitada por los problemas que se explicarán en el punto siguiente.
- Edificios deportivos. En los edificios deportivos solemos contar con personal de conserjería y personal monitor que habitualmente es personal externo a la universidad.

## 4. El profesorado puede variar de ubicación a lo largo de la jornada, lo que implica dificultades para su participación en los equipos de emergencia.

Otro de los problemas es que el profesorado, que constituye la mayoría del personal de las universidades, normalmente no

tiene una ubicación determinada. Esto ocurre por varios motivos:

- El horario es flexible y adaptable, normalmente ni siquiera se registra.
- Su presencia en los aularios depende de las asignaturas que imparten, las cuales cambian cada semestre. Además, cada año las asignaturas pueden cambiar de horario y ubicación y el/la profesor/a de carga lectiva o de materia.
- El profesorado realiza frecuentes salidas a congresos, seminarios y visitas a otros centros cuando colabora con docentes de otras instituciones, lo que es habitual.
- El profesorado que realiza investigación experimental puede encontrarse en su laboratorio o taller, que puede estar ubicado en un lugar diferente del lugar en donde se ubica su despacho habitual.
- Por último, parte del profesorado ocupa cargos de gestión en la universidad que le obliga a realizar actividades dentro y fuera de esta, en lugares diferentes a su ubicación habitual.

Esto complica la participación de este personal en el plan de emergencia, dado que no se puede prever su ubicación y, por tanto, no se puede confiar en su

disponibilidad para poder actuar en caso de emergencia.

## 5. La externalización de determinadas funciones a empresas externas a la universidad: conserjerías, limpieza, mantenimiento, seguridad, etc.

Es habitual que en muchas universidades servicios como conserjería, mantenimiento o seguridad se externalicen. Estos servicios son clave en el desarrollo de la emergencia y al ser personal externo se complica la organización del plan dado que se requieren medidas de coordinación adicionales para asegurar la formación y disponibilidad de este personal para las situaciones de emergencia.

## 6. La ocupación de las instalaciones fuera de los horarios habituales del personal de la universidad. Igualmente, la ocupación en fines de semana y festivos.

Las universidades son entornos abiertos con mucha actividad y en los que se celebran numerosas actividades, muchas de ellas fuera de los horarios convencionales. Igualmente, en el ámbito de la investigación, parte del personal investigador realiza actividades en horarios no habituales y en días no laborables. El plan de emergencia debe recoger esta circunstancia y proporcionar soluciones para abordarla, aunque la presencia de personal propio sea muy baja o nula en esos momentos.

## 7. El control de acceso a los viales internos de la universidad y la peatonalización de estos.

Los accesos a los campus universitarios suelen estar controlados y regulados en función del horario. Además, muchas de las vías son de servicio, no habilitadas para la circulación habitual de vehículos, y cuentan con barreras que impiden a los vehículos su acceso. En

caso de emergencia es necesario que se prevea la apertura de todas las barreras y se acompañe a los servicios externos por las vías abiertas hasta el lugar en el que son necesarios.

## 8. La posible existencia de instalaciones singulares y de almacenamiento de productos químicos peligrosos en muchos de los edificios.

En la mayoría de las universidades se engloban diversas disciplinas que demandan el uso de productos químicos para fines educativos y experimentales. En consecuencia, en numerosos edificios se almacena una amplia gama de productos químicos, llegando a acumularse un gran número de sustancias y mezclas de productos químicos diferentes, en su inmensa mayoría en volúmenes reducidos que rara vez superan los 25 litros. Estos compuestos pueden conllevar riesgos significativos para la salud o constituir amenazas graves en caso de incendio, debido a su potencial carga térmica o reactividad. Además, podrían existir instalaciones singulares en las que la actuación de los bomberos requiere de medios de protección adicionales o de procedimientos diferentes, como son las salas de isótopos radiactivos o las salas con un equipo de resonancia magnética nuclear. La adquisición de información relativa a estos productos e instalaciones, antes de que los equipos contra incendios intervengan, marca una notable mejora en su eficacia operativa. El desafío radica en proporcionar esta información de manera apropiada y útil en situaciones de emergencia.

Como ejemplo, se propone una organización en la que el/la jefe/a de emergencia y el/la conserje del edificio, que actúa como centro de comunicaciones local, disponen de una copia de la información en papel. La idea es que el/la jefe/a de emergencia esté presente

cuando se produzca la llegada de los bomberos y facilite esta documentación al responsable del operativo. En esta situación pueden preverse al menos dos problemas importantes que afectan a la entrega de la documentación:

- Existe la posibilidad de que el/la jefe/a de emergencia no consiga llegar antes que los bomberos al edificio en cuestión, ya que el campus puede tener varios kilómetros de extensión. En esta situación, el/la conserje podría asumir la responsabilidad de entregar la documentación; sin embargo, en una coyuntura real es muy factible que el/la conserje esté ocupado/a con otras obligaciones y no logre cumplir con esta tarea.
- El momento en el que surge la emergencia podría no coincidir con el horario laboral del jefe/a de emergencias, lo que implicaría su ausencia. Incluso podría darse el escenario en el cual no haya personal universitario presente en el edificio durante dicho horario. En este caso, sería imposible entregar la documentación al responsable de bomberos.

Precisamente, por esta razón, se persigue un sistema que no dependa de la disponibilidad de las personas para la entrega de esta documentación.

## 4. PARTICULARIDADES ORGANIZATIVAS DE LA RESPUESTA FRENTE A LA SITUACIÓN DE EMERGENCIA EN EL ÁMBITO UNIVERSITARIO

En este artículo no se pretende presentar los elementos generales de la organización frente a la emergencia como son: los planes de emergencia, los planes de autoprotección, los diferentes equipos, la formación, los simulacros, etc. El

artículo se centra en las especificidades de un modelo para el entorno universitario o similares. Dentro de estas especificidades podemos identificar:

- La designación del personal técnico, de gestión y de administración y servicios (PTGAS) como jefe/a de emergencia. Para la toma de decisiones y la coordinación de los recursos internos hasta la llegada de la ayuda externa es necesario seleccionar personas en la jefatura de emergencia cuya disponibilidad esté garantizada. Dentro de la comunidad universitaria, esto no es posible con el personal docente e investigador (PDI), por lo ya explicado en el apartado 3, de modo que se recurre a personal de administración y servicios que, en general, debe estar en un determinado lugar de trabajo durante la jornada laboral. La organización de los/as jefes/as de emergencia debe hacerse por campus o sede, dado que si no es así no sería viable su presencia durante la emergencia. Además, en la selección de este personal debe tenerse en cuenta que sea muy buen conocedor del campus y que ocupe algún puesto directivo en la organización universitaria o que sea personal de confianza de un determinado puesto directivo. Este personal deberá dirigir a los equipos de emergencia y su rango en la organización puede ayudarle a resolver las discrepancias.
- La designación de PTGAS como base de los equipos de evacuación. Por idénticos motivos a los mencionados en el punto anterior, para la evacuación de los edificios, la base de los equipos ha de formarse con personal de administración y servicios. Sin embargo, en la evacuación de los aularios, el PDI puede jugar un papel importante responsabilizándose de la evacuación del alumnado hasta el punto de reunión e informando de las incidencias al jefe/a de emergencia. Por ello es muy importante

la información y formación del PDI en esta materia.

- La designación de los/as conserjes como equipo de comunicación en los edificios. Para ejercer de centro de comunicaciones de un edificio se precisan personas que tengan acceso a los datos de la central de alarma y a las extensiones telefónicas del edificio. Todo ello para detectar y verificar la existencia de la emergencia. Normalmente, dada la tipología de los edificios universitarios, el/la conserje del edificio suele ser la persona idónea para esta función.
- El nombramiento del personal de mantenimiento como equipos de primera y segunda intervención. En los edificios universitarios, usualmente la actuación de los equipos de intervención se centra en el corte de suministros, normalmente cortes de tensión y gases, y desconexión de instalaciones, siendo habitualmente la actuación de mayor importancia la llevada a cabo sobre los ascensores. Por ello, el personal de mantenimiento es el idóneo para estas funciones ya que mantiene estas instalaciones y conoce perfectamente cómo manipularlas.
- La designación del personal de seguridad para guiar y eliminar las barreras físicas y, así, facilitar la llegada de los recursos externos a la zona donde está la emergencia. Como se explicó en el apartado anterior, los campus suelen presentar barreras para el acceso de los vehículos a muchas de sus zonas. Además, la identificación de los edificios y de cómo acceder a los mismos no es evidente. Por todo ello, se requiere que personal del campus acompañe a los servicios externos y elimine las barreras que puedan existir en su camino. El personal de seguridad de las universidades suele ser el personal más adecuado para desarrollar esta función.

- La importancia del sistema de información a disposición del centro de comunicaciones de la universidad. Como ya se ha planteado, las universidades pueden contar con diferentes campus y diversos edificios en cada campus. Desde el centro de comunicaciones es necesario movilizar a los recursos internos de la universidad para que acudan al lugar en el que se les requiere, o bien para que actúen los que ya están allí. Esto significa que la organización debe disponer de los contactos de las personas de los equipos de cada edificio y de los responsables de cada campus. Para que pueda funcionar el plan de emergencia es crítico que se contacte con estas personas, por lo que es imprescindible que el sistema de información asociado sea completo y se mantenga actualizado.
- La importancia del sistema para facilitar la información relevante de los edificios a los equipos del servicio de extinción de incendios. Como se ha explicado en el apartado anterior, existen instalaciones y almacenamientos de productos químicos que condicionan la actuación de los bomberos en caso de incendio. Por ello, es crítico contar con un sistema adecuado de transmisión de esa información en cualquier momento que pueda requerirse la actuación de los bomberos.

## 5. MEJORAS TECNOLÓGICAS EN EL ACCESO A LA INFORMACIÓN EN CASO DE INCENDIO: EMPLEO DE CÓDIGOS QR

La actuación de los bomberos frente a un incendio siempre es una actividad compleja y arriesgada. Los bomberos deben intentar preservar la vida y salud de los ocupantes del edificio, la suya propia, y neutralizar el incendio lo antes posible. Uno de los factores que juega un papel esencial en el



éxito de los bomberos es la información que poseen sobre el edificio en el que deben intervenir. Facilitar una información correcta, actualizada y adecuada a los responsables del operativo puede mejorar significativamente la eficacia de la intervención.

Por lo general, para comunicar la información a los/as responsables del equipo externo, se recurre al empleo de sistemas de documentación en papel que suelen estar ubicados en las conserjerías de los edificios. También pueden ser aportados por otras personas de los equipos de emergencia de la organización. Sin embargo, en una situación de emergencia real, manejar la documentación en papel es incómodo, y, en ocasiones, poco útil. En este sentido, contar con un acceso electrónico a esta información podría ser un enfoque considerablemente más eficaz, siempre que el acceso seleccione solamente la información relevante para la actuación en curso.

Con el fin de simplificar y agilizar estas operaciones, se propone un sistema de representación gráfica geolocalizada. Este sistema permite visualizar, desde cada punto de acceso, los planos del edificio correspondiente de manera adecuadamente orientada, además de señalar la posición exacta del acceso como punto de referencia. La entrada al sistema se efectúa mediante el escaneo de una placa (imagen 1) diseñada de modo coherente con los principios de la normativa de señalización en los lugares de trabajo (R.D. 485/1997), y fabricada en un material resistente a los elementos. Esta placa está diseñada de manera claramente identificable por el personal de extinción de incendios. La clave radica en que la placa incluye un código QR, que enlaza directamente con el sistema, permitiendo la visualización de los planos del edificio desde el que se realiza el acceso, en una orientación adecuada y localizando la posición del acceso para que pueda ser tomada como referencia.

Estas placas, en su mayoría, deben ubicarse junto a las entradas de los edificios, ubicación que debe ser consultada y validada con el servicio de prevención de la universidad y con los responsables locales de extinción de incendios, asegurándose así su eficacia en caso de emergencia.

El personal de salvamento y socorro solamente necesita dirigir su dispositivo electrónico hacia el código QR (imagen 1) y escanearlo. De este modo, se accede inmediatamente a la aplicación.

La aplicación requiere de una identificación y contraseña, las cuales serán conocidas por las unidades de extinción de incendios que actúan en las localidades en las que se ubique cada campus. Esta contraseña puede estar ya memorizada en el dispositivo, de modo que no sea necesario introducirla en el momento de la emergencia.

A través de la aplicación se accede a la siguiente información:

- Los planos del edificio, que pueden ser explorados en sus distintos niveles, resaltando las escaleras, puertas de emergencia y sectorizaciones de incendio.
- Los posibles riesgos derivados de los productos químicos almacenados o de los agentes biológicos existentes en cada sala del edificio, señalando su emplazamiento a través de pictogramas en cada sala o zona. Estos riesgos se calculan a partir de las bases de datos de productos químicos y agentes biológicos existentes en la organización. Estas bases de datos identifican los productos y sus características, para lo que emplean varios elementos del sistema de clasificación de productos químicos (como las indicaciones de peligro, también denominadas coloquialmente frases H). En el caso de los agentes biológicos, se hace uso de la clasificación

## ■ Imagen 1 ■ Placa código QR



según el grupo de riesgo al que pertenecen. Además, se cuenta con la ubicación de todos los elementos mediante un sistema de información geográfica (GIS, por sus siglas en inglés). Estas bases de datos se emplean para gestionar y monitorear estos materiales, y se mantienen actualizadas por la organización.

- Las instalaciones del edificio, identificando su ubicación mediante pictogramas en cada sala o zona.
- Los medios de extinción de incendios y salvamento existentes en el edificio, identificando su ubicación mediante pictogramas en cada sala o zona.

### 5.1. Detalles del sistema de información

La aplicación se basa en una serie de algoritmos diseñados para proporcionar información precisa al personal de bomberos. Los algoritmos incorporados en la aplicación son los siguientes:

- Algoritmo de Evaluación de Riesgo de Incendio: este algoritmo evalúa el nivel de riesgo de incendio en función de la carga térmica presente en la sala. Los valores de riesgo se dividen en categorías: bajo, medio, alto y muy alto.
- Algoritmo de Evaluación de Riesgo Biológico: este algoritmo valora el

nivel de riesgo biológico basado en el grupo al que pertenecen los agentes biológicos presentes en la sala. Los niveles de riesgo van del 1 al 4, donde 1 indica el riesgo más bajo y 4 el riesgo más alto.

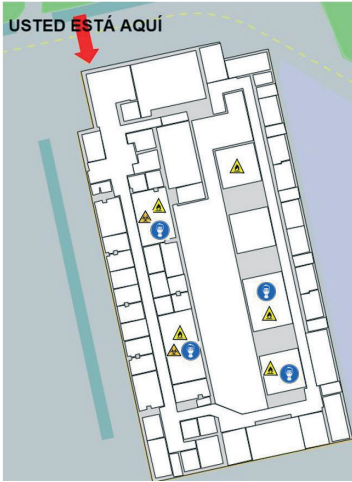
- Algoritmo de Evaluación de Riesgo de Contaminación Radiactiva: si se detectan isótopos radiactivos en la sala, se activará el pictograma de riesgo correspondiente.
- Algoritmo de Evaluación de Riesgo de Irradiación por Radiación Ionizante: si se identifican equipos capaces de emitir radiación ionizante en la sala, se mostrará el pictograma de riesgo respectivo.
- Algoritmo de Determinación de Protección Respiratoria: basado en los riesgos generados por los productos químicos en general y, en particular, aquellos que emiten gases peligrosos, se establece si es necesario el uso de protección respiratoria durante la intervención. En caso afirmativo, se mostrará el pictograma correspondiente.

Estos algoritmos operan en conjunto para proporcionar al personal de bomberos información relevante y específica sobre los riesgos presentes en el lugar de la intervención, facilitando así una respuesta más segura y eficaz.

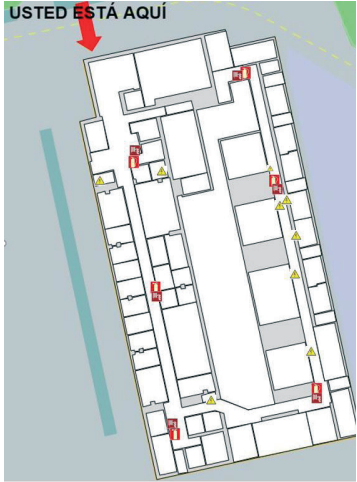
En la aplicación, la franja superior de la pantalla del mapa presenta varias opciones. En concreto se disponen de las siguientes (imagen 3): riesgos, descripción, teléfonos y leyendas. Se procede a explicar cada una de las mismas.

- Riesgos. En esta sección, desplegamos un menú en el que es posible elegir la planta y los pictogramas que se mostrarán en el plano. La imagen 3 ilustra las opciones disponibles:

■ Imagen 2 ■ Pictogramas de riesgo



■ Imagen 4 ■ Elementos de autoprotección



■ Imagen 3 ■ Despliegue del menú de riesgos



- Pictogramas de riesgo (imagen 2): aquellos que señalan los peligros presentes en cada sala de la planta.
- Elementos de autoprotección (imagen 4): los componentes propios de las instalaciones, como extintores, cuadros eléctricos, bocas de incendio equipadas y válvulas de corte de suministros de gas o combustible.

- Planos sin pictogramas sobreimpresos: esta alternativa permite visualizar los planos sin la superposición de pictogramas. Cada piso del edificio puede ser visualizado de esta manera.
- Descripción. En este apartado se introduce un texto detallando:
  - El uso general del edificio, de forma breve en una o dos líneas.

## ■ Imágenes 5 y 6 ■ Leyendas de los pictogramas

### Leyendas ▾

#### ELEMENTOS DE RIESGO

Químico / Gases



Máscara de protección

Incendio



Riesgo Bajo

Biológico



N2

### Leyendas ▾

#### ELEMENTOS DE AUTOPROTECCIÓN



Extintores portátiles de polvo seco



Extintores portátiles de anhídrido carbónico



Cuadros eléctricos



Equipos de manguera (BIE)

- Instalaciones especiales ubicadas en el edificio, las cuales podrían ser relevantes en situaciones de intervención de los bomberos. Ejemplos de tales instalaciones son: resonancias magnéticas nucleares, salas de isótopos radiactivos, laboratorios de bioseguridad, áreas de almacenamiento de productos químicos o material inflamable, cocinas con sistemas de gas, entre otras.
- En la pestaña de teléfonos, se encuentra un desplegable que proporciona los teléfonos móviles de:
  - El/la jefe/a de emergencia del campus.
  - El/la jefe/a de intervención del campus.
  - El/la responsable de cada sala o instalación especial.
- En la pestaña de leyendas se explica el significado de los pictogramas que se están visualizando. Con el fin de ahorrar espacio en la pantalla, únicamente se muestran las leyendas de los pictogramas que se visualizan en ese momento. Las imágenes 5 y 6 corresponden a las leyendas de los pictogramas de las imágenes 2 y 4 respectivamente.

## 5.2. Inversión necesaria para la implantación del sistema en base a códigos QR

Para la organización de un sistema de información a los bomberos mediante códigos QR se precisa contar con los siguientes elementos:

- Planos digitalizados de los edificios y georreferenciados, para poder poner objetos en cada punto.
- Base de datos de productos químicos y biológicos, disponiendo de la información geolocalizada para poder aplicar los

algoritmos correspondientes a cada sala.

- Base de datos de elementos de autoprotección de cada edificio, disponiendo de la información geolocalizada para poder representarlos en su ubicación en cada lugar del edificio.
- Se precisa crear una aplicación que combine los planos de los edificios con los datos provenientes de las bases de datos. La aplicación hace las siguientes tareas:
  - Muestra el plano y posición de referencia en el edificio correcto cuando se escanea el código QR.
  - Muestra los elementos de autoprotección correctos en su ubicación, cuando así es solicitado.
  - Calcula los algoritmos de información de riesgo en cada sala y, cuando se solicita, muestra los pictogramas que correspondan.
  - Para cada edificio almacena información adicional referente a instalaciones singulares y teléfonos de los responsables de estas.
- Disponer de placas con código QR en las entradas de los edificios que enlazan con la aplicación. Las placas deben ser

claramente visibles, estar identificadas y protegidas frente a los elementos. Además, deberán estar diseñadas de modo coherente con los principios de la normativa de señalización en los lugares de trabajo (R.D. 485/1997).

- Disponer de un sistema de actualización de la información relevante para la emergencia:
  - Actualización de planos e incorporación de nuevos edificios.
  - Actualización de datos de las instalaciones y equipos de autoprotección.
  - Actualización de los productos químicos y agentes biológicos almacenados.
  - Actualización de la información y teléfonos de los responsables de instalaciones y equipos de emergencia que pueda facilitar la aplicación.

## 5.3. Dificultades para la implantación del sistema en base a códigos QR

Como puede verse en el apartado anterior, las inversiones requeridas no son de gran envergadura, y los costes directos se limitan a la adquisición y colocación de los códigos QR, así como al desarrollo de la aplicación informática. El gasto asociado



con la compra y colocación de las placas se mantiene en el rango de unos pocos miles de euros. Además, se puede destacar que, para el desarrollo de la aplicación informática, es posible utilizar los recursos propios disponibles en la universidad, que por lo general cuentan con profesionales en informática con experiencia en este tipo de aplicaciones.

No obstante, los principales desafíos para implementar este sistema radican en la gestión de la información por parte de la universidad. Como se mencionó, se requiere:

- Mantener bases de datos que gestionen los productos químicos y agentes biológicos.
- Contar con bases de datos que detallen los elementos de autoprotección.
- Tener acceso a planos digitalizados.

Por otro lado, se necesita establecer un sistema organizativo que garantice la actualización constante de la información ya que, si no, el sistema pierde su fiabilidad y, por ende, su eficacia se ve comprometida. Esta puede ser la principal dificultad, ya que requiere la colaboración sostenida de decenas de personas en la universidad para mantener estas bases de datos actualizadas, así como la implantación, en los procesos de numerosas unidades, de modificaciones para que las actuaciones que se

realicen (compras de material, reformas de instalaciones, etc.) queden reflejadas en las bases de datos.

## 6. CONCLUSIONES

La universidad se enfrenta a diversas dificultades que influyen en la actuación ante situaciones de emergencia, lo cual afecta a la organización de la respuesta. Dentro de las emergencias más frecuentes, es el incendio una de las que puede suponer mayor gravedad. Frente a esta situación, la adopción de un sistema de información respaldado por una aplicación geolocalizada, con acceso a través de códigos QR, puede representar una mejora sustancial en la respuesta de los equipos de salvamento y socorro ante este tipo de situación de emergencia. Asimismo, este sistema puede incrementar considerablemente la eficacia de las operaciones realizadas por los servicios de extinción de incendios, ya que:

- Ofrece información en tiempo real y actualizada.
- Posibilita el manejo eficiente de una gran cantidad de datos en muy poco tiempo, superando con creces las limitaciones que implica el uso de documentación impresa.
- Permite suministrar a los bomberos información acerca de los riesgos y las instalaciones del edificio, incluso en

horarios donde no haya personal presente o que este sea escaso.

En esencia, la implementación de este sistema no solo potencia la seguridad de las personas en la organización, sino que también optimiza los procedimientos de respuesta en situaciones críticas, al proporcionar información precisa y oportuna a los equipos de extinción de incendios.

Tal y como se ha descrito en el apartado anterior las inversiones para implantar el sistema son perfectamente asumibles, encontrándose las principales dificultades en el mantenimiento del sistema que requiere de cambios organizativos y asignación de funciones a determinado personal para que actualice la información necesaria.

Finalmente, destacar que, como para cualquier elemento del sistema de gestión de las emergencias, es imprescindible la organización de simulacros para conseguir la implantación efectiva del sistema en la organización y la corrección sistemática de las incidencias y errores en la gestión de la emergencia que puedan aparecer. La realización de simulacros forma parte del aprendizaje del personal de los equipos de emergencia y facilita la implementación de los elementos del sistema de gestión de las emergencias dado que los miembros de los equipos se ven ante la necesidad de aplicar la formación recibida sobre esta materia. ●

## ■ Referencias bibliográficas ■

- [1] Iranzo, Y. (2008). [NTP 818: Norma Básica de Autoprotección](#). Madrid: INSHT.
- [2] [Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales](#). BOE nº. 269, de 10 de noviembre de 1995.

- [3] Piqué, T. (1994). [NTP 361: Planes de emergencia en lugares de pública concurrencia](#). Madrid: INSHT.
- [4] [Real Decreto 393/2007, de 23 de marzo, por el que se aprueba la Norma Básica de Autoprotección de los centros, establecimientos y dependencias dedicados a actividades que puedan dar origen a situaciones de emergencia](#). BOE nº. 72, de 24 de marzo de 2007.

# La seguridad y sostenibilidad en el diseño aplicado a las sustancias químicas

**Araceli Sánchez Jiménez**

Centro Nacional de Verificación de Maquinaria. INSST

*Muchos de los productos cotidianos que usamos cada día (textiles, cosméticos, etc.) contienen sustancias químicas que presentan peligros para la salud humana y el medio ambiente. La población trabajadora es la primera que está expuesta a sus efectos durante la síntesis de estas sustancias y la manufactura de dichos productos.*

*Desde la Unión Europea se está trabajando para conseguir un ambiente sin sustancias tóxicas. A raíz de los objetivos acordados en el Pacto Verde, la Comisión Europea publicó en 2020 la “Estrategia de sostenibilidad para las sustancias químicas” y en 2022 un marco común con los criterios y el proceso de evaluación para la aplicación de la Seguridad y la Sostenibilidad en el diseño, junto con una recomendación para incentivar su uso entre los países miembros.*

*Este marco, cuya aplicación es voluntaria para las empresas, consta de cinco pasos donde se evalúa la seguridad para la salud humana y el medio ambiente y la sostenibilidad ambiental, económica y social con el objetivo de que las sustancias químicas se diseñen de forma segura y sostenible. Este cambio hacia la producción de sustancias seguras o de baja toxicidad supondrá a largo plazo una disminución en el riesgo para la salud derivado de la exposición en los lugares de trabajo.*

## HACIA UN MEDIO AMBIENTE LIBRE DE SUSTANCIAS TÓXICAS

Las sustancias químicas están presentes en nuestro día a día en una gran diversidad de productos como

cosméticos, pesticidas, detergentes, pero también en otros como envases para alimentos, ropa, mobiliario, pilas, coches, etc. Prácticamente se encuentran en alrededor de un 90 % de los bienes de consumo (CEFIC, 2024). Sus funcionalidades, cada vez más innovadoras, facilitan muchos aspectos de

nuestra vida y muchas sustancias pueden utilizarse para combatir el cambio climático (por ejemplo, las sustancias químicas que se usan en la producción de pilas que pueden almacenar la energía producida con fuentes renovables). Sin embargo, las sustancias químicas también pueden presentar riesgos para

la salud humana y el medio ambiente. En la actualidad, según datos de la agencia estadística europea (Eurostat) el 74 % de las sustancias químicas en el mercado europeo presentan algún tipo de toxicidad.

A nivel global, debido al ritmo tan elevado de producción y las emisiones incontroladas, al medio ambiente, incluyendo las emisiones que se producen de los productos que usamos cada día como, por ejemplo, emisiones de microplásticos, se han superado los límites planetarios de contaminación química (Persson *et al.* 2022), comprometiendo la salud de la humanidad y el resto de los ecosistemas, al estar el agua y el aire contaminados.

Frente a esta situación se han establecido políticas para conseguir un medio ambiente libre de sustancias tóxicas. La Unión Europea (UE) en el año 2019 aprobó el Pacto Verde Europeo (EC COM (2019) 640) que plantea, entre otros, los siguientes cuatro objetivos para lograr la transición hacia una economía verde: neutralidad climática, protección de la biodiversidad, una economía circular y contaminación nula, para un medio ambiente libre de tóxicos.

Para poder alcanzar estos compromisos y lograr un medio ambiente libre de tóxicos en el año 2050, la Comisión Europea (CE) lanzó en el año 2020 la "Estrategia de sostenibilidad para las sustancias químicas" (CSS, *Chemical Strategy for Sustainability* (EC COM (2020) 667). La principal ambición de esta estrategia se centra en el concepto de la seguridad y sostenibilidad en el diseño (o rediseño) de las sustancias químicas y de los materiales, de forma que estos sean seguros para la salud humana y el medio ambiente y sostenibles desde su origen. Este concepto va más allá de la primera opción en la jerarquía de control de riesgos,



que consiste en eliminar la sustancia química o reemplazarla por otra menos tóxica, ya que plantea que las sustancias se diseñen de forma que no presenten un riesgo ni a la salud humana ni al medio ambiente.

## ¿QUÉ ES LA SEGURIDAD Y SOSTENIBILIDAD EN EL DISEÑO?

No hay una definición estandarizada de la Seguridad y la Sostenibilidad en el diseño (SSbD, por sus siglas en inglés). La CE considera la SSbD como un enfoque previo a la comercialización de productos químicos que se centra en proporcionar una función (o servicio), evitando al mismo tiempo volúmenes y propiedades químicas que puedan ser perjudiciales para la salud humana o el medio ambiente, en particular, grupos de productos químicos que probablemente sean (eco)tóxicos, persistentes, bioacumulables o que tengan una elevada movilidad en el medio ambiente. La sostenibilidad general debe garantizarse

minimizando la huella ambiental de los productos químicos, en particular, respecto al cambio climático, el uso de recursos, los ecosistemas y la biodiversidad, desde una perspectiva del ciclo de vida.

La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) ha publicado una definición en relación con la SSbD de los nanomateriales donde hace hincapié, además de en las sustancias químicas, en los materiales, los productos y en la seguridad y la sostenibilidad de los procesos industriales, especialmente al final del ciclo de vida, y en el uso del producto. Al igual que la CE, la OCDE concibe la SSbD como una metodología que se centra en proveer una función o un servicio evitando huellas ambientales onerosas y propiedades químicas que puedan ser perjudiciales para la salud humana o el medio ambiente.

El Consejo Europeo de Federaciones de la Industria Química (CEFIC, por sus siglas en inglés), también lo define de forma similar, como "un proceso iterativo para guiar la innovación y poner en el





mercado sustancias químicas, materiales, productos, procesos y servicios que sean seguros y brinden beneficios ambientales, sociales y con valor económico a través de sus aplicaciones”.

Este concepto no es totalmente nuevo. En los años 60 se introdujo el concepto de “química verde” o “*green chemistry*” dando como resultado la creación de agencias estatales para la protección del medio ambiente (como la US EPA). Sin embargo, la química verde estaba más centrada en la sustitución de una sustancia química por otra. En los últimos años, en el diseño de nanomateriales, ya se venía utilizando el concepto “*safe by design*, SbD” donde se busca un equilibrio entre la funcionalidad, el coste y los riesgos para la salud y el medio ambiente (Park *et al.* 2017, Sánchez Jiménez *et al.* 2022). Puesto que estos materiales se manipulan para obtener una funcionalidad específica, el objetivo es sintetizarlos evitando propiedades fisicoquímicas que deriven en efectos toxicológicos conocidos, por ejemplo, evitando que sean en la forma de fibras rígidas o, en el caso de los productos donde se integran los nanomateriales, evitando que el nanomaterial se libere al medio ambiente de forma indeseada.

Más recientemente se ha añadido el término sostenibilidad para integrar consideraciones ambientales más amplias que no se tenían en cuenta dentro del concepto de SbD, como, por ejemplo, la eficiencia en el uso de recursos naturales, la circularidad, y también la dimensión social y económica, de forma que se prioricen sustancias y materiales que tengan un impacto positivo a nivel económico y social, generando empleo, respetando y mejorando los derechos tanto de las personas trabajadoras como de la población consumidora y la sociedad en general.

En esencia, se trata de innovar de forma responsable poniendo el énfasis en el diseño para que las sustancias sean seguras, tanto para la salud humana como para el medio ambiente, y sostenibles, tanto a nivel ambiental como socioeconómico, en particular, en lo que respecta al cambio climático y al uso de recursos, y protegiendo los ecosistemas y la biodiversidad, desde una perspectiva del ciclo de vida desde el inicio del proceso de innovación.

Las ventajas de la aplicación de la SSbD para la industria son múltiples, desde una mayor facilidad en el

cumplimiento de la normativa reglamentaria, ya que se evitarían restricciones a sustancias, hasta ahorros en los costes energéticos y una mayor aceptación en el mercado.

## MARCO EUROPEO PARA LA SEGURIDAD Y SOSTENIBILIDAD DE LAS SUSTANCIAS QUÍMICAS

En diciembre de 2022, el Centro Común de Investigación de la Comisión Europea (JRC, por sus siglas en inglés) publicó un informe técnico que establece un marco común con los criterios y el proceso de evaluación para la aplicación de la SSbD (Caldeira *et al.* 2022), al mismo tiempo que la Comisión publicó una recomendación (COM (EU) 2022/2510) para promover dicho marco dirigido a la industria, a organismos tecnológicos de investigación y al ámbito académico para que cada parte interesada formule sus observaciones sobre diferentes acciones, como el uso del marco común para la aplicación de SSbD a la hora de desarrollar productos químicos y materiales, la puesta a disposición de datos FAIR (Findable, Accesible, Interoperable, Reusable) para una evaluación segura y sostenible desde el diseño, apoyando así la mejora de los métodos, modelos y herramientas de evaluación, y el desarrollo de la formación profesional y educativa relacionada con el ámbito de SSbD.

El JRC también ha publicado un documento donde se aplica la SSbD en la producción de plásticos (Caldeira *et al.* 2023).

La Comisión ha establecido un periodo de consulta y en el año 2025 se publicará una revisión de dicho marco, teniendo en cuenta los comentarios recibidos de las partes interesadas.

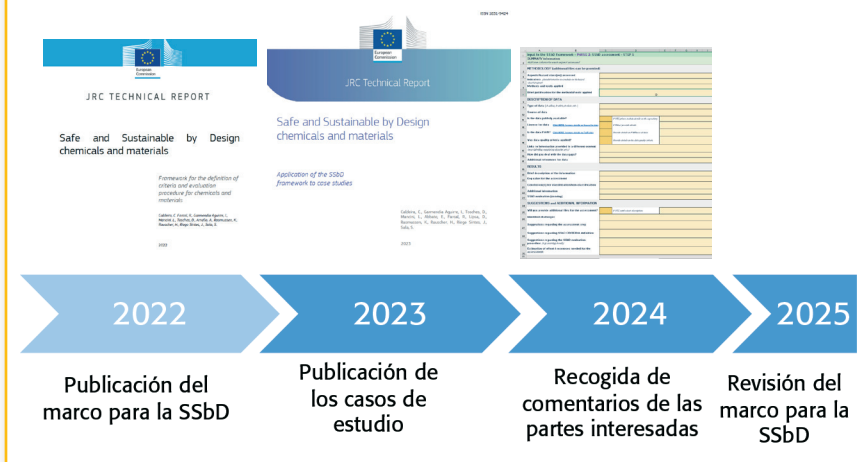


Este marco común para la evaluación de la seguridad y la sostenibilidad de las sustancias químicas y los materiales a lo largo de su ciclo de vida está planteado en cinco pasos que abarcan la seguridad para la salud humana y el medio ambiente y todas las dimensiones de la sostenibilidad: ambiental, económica y social. En cada paso se incluyen una serie de aspectos a valorar con indicadores y herramientas para su evaluación. La estructura es jerárquica siendo la seguridad para la salud humana el aspecto más importante, seguido de la sostenibilidad ambiental y en un tercer grupo la sostenibilidad económica y social.

El marco para la evaluación de la SSbD consta de una fase de (re)diseño de la sustancia y una fase de evaluación que se aplican de forma iterativa a medida que se dispone de datos. Se puede aplicar a la fase de diseño de sustancias nuevas o a la evaluación de sustancias que ya estén en el mercado. En el último caso, la estrategia se utilizaría para rediseñar el proceso productivo de forma que sea más seguro y sostenible o comparar la toxicidad de la sustancia con otras sustancias alternativas y así valorar una posible sustitución.

La fase de (re)diseño consiste en la aplicación de principios como el uso de

**Figura 1** ■ Calendario de las acciones para el establecimiento de un marco común para la evaluación de la seguridad y sostenibilidad en el diseño de las sustancias químicas



química verde o sostenible, ingeniería ecológica y circularidad para guiar el proceso de desarrollo. En esta fase se definen el objetivo, el alcance y los límites del sistema, que enmarcarán la evaluación de la sustancia química o el material.

La fase de evaluación consta de cinco pasos:

Paso 1 - Evaluación de la toxicidad.

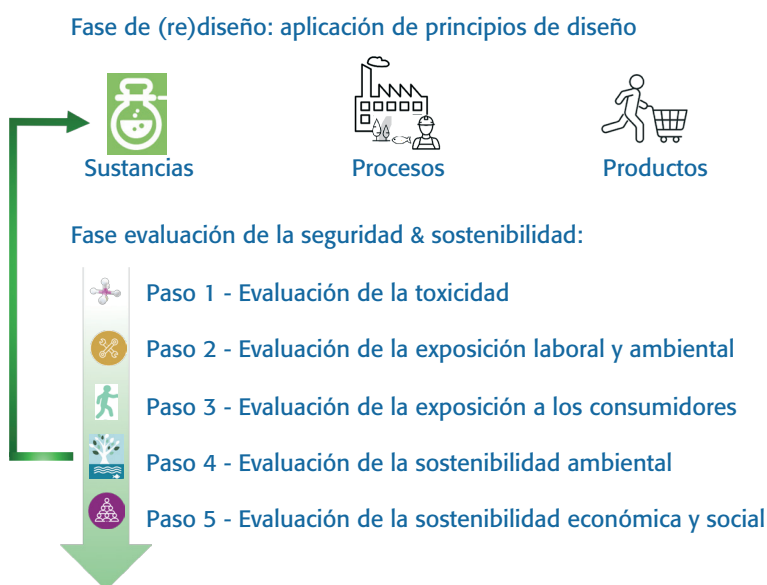
Paso 2 - Evaluación de la exposición laboral y ambiental.

Paso 3 - Evaluación de la exposición a los consumidores.

Paso 4 - Evaluación de la sostenibilidad ambiental.

Paso 5 - Evaluación de la sostenibilidad económica y social.

■ **Figura 2** ■ Fases del marco para la evaluación de la seguridad y sostenibilidad en el diseño de las sustancias químicas



## Paso 1. Evaluación de la toxicidad

El criterio para la evaluación de la toxicidad de las sustancias está basado en los criterios de clasificación del Reglamento CLP (Reglamento (CE) n° 1272/2008 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 16 de diciembre de 2008, sobre clasificación, etiquetado y envasado de sustancias y mezclas), que cubre la toxicidad para la salud humana, la cual se clasifica en distintas clases de peligro (por ejemplo, mutagenicidad, carcinogenicidad, sensibilización respiratoria y cutánea, etc.), así como peligros físicos (por ejemplo, inflamabilidad, pirofóricos, comburentes, etc.) y peligros para el medio ambiente (sustancias persistentes, bioacumulables o tóxicas (PBT) o muy PBT, toxicidad acuática, peligros para la capa de ozono, etc.). Por tanto, para cada clase de peligro hay que evaluar si la sustancia se clasifica como peligrosa conforme al criterio establecido en el Reglamento CLP o si no hay datos suficientes para clasificarlo. Cuando no

hay datos suficientes, el marco para la SSbD recomienda seguir un enfoque integrado para los ensayos toxicológicos de las sustancias químicas (*Integrated Approach for Testing and Assessment*, IATA) y el uso de metodologías de nuevo enfoque (*New Approach Methodologies*, NAMs) para obtener los datos necesarios para la evaluación de la toxicidad. En la actualidad, algunos de los métodos para la evaluación de la toxicidad de las sustancias químicas emplean animales de laboratorio. Estas metodologías de nuevo enfoque no usan animales, se basan en el uso de modelos como, por ejemplo, modelos QSARS (*Quantitative structure–activity relationship*), ensayos *in vitro* de alto cribado que son métodos automatizados que permiten evaluar con rapidez un gran número de compuestos químicos para identificar efectos a nivel molecular o celular, o la toxicogenómica que consiste en el estudio de la actividad genómica y proteínas en determinadas células o tejidos de un organismo expuesto a sustancias químicas.

## Paso 2. Evaluación de la exposición laboral y ambiental

El objetivo del paso 2 es evaluar si la exposición durante el proceso productivo supone un riesgo para la salud de las personas trabajadoras y el medio ambiente. El riesgo para la salud de las personas trabajadoras se calcula como se establece en el Reglamento REACH (Reglamento (CE) n° 1907/2006 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 18 de diciembre de 2006, relativo al registro, la evaluación, la autorización y la restricción de las sustancias y preparados químicos), como el cociente entre la exposición por todas las vías (inhalatoria, dérmica y oral) y el nivel sin efecto derivado (DNEL, por sus siglas en inglés), el cual hay que determinarlo para todas las clases de peligros que tenga la sustancia. La sustancia se clasifica como de no riesgo para la salud humana si la exposición es menor que el DNEL, es decir, si el cociente es menor de 1.

El DNEL es un parámetro que se utiliza en la evaluación del riesgo e indica el nivel de exposición a un tóxico, por debajo del cual no se observan efectos perjudiciales para la salud.

La evaluación de la exposición debe hacerse para cada proceso, y para esto pueden utilizarse las descripciones de uso publicadas por la Agencia Europea de sustancias y mezclas químicas (ECHA, 2015). Esta lista de procesos de la ECHA ha sido incorporada en algunas herramientas de evaluación del riesgo de exposición como, por ejemplo, en ECETOC TRA (*Target Risk Assessment*)<sup>1</sup>. Otras, como *The Advanced REACH tool* (ART)<sup>2</sup> o *Stoffenmanager*<sup>3</sup> han

<sup>1</sup> <https://www.ecetoc.org/tools/tra-main/>

<sup>2</sup> <https://www.advancedreachtool.com/>

<sup>3</sup> <https://stoffenmanager.com/en/>



elaborado su propia lista de procesos. Estas herramientas a partir de las características de la sustancia (por ejemplo, la presión de vapor o la pulverulencia, que es la capacidad de que entren en suspensión) y las características del proceso (por ejemplo, si es abierto o cerrado, la energía empleada en la manipulación de la sustancia química, etc.), estiman una banda de exposición (*Stoffenmanager*) o un nivel de exposición (ECETOC TRA, ART).

En este paso también deben evaluarse los riesgos para la seguridad, si los hubiera, como, por ejemplo, el riesgo de que se puedan formar atmósferas explosivas (peligros físicos).

De forma similar, se evalúa el riesgo del proceso para el medio ambiente. Para ello se calculan las concentraciones de exposición (PEC, por sus siglas en inglés) en los diferentes compartimentos ambientales (aguas superficiales, aire, suelo agrícola, etc.) a partir de las propiedades de la sustancia química (biodegradabilidad, solubilidad, coeficiente de separación octanol-agua, etc.) y las concentraciones que no tienen efecto en el medio ambiente (PNEC, por sus siglas en inglés). El riesgo se estima como el cociente entre la PEC y la PNEC. Para que la sustancia pase el criterio de no toxicidad para el medio ambiente el cociente debe ser menor de 1.

### Paso 3. Evaluación de la exposición a los consumidores

El paso 3 se centra en la evaluación del riesgo para los consumidores y para el medio ambiente derivados del uso de la sustancia química. Se consideran tanto los riesgos directos derivados del uso como la contaminación indirecta, por ejemplo, a través del aire o del agua contaminados con la sustancia.

### Paso 4. Evaluación de la sostenibilidad ambiental

En el paso 4 se evalúa la sostenibilidad ambiental a lo largo del ciclo de vida de la sustancia, desde la extracción de las materias primas para la síntesis de la sustancia hasta la gestión de los residuos que genera al final de la vida útil. Esta evaluación se realiza mediante el uso de herramientas de análisis del ciclo de vida como *Simapro*, *Gabi Sphera*, *Ecochain Mobius*, *OneClick LCA*, *OpenLCA*.

### Paso 5. Evaluación de la sostenibilidad económica y social

Por último, en el paso 5 se evalúa la sostenibilidad social y económica. Aunque ambos aspectos se consideran parte integral del concepto de sostenibilidad están menos desarrollados en la práctica que los anteriores y en los casos de estudio (Caldeira *et al.* 2023) no se incluyeron. La sostenibilidad social incluye el impacto en los derechos y en la salud de las personas trabajadoras, la comunidad local y los consumidores. En cuanto a la sostenibilidad económica se menciona el análisis de todos los costes asociados al ciclo de vida del producto incluyendo el uso de materias primas críticas y el impacto en la sociedad, pero el marco no llega a elaborar una lista de indicadores.

El marco para la evaluación de la SSbD incluye metodologías para agregar los resultados de los cinco pasos como, por ejemplo, la toma de decisiones con criterios múltiples.

Además, para apoyar la implementación de la estrategia, la CE ha puesto en marcha varios proyectos como IRISS (*International Network for SSbD*)<sup>4</sup> y PARC

(*Partnership for the Assessment of Chemicals Products*)<sup>5</sup>. En el proyecto PARC, en el que participa el INSST, se está desarrollando una caja de herramientas que facilite la evaluación de los cinco pasos.

### IMPLICACIONES PARA LA HIGIENE INDUSTRIAL

Puesto que el objetivo de la CE es alcanzar a largo plazo un medio ambiente libre de sustancias tóxicas en todos los productos y procesos, necesariamente tendrá implicaciones directas en la higiene industrial. El uso de sustancias de baja toxicidad supondrá una disminución en el riesgo para la salud derivado de la exposición en los lugares de trabajo. Por tanto, es de esperar una disminución de las enfermedades profesionales causadas por agentes químicos.

La evaluación de la exposición laboral ocupa el segundo paso en el marco para la evaluación de SSbD, después de la toxicidad para el ser humano y el medio ambiente. Esto supone un avance respecto a la normativa vigente donde, para registrar una sustancia para su comercialización, el Reglamento REACH exige el desarrollo de escenarios de exposición solo para aquellas sustancias manufacturadas en cantidades mayores a las 10 toneladas por año o clasificadas como peligrosas según el Reglamento CLP. Con la estrategia para la SSbD, se tiene que hacer una evaluación de la exposición del personal trabajador para todas las sustancias independientemente del tonelaje en el que se comercialicen y su clasificación según el Reglamento CLP. Además, si la exposición es mayor del DNEL, la sustancia no supera el criterio establecido para el paso 2 y, por tanto, el proceso debería modificarse para eliminar o reducir la exposición. Se refuerza el principio de

<sup>4</sup> <https://iriss-ssbd.eu/>

<sup>5</sup> <https://www.eu-parc.eu/>

eliminación de la exposición, que ya estaba en la cúspide de las medidas preventivas a emplear, mediante una modificación del proceso en el diseño, es decir, antes de que se emita la sustancia al lugar de trabajo y tengan que emplearse medidas técnicas para minimizar la exposición.

El desafío radica en la disponibilidad de datos para la estimación de la exposición y el DNEL. Para la estimación de la exposición, como se indicaba en el paso 2, la estrategia plantea el uso de herramientas como ECETOC TRA, ART o *Stoffenmanager*. Estas herramientas resultan muy útiles, pero pueden dar lugar a resultados distintos (Savic *et al.* 2018) y, por tanto, es necesario comparar dichos resultados con medidas

experimentales. Por otro lado, para muchas de las sustancias se desconocen los DNEL de sus posibles efectos y no se podría aplicar el paso 2 para el cual se requiere su uso.

Los fabricantes de las sustancias químicas son quienes tienen que implementar la SSbD y es posible que no dispongan de información sobre todas las actividades y condiciones de utilización de la sustancia por los usuarios intermedios. Sería de gran ayuda disponer de una base de datos virtual *online*, accesible y actualizada, donde poder encontrar esta información. Para ello se requiere que los datos sobre la manipulación de la sustancia, así como las medidas preventivas que se emplean, se recojan según un protocolo que permita y facilite su uso.

Los datos recogidos deberían cumplir con el criterio FAIR que se mencionaba antes, es decir, que sean datos abiertos que cumplan con los principios de encontrabilidad, accesibilidad, interoperabilidad y reutilización.

La estrategia refuerza la normativa vigente basada en los reglamentos REACH y CLP, a la vez que promueve una gestión racional y sostenible de las sustancias químicas. Sin embargo, para su aplicación es necesario reforzar los mecanismos para la toma de datos, tanto de toxicidad como de exposición, así como establecer estructuras donde estos datos se puedan compartir entre las empresas que usan las sustancias químicas y los fabricantes y así poder agilizar la evaluación de la SSbD. ●

## Referencias bibliográficas

- [1] Caldeira C., Farcal R., Garmendia Aguirre I., Mancini L., Tosches D., Amelio A., Rasmussen K., Rauscher H., Riego Sintes J. and Sala S., Safe and sustainable by design chemicals and materials - Framework for the definition of criteria and evaluation procedure for chemicals and materials, EUR 31100 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2022, ISBN 978-92-76-53264-4. <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC128591>
- [2] Caldeira C., Garmendia Aguirre I., Tosches D., Mancini L., Abbate E., Farcal R., Lipsa D., Rasmussen K., Rauscher H., Riego Sintes J., Sala S. Safe and Sustainable by Design chemicals and materials. Application of the SSbD framework to case studies, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2023. <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC131878>
- [3] CEFIC 2024. Safe and Sustainable by design Guidance to unleash the transformative power of innovation. The European Chemical Industry Council. European Commission: Commission Recommendation of 8.12.2022 establishing a European assessment framework for safe and sustainable by design chemicals and materials. C (2022) 8854 final. 2022. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32022H2510>
- [4] EC COM (2019) 640 The European Green Deal. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=COM%3A2019%3A640%3AFIN>
- [5] [EC COM (2020) 667. Chemicals Strategy for Sustainability. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=COM%3A2020%3A667%3AFIN>
- [6] ECHA 2015 Guidance on Information Requirements and Chemical Safety Assessment Chapter R.12: Use description. ECHA-15-G-11-EN. European Chemical Agency.
- [7] Park MVDZ, Bleeker EAJ., Brand W., Cassee FR, van Elk M., Gosens I., de Jong WH., Meesters JAJ., Peijnenburg WJGM., Quik JTK., Vandebriel RJ., Sips AJAM Considerations for Safe Innovation: The Case of Graphene ACS Nano 2017, 11, 10, 9574–9593. <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acsnano.7b04120>
- [8] Persson L., Almroth BMC., Collins CD., Cornell S., de Wit CA. Diamond ML., Peter Fantke P., Hassellöv M., Matthew MacLeod M., Ryberg MW., Jørgensen PS., Villarrubia-Gómez P., Wang Z., Hauschild MS. Outside the Safe Operating Space of the Planetary Boundary for Novel Entities. Environ. Sci. Technol. 2022, 56, 3, 1510–1521
- [9] Sánchez Jiménez A., Rodríguez Llopis I., Cornelle Noorlander C., Suarez B., Hischier R. Special Issue NanolImpact: Safe(r) by Design in the nanotechnology sector. 2022 *NanolImpact | Safe(r) by Design in the nanotechnology sector | ScienceDirect.com by Elsevier*
- [10] Savic, N., Gasic, B., Vernez, D., ART, Stoffenmanager, and TRA: A Systematic Comparison of Exposure Estimates Using the TREXMO Translation System, Annals of Work Exposures and Health, Volume 62, Issue 1, January 2018, Pages 72–87, <https://doi.org/10.1093/annweh/wxx079>

# Bioseguridad en insectarios. Características de los laboratorios de investigación con artrópodos vectores de enfermedades

**Laura Gómez Guijarro**

Centro Nacional de Nuevas Tecnologías. INSST

*En los últimos años estamos siendo testigos de un aumento de enfermedades transmitidas por vectores artrópodos, un fenómeno que plantea desafíos significativos para la salud pública. La complejidad se intensifica con la influencia del cambio climático, que altera la distribución geográfica de estos vectores y contribuye al surgimiento de brotes en nuevas áreas. En este contexto, la investigación se presenta como una esperanza, siendo fundamental comprender a fondo estas enfermedades y los artrópodos implicados en su transmisión para prevenir y mitigar sus efectos. No obstante, este viaje hacia el conocimiento no está exento de riesgos, ya que la investigación implica una estrecha interacción con los agentes infecciosos. Por lo tanto, la implementación de prácticas de trabajo y medidas de contención específicas se convierte en un imperativo, garantizando no solo el avance del conocimiento, sino también la seguridad de quienes se aventuran en este campo.*

## INTRODUCCIÓN

Los artrópodos constituyen el grupo más abundante y diverso de organismos invertebrados en el reino animal. Cumplen diversos roles beneficiosos en los ecosistemas, pero también poseen una gran relevancia en los ámbitos de la salud pública y la sanidad animal debido a las enfermedades que pueden transmitir, actuando como vectores de agentes patógenos como virus, bacterias o parásitos.

Algunos artrópodos, como las moscas, pueden transmitir agentes patógenos de forma pasiva, es decir, por contacto físico al portarlos en el exterior de sus cuerpos. No obstante, la gran mayoría de los vectores son insectos hematófagos que contraen los microorganismos patógenos al alimentarse de la sangre de un huésped infectado y, posteriormente, lo transmiten a un nuevo huésped, ya sea una persona o un animal. Frecuentemente, un vector infectado puede transmitir

el patógeno durante toda su vida en cada picadura.

Los principales vectores artrópodos con importancia sanitaria se clasifican dentro de las clases *Insecta* y *Arachnida* [1]. Son los mosquitos, transmisores de infecciones como la fiebre del Nilo Occidental o la fiebre amarilla; las garrapatas, que actúan de vectores de enfermedades como la fiebre hemorrágica de Crimea-Congo o la enfermedad de Lyme;



■ Tabla 1 ■ Lista no exhaustiva de los principales artrópodos vectores y ejemplos de los agentes biológicos que transmiten y enfermedades que producen

Clase	Orden	Género	Nombre común	Agente biológico	Enfermedades
Insecta	Diptera	<i>Aedes</i>	Mosquito	Virus del dengue, virus de Zika, virus de la fiebre amarilla, virus del Chikungunya, flebovirus del Valle del Rift	Dengue, Zika, fiebre amarilla, fiebre del Chikungunya, fiebre del Valle del Rift
		<i>Anopheles</i>	Mosquito	<i>Plasmodium</i> spp.	Malaria
		<i>Culex</i>	Mosquito	Virus del Nilo Occidental	Fiebre del Nilo Occidental
		<i>Phlebotomus/ Lutzomyia</i>	Flebotomo	<i>Leishmania</i> spp., flebovirus	Leishmaniasis, fiebre por flebotomos
		<i>Simulium</i>	Mosca negra	<i>Onchocerca volvulus</i>	Oncocercosis
		<i>Glossina</i>	Mosca tsé-tsé	<i>Trypanosoma brucei</i>	Enfermedad del sueño
	Siphonaptera	<i>Xenopsylla</i>	Pulga	<i>Yersinia pestis</i>	Peste bubónica
	Hemiptera	<i>Triatoma</i>	Chinche	<i>Trypanosoma cruzi</i>	Enfermedad de Chagas
	Phthiraptera	<i>Pediculus</i>	Piojo	<i>Rickettsia prowazekii</i> , <i>Borrelia recurrentis</i> , <i>Bartonella quintana</i>	Tifus, fiebre recurrente, fiebre de las trincheras
Arachnida	Ixodidae	<i>Ixodes</i>	Garrapata	<i>Borrelia burgdorferi</i> , virus de las encefalitis transmitidas por garrapatas	Enfermedad de Lyme, encefalitis transmitida por garrapatas
		<i>Rhipicephalus</i>	Garrapata	<i>Rickettsia conorii</i>	Fiebre botonosa
		<i>Hyalomma</i>	Garrapata	Nairovirus de la fiebre hemorrágica de Crimea-Congo	Fiebre hemorrágica de Crimea-Congo
		<i>Amblyomma</i>	Garrapata	<i>Rickettsia rickettsii</i> , <i>Coxiella burnetii</i>	Fiebre de las Montañas Rocosas, fiebre Q

las pulgas, que pueden transmitir la bacteria *Yersinia pestis*, causante de la peste bubónica; los piojos, capaces de transmitir enfermedades como el tifus exantemático o epidémico, la fiebre recurrente y la fiebre de las trincheras, y algunos géneros de moscas, como la mosca tsé-tsé, que transmite el parásito *Trypanosoma brucei*, causante de la enfermedad del sueño [2] [3].

Las enfermedades transmitidas por vectores afectan a millones de personas en el mundo. Se considera que un gran porcentaje de la población vive en zonas de riesgo, principalmente en zonas tropicales y subtropicales. Estas enfermedades vectoriales representan una alta tasa de morbilidad y mortalidad para las personas. Suponen alrededor del 17 % de las muertes y enfermedades a nivel mundial, con los consecuentes altos costes y

sobrecargas de los sistemas de salud de los países [3] [4] [5]. Los factores sociales, demográficos y ambientales afectan a la dinámica de la transmisión de estas infecciones: dispersión geográfica, aparición o resurgimiento de enfermedades y estacionalidad.

Se consideran enfermedades emergentes aquellas que aparecen por primera vez en una población o cuya incidencia está aumentando rápidamente; por otro lado, las enfermedades reemergentes son aquellas que, estando anteriormente bajo control, han experimentado un aumento en su incidencia o han reaparecido en una región específica [6] [7].

La incidencia y distribución de las enfermedades transmitidas por vectores a menudo está condicionada por la distribución y la abundancia de sus vectores



Mosquito del género *Culex*

primarios, por tanto, es una realidad que el cambio climático impacta en la distribución geográfica y estacional de estas, así como en la intensidad de los brotes [8]. Esto es debido a que los vectores artrópodos son animales ectotermos, es decir, no pueden regular su temperatura interna y, por tanto, responden a los cambios en las condiciones climáticas como la temperatura, las precipitaciones y la

humedad. Esto puede repercutir en sus ciclos de vida, tasas de crecimiento, supervivencia, ciclos reproductivos, frecuencias de picadura y periodos de incubación, así como en el desarrollo y replicación de los patógenos en su interior. También hay que resaltar otro cambio determinante a raíz de las variaciones climáticas: las modificaciones en el comportamiento migratorio de las especies animales que sirven como reservorios para estas enfermedades (por ejemplo, las aves, que son reservorio natural del virus del Nilo Occidental, juegan un papel fundamental en la propagación de la enfermedad debido a las extensas distancias que pueden cubrir durante sus rutas migratorias) [6] [9].

El aumento de la temperatura ha permitido que muchos vectores amplíen su distribución hacia zonas septentrionales en el continente europeo. En los últimos años se ha constatado que la incidencia y la distribución de determinadas enfermedades vectoriales están sufriendo un considerable aumento; se han producido brotes de dengue, *chikungunya*, fiebre del Nilo Occidental e incluso malaria en el sur y sureste de Europa [4] [10] [11] [12] [13].

En España, los datos de la Red Nacional de Vigilancia Epidemiológica (RENAVE) revelan un aumento en el número de casos de las enfermedades transmitidas por vectores. Concretamente, desde el año 2010, han aparecido o han resurgido en el territorio enfermedades como la malaria, la leishmaniasis, la fiebre hemorrágica de Crimea-Congo y la fiebre exantemática mediterránea o fiebre botonosa. El mosquito *Aedes albopictus* se encuentra en una extensa área geográfica, y en 2018 se identificaron los primeros casos de transmisión autóctona del virus del dengue, el arbovirus que más rápidamente se ha extendido a nivel mundial. De manera similar, con el



Garrapata del género *Hyalomma*

aumento en la propagación de mosquitos del género *Culex*, aparecen los primeros casos autóctonos de fiebre del Nilo Occidental en 2010 y, junto con la reducción de las medidas de fumigación durante la pandemia de COVID-19, la aparición de un brote de la enfermedad en 2020, afectando principalmente a la provincia de Sevilla [10] [12] [14] [15].

Cabe destacar también la fiebre hemorrágica de Crimea-Congo, una de las enfermedades transmitidas por garrapatas con mayor extensión en el mundo y que se considera una enfermedad emergente en Europa. Se produce por la picadura de una garrapata infectada, generalmente del género *Hyalomma*, que transmite el virus. En España se detectó por primera vez en 2010 en garrapatas, y los primeros casos en humanos se diagnosticaron en 2016; actualmente, tenemos dos especies de vectores ampliamente distribuidos, *H. marginatum* y *H. lusitanicum*, permitiendo que el virus circule permanentemente por nuestro territorio [6] [12] [16] [17].

## INVESTIGACIÓN DE ENFERMEDADES TRANSMITIDAS POR VECTORES

La tendencia al alza en la aparición y reaparición de patógenos transmitidos

por artrópodos en los últimos años, remarca la necesidad de investigar sobre estas enfermedades y sus vectores. Hoy en día, el interés en estos proyectos de investigación ha aumentado y se consideran una prioridad a nivel internacional en lo que respecta a la protección de la salud pública, la sanidad y el bienestar animal, así como el impacto en la economía. Los objetivos que abarcan son varios: estudiar la competencia vectorial; investigar las interacciones entre los artrópodos y los patógenos que transmiten, así como con los factores climáticos; desarrollar estrategias que interfieran con el desarrollo de los patógenos dentro de los vectores o que impacten directamente en la supervivencia de los insectos; estudiar la evolución de la resistencia a medicamentos de los agentes patógenos; realizar manipulaciones genéticas y otras alteraciones para reducir su población o inhibir la transmisión de los agentes patógenos [18] [19] [20].

Podemos poner varios ejemplos concretos de líneas de investigación realizadas en este campo. Uno de ellos es el desarrollo de la técnica de insectos estériles, una forma de control de la natalidad de vectores que se ha llevado a cabo en mosquitos. El proceso implica criar y segregar miles de millones de mosquitos macho, esterilizarlos con radiación y luego liberarlos para que se apareen con las hembras en la naturaleza. Como las hembras no producen descendencia, la población de insectos disminuye con el tiempo. Esta técnica se ha utilizado en el sector agrícola durante décadas con gran impacto y bajo riesgo ambiental y ahora se está aplicando para frenar la transmisión de enfermedades como el dengue [21].

Otro ejemplo es el uso de la bacteria *Wolbachia* para controlar poblaciones del mosquito *Aedes aegypti*, transmisor de virus como el dengue y el Zika. La bacteria se introduce en los huevos de

los mosquitos y, a partir de estos huevos, se crían nuevos mosquitos poseedores de la bacteria. Posteriormente, se separan por sexo y se liberan los machos al exterior, donde, al aparearse con hembras silvestres que no contienen la bacteria, los huevos no eclosionarán, reduciendo así la población de mosquitos. Además, algunos estudios realizados en estos vectores han probado que *Wolbachia* reduce la infección y, en algunos casos, la diseminación y la transmisión de enfermedades como el dengue, fiebre del *Chikungunya*, fiebre amarilla, Zika y fiebre del Nilo Occidental [22] [23].

También se han llevado a cabo proyectos de modificación genética de mosquitos para ayudar a eliminar la malaria. La modificación hace que estos insectos produzcan unas sustancias intestinales que inhiben el crecimiento de los parásitos, lo que significa que es poco probable que lleguen a las glándulas salivales de los mosquitos y se transmitan por picadura antes de que mueran. La técnica reduce drásticamente la posibilidad de propagación de la malaria en el laboratorio, pero en un futuro podría ofrecer una nueva herramienta para erradicar la enfermedad en el exterior [24].

Por último, y también relacionado con la enfermedad de la malaria, se realizan investigaciones para comprender la evolución de la resistencia a insecticidas en los mosquitos vectores y la evolución de la resistencia a los medicamentos en los parásitos causantes de esta enfermedad. Concretamente, este proceso implica realizar cruces genéticos de mosquitos e infecciones con diferentes cepas del parásito para, posteriormente, probarlos en diferentes entornos [18].

Estas actividades de investigación conllevan una serie de riesgos específicos para las personas trabajadoras,

además del riesgo de liberación involuntaria al exterior, tanto de los agentes biológicos como de los vectores infectados, y el riesgo de que nuevos vectores se puedan establecer en el territorio. Se requiere, por tanto, que se realicen en instalaciones bajo unas condiciones específicas, con el objeto de proteger a quienes trabajan dentro del laboratorio, al resto del personal del edificio, a la población y al medio ambiente [19] [25] [26].

## LABORATORIOS DE VECTORES ARTRÓPODOS. INSECTARIOS

Lo que se conoce como “insectario” se puede definir como una instalación donde se trabaja e investiga con animales invertebrados. Este grupo zoológico es muy amplio y diverso, por lo que las características de la instalación pueden ser muy diferentes en función de la especie animal y del objetivo de la investigación.

Este artículo se centra en aquellos que se dedican a la investigación con vectores de agentes patógenos humanos. En estas instalaciones se crían, se mantienen en condiciones controladas o en cautividad y se manipulan invertebrados artrópodos que se sabe o se sospecha que están implicados en la transmisión de enfermedades.

Estas instalaciones, como se ha indicado, tienen una serie de características particulares dada la actividad que se realiza en ellas, y enfrentan numerosos retos a la hora de controlar los riesgos [25] [27] [28]:

- La contención se encuentra con dificultades debido a la movilidad de los artrópodos, ya que pueden volar, nadar, trepar, saltar o reptar.



Observación de larvas de mosquito

Fuente: Centers for Disease Control and Prevention (CDC), Public Health Image Library (PHIL), 2022

- El reducido tamaño de muchos de ellos puede aumentar el riesgo de que puedan producirse fugas y dificultar la detección.
- La posibilidad de que insectos no deseados penetren dentro y contaminen las colonias de artrópodos, por lo que hay que establecer barreras para impedirlo.
- Los artrópodos suelen presentar ciclos de vida complejos (por ejemplo: huevo, larva, ninfa, adulto, pupa), con estadios muy diferentes desde el punto de vista de su peligrosidad y la necesidad de controlar las condiciones ambientales para un normal desarrollo. Estos ciclos pueden ser relativamente largos e incluir etapas capaces de resistir entornos adversos; por ejemplo, los huevos de algunas especies de mosquitos pueden soportar períodos de desecación y seguir siendo viables.
- Se requieren unas características ambientales determinadas para la supervivencia y el comportamiento de los artrópodos, lo cual puede repercutir en las condiciones de trabajo aumentando el riesgo de accidentes.
- Por último, a veces se necesita durante el proyecto que los artrópodos se alimenten con sangre (por ejemplo,





Distintas fases de vida de un mosquito (larvas y pupas)

es necesario para que las hembras de mosquito pongan huevos). Este proceso conlleva riesgos adicionales por la manipulación de muestras de sangre o, si se utiliza un huésped vivo para tal fin, por el contacto con los animales. Puede aumentar el riesgo de transmisión accidental de enfermedades y recibir picaduras, mordeduras o arañazos, entre otros.

Es importante, por tanto, tener en consideración todos los factores de riesgo específicos en estas instalaciones para poder implementar las medidas necesarias que garanticen que el trabajo se realiza bajo unas adecuadas condiciones de bioseguridad.

## BIOSEGURIDAD

Se entiende por bioseguridad la implementación conjunta de procedimientos de trabajo, técnicas y elementos de contención. El pilar fundamental es la aplicación de unas prácticas de trabajo y técnicas microbiológicas adecuadas, así como la capacitación del personal.

Por contención, nos referimos al confinamiento físico del agente patógeno, logrado a través de la utilización de equipos de seguridad, así como del diseño y de la construcción adecuada de las instalaciones del laboratorio. Se puede diferenciar entre:

- La contención primaria, que protege al personal y al entorno inmediato del laboratorio y se consigue mediante el uso de equipos de seguridad adecuados. Los equipos de seguridad incluyen las cabinas de seguridad biológica (CSB), los recipientes cerrados, autoclaves, etc., así como los equipos de protección individual.
- La contención secundaria, que protege el ambiente externo al laboratorio y viene proporcionada por el diseño y la construcción de las instalaciones. Como ejemplos de estas barreras de contención están los sistemas de ventilación especializados para garantizar el flujo de aire unidireccional, la instalación de filtros HEPA (*High Efficiency Particulate Air*) para descontaminar o eliminar agentes del aire, o las esclusas que separan el laboratorio del resto del edificio [26] [29].

Los niveles de contención se basan en combinaciones de prácticas y técnicas de laboratorio, equipos de seguridad (barreras primarias) y diseño y construcción del laboratorio (barreras secundarias).

## EVALUACIÓN DE RIESGOS

La evaluación de riesgos, tanto para la salud humana como para el medio ambiente, será la que permita determinar el nivel de contención necesario y las características mínimas que deben aplicarse en el insectario. Para su realización se deben considerar los riesgos derivados de la exposición a agentes biológicos para los/as trabajadores/as, así como el impacto que una liberación involuntaria puede suponer para el medio ambiente y la población. Por tanto, sin perjuicio de las disposiciones establecidas en el Real Decreto 664/1997, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo, en estas

instalaciones hay distintas variables a considerar [25] [30] [31]:

- **Vector artrópodo.** Es necesario conocer si se trata de un vector autóctono, presente en el área local, o exótico, no presente en el entorno. En este último caso es importante también determinar su supervivencia, es decir, examinar su capacidad para tolerar el ambiente exterior, especialmente durante los meses de verano. Esto nos permite saber si en el caso de que el vector se escapara podría sobrevivir, reproducirse y establecerse en el exterior, o estaría limitado por las condiciones climáticas locales.
- **Agente biológico.** Cuando un artrópodo está infectado con un agente biológico, el nivel de contención requerido en la instalación será, como mínimo, el que se establezca para ese agente biológico, en función de su clasificación. Por ello, hay que saber el grupo de riesgo al que pertenece el agente infeccioso. El Real Decreto 664/1997 establece cuatro grupos de riesgo, que van del 1 al 4, de menor a mayor peligrosidad en función de su patogenicidad en humanos, de la capacidad de producir una enfermedad grave, de su probabilidad de propagación a la colectividad y de la existencia de profilaxis o tratamiento eficaz [30].
- **Medios de transmisión de la infección.** Como se decía al principio, la mayoría de los artrópodos transmiten las enfermedades a través de las picaduras y esto representará un riesgo en el laboratorio. Se han dado casos de infecciones adquiridas en el laboratorio por picadura de mosquito [32] [33], pero la realidad es que esta vía de transmisión no es tan frecuente como la vía parenteral, por accidentes con objetos punzantes como agujas, bisturís, tijeras y vidrio. También hay



Garrapata del género *Ixodes*

que tener en cuenta rutas distintas de transmisión, como la inhalación de aerosoles; en el trabajo con vectores, la generación de aerosoles representa un peligro potencial al preparar alimentos o inóculos infecciosos, y también puede originarse a partir de las prácticas analíticas utilizadas en el proceso de aislamiento del virus [34].

- **Tipo de vector (especie).** Las medidas de contención que se apliquen deben adaptarse a las características concretas de la especie con la que se esté trabajando.
- **Ciclo de vida del artrópodo y del agente infeccioso.** Trabajar con ciertas etapas del ciclo de vida puede presentar menos riesgos que con otras.
- **Características de supervivencia del vector.** Habrá que averiguar si existen propiedades fenotípicas que hagan que el vector vea favorecida su capacidad de sobrevivir fuera del entorno del laboratorio. Estas propiedades pueden ser naturales o el vector puede haber sido modificado intencionadamente, por ejemplo, para ser resistente a insecticidas.
- **Probabilidad de que el patógeno esté presente en el entorno exterior.** Se deberá obtener información sobre la existencia de agentes

infecciosos que el vector puede transmitir (o se ha demostrado que puede transmitir) circulando en la fauna local. Pueden estar presentes de manera permanente o temporal, por ejemplo, en especies migratorias.

- **Presencia de otro vector competente en el entorno exterior.** Si un vector infectado escapa y transmite la infección, podría darse el caso de que, posteriormente, otro vector competente mantenga la transmisión activa de dicha infección en la zona.

## NIVELES DE CONTENCIÓN

A partir de la evaluación de riesgos se fija el nivel de contención necesario. En este sentido, al igual que hay cuatro grupos de riesgo para los agentes biológicos, existen cuatro niveles de contención biológica (NCB) o bioseguridad. Cada uno de ellos parte de la base del nivel anterior para proporcionar contención adicional. A nivel global, numerosas instituciones y centros de investigación han desarrollado guías y manuales de bioseguridad para el trabajo en insectarios en cada nivel de contención [31] [34] [35] [36].

### NCB-1 en laboratorio de artrópodos

Adecuado para trabajar con vectores artrópodos no infectados o infectados con un agente no patógeno, incluyendo los artrópodos autóctonos y los artrópodos exóticos que, en caso de una liberación involuntaria, serían inviables o se establecerían solo temporalmente en la zona.

### NCB-2 en laboratorio de artrópodos

Cuando se trabaje con artrópodos exóticos con potencial invasor o transgénicos. Así como en los casos de infección con



Cría de mosquitos en un laboratorio

Fuente: Centers for Disease Control and Prevention (CDC), Public Health Image Library (PHIL), 2020

agentes biológicos del grupo de riesgo 2 asociados con enfermedades humanas o animales, o que se sospeche razonablemente que están infectados con dichos agentes.

### NCB-3 en laboratorio de artrópodos

Adecuado para trabajar con vectores que están infectados o potencialmente infectados con agentes biológicos del grupo de riesgo 3. Estos artrópodos pueden representar un peligro adicional si el insectario está ubicado en un área donde la especie es autóctona, o si hay vectores alternativos competentes, ya que si se produce una fuga cabría la posibilidad de introducir el patógeno en el área local. Los artrópodos recolectados en el campo en sitios de transmisión activa de agentes del grupo de riesgo 3 no necesariamente requieren manipulación en un laboratorio de contención 3. Dicho material se considera de diagnóstico y puede manipularse bajo un nivel 2 de contención.

### NCB-4 en laboratorio de artrópodos

Este nivel contiene requisitos de contención complejos y avanzados para trabajar con artrópodos infectados por los agentes patógenos más peligrosos. Estos agentes representan un alto riesgo de

producir enfermedades potencialmente mortales, no existiendo un tratamiento. Otros patógenos que pueden causar enfermedades graves en animales también pueden requerir contención de nivel 4 si se utilizan en vectores [37].

MEDIDAS DE CONTENCIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LOS INSECTARIOS

Los requisitos generales de los distintos niveles de contención en estas instalaciones son similares a los aplicables en los laboratorios donde se manipulan agentes biológicos. En consecuencia, deben aplicarse las medidas descritas para los laboratorios en el Real Decreto 664/1997 [30].

Todos los insectarios deben diseñarse para evitar la fuga de artrópodos. Las medidas de contención se centran, principalmente, en el control de acceso para el personal autorizado, vestíbulos, instalación de mosquiteras y otras barreras en las posibles vías de escape al exterior, presiones diferenciales, sellado del paso de las canalizaciones, puertas con sistema de cierre automático, cortinas de aire vertical, trampas, sistemas y equipos de tratamiento de residuos, y uso de cajas de seguridad para el transporte [25] [28].

Como características generales de diseño en estas instalaciones, las paredes, techos y suelos suelen ser de color claro, con niveles de iluminación suficientes y una altura de techo más baja en las zonas de cría, para facilitar la detección y captura de artrópodos. El número de muebles y otros equipos debe minimizarse para limitar las zonas donde los artrópodos podrían esconderse. Cuando estén presentes, los armarios, incubadoras y neveras/congeladores, deberían ser móviles en la medida de lo posible, para facilitar la limpieza y captura de algún vector que haya podido escapar [25].

■ Tabla 2 ■ Resumen de los niveles de contención

Nivel de contención	Vector artrópodo	Agente biológico
NCB-1	Autóctono/exótico sin capacidad invasora.	Grupo de riesgo 1. No patógeno humano.
NCB-2	Exótico potencialmente invasor/artrópodo modificado genéticamente.	Grupo de riesgo 2. Patógeno humano, poco probable que se propague a la colectividad y para el que existe profilaxis o un tratamiento eficaz (ejemplo: virus Zika).
NCB-3	Cualquier vector si está infectado con un agente biológico del grupo 3.	Grupo de riesgo 3. Patógeno humano asociado a una enfermedad grave, con riesgo de que se propague a la colectividad y para el que existe profilaxis o un tratamiento eficaz (ejemplo: virus del dengue).
NCB-4	Cualquier vector si está infectado con un agente biológico del grupo 4.	Grupo de riesgo 4. Patógeno humano asociado a una enfermedad grave, con riesgo de que se propague a la colectividad y para el que no existe profilaxis o un tratamiento eficaz (ejemplo: nairovirus de la fiebre hemorrágica de Crimea-Congo).

Algunas recomendaciones y precauciones especiales aplicables a los laboratorios de investigación con artrópodos son las siguientes [34] [35] [36]:

- Ubicación estratégica de los muebles y las incubadoras que contienen artrópodos fuera del flujo de tráfico general, evitando los pasillos o colocándolos en armarios para minimizar el contacto y la liberación accidental de artrópodos.
- Utilización de jaulas o recipientes apropiados para cada especie, con una identificación y etiquetado claro con información detallada. Además, deben ser resistentes y de fácil limpieza. Si se usa malla, debe ser duradera y de un tamaño adecuado para evitar escapes.
- Mantenimiento de las áreas de trabajo limpias y ordenadas para facilitar la detección de artrópodos. Evitar los equipos y suministros no esenciales dentro del insectario.
- Implementación de prácticas adecuadas para prevenir liberaciones involuntarias.
- Toma de precauciones por parte del personal para evitar el transporte o disseminación de artrópodos. Comprobación de si la ropa de trabajo que se reutiliza (batas de laboratorio) está infestada antes de salir del insectario.
- Establecimiento de programas de detección y captura. Se recomiendan trampas de oviposición, trampas para pulgas a nivel del suelo, canales de aceite que





Señal de peligro biológico en un laboratorio

rodean las colonias de garrapatas, trampas de radiación UV para mosquitos, etc. Especialmente en el caso de que se utilicen artrópodos exóticos, se recomienda la vigilancia exterior. Mantenimiento de registros de capturas exteriores: cualquier evidencia de fuga debería dar lugar a una revisión de las prácticas y procedimientos antes de reanudar el trabajo.

- Programa de exclusión de plagas para evitar la entrada de artrópodos y roedores.
- Uso de guantes, ropa de trabajo y equipos de protección individual, según los resultados obtenidos en la evaluación de riesgos. Se debe minimizar la exposición de la piel para evitar picaduras.
- Separación del área del insectario de las zonas de tránsito general dentro del edificio.
- Disponer de locales diferentes para separar los invertebrados que están infectados de aquellos que no lo están [19]. Además, estos locales podrán sellarse para ser fumigados.

- Contar con dispositivos para la pulverización de insecticidas de manera fácil y accesible. También se debe disponer de instrumentos para atrapar o matar a cualquier artrópodo que haya escapado, sobre todo en la zona del vestíbulo [25].
- Instalaciones de "enfriamiento" para reducir la actividad de los invertebrados cuando sea necesario.
- La entrada se realizará a través de un vestíbulo que esté equipado con mosquiteras en las puertas y trampas para insectos.
- Se recomiendan barreras físicas o cortinas de aire, según corresponda, para evitar la dispersión de artrópodos.
- Todos los conductos de salida de ventilación y las ventanas que puedan abrirse estarán provistos de mosquiteras. A partir del nivel 2 no se recomiendan ventanas, pero si las hubiera, deberían ser resistentes y estar bien selladas, no permitiéndose su apertura.
- No permitir que los sifones de los fregaderos y los desagües se sequen. De hecho, deberían ser tratados con un producto químico adecuado para evitar la supervivencia del artrópodo, en todos sus estadios; o bien, colocar una malla de tamaño apropiado [25].
- Descontaminación de residuos en autoclave, dado que algunos invertebrados son resistentes a ciertos insecticidas.
- Llevar a cabo un control del número de larvas y formas adultas de artrópodos voladores, reptadores y saltadores.

- Los recipientes que contengan garrapatas y ácaros se colocarán en cubetas con aceite.
- Los insectos voladores que estén infectados o potencialmente infectados se alojarán en jaulas con doble malla.
- Los artrópodos que estén infectados o potencialmente infectados se manipularán en cabinas de seguridad biológica o aisladores y podrán emplearse bandejas de enfriamiento.

## CONCLUSIONES

La creciente tendencia en la aparición y reaparición de patógenos transmitidos por artrópodos en los últimos años subraya la necesidad de investigar las enfermedades que producen y los vectores implicados en su transmisión. Sin embargo, estas actividades de investigación enfrentan riesgos específicos y es necesario que se realicen bajo unas condiciones de bioseguridad adecuadas para mitigar los riesgos asociados.

En función de los resultados de la evaluación de riesgos se debe fijar el nivel de contención necesario, considerando factores como las características del vector, el agente biológico y otras variables. Para el nivel de contención fijado, se debe contemplar la aplicación de procedimientos y prácticas de trabajo adecuados, la capacitación del personal, los equipos de seguridad necesarios y el diseño y construcción de la instalación.

En conclusión, la investigación es importante para poder mitigar el impacto global de las enfermedades vectoriales, pero es crucial que se implanten medidas de contención específicas para garantizar la seguridad de las personas y del medio ambiente. ●

## ■ Referencias bibliográficas ■

- [1] Casas-Martínez, M. (2023). Colección biológica de mosquitos de importancia médica del Instituto Nacional de Salud Pública. Salud Pública de México, 65, 171-174. DOI: 10.21149/13880.
- [2] Portillo, A., Ruiz-Arondo, I., & Oteo, J. A. (2018). Artrópodos vectores en España y sus enfermedades transmisibles. Medicina clínica, 151(11), 450-459. DOI: 10.1016/j.medcli.2018.06.021.
- [3] World Health Organization (WHO). Vector-borne diseases. [consulta: marzo 2024]. Disponible en: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/vector-borne-diseases>.
- [4] Chala, B., & Hamde, F. (2021). *Emerging and Re-emerging Vector-Borne Infectious Diseases and the Challenges for Control: A Review. Frontiers in public health*, 9, 715759. DOI: 10.3389/fpubh.2021.715759.
- [5] Watts, N., Amann, M., Arnell, N., Ayeb-Karlsson, S., Beagley, J., Belesova, K., Boykoff, M., Byass, P., Cai, W., Campbell-Lendrum, D., Capstick, S., Chambers, J., Coleman, S., Dalin, C., Daly, M., Dasandi, N., Dasgupta, S., Davies, M., Di Napoli, C., Dominguez-Salas, P., ... Costello, A. (2021). *The 2020 report of The Lancet Countdown on health and climate change: responding to converging crises. Lancet (London, England)*, 397(10269), 129-170. DOI: 10.1016/S0140-6736(20)32290-X.
- [6] Mauriz, E. (2023). Enfermedades infecciosas emergentes transmitidas por vectores. Especial referencia a su impacto en el ámbito laboral. Seguridad y Salud en el Trabajo, 114, 56-66.
- [7] Pan American Health Organization (PAHO). Vectors: Integrated management and public health entomology. [consulta: marzo 2024]. Disponible en: <https://www.paho.org/en/topics/vectors-integrated-management-and-public-health-entomology>.
- [8] Caminade, C., McIntyre, K. M., & Jones, A. E. (2019). *Impact of recent and future climate change on vector-borne diseases. Annals of the New York Academy of Sciences*, 1436(1), 157-173. DOI: 10.1111/nyas.13950.
- [9] Iwamura, T., Guzman-Holst, A., & Murray, K. A. (2020). *Accelerating invasion potential of disease vector Aedes aegypti under climate change. Nature communications*, 11, 2130. DOI: 10.1038/s41467-020-16010-4.
- [10] Comunidad de Madrid. (2018). Plan regional de vigilancia y control de vectores con interés en salud pública en la Comunidad de Madrid. Disponible en: [https://www.comunidad.madrid/sites/default/files/doc/sanidad/samb/plan\\_regional\\_vigilancia\\_y\\_control\\_de\\_vectores.pdf](https://www.comunidad.madrid/sites/default/files/doc/sanidad/samb/plan_regional_vigilancia_y_control_de_vectores.pdf).
- [11] European Climate and Health Observatory. Climate ADAPT. Vector-borne diseases. [consulta: marzo 2024]. Disponible en: [https://climate-adapt.eea.europa.eu/en/observatory/evidence/health-effects/vector-borne-diseases/vector-borne-diseases?set\\_language=en](https://climate-adapt.eea.europa.eu/en/observatory/evidence/health-effects/vector-borne-diseases/vector-borne-diseases?set_language=en).
- [12] Sociedad Española de Enfermedades Infecciosas y Microbiología Clínica (SEIMC). (2022). Las enfermedades infecciosas en 2050: cómo serán las enfermedades infecciosas en 30 años. Producciones Pantuás S.L. ISBN 9788409415236.
- [13] Dunning, H. (2020). *Disease-carrying mosquitoes could be common in Europe by 2030. Imperial College London*. Disponible en: <https://www.imperial.ac.uk/news/197333/disease-carrying-mosquitoes-could-common-europe-2030/>.
- [14] Centro Nacional de Epidemiología. CIBER Epidemiología y Salud Pública (CIBERESP). Instituto de Salud Carlos III. (2018). Resultados de la vigilancia epidemiológica de las enfermedades transmisibles. Informe anual 2016. Disponible en: <https://repisalud.isciii.es/entities/publication/4098aaf1-a89e-49c0-9a29-fd31d3a65823>.
- [15] Centro Nacional de Epidemiología. Instituto de Salud Carlos III. (2020). Resultados de la vigilancia epidemiológica de las enfermedades transmisibles. Informe anual. Años 2017-2018. Disponible en: <https://repisalud.isciii.es/entities/publication/6b7997b7-05cb-45ae-8dd9-bb17ce216173>.
- [16] Centro Nacional de Epidemiología. Instituto de Salud Carlos III. (2022). Informe epidemiológico sobre la situación de la fiebre hemorrágica de Crimea-Congo en España. Años 2016 a 2022. Disponible en: [https://cne.isciii.es/documents/d/cne/informe-renave\\_fhcc-202016-2022-pdf](https://cne.isciii.es/documents/d/cne/informe-renave_fhcc-202016-2022-pdf).
- [17] Red Nacional de Vigilancia Epidemiológica (RENAVE). Protocolo de vigilancia de la fiebre hemorrágica Crimea-Congo. [consulta: marzo 2024]. Disponible en: <https://www.sanidad.gob.es/areas/alertasEmergenciasSanitarias/alertasActuales/fiebreHemorragica/docs/16.06.2017-Protocolo-vigilancia-FHCC.pdf>.
- [18] Finnerty, M. (2023). *Inside the insectary: ASU faculty innovate mosquito control and disease prevention. Arizona State University*. [consulta: marzo 2024]. Disponible en: <https://news.asu.edu/20230816-solutions-inside-insectary-asu-faculty-innovate-mosquito-control-and-disease-prevention>.
- [19] Jolly, Z. (2017). *Biosafety aspects of arthropod-borne disease vectors laboratory. Applied biosafety*, 22(3), 92-96. DOI: 10.1177/1535676017713208.
- [20] Shaw, W.R., & Catteruccia, F. (2019). *Vector biology meets disease control: using basic research to fight vector-borne diseases. Nature microbiology*, 4, 20-34. DOI: 10.1038/s41564-018-0214-7.
- [21] TDR: For research on diseases of poverty. Scientists in Tahiti prepare to release sterilized mosquitoes to control dengue. [consulta: marzo 2024]. Disponible en: <https://tdr.who.int/newsroom/news/item/16-05-2023-scientists-in-tahiti-prepare-to-release-sterilized-mosquitoes-to-control-dengue>.
- [22] Centers for Disease Control and Prevention (CDC). Mosquitoes with Wolbachia for reducing numbers of Aedes aegypti mosquitoes. [consulta: marzo 2024]. Disponible en: <https://www.cdc.gov/mosquitoes/mosquito-control/community/emerging-methods/wolbachia.html>.
- [23] Pimentel, A. C., Cesar, C. S., Martins, M., & Cogni, R. (2021). *The antiviral effects of the symbiont bacteria Wolbachia in insects. Frontiers in immunology*, 11(626329). DOI: 10.3389/fimmu.2020.626329.

- [24] Dunning, H. (2022). *Mosquitoes that can't spread malaria engineered by scientists*. Imperial College London. Disponible en: <https://www.imperial.ac.uk/news/239931/mosquitoes-that-cant-spread-malaria-engineered/>.
- [25] Institute of Safety in Technology and Research. (2017). *Safe working with arthropods: containment and control for work with uninfected, infected and transgenic animals in research*. Disponible en: [https://istr.org.uk/resources/Documents/ISTR\\_Guidance\\_on\\_the\\_Containment\\_of\\_Infected\\_Arthropods\\_V1\\_2017.pdf](https://istr.org.uk/resources/Documents/ISTR_Guidance_on_the_Containment_of_Infected_Arthropods_V1_2017.pdf).
- [26] Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST). (2014). Guía Técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos. Disponible en: <https://www.insst.es/documents/94886/96076/agen-bio.pdf/f2f4067d-d489-4186-b5cd-994abd1505d9>.
- [27] Lauer, E., Kim, K. N., Dettmann, R. A., Fleming, A. E. J., Powell, G. L., Rice, A. D., Scarpellini, G., Casagrande, R., & Gillum, D. R. (2023). *Lessons Learned from the Design, Construction, and Commissioning of a Retrofitted Arthropod Containment Level 3 Insectary*. *The American journal of tropical medicine and hygiene*, 109(1), 126–133. DOI: 10.4269/ajtmh.22-0790.
- [28] Benedict, M., Centers for Disease Control and Prevention (CDC), & National Institutes of Health (NIH). (2015). *MR4 Methods in Anopheles Research* (2015 ed.). Disponible en: <https://www.beire-sources.org/Portals/2/VectorResources/2016%20Methods%20in%20Anopheles%20Research%20full%20manual.pdf>.
- [29] Centers for Disease Control and Prevention (CDC). (2012). *Guidelines for safe work practices in human and animal medical diagnostic laboratories*. *Morbidity and mortality weekly report (MMWR)*, 61(01), 1-101.
- [30] Real Decreto 664/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo. Boletín Oficial del Estado, 124, de 24 de mayo de 1997. <https://www.boe.es/eli/es/rd/1997/05/12/664/con>.
- [31] Pondeville, E., Failloux, A. B., Simard, F., Volf, P., Crisanti, A., Haghighat-Khah, R. E., Busquets, N., Abad, F. X., Wilson, A. J., Bellini, R., Marsh Amand, S., Kohl, A., & Veronesi, E. (2023). *Infravec2 guidelines for the design and operation of containment level 2 and 3 insectaries in Europe*. *Pathogens and global health*, 117(3), 293–307. DOI: 10.1080/20477724.2022.2108639.
- [32] Britton, S., van den Hurk, A. F., Simmons, R. J., Pyke, A. T., Northill, J. A., McCarthy, J., & McCormack, J. (2011). *Laboratory-acquired dengue virus infection: a case report*. *PLoS neglected tropical diseases*, 5(11), e1324. DOI: 10.1371/journal.pntd.0001324.
- [33] McKellar, D.R., Conway, M.J. (2016). *Safe Handling of West Nile Virus in the Insectary*. In: Colpitts, T. (eds) *West Nile Virus. Methods in Molecular Biology*, vol 1435. Humana Press, New York, NY. DOI: 10.1007/978-1-4939-3670-0\_12.
- [34] American Committee Of Medical Entomology American Society Of Tropical Medicine And Hygiene. (2019). *Arthropod Containment Guidelines, Version 3.2. Vector borne and zoonotic diseases (Larchmont, N.Y.)*, 19(3), 152–173. DOI: 10.1089/vbz.2018.2431.
- [35] Centers for Disease Control and Prevention (CDC). (2020). *Bio-safety in microbiological and biomedical laboratories (6th ed.)*. Disponible en: [https://www.cdc.gov/labs/pdf/SF\\_19\\_308133-A\\_BMBL6\\_00-BOOK-WEB-final-3.pdf](https://www.cdc.gov/labs/pdf/SF_19_308133-A_BMBL6_00-BOOK-WEB-final-3.pdf).
- [36] Organización Mundial de la Salud (OMS). (2005). *Manual de bioseguridad en el laboratorio (3ª ed.)*. Ginebra: Organización Mundial de la Salud. ISBN 9243546503.
- [37] Scott T. W. (2005). *Containment of arthropod disease vectors*. *ILAR journal*, 46(1), 53–61. DOI: 10.1093/ilar.46.1.53.



# Radiación ultravioleta solar en el sector pesquero. Riesgo conocido pero asumido en el entorno laboral

**Gema Santos Salazar**

**María Isabel Lara Laguna**

**Isaac Abril Muñoz**

Centro Nacional de Medios de Protección. INSST

*En 2022, el Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST) publicó un estudio que puso de manifiesto una elevada exposición a la radiación ultravioleta (RUV) solar, una posible infra notificación de enfermedades profesionales relacionadas con la exposición al sol y una escasa concienciación de las personas trabajadoras en el sector pesquero.*

*Con objeto de conocer en mayor profundidad el alcance de estos aspectos se ha realizado un análisis exhaustivo de la literatura científica disponible. Así, mediante este artículo se pretende conocer la incidencia de las afecciones o enfermedades vinculadas directamente con la exposición a la RUV solar en el sector pesquero y si estas están claramente relacionadas con el ámbito laboral, qué factores influyen en su aparición y cuál es el nivel de conocimiento y concienciación sobre los riesgos de la exposición a dicha radiación. Todo ello, para identificar los puntos sobre los que habría que actuar para mejorar la sensibilización del sector frente a este riesgo.*

*Los resultados obtenidos en este estudio muestran que en el 87 % de los artículos analizados, la exposición laboral a la RUV solar a la que se enfrentan los/as profesionales del sector, incrementa de manera notable el riesgo de desarrollar patologías cutáneas y oculares. Y a pesar de ello, la mayoría de los estudios resaltan la escasa concienciación sobre este riesgo que provoca la adopción de unos hábitos de fotoprotección muy deficientes.*

*Estos datos evidencian la necesidad urgente de implementar medidas de protección solar eficaces y promover un cambio en la cultura de prevención y protección frente a este riesgo entre los/as profesionales del sector.*

## 1. INTRODUCCIÓN

La Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer (IARC, por sus siglas en inglés) advierte que una exposición excesiva a la RUV solar puede ser dañina, catalogándola como un agente cancerígeno para los humanos [1].

El aumento de las temperaturas asociado al cambio climático provoca cambios de comportamiento, como pasar más tiempo al aire libre y desprenderse de la ropa, lo que podría implicar un incremento de casos de cáncer de piel y cataratas, específicamente en las personas trabajadoras al aire libre, quienes están particularmente en riesgo [2]. Además, la Organización Mundial de la Salud (OMS), prevé que con el cambio climático los niveles de exposición a la RUV solar aumenten debido a cambios en el grosor de la capa de ozono y la nubosidad [3].

De acuerdo con la "Encuesta sobre la exposición del personal a factores de riesgo de cáncer en Europa (WES, por sus siglas en inglés)", publicada en 2023, por la Agencia Europea para la Seguridad y la Salud en el Trabajo, el 20,8 % de las personas encuestadas reportaron exposición a la RUV solar, siendo el más frecuente entre los veinticuatro factores de riesgo de cáncer analizado [4].

En España, se han llevado a cabo estudios relevantes sobre la exposición a la RUV solar en distintos sectores laborales. Destacan investigaciones dirigidas a personal de jardinería y de socorrismo [5], así como profesionales de la construcción [6]. Adicionalmente, el Instituto Nacional de Silicosis (INS) realizó un estudio en 2014 enfocado en la actividad extractiva a cielo abierto [7]. Y más recientemente, en 2019, se realizó un estudio en personas trabajadoras al aire libre contratadas por el Ayuntamiento de Fuengirola (Málaga), analizando la exposición en el sector de la

construcción y mantenimiento, jardinería, limpieza urbana y limpieza y mantenimiento de playas [8]. Estas investigaciones, al igual que otros resultados a nivel internacional [9] [10] [11], resaltan niveles de exposición solar superiores a los límites recomendados<sup>1</sup>.

Entre los/as profesionales más afectados por este riesgo se encuentran los/as del sector pesquero, quienes no solo están expuestos/as a la RUV solar de manera prolongada durante su jornada laboral al aire libre, sino que también se enfrentan a un incremento de esta exposición debido a la reflexión de la radiación solar por el agua, la arena y las propias superficies de los barcos, fenómeno conocido como "efecto albedo" [12].

El INSST publicó en 2022 un estudio sobre la exposición solar en el ámbito laboral a la que se encuentran sometidos los/as profesionales del sector pesquero [13]. Los resultados revelaron que la mitad de las personas trabajadoras están expuestas a niveles de radiación casi cinco veces superiores al límite recomendado por la Comisión Internacional de Protección ante la Radiación No Ionizante (ICNIRP, por sus siglas en inglés) [14].

<sup>1</sup> La Comisión Internacional de Protección ante la Radiación No Ionizante (ICNIRP, por sus siglas en inglés), establece como valores de referencia para la exposición segura a la RUV un rango de 100 a 130 J/m<sup>2</sup>.



A pesar de la alta exposición a la RUV solar documentada, fruto del análisis de la información recogida en el sistema de comunicación de enfermedades profesionales en Seguridad Social (CEPROSS) y en el sistema de información de patologías no traumáticas causadas o agravadas por el trabajo (PANOTRATSS) correspondientes al periodo 2009-2018, tan solo se registraron 17 casos de enfermedades potencialmente vinculadas a esta exposición, indicando una posible infra notificación de afecciones profesionales causadas por la RUV solar.

A su vez, la encuesta realizada a las personas trabajadoras participantes en el estudio anterior revela la poca concienciación en la comunidad pesquera sobre los riesgos de la exposición a la RUV solar, aunque conozcan sus efectos adversos.

Para completar la información recabada hasta el momento y con el propósito de evaluar la importancia de los efectos de la exposición laboral a la RUV solar en la comunidad pesquera, se ha realizado un análisis exhaustivo de la literatura científica disponible, identificando los factores de riesgo asociados a la misma. Además, se han examinado diferentes iniciativas de sensibilización llevadas a cabo por otras organizaciones y países, y se ha realizado un análisis estadístico de los datos de la Encuesta de Población Activa (EPA), con el fin de identificar cuáles son los puntos sobre los que hay que



actuar para mejorar la sensibilización del sector frente a este riesgo.

## 2. METODOLOGÍA

Para la selección de publicaciones relevantes en la revisión bibliográfica, se formuló una pregunta de investigación enfocada en los posibles efectos que los/as profesionales del sector pesquero podían sufrir debido a la exposición continua a la RUV solar en el ámbito laboral.

La principal fuente de información empleada en el estudio incluyó documentos y artículos del fondo bibliográfico del INSST seleccionados a partir de una combinación de palabras clave relacionadas con el sector marítimo y aspectos de salud vinculados a la exposición solar.

Adicionalmente, se realizaron búsquedas en bases de datos como MEDLINE (PubMed) y *Web of Science*, empleando términos específicos relacionados con la industria pesquera, efectos de la radiación solar y enfermedades profesionales.

Este proceso se enriqueció con el análisis de las referencias bibliográficas de los

artículos seleccionados para hallar más estudios pertinentes.

Para la selección de documentos, se aplicaron criterios de inclusión centrados en artículos y estudios epidemiológicos que examinaban la relación causal entre la exposición solar laboral y sus efectos negativos en la salud de las personas trabajadoras del sector pesquero. También se incluyeron investigaciones que evaluaban conocimientos y conductas respecto a la protección solar en este colectivo, para identificar las principales barreras y adoptar medidas preventivas. Respecto a la fecha de publicación de los estudios, no se hicieron restricciones.

Dada la escasez de artículos específicos para el sector pesquero y por el interés en sus resultados, se incluyeron investigaciones que también abarcaban otras ocupaciones, aun cuando la representatividad de las muestras del sector pesquero era limitada, como se observa en los trabajos de Trakatelli M. *et al.* 2016 [15] y Larese F. *et al.* 2018 [16].

Para depurar la muestra, solo se seleccionaron artículos escritos en inglés, alemán o castellano, con acceso al texto

completo, enfocados en la exposición laboral y dirigidos a una población adulta.

Mediante el uso de tablas de extracción de datos, se recopiló información crucial de cada artículo, incluyendo la fuente de datos, el diseño del estudio, el objetivo, el tamaño de la muestra, el país de origen y los resultados clave.

## 3. RESULTADOS

Se seleccionaron 30 artículos de conformidad con la metodología descrita en el apartado anterior. Predominan los estudios descriptivos transversales realizados a través de cuestionarios o entrevistas, seguidos por estudios de cohorte, revisiones sistemáticas, casos y controles, y dos estudios enfocados en cuantificar la RUV solar recibida mediante dosímetros. La mayor parte de estos estudios provienen de países de la Unión Europea, especialmente de los países nórdicos, impulsados por el proyecto NOCCA (*Nordic Occupational Cancer Study*), que ha generado una extensa base de datos sobre cánceres laborales en la región.

Además, se han identificado tres publicaciones nacionales: una revisión bibliográfica sobre riesgos laborales en la pesca que pueden causar neoplasias cutáneas, un estudio transversal sobre salud, seguridad y condiciones de trabajo entre pescadores en Andalucía, y un estudio técnico que cuantifica la exposición solar en el sector mediante dosimetría individual.

De los 30 estudios seleccionados, seis no investigan patologías específicas [13][35][36][37][40][41], se centran en analizar las percepciones y conocimientos sobre los efectos de la exposición a la RUV solar y los desafíos del uso de equipos de protección individual (EPI). Los 24 artículos restantes se enfocaron en afecciones cutáneas, con especial atención en el cáncer de piel no melanoma (CPNM) y



melanoma<sup>2</sup>. Dentro de este conjunto, algunos estudios amplían su alcance para incluir el análisis de otras patologías<sup>3</sup>, como la queratosis actínica, queilitis actínica o lesiones oculares (cataratas, pterigión y conjuntivitis crónica), ofreciendo así un espectro más amplio de enfermedades en una misma investigación.

La información principal, extraída de cada uno de los artículos, puede

2 El cáncer de piel se clasifica en dos categorías: **cáncer de piel no melanoma** (CPNM) que comprende el cáncer de células basales (CCB), originado en las capas más internas de la epidermis, y el carcinoma de células escamosas (CCE), que afecta las capas más superficiales, y el **melanoma**, que se desarrolla a partir de los melanocitos, las células pigmentadas de la piel. Aunque los CPNM generalmente presentan un pronóstico positivo con un tratamiento temprano, el melanoma implica un riesgo considerablemente más alto, haciendo imprescindible su detección y manejo precoz para mejorar las probabilidades de supervivencia.

3 Otras patologías como:  
**Queratosis Actínica (QA):** es el precáncer más común que se forma en la piel dañada por la exposición crónica a los rayos ultravioleta del sol. Las QA pueden convertirse en CCE, una forma común, y a veces invasiva, de la enfermedad.

**Queilitis actínica (KA):** está identificada como una variante de la queratosis actínica que afecta a los labios, con una predisposición hacia el labio inferior en el 95 % de los casos, y presenta un riesgo considerable de evolucionar a CCE, especialmente si no recibe un tratamiento adecuado y temprano.

**Cataratas:** son una condición en la que el cristalino transparente del ojo se vuelve progresivamente más opaco, lo que provoca una pérdida gradual de la agudeza visual y la sensibilidad al contraste. Representa una de las principales causas de discapacidad visual moderada a severa reversible en el mundo.

**Pterigión:** enfermedad ocular en la que una membrana transparente crece sobre la parte blanca del ojo hacia la córnea, pudiendo afectar la visión si cubre la pupila.

**Conjuntivitis crónica:** inflamación de la conjuntiva del ojo, una membrana blanca que recubre parte del globo ocular y del interior de los párpados.

■ Tabla 1 ■ Tipos de estudios analizados

Tipo de Estudio	Referencias
Estudios descriptivos (cuestionarios o entrevistas)	[19][20][25][26][27][29][31][34][35][37][38] [40] [41]
Estudios cohorte	[17] [18][21] [22][24][28][30] [32] [33] [39][43]
Revisiones sistemáticas	[23][42]
Casos y controles	[15] [16]
Cuantificación con dosímetros	[36][13]

consultarse en el material complementario a este artículo. Este recurso adicional ofrece a las personas lectoras una herramienta para acceder rápidamente a toda la información específica.

3.1 Tipos de patología asociadas a la RUV solar y su incidencia en el sector pesquero

La literatura científica corrobora que la RUV solar tiene una relación causal con el riesgo de padecer ciertas enfermedades, concretamente la OMS en su informe “Radiación solar ultravioleta. Carga mundial de morbilidad por radiación solar ultravioleta” lo asocia al incremento de 9 patologías [44]. Entre estas, destacan las lesiones oculares y una variedad de afecciones cutáneas que incluyen desde la queratosis actínica, la cual es un indicador temprano del cáncer de piel, hasta el cáncer de piel propiamente dicho.

La evidencia cada vez más sólida que vincula la exposición solar acumulada en el trabajo con un alto riesgo de desarrollar no solo CPNM [23][46][56], sino también el melanoma, acentúa la necesidad de reconocerlas como enfermedades profesionales. Aunque el melanoma se asocia típicamente con exposiciones solares agudas e intermitentes durante actividades recreativas en la niñez, diversos estudios también lo vinculan con la exposición continua en contextos laborales [15][17].

Algunos países europeos, como el caso de Alemania, han alcanzado un avance al respecto, gracias al uso de modelos matemáticos como el “algoritmo de Wittlich” para estimar la exposición individual a la RUV solar acumulada [47]. En este caso, el “Carcinoma de células escamosas o queratosis actínicas múltiples de la piel provocadas por la RUV natural” se incluyó como enfermedad profesional en 2015 y reportó un aumento significativo de los casos notificados, convirtiéndose en la tercera enfermedad profesional más frecuente [55].

En cuanto a los efectos de la exposición a la RUV solar en el sector pesquero, en 20 de los 24 artículos seleccionados, en los que se analiza la relación entre la exposición solar y distintas afecciones de la piel (CPNM, melanoma, queratosis actínica, queilitis actínica), se identifica una incidencia significativa en al menos una de estas patologías, constituyendo así el 87 % del total de estudios examinados en la búsqueda bibliográfica.

Entre los resultados más relevantes en cuanto a las patologías cutáneas, destaca especialmente la queilitis actínica. Esta afección se ha estudiado en 11 publicaciones y en todas ellas se han demostrado resultados significativos respecto a su prevalencia o al aumento de la incidencia entre los pescadores.

Esta evidencia es reforzada por otra revisión sistemática llevada a cabo por la Universidad Carlos III, donde se confirmó

■ Tabla 2 ■ Principales resultados obtenidos en los estudios seleccionados

Patología	Nº artículos analizados	Resultados		%
Afecciones cutáneas (incluida queratitis actínica)	24	20 significativos	[15][16][17][18][19][20][21][22][23] [26][27] [28][30][31][32][33][34][39] [42][43]	87 %
		4 no significativos	[24][25][29][38]	
Queratitis actínica	11	11 significativos	[15][21][22][26][27][30][32][33][39] [42][43]	100 %
Afecciones cutáneas (sin queratitis actínica)	21	13 significativos	[15][16][17][18][19][20][23][26][28] [31][34] [39][42]	62 %
		8 no significativos	[21][24][25][29][30][33][38][43]	
Lesiones oculares	7	5 significativos	[19][20][25][29][34]	71 %
		2 no significativos	[21][39]	

que en todos los estudios revisados que examinaban la queratitis actínica, se encontró una correlación positiva y estadísticamente significativa con la exposición acumulativa a la RUV solar [42].

Centrándose en las lesiones cutáneas, y excluyendo las afecciones labiales, siete de los estudios realizados en el sector pesquero revelan una marcada asociación entre el CPNM, en particular el CCE, y la exposición prolongada a la RUV solar [16][18][23][28][34][39][42]. En estos estudios la falta de asociación entre la exposición y el melanoma lleva a concluir que este tipo de cáncer está más vinculado a episodios de exposición solar aguda e intermitente, típicamente asociados con actividades recreativas en la infancia. Sin embargo, como se ha indicado anteriormente, en otros dos de los estudios seleccionados [15][17] se relaciona el melanoma y la exposición laboral a la RUV solar. Esta discrepancia resalta la complejidad de establecer vínculos causales directos entre la exposición laboral al Sol y algunos tipos de cáncer de piel, considerando la influencia de patrones de exposición solar no laborales y otros factores de riesgo.

En este sentido, en ocho artículos, a pesar de encontrar en algunos de ellos alta incidencia para patologías labiales, los cambios observados no resultaron

significativos para el resto de las afecciones cutáneas [21][24][25][29][30][33][38] [43]. Incluso en uno de estos estudios [24] se concluye que la ausencia de queratosis actínicas y neoplasias en las personas pescadoras estudiadas es debido a los mecanismos de protección que adquiere la piel con los años de exposición, contraponiéndose a las conclusiones alcanzadas por la mayoría de los estudios seleccionados.

Por su parte, las enfermedades oftalmológicas y oculares destacan de manera importante en el análisis de los artículos seleccionados. Investigadas en siete estudios, estas patologías demostraron ser significativas en cinco de ellos (aproximadamente el 71 %), revelando altas tasas de incidencia [19][20][25][29][34].

Según un estudio realizado en Italia [36], donde se colocaron dosímetros en las gafas de sol de las personas trabajadoras para realizar mediciones oculares, se encontró que en solo tres horas se puede alcanzar un porcentaje entre el 7 % y el 27 % del límite recomendado por la IC-NIRP.

Es de destacar que el 85 % de los pescadores turcos reportó problemas en los ojos debido a la reflexión de la luz [25]. En el caso de los pescadores venezolanos [19], se alcanzó una tasa para el Pterigión de un 66,67 % (24 pescadores)

y para la conjuntivitis crónica de un 50 %, tasa más elevada que la obtenida para los pescadores andaluces con un 38 % [20].

En lo que respecta a las enfermedades oftalmológicas, las cataratas representan la única patología reconocida como enfermedad profesional en el Real Decreto 1299/2006, por el que se aprueba el cuadro de enfermedades profesionales en el sistema de la Seguridad Social y se establecen criterios para su notificación y registro, en la que se identifica la RUV solar como agente causal [59].

En la tabla 2 se indican los principales resultados a modo de resumen.

### 3.2 Factores de riesgo para patologías relacionadas con la exposición solar en el sector pesquero

Los factores de riesgo asociados a las patologías identificadas en el estudio bibliográfico son:

**Duración de la exposición:** la duración de la exposición, medida en términos de años de trabajo bajo el sol directo, se resalta como un factor crítico, relacionando la exposición crónica con un aumento en el riesgo de desarrollar ciertas patologías.



En este sentido cabe indicar que, el estudio multicéntrico europeo de casos y controles que compara las personas trabajadoras al aire libre (incluyendo la actividad pesquera) y de interior, estima que la probabilidad de sufrir tanto CCE, CCB, QA y el melanoma se triplica a partir de los 5 años, con independencia del país, la edad, el sexo, el fototipo de piel<sup>4</sup>, el tabaquismo y el uso de protectores solares, existiendo una clara conexión con el tiempo de exposición [15].

La duración de la exposición está profundamente influenciada por el temprano comienzo en la profesión, generalmente antes de los 14 años, patrón observado en países como Venezuela [19], Chile [40], Alemania [28], Italia [16] y Grecia [29].

Esta prolongada dedicación de los profesionales a la actividad pesquera, de casi tres décadas en muchos casos, significativamente mayor en comparación con profesionales de otros sectores, ha sido reportada en Brasil [34], Venezuela [19], Estados Unidos [41] y España [20].

4 El fototipo es la capacidad de adaptación al sol que tiene cada persona desde que nace, es decir, el conjunto de características que determinan si una piel se broncea o no, y cómo y en qué grado lo hace. Cuanto más baja sea esta capacidad, menos se contrarrestarán los efectos de las radiaciones solares en la piel. La escala dermatológica más utilizada para determinar el fototipo de piel en las personas, es la del Dr. T. Fitzpatrick [60]

Concretamente, el estudio de Brasil [34] concluye que los que poseen más de 10 años de experiencia pesquera tienen 23,95 veces más probabilidades de sufrir lesiones que los que tienen menos de 1 año.

**Exposición diaria:** la duración de la exposición solar diaria que soportan también supera significativamente la de otras ocupaciones, destacando los pescadores de Brasil con 12 horas diarias de exposición [24]. Esta situación se intensifica en los pescadores de costa, donde hay menos oportunidades de sombra y de planificación y organización de las actividades [38]. Situaciones similares se observan en Estados Unidos, con jornadas que pueden extenderse hasta las 95,8 horas semanales [41]. En España, se reportan más de 6 horas diarias de exposición, con picos de hasta 10 horas, incluyendo tareas que van más allá de la pesca como el mantenimiento de redes y equipos que también se realizan a la intemperie [13].

Esto permite entender que, en su mayoría, los profesionales del mar no solo acumulan años de exposición a la RUV solar, sino que también se enfrentan a esta exposición de manera intensa y frecuente en su vida diaria.

Esta circunstancia no solo se deriva de su actividad pesquera principal, sino

también de la posible combinación con otras labores realizadas al aire libre, tales como la agricultura o la cría de animales, recogidas en el estudio de Turquía [25] y en España, según se detalla en el artículo de Novalbos publicado en 2008 [20].

**Dosis recibida:** la intensidad de la exposición a la RUV solar en el sector pesquero ha sido específicamente cuantificada en dos estudios mediante el uso de dosímetros. Estas investigaciones han revelado que las personas trabajadoras del sector pesquero se encuentran expuestas a niveles de RUV solar que superan los límites de exposición recomendados para la protección de la piel [13][36].

**Edad:** la edad avanzada se señala como un factor de riesgo predominante para el CPNM [16] [17] [34], incrementa la susceptibilidad a lesiones oculares [29], así como a la queratitis actínica, que se encuentra fuertemente asociada a individuos mayores de 50 años [22][26][27][32].

Se destaca que la mayoría de las personas trabajadoras tienen entre 36 y 55 años y que la edad avanzada ha sido relacionada con otros factores, indicando que, a mayor edad, menor conocimiento sobre los efectos de la RUV solar.

**Género:** si bien esta variable no opera de manera aislada, sino que interactúa con otras variables, como el tipo de puesto de trabajo (los hombres suelen ocupar roles que implican una mayor exposición directa al sol), la dimensión de género se introduce como un factor adicional, observándose una mayor prevalencia en el sexo masculino para determinadas patologías cutáneas [26][33][43]. Un estudio realizado en Chile ilustra esta tendencia, donde, de 55 pacientes con lesiones en la piel, el 83,63 % eran hombres [26].

**Fototipo de piel:** en el caso de la queratitis actínica, la literatura sugiere una



marcada asociación con el fototipo de piel, destacando una incidencia elevada en personas de piel clara [27]. Para el sector pesquero español el fototipo de piel declarado con mayor frecuencia es el tipo III [13].

**Ubicación geográfica:** existe una fuerte asociación entre CCE y la disminución de la latitud, evidenciado en la revisión bibliográfica realizada por J. Schmitt en 2011 [23].

**Nivel educativo:** la pesca, que destaca por ser una ocupación arraigada en tradiciones familiares, suele iniciarse desde una edad temprana, sin necesidad de formación profesional. La tendencia educativa entre las personas trabajadoras del sector pesquero muestra que un elevado porcentaje solo ha completado la educación primaria [16][19][24][25][28][35][37][41].

Varias investigaciones vinculan el uso de medidas de protección con el nivel educativo [16][35][40], observándose que las personas con mayor nivel educativo tienden a usar más medidas de protección solar. Concretamente en un estudio realizado en Los Lagos (Chile) se concluía que las personas trabajadoras que tenían escolaridad incompleta presentan 2,6 veces menor probabilidad de utilizar cremas de protección solar [40].

**Conocimiento y percepción del riesgo:** según Hault K., *et al.* (2016), una protección eficaz contra la RUV solar requiere que las personas trabajadoras posean conocimientos sobre sus efectos [49]. A pesar de que la mayoría de las personas encuestadas indican no recibir información específica en sus trabajos, reconocen que la exposición solar puede tener diversos efectos en la salud, afectando principalmente a ojos y piel, según el tiempo de exposición. En el estudio



realizado en Los Lagos (Chile), el 86 % de las personas trabajadoras eran conscientes de la relación entre la exposición solar y el cáncer de piel por los medios de comunicación [40], tendencia similar observada en España, con un 70 % de las personas encuestadas [13].

Contrariamente, en Alemania, solo la mitad de los participantes eran conscientes del riesgo de daño que la RUV solar representa para ellos [28], en Brasil solo el 2 % eran conscientes del riesgo maligno de lesiones labiales [22] y en Perú [35] el 76 % reconoce tener un conocimiento malo-regular.

Otro estudio pone de manifiesto que los marineros perciben el cáncer de piel no solo como una amenaza para su salud individual, sino también para el bienestar de sus familias. Esta percepción destaca la profunda conexión y el sentido de responsabilidad que sienten hacia el mantenimiento y la seguridad de su entorno familiar. La consideración del cáncer como una condición grave motiva fuertemente a los marineros hacia comportamientos protectores [16][37]. En este sentido, el estado civil predominante dentro de la comunidad pesquera, según se observa en la mayoría de los estudios, es el de casado, registrando porcentajes elevados [25][36][37][41].

**Estrés económico y condiciones laborales:** estos elementos constituyen factores de riesgo significativos que afectan la salud y el bienestar de las personas trabajadoras, especialmente en sectores como el pesquero, donde la inestabilidad de ingresos y la dureza del trabajo son comunes [19][28][38][41].

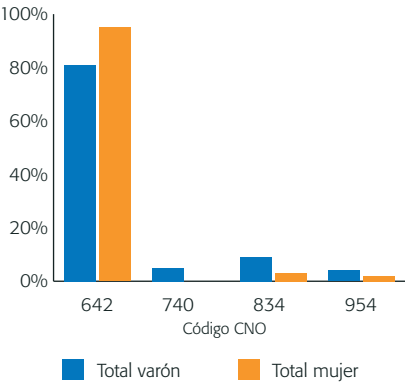
La revisión documental ha identificado cómo los ingresos limitados influyen negativamente en la adopción de medidas efectivas de protección solar, subrayando el alto coste de los protectores solares como una barrera significativa [35]. Adicionalmente, el creciente estrés económico induce a prolongar sus jornadas laborales. Esta dinámica se ha identificado igualmente en Venezuela [19] y Alemania [28] donde la urgencia de aprovechar los días propicios para la pesca, con el fin de garantizar ingresos, conduce a los pescadores a descuidar los riesgos asociados a la sobreexposición solar.

A esta situación se suma la tendencia de priorizar cuestiones inmediatas como las inclemencias meteorológicas, gestión de la fatiga por falta de sueño, etc., sobre la salud y la seguridad personal [41].

**Actitud y hábitos de fotoprotección deficientes:** en el análisis de los hábitos de fotoprotección existe un



■ Gráfica 1 ■ Ocupación principal según género



■ Tabla 3 ■ Edad promedio de las personas trabajadoras en actividad económica de pesca (CNAE 31)

	Hombre				Mujer
CNO	642	834	954	740	642
Media (%)	45,46	44,16	46,06	42,61	47
Mínimo (%)	21	24	31	25	36

consenso sobre la aplicación insuficiente de medidas adecuadas de fotoprotección solar. Esta problemática se ha puesto de manifiesto, por ejemplo, en el estudio

desarrollado en Alemania donde el 92,8 % de las personas que trabajan en la pesca no emplean ningún tipo de protección solar. Esta tendencia se observa igualmente

en países como Chile [26][32][38], Ecuador [31], Irán [37] y Perú [35], donde el uso de protector solar es esporádico o inapropiado. Además, es común en la comunidad pesquera optar por vestimenta ligera, como mangas cortas o incluso despojarse de la camiseta durante las horas de mayor intensidad solar [36].

En general, la desinformación se extiende a aspectos como la cantidad adecuada de crema solar a utilizar, el factor de protección apropiado y el tiempo seguro de exposición al sol sin quemaduras, como se evidencia en las personas pescadoras italianas [16] y españolas, quienes en muchos casos desconocen la utilidad del uso del índice ultravioleta (UVI) para adoptar medidas de fotoprotección [13].

Un estudio de Chile concluye que los que conocen los riesgos asociados a la RUV solar aumenta en 5 veces la probabilidad de utilizar protección solar [40]. El estudio español [13] no ha encontrado asociación con el nivel educativo, pero sí con la percepción del riesgo, reiterando que aquellas personas que están más concienciadas frente al riesgo se protegen más.

Otro estudio, relaciona la actitud y los hábitos de fotoprotección con otros factores como el nivel educativo, la edad y los antecedentes de cáncer [35]. Se ha identificado que una mayor educación conlleva una actitud más proactiva hacia la protección solar y esta predisposición se fortalece con el aumento de la edad. Además, quienes cuentan con antecedentes familiares de enfermedades solares muestran mejor actitud hacia la implementación de prácticas de protección.

Además, creencias erróneas sobre la eficacia de la autoprotección [35][37], la consideración del bronceado como saludable [16][36] [41] y la incompatibilidad de las cremas [35] solares con las



condiciones de trabajo (por su precio, olor, tiempo para aplicarlo, olvido, falta de apoyo entre los compañeros, etc.) dificultan la adopción de prácticas de fotoprotección.

**Estilo de vida poco saludable:** un estudio de cohorte llevado a cabo en Brasil [22] en el que mediante citología exfoliativa evaluó las lesiones de labio padecidas en la comunidad pesquera, no logró encontrar una correlación entre la edad o el tiempo de exposición a la radiación solar, asociándolo más a estilos de vida poco saludables, especialmente con el alto consumo de tabaco y alcohol [20][22][25][26][32]. El caso más destacado se dio entre los pescadores de Turquía [25] donde el 81 % de la muestra eran fumadores y el 68 % consumía alcohol. Estudios en España refuerzan esta tendencia hacia el tabaquismo, indicando que el estrés laboral juega un papel significativo en la adopción de estos hábitos [20][52][53].

Dejar el cigarrillo en el labio inferior podría explicar la prevalencia de esta patología en el labio inferior, indicada en el apartado anterior. Sin embargo, también se ha demostrado que el labio inferior recibe la RUV solar de forma más directa y perpendicular que el labio superior [36].

La automedicación entre la comunidad pesquera también ha sido destacada como un comportamiento común en diversos estudios, concretamente en España con un 72 % de los encuestados [20].

**Puesto de trabajo:** algunos estudios muestran que, en el sector pesquero, la incidencia de patologías como el CPNM y el melanoma difiere según el tipo de embarcación y el rol ocupacional, destacándose una mayor prevalencia en el personal de cubierta [13] [17][25][28][36][38].

En el estudio de dosimetría realizado en España [13], que analiza la exposición a la



RUV solar por puesto de trabajo, se observa que tanto marineros como patrones superan el límite de seguridad de 100-130 J/m<sup>2</sup> recomendado por la ICNIRP. Sin embargo, existe una diferencia significativa en los niveles de exposición: los marineros, que realizan tareas en la cubierta y están más directamente expuestos al sol, registran niveles de 316 J/m<sup>2</sup>, mientras que los patrones, cuyas funciones se desarrollan principalmente en el puente de mando, alcanzan niveles de 202 J/m<sup>2</sup>.

### 3.3 Análisis Estadístico de los datos de la Encuesta de Población Activa (EPA)

Una vez identificados los factores que pueden influir en la aparición de patologías por exposición a la RUV solar en los profesionales del sector pesquero, se procede a analizar los incluidos en la Encuesta de Población Activa (EPA) del Instituto Nacional de Estadística (INE) del año 2021 con el fin de identificar cuáles son los puntos sobre los que hay que actuar para mejorar la sensibilización del sector frente a este riesgo.

La población trabajadora analizada en este estudio, según la Clasificación

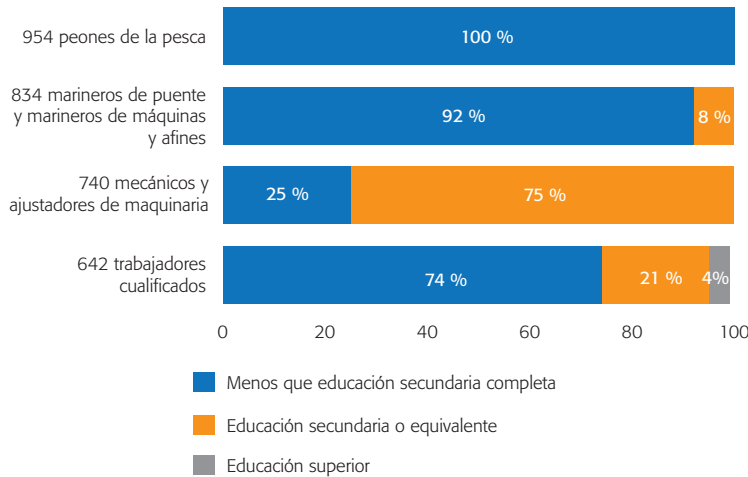
Nacional de Actividades Económicas, pertenece al CNAE 31 (Actividad Económica Pesca). Se han identificado varios Códigos Nacionales de Ocupación (CNO) para abarcar las diferentes ocupaciones dentro de este sector: CNO 954: peones de pesca, CNO 642: trabajadores cualificados en actividades pesqueras y acuicultura, CNO 834: marineros de puentes y marineros de máquinas y afines, CNO 740: mecánicos y ajustadores de maquinaria.

En España, el sector pesquero está conformado fundamentalmente por el género masculino, que representa el 85 % del total. Existe poca presencia femenina en los buques de pesca, relacionándose en la mayoría de los casos, con tareas de tierra (mariscadoras, rederas, etc.) (Gráfica 1).

La edad promedio del colectivo de estudio es de 44 años para los hombres y de 47 para las mujeres. Se destaca un inicio laboral posterior en las mujeres en comparación con los hombres, con edades mínimas de inicio en el sector de 21 años para ellos y de 36 años para ellas. Se evidencia que la duración de la carrera laboral en el sector



■ Gráfica 2 ■ Nivel de estudio género masculino



■ Tabla 4 ■ Relación laboral de las personas trabajadoras en actividad económica de pesca (CNAE 31)

	Hombre	Mujer
Situación profesional	Asalariados (63 %)	Autónomas (81 %)
Tipo de contrato	Indefinido (75 %)	Indefinido (63 %)
Modalidad	Permanente (86 %)	Discontinuo (76 %)
Tipo de jornada	Completa (98 %)	Completa (62,5 %)

pesquero es significativamente más corta para las mujeres que para los hombres (Tabla 3).

La mayoría de los profesionales del sector tienen nacionalidad española, alcanzando el 100 % en mujeres y aproximadamente el 90 % en hombres. Respecto al estado civil, el 85 % de las mujeres y el 60 % de los hombres están casados. Además, existe un bajo nivel de formación académica, con un 75 % del colectivo habiendo completado únicamente la educación primaria, cifra que se incrementa al 78 % entre las mujeres (Gráfica 2).

Respecto a la situación profesional, la categoría trabajadores asalariados en el sector pesquero ha obtenido un

porcentaje mayor para el sexo masculino con un 63 %, mientras que para las mujeres ocurre la situación inversa, el 81 % son trabajadoras autónomas.

En cuanto a la naturaleza de la relación laboral, el contrato indefinido es el más común, registrándose un 75 % para los hombres y un 63 % para las mujeres. Sin embargo, al analizar la modalidad en la que se celebra dicho contrato, observamos grandes diferencias entre sexos. Entre los hombres, el contrato permanente predomina con un 86 %, contrastando con solo un 24 % en el caso de las mujeres. Para estas últimas, el contrato indefinido discontinuo se revela como la modalidad más habitual, abarcando un 76 % (Tabla 4).

En relación con la antigüedad en la empresa, el rango con más de 10 años de antigüedad es el que presenta mayor peso porcentual (44 %).

Respecto a las horas de trabajo, se ha constatado una media de aproximadamente 60 horas semanales, aunque se han identificado picos que superan las 90 horas, indicando períodos de alta demanda laboral y prolongadas jornadas de trabajo.

Los resultados obtenidos en la consulta a la EPA son coincidentes en términos de género, edad, nivel educativo, horas semanales de la jornada laboral, o la antigüedad del puesto, con los provenientes de la revisión bibliográfica.

El análisis de la información obtenida sienta las bases y marca un punto de partida para el futuro diseño y desarrollo de estrategias y medidas preventivas específicas y adecuadas para la comunidad pesquera.

En línea con este propósito, se presentan estrategias identificadas en la literatura revisada, lo que permite una perspectiva clara sobre las intervenciones existentes hasta hoy y establecer un marco de referencia para el diseño y aplicación de nuevas estrategias y medidas de prevención.

4. ESTRATEGIAS DE PREVENCIÓN Y MEJORA DE LA SALUD SEGÚN EVIDENCIAS

Además de enfatizar la importancia de establecer medidas de protección colectiva (facilitar zonas de sombra, organizar los tiempos de trabajo, etc.) junto con medidas de protección individual (vestir indumentaria adecuada para bloquear la RUV solar, aplicar de manera regular y correcta las cremas de protección solar, etc.), el análisis revela las siguientes estrategias de

las iniciativas de sensibilización identificadas:

**Fortalecer la percepción de apoyo en el ambiente laboral:** un estudio en Irán [37] empleó la teoría de la motivación para la protección (TMP) para evaluar cómo las percepciones y el entorno social influyen en las conductas preventivas, concluyendo que el papel de los compañeros y compañeras, los medios de comunicación, la familia, los hábitos de la infancia, así como el consejo de un médico son clave para la motivación.

De manera similar, Trakatelli, en su análisis de 2016 sobre el impacto de diversas estrategias, resaltó la importancia y la dificultad de cambiar comportamientos relacionados con la fotoprotección. Destaca que aspectos como las políticas de seguridad, la dotación de equipos, la planificación y la formación, no tuvieron un efecto significativo en mejorar la protección solar entre los profesionales de la comunidad pesquera. Lo que realmente marcó una diferencia fue la percepción de apoyo dentro del entorno laboral, sugiriendo que un ambiente de trabajo que promueva activamente la fotoprotección puede ser clave para fomentar prácticas seguras frente a la RUV solar.

Recibir formación en el lugar de trabajo se percibe como apoyo en el entorno laboral, lo que ayuda a las personas trabajadoras a participar en un uso más frecuente de la protección solar [15].

**Programas de medición global:** algunos estudios consideran imprescindible implementar programas de medición para evaluar la exposición a la RUV solar [48]. Un ejemplo destacado es la campaña “El cáncer de piel trabaja a pleno sol”, lanzada por Sanofi Genzyme [57], una compañía biotecnológica de Cambridge, en colaboración con la cofradía de pescadores de Barcelona, el 13 de junio de 2019,

coincidiendo con el día de prevención del cáncer de piel. La campaña promovió la concienciación sobre los riesgos de la RUV solar mediante adhesivos distribuidos a los pescadores que cambian de color ante la exposición a la radiación, señalando la necesidad de protegerse.

**Concienciación sobre los riesgos de salud potenciales:** compartir información sobre los riesgos del cáncer de piel y la percepción de esta enfermedad como grave puede motivar a las personas trabajadoras a adoptar comportamientos preventivos [37].

Sin embargo, Richard de Visser, psicólogo de la Universidad de Sussex en el Reino Unido, ha identificado una brecha significativa entre conocimiento y acción. Resalta que enfocar las campañas de salud en beneficios positivos, como mejorar el aspecto de la piel, resulta más efectivo que solo advertir sobre los riesgos de enfermedad. También, subraya la importancia de la visibilidad de los dispensadores de loción solar como una estrategia eficaz para promover su uso, ayudando a superar barreras como el olvido o el coste [58].

**Mejorar la eficacia de las cremas de protección solares:** se debe trabajar en la mejora de las formulaciones de las cremas de protección solar y en la educación sobre su aplicación correcta y regular. Según se destaca en el estudio de Mathieu Boniol [50], para maximizar su aceptación y eficacia, estas deben cumplir con requisitos esenciales tales como un precio accesible, una duradera resistencia al agua y una textura no pegajosa.

**Actualizar normativa:** actualizar la Directiva 2006/25/CEE sobre radiaciones ópticas artificiales para incluir la radiación solar, así como la Directiva 2004/37/CE que establece los requisitos mínimos para proteger a los trabajadores contra los riesgos para su salud y seguridad derivados



Imagen de la campaña “El cáncer de piel trabaja a pleno sol”.

Fuente: Cofradía de Pescadores de Barcelona. 2019

de la exposición a agentes carcinógenos, mutágenos o sustancias tóxicas para la reproducción en el trabajo [55].

**Formación especializada para profesionales de la salud:** es importante que los/as profesionales de atención primaria que trabajan con comunidades pesqueras reciban formación específica sobre los riesgos de exposición ocupacional a la RUV solar. Este enfoque promueve la detección temprana de cáncer de piel y otras afecciones dermatológicas.

Además, se debe enfatizar la mejora en la notificación del CPNM y la queratosis actínica relacionados con el trabajo, para ello se debería dotar a estos/as profesionales de las habilidades diagnósticas y los incentivos necesarios para identificar, notificar y remitir a los/as especialistas en dermatología los casos de cáncer de piel profesional [48][55].

**Mejora y estandarización de registros nacionales:** algunos estudios consideran que la mejora de registros nacionales sobre el cáncer de piel y otras patologías vinculadas a la exposición solar, son clave [48] [55]. Para lograr una gestión eficaz y uniforme, es imprescindible la cooperación entre profesionales sanitarios y legisladores, con el fin de

unificar estos registros en la Unión Europea. Esta acción permitirá una recopilación y análisis de datos más coherentes, facilitando la implementación de estrategias preventivas y de intervención a nivel europeo.

#### **Potenciar la vigilancia de la salud:**

para fomentar la detección temprana de estas patologías es esencial combinar los exámenes dermatológicos profesionales con la promoción de técnicas de autoexamen que se prolonguen incluso después de la jubilación [55].

#### **Intervenciones institucionales y políticas públicas:**

en Alemania, tras clasificar la QA y el CCE como enfermedades profesionales potenciales y notar un incremento de casos en el sector pesquero, la Institución Alemana del Seguro Social de Accidentes para el Transporte y el Tráfico (BGV, por sus siglas en inglés), ha promovido programas financiados por los sindicatos que ofrecen ropa protectora, protectores solares y formación sobre los riesgos de la RUV solar para esta población de alto riesgo.

#### **Integración del índice ultravioleta (UVI) en la prevención de riesgos laborales:**

El UVI, es reconocido por la OMS como un parámetro clave para evaluar la exposición a la RUV solar. Dado su valor predictivo, diversos estudios sugieren su incorporación en los sistemas de gestión de prevención de riesgos laborales [53]. Un estudio realizado en Inglaterra en 2021 [10], propone que introducir pausas estratégicas durante la jornada laboral puede minimizar la exposición solar en un 15,9 %, o 0,18 Dosis Eritematosa Estandarizada (SED, por sus siglas en inglés) por hora trabajada.

## **5. CONCLUSIONES**

La elevada incidencia de cáncer de labio y otros problemas de salud vinculados a la exposición solar, documentada en el 87 % de los estudios revisados, evidencia un riesgo significativo para quienes trabajan en el sector pesquero. La carencia de regulaciones específicas y un conocimiento limitado sobre las consecuencias a largo plazo de la exposición solar emergen como obstáculos clave en la protección de las personas trabajadoras al aire libre, enfatizando la urgencia de revisar y mejorar las estrategias de protección solar en este sector.

La investigación sobre los factores de riesgo resalta no solo su diversidad sino también las complejas interacciones entre ellos, demostrando la complicada naturaleza de los riesgos asociados a la exposición solar en el ámbito pesquero. Es fundamental resaltar que la RUV solar, a diferencia de la radiación infrarroja que se percibe como calor, es invisible y no produce una sensación térmica inmediata. Esta falta de señales perceptibles puede llevar al personal trabajador a no reconocerla como un riesgo potencial, sin percatarse del daño acumulativo que puede estar ocurriendo hasta que surgen efectos a largo plazo.

Se hace evidente que la integración de factores sociodemográficos y personales juega un rol significativo en la eficacia de las iniciativas preventivas, lo que refuerza la necesidad de adoptar enfoques preventivos integrales.

De la evaluación de las estrategias propuestas, se destaca la necesidad de desmantelar los mitos y resistencias que rodean a las prácticas de fotoprotección, destacando la urgencia de fortalecer las

interacciones sociales, que se han considerado clave para cambiar comportamientos y crear un entorno laboral que incentive activamente la protección solar.

Ante estos desafíos y la creciente necesidad de actuar, especialmente en sectores críticamente expuestos como el pesquero, se deben adoptar soluciones innovadoras y eficaces, más allá de la simple comunicación de riesgos. Es fundamental una implicación profunda de las personas directamente expuestas a estos riesgos, para transformar su percepción del riesgo en medidas activas de protección y prevención.

En este marco, se considera necesario completar la información recogida en esta investigación con un estudio cualitativo, según la metodología SIDIS (Sistema de Investigación, Divulgación, Innovación y Sensibilización), creada por el INSST. Esta metodología reconoce la necesidad de enriquecer los resultados cuantitativos con perspectivas cualitativas, brindando una comprensión detallada de las experiencias humanas, las percepciones y los contextos sociales en los que se desarrollan los comportamientos. Estos conocimientos, son especialmente valiosos para explorar cómo y por qué las personas toman ciertas decisiones, cómo viven experiencias particulares y cómo interpretan su entorno.

En el contexto de la fotoprotección en el sector pesquero, el análisis cualitativo puede descubrir obstáculos culturales, educativos o económicos que dificulten la implementación de estrategias de protección solar, facilitando el desarrollo de intervenciones precisas y eficaces acordes a las necesidades y contextos particulares de esta comunidad. ●



## ■ Referencias bibliográficas ■

- [1] El Ghissassi F, Baan R, Straif K, Grosse Y, Secretan B, Bouvard V, Benbrahim-Tallaa L, Guha N, Freeman C, Galichet L, Coglian V; WHO International Agency for Research on Cancer Monograph Working Group. A review of human carcinogens--part D: radiation. *Lancet Oncol*. 2009 Aug;10(8):751-2. doi: 10.1016/S1470-2045(09)70213-X. PMID: 19655431. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19655431>
- [2] Hiatt, R.A. and Beyeler, N. (2020) *Cancer and Climate Change*. *The Lancet Oncology* 21, e519–27. [https://doi.org/10.1016/S1470-2045\(20\)30448-4](https://doi.org/10.1016/S1470-2045(20)30448-4)
- [3] <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ultraviolet-radiation>
- [4] Cavet, M., Irastorza, X., Schneider, E., & Vilahur, N. (2023). Factores de riesgo de cáncer en el ámbito laboral en Europa – primeras conclusiones de la Encuesta sobre la exposición de las personas trabajadoras. Agencia Europea para la Seguridad y la Salud en el Trabajo (EU-OSHA). <https://osha.europa.eu/es>.
- [5] Serrano, M.A.; Cañada, J.; Moreno, J.C.; *Solar Radiation Group*. Erythral Ultraviolet Exposure in Two Groups of Outdoor Workers in Valencia, Spain. *Photochemistry and photobiology*, 85(6), 1468–1473. <https://doi.org/10.1111/j.1751-1097.2009.00609.x>
- [6] Serrano MA, Cañada J, Moreno JC; *Members of the Valencia Solar Radiation Research Group*. Solar UV exposure in construction workers in Valencia, Spain. *J Expo Sci Environ Epidemiol*. 2013 Sep-Oct;23(5):525-30. doi: 10.1038/jes.2012.58. Epub 2012 Jun 27. PMID: 22739681. <https://doi.org/10.1038/jes.2012.58>.
- [7] Florez C. Tesis doctoral. Estudio de exposición a radiación solar en actividad extractiva a cielo abierto. Instituto Nacional de Sili-cosis (INS).
- [8] de Troya Martín M, Aguilar S, Aguilera-Arjona J, et al. Risk assessment of occupational skin cancer among outdoor workers in southern Spain: local pilot study *Occupational and Environmental Medicine* 2022;80:14-20. Department of Dermatology, Sun Coast Hospital, Marbella, Andalucía, Spain; <http://dx.doi.org/10.1136/oemed-2022-108454>.
- [9] Feister U, Meyer G, Kirst U. Solar UV exposure of seafarers along subtropical and tropical shipping routes. *Photochem Photobiol*. 2013 Nov-Dec;89(6):1497-506. doi: 10.1111/php.12144. Epub 2013 Aug 26. PMID: 23875870. <https://doi.org/10.1111/php.12144>.
- [10] Grandahl, K., Mortensen, O.S., Sherman, D.Z. et al. Solar UV exposure among outdoor workers in Denmark measured with personal UV-B dosimeters: technical and practical feasibility. *BioMed Eng OnLine* 16, 119 (2017). <https://doi.org/10.1186/s12938-017-0410-3>.
- [11] Cherrie, J. W., Nioi, A., Wendelboe-Nelson, C., Cowan, S., Cherrie, M., Rashid, S., ... & Lansdown, T. C. (2021). Exposure to solar UV during outdoor construction work in Britain. *Annals of work exposures and health*, 65(2), 176-182. <https://doi.org/10.1093/annweh/wxaa028>.
- [12] World Health Organization, United Nations Environment Programme & International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection. (2002). Índice UV solar mundial: guía práctica. Organización Mundial de la Salud. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/42633>.
- [13] Lara I, Abril I, Zimmermann M. (2022). Estudio de la exposición laboral a radiación ultravioleta solar en buques pesqueros. Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST), O.A., M.P Madrid. 118-22-061-X.
- [14] International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP) (2004). Guidelines on limits of exposure to ultraviolet radiation of wavelengths between 180 nm and 400 nm (incoherent optical radiation). *Health physics*, 87(2), 171–186. <https://doi.org/10.1097/00004032-200408000-00006>
- [15] Trakatelli M, Barkitzi K, Apap C, Majewski S, De Vries E; EPIDERM group. Skin cancer risk in outdoor workers: a European multi-center case-control study. *J Eur Acad Dermatol Venereol*. 2016 Apr;30 Suppl 3:5-11. <https://doi.org/10.1111/jdv.13603>
- [16] Larese Filon, F., Buric, M., & Fluehler, C. (2019). UV exposure, preventive habits, risk perception, and occupation in NMSC patients: A case-control study in Trieste (NE Italy). *Photodermatology, photoimmunology & photomedicine*, 35(1), 24–30. <https://doi.org/10.1111/phpp.12417>
- [17] Pukkala, E., & Saarni, H. (1996). Cancer incidence among Finnish seafarers, 1967-92. *Cancer causes & control*: CCC, 7(2), 231–239. <https://doi.org/10.1007/BF00051299>
- [18] Nilsson, R., Horte, I. G. Cancer in seafarers. *Med Mar*, 2000, 2 1, 49-52.
- [19] Yanes, Leopoldo, & Primera, Carmen. (2006). Condiciones de trabajo y salud de los pescadores artesanales del occidente de Venezuela. *Salud de los Trabajadores*, 14(2), 13-28. Recuperado en 17 de mayo de 2024, de [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1315-01382006000200003&lng=es&tlng=es](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1315-01382006000200003&lng=es&tlng=es).
- [20] Novalbos, J., Nogueroles, P., Soriguer, M., & Piniella, F. (2008). Occupational health in the Andalusian Fisheries Sector. *Occupational medicine (Oxford, England)*, 58(2), 141–143. <https://doi.org/10.1093/occmed/kqm156>.
- [21] Pukkala, E., Martinsen, J. I., Lynge, E., Gunnarsdottir, H. K., Sparén, P., Tryggvadottir, L., Weiderpass, E., & Kjaerheim, K. (2009). Occupation and cancer - follow-up of 15 million people in five Nordic countries. *Acta oncologica (Stockholm, Sweden)*, 48(5), 646–790. <https://doi.org/10.1080/02841860902913546>.
- [22] Piñera-Marques, K., Lorenço, S. V., Silva, L. F., Sotto, M. N., & Carneiro, P. C. (2010). Actinic lesions in fishermen's lower lip: clinical, cytopathological and histopathologic analysis. *Clinics (Sao Paulo, Brazil)*, 65(4), 363–367. <https://doi.org/10.1590/S1807-59322010000400003>.
- [23] Schmitt, J., Seidler, A., Diepgen, T. L., & Bauer, A. (2011). Occupational ultraviolet light exposure increases the risk for the

- development of cutaneous squamous cell carcinoma: a systematic review and meta-analysis. *The British journal of dermatology*, 164(2), 291–307. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2133.2010.10118.x>.
- [24] Bezerra, S. M., Sotto, M. N., Orii, N. M., Alves, C., & Duarte, A. J. (2011). Effects of long-term chronic exposure to sun radiation in immunological system of commercial fishermen in Recife, Brazil. *Anais brasileiros de dermatologia*, 86(2), 222–233. <https://doi.org/10.1590/s0365-05962011000200004>.
- [25] Percin, F., Akyol, O., Davas, A., & Saygi, H. (2012). Occupational health of Turkish Aegean small-scale fishermen. *Occupational medicine (Oxford, England)*, 62(2), 148–151. <https://doi.org/10.1093/occmed/kqr181>.
- [26] Fuentes-Cortes R, Gonzalez-Arriaga W, Ajudarte M. Ahumada-Sotomayor K, Acuña-Olivares M, Campos-Miranda N. (2012). Prevalencia de Lesiones Cutáneas Asociadas al Sol y Queilitis Actínica en Pescadores de Caleta Portales y Caleta El Membrillo de Valparaíso, Chile. *Revista de la facultad de Odontología de la Universidad de Valparaíso*. 4. 1253-58.
- [27] de Oliveira Ribeiro, A., da Silva, L. C., & Martins-Filho, P. R. (2014). Prevalence of and risk factors for actinic cheilitis in Brazilian fishermen and women. *International journal of dermatology*, 53(11), 1370–1376. <https://doi.org/10.1111/ijd.12526>.
- [28] Oldenburg, M., Kuechmeister, B., Ohnemus, U., Baur, X., & Moll, I. (2013). Actinic keratosis among seafarers. *Archives of dermatological research*, 305(9), 787–796. <https://doi.org/10.1007/s00403-013-1384-z>. Oldenburg, M., Harth, V., & Manuwald, U. (2015). Hospitalization due to cancer among German seafarers. *American journal of industrial medicine*, 58(4), 456–463. <https://doi.org/10.1002/ajim.22423>.
- [29] Frantzeskou, E., Jensen, O. C., & Linos, A. (2016). Health status and occupational risk factors in Greek small fisheries workers. *International maritime health*, 67(3), 137–143. <https://doi.org/10.5603/IMH.2016.0026>.
- [30] Turunen, A.W., Suominen, A.L., Kiviranta, H. et al. Cancer incidence in a cohort with high fish consumption. *Cancer Causes Control* 25, 1595–1602 (2014). <https://doi.org/10.1007/s10552-014-0464-5>.
- [31] Araujo Contreras, J. L. (2017). Impacto en la salud frente a la sobreexposición de las radiaciones solares en los pescadores que laboran en el Puerto Pesquero Artesanal Del Cantón Esmeraldas [Tesis de pregrado, Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Esmeraldas]. Repositorio PUCSE.
- [32] Ríos, Pablo, Maldonado, Carolina, Norambuena, Paulina, & Donoso, Manuel. (2017). Prevalencia de Queilitis Actínica en Pescadores Artesanales, Valdivia, Chile. *International journal of odontostomatology*, 11(2), 192-197. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-381X2017000200012>.
- [33] Ugelvig Petersen, K., Volk, J., Kaerlev, L., Lyngbeck Hansen, H., & Hansen, J. (2018). Cancer incidence among merchant seafarers: an extended follow-up of a Danish cohort. *Occupational and environmental medicine*, 75(8), 582–585. <https://doi.org/10.1136/oemed-2018-105037>.
- [34] Bernardes Filho, F., Alves, A. O., Towersey, L., Hay, R., Montag, A., Coutinho, A. L. F., Lupi, O., Barreto, J. G., & Frade, M. A. C. (2019). The skin health of fishermen in Guanabara Bay, Rio de Janeiro, Brazil. *International journal of dermatology*, 58(4), 483–490. <https://doi.org/10.1111/ijd.14382>.
- [35] Rojas, J., Llauce, M. (2019). Conocimientos, actitudes y prácticas sobre fotoprotección en pescadores de la región de Lambayeque durante diciembre 2018 y enero-febrero 2019. [Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo]. <https://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.500.12893/3906>.
- [36] Modenese, A., Ruggieri, F. P., Bisegna, F., Borra, M., Burattini, C., Della Vecchia, E., Grandi, C., Grasso, A., Gugliermetti, L., Manini, M., Militello, A., & Gobba, F. (2019). Occupational Exposure to Solar UV Radiation of a Group of Fishermen Working in the Italian North Adriatic Sea. *International journal of environmental research and public health*, 16(16), 3001. <https://doi.org/10.3390/ijerph16163001>.
- [37] Mazloomi Mahmoodabad, S. S., Sotoudeh, A., Vaezi, A. A., Fallahzadeh, H., & Noorbala, M. T. (2019). Evaluating perceived threat of skin cancer and preventive measures in South Iranian sailors: A qualitative study. *Journal of education and health promotion*, 8, 262. [https://doi.org/10.4103/jehp.jehp\\_369\\_19](https://doi.org/10.4103/jehp.jehp_369_19).
- [38] Cáceres Álvarez, M. P. (2019). Estudio sobre la exposición a radiación ultravioleta de origen solar en pescadores de caletas, en la región de Valparaíso (Tesis de Pregrado, Universidad Técnica Federico Santa María, Sede Viña del Mar). ([usm.cl](http://usm.cl)).
- [39] Ugelvig Petersen, K., Pukkala, E., Martinsen, J. I., Lynge, E., Tryggvadottir, L., Weiderpass, E., Kjærheim, K., Heikkinen, S., & Hansen, J. (2020). Cancer incidence among seafarers and fishermen in the Nordic countries. *Scandinavian journal of work, environment & health*, 46(5), 461–468. <https://doi.org/10.5271/sjweh.3879>.
- [40] Galvez, K., Gubelin Alvarado, H. W., De la Fuente, R., & Zemelman, V. (2020). Conocimiento y conducta de protección solar de pescadores en Chile. *Revista Chilena de Dermatología*, 36(1). <https://doi.org/10.31879/rcderm.v36i1.270>.
- [41] Santiago, K. M., Louzado-Feliciano, P., Baum, J., Bakali, U., & Caban-Martinez, A. J. (2021). Self-reported and objectively measured occupational exposures, health, and safety concerns among fishermen: A cross-sectional Fishing Industry Safety and Health (FISH) pilot study. *American journal of industrial medicine*, 64(1), 58–69. <https://doi.org/10.1002/ajim.23198>.
- [42] Muñoz-Cobo-Orosa, B., Varela-Serrano, C., Rodríguez-Ledott, M., & Sanz-Valero, J. (2021). Lesiones malignas de la piel en trabajadores del sector pesquero: Revisión sistemática [Malignant Skin Neoplasms in Workers in the Fishing Industry: Systematic Review]. *Archivos de prevención de riesgos laborales*, 24(1), 47–61. <https://doi.org/10.12961/april.2021.24.01.05>.
- [43] Forsell, K., Björ, O., Eriksson, H., Järholm, B., Nilsson, R., & Andersson, E. (2022). Cancer incidence in a cohort of Swedish merchant seafarers between 1985 and 2011. *International archives of occupational and environmental health*, 95(5), 1103–1111. <https://doi.org/10.1007/s00420-021-01828-2>.

- [44] Lucas, Robyn, McMichael, Tony, Smith, Wayne, Armstrong, Bruce K, Prüss-Üstün, Annette. *et al.* (2006). *Solar ultraviolet radiation: global burden of disease from solar ultraviolet radiation / Robyn Lucas ... [et al.]; editors, Annette Prüss-Üstün ... [et al.]*. World Health Organization. <https://iris.who.int/handle/10665/43505>.
- [45] Web Asociación Española Contra el Cáncer: Cáncer de Piel: Todo lo que Necesitas Saber. Asociación Española Contra el Cáncer (<https://www.contraelcancer.es>).
- [46] J. Schmitt, E. Haufe, F. Trautmann, H.-J. Schulze, P. Elsner, H. Drexler, A. Bauer, S. Letzel, S.M. John, M. Fartasch, T. Brünig, A. Seidler, S. Dugas-Breit, M. Gira, W. Weistenhöfer, K. Bachmann, I. Bruhn, B.M. Lang, S. Bonness, J.P. Allam, W. Grobe, T. Stange, S. Westerhausen, P. Knuschke, M. Wittlich, T.L. Diepgen, for the FB-181 Study Group, *Is ultraviolet exposure acquired at work the most important risk factor for cutaneous squamous cell carcinoma? Results of the population-based case-control study FB-181, British Journal of Dermatology, Volume 178, Issue 2, 1 February 2018, Pages 462–472, https://doi.org/10.1111/bjd.15906*.
- [47] Wittlich, M., John, S. M., Tiplica, G. S., Sălavastru, C. M., Butacu, A. I., Modenese, A., Paolucci, V., D'Hauw, G., Gobba, F., Sartorelli, P., Macan, J., Kovačič, J., Grandahl, K., & Moldovan, H. (2020). *Personal solar ultraviolet radiation dosimetry in an occupational setting across Europe. Journal of the European Academy of Dermatology and Venereology: JEADV, 34(8), 1835–1841. https://doi.org/10.1111/jdv.16303*.
- [48] John, S. M., Trakatelli, M., & Ulrich, C. (2016). *Non-melanoma skin cancer by solar UV: the neglected occupational threat. Journal of the European Academy of Dermatology and Venereology: JEADV, 30 Suppl 3, 3–4. https://doi.org/10.1111/jdv.13602*.
- [49] Hault, K., Rönisch, H., Beissert, S., Knuschke, P., & Bauer, A. (2016). *Knowledge of outdoor workers on the effects of natural UV radiation and methods of protection against exposure. Journal of the European Academy of Dermatology and Venereology: JEADV, 30 Suppl 3, 34–37. https://doi.org/10.1111/jdv.13631*.
- [50] Boniol, M., Koechlin, A., Boniol, M., Valentini, F., Chignol, M. C., Doré, J. F., Bulliard, J. L., Milon, A., & Vernez, D. (2015). *Occupational UV exposure in French outdoor workers. Journal of occupational and environmental medicine, 57(3), 315–320. https://doi.org/10.1097/JOM.0000000000000354*.
- [51] Noguerol Alonso de la Sierra, P., Juan Agüera, S., Almenara Barrios, J., Failde Martínez, I., & Zafra Mezcuá, J. A. (1992). El hábito del tabaco en los pescadores de bajura de Barbate (Cádiz) [The tobacco habit among fishermen of the Barbate coast (Cádiz)]. *Revista de sanidad e higiene publica, 66(5-6), 299–305*.
- [52] L. Marco Jordán, G. Zubillaga Garmendia. El hábito del tabaco en los trabajadores de la mar de la provincia de Guipúzcoa. Estudio epidemiológico, *Archivos de Bronconeumología, Volume 31, Issue 9, 1995, Pages 443-447, ISSN 0300-2896, https://doi.org/10.1016/S0300-2896(15)30863-2*.
- [53] Cortés Aguilera, A.J., Enciso Higuera, J., Reyes González, C.M., Arriaga Álvarez, E., Romero Melchor, C., Ribes Febles, J., Reyes González, J.F., Hernández Casal, M., 2011. El índice ultravioleta en el ámbito laboral: un instrumento educativo. *Medicina y Seguridad del Trabajo 57, 319–330. https://doi.org/10.4321/S0465-546X2011000400006*.
- [54] Ulrich, C., Salavastru, C., Agner, T., Bauer, A., Brans, R., Crepy, M. N., Ettler, K., Gobba, F., Goncalo, M., Imko-Walczyk, B., Lear, J., Macan, J., Modenese, A., Paoli, J., Sartorelli, P., Stageland, K., Weinert, P., Wroblewski, N., Wulf, H. C., & John, S. M. (2016). *The European Status Quo in legal recognition and patient-care services of occupational skin cancer. Journal of the European Academy of Dermatology and Venereology: JEADV, 30 Suppl 3, 46–51. https://doi.org/10.1111/jdv.13609*.
- [55] John, S.M., Garbe, C., French, L.E., Takala, J., Yared, W., Cardone, A., Gehring, R., Spahn, A. and Stratigos, A. (2021), *Improved protection of outdoor workers from solar ultraviolet radiation: position statement. J Eur Acad Dermatol Venereol, 35: 1278-1284. https://doi.org/10.1111/jdv.17011*.
- [56] <https://www.who.int/news/item/08-11-2023-working-under-the-sun-causes-1-in-3-deaths-from-non-melanoma-skin-cancer-say-who-and-ilo>.
- [57] <https://www.cpbarna.com/es/2019/09/12/sanofi-pone-en-marcha-una-campana-para-prevenir-el-cancer-de-piel-entre-los-pescadores/>.
- [58] [https://www.bbc.com/mundo/noticias/2015/09/150907\\_salud\\_miami\\_proteccion\\_solar\\_frente\\_al\\_cancer\\_de\\_piel\\_bd](https://www.bbc.com/mundo/noticias/2015/09/150907_salud_miami_proteccion_solar_frente_al_cancer_de_piel_bd).
- [59] Real Decreto 1299/2006, de 10 de noviembre, por el que se aprueba el cuadro de enfermedades profesionales en el sistema de la Seguridad Social y se establecen criterios para su notificación y registro. Boletín Oficial del Estado, núm. 302, de 19/12/2006, ref. BOE-A-2006-22169. Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. Entrada en vigor 01/01/2007. Recuperado de <https://www.boe.es/eli/es/rd/2006/11/10/1299/con>.
- [60] Marín, D., & del Pozo, A. (2005). Fototipos cutáneos. Conceptos generales. Unidad de Tecnología Farmacéutica. Facultad de Farmacia. Universidad de Barcelona, 24(5), 136-137.

## Tabla Complementaria. Características y resultados de los estudios seleccionados en la revisión bibliográfica

Se puede consultar en el siguiente [enlace](#).



# Sistema de control automatizado para ensayar la resistencia de los materiales de las prendas de protección a la penetración de líquidos a presión

**Eva Cohen Gómez y Eva M<sup>a</sup> Hoyas Pablos**

Centro Nacional de Medios de Protección. INSST

**Mario L. Ruz Ruiz**

Departamento de Mecánica, Campus de Rabanales. Universidad de Córdoba. España

**Francisco Vázquez Serrano**

Departamento de Ingeniería Eléctrica y Control Automático, Campus de Rabanales, Universidad de Córdoba. España

*Existen varias normas internacionales que abordan la resistencia de los materiales de la ropa de protección química a la penetración de líquidos. Se ha documentado que la presión hidrostática permite establecer diferencias entre el rendimiento de los materiales de las prendas de protección y correlaciona con los resultados visuales de penetración que se obtienen con la validación mediante el ojo humano. La misma metodología, basada en equipos de presión hidrostática, está referenciada también en otras normas que abordan la resistencia a la penetración de materiales de ropa de protección frente a sangre sintética o a patógenos transmitidos por la sangre. En este estudio, cuyos resultados se obtienen de un proyecto de investigación del Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST), se presenta un sistema de control que integra varias normas técnicas y evalúa la resistencia de los materiales de la ropa de protección a la penetración de líquidos a presión. El sistema desarrollado permite a la persona usuaria seleccionar un método de ensayo específico y establece automáticamente un protocolo de presurización escalonado para ensayar el material. Se obtiene un resultado de pasa/falla en un tiempo y a una presión determinados. Como ejemplo de aplicación, se evaluó la penetración de sangre sintética a través de*

*guantes fabricados con diferentes materiales elastómeros y uno de los posibles métodos y protocolos de penetración disponibles en el equipo de ensayo (norma ISO 16603, método B). En algunos de los materiales ensayados se realizaron intencionadamente orificios con agujas de diferentes calibres. La capacidad de detección de orificios de aguja en los guantes se evaluó en función del método de ensayo seleccionado y se comparó con los resultados obtenidos con el método clásico de ensayo de fuga de agua para guantes descrito en las normas EN ISO 374-2 y EN 455-1. Los resultados, publicados en un artículo científico en la revista *Annals of Work Exposures and Health*, indican que el sistema desarrollado facilita a los laboratorios la aplicación de los métodos de ensayo utilizados para evaluar la eficacia de los materiales empleados en las prendas de protección como barrera frente a líquidos y ponen de manifiesto que las características de la rejilla de retención utilizada influyen decisivamente en los resultados de los ensayos.*

## 1. INTRODUCCIÓN

El personal trabajador implicado en la producción, transporte y uso de productos químicos líquidos puede estar expuesto a numerosos compuestos capaces de causar daños al entrar en contacto con el cuerpo humano [1,2]. Además, en otros sectores, como los relacionados con el ámbito sanitario, también se presentan riesgos relacionados con la exposición a fluidos biológicos (por ejemplo, sangre, saliva, orina, heces y vómitos) capaces de transmitir enfermedades que pueden suponer riesgos importantes para la vida y la salud. Esto es especialmente cierto en el caso de los virus que causan la hepatitis B (VHB), la hepatitis C (VHC), la inmunodeficiencia humana (VIH) [3] o el nuevo SARS-CoV-2 [4,5]. El uso de un equipo de protección individual (EPI) adecuado, cómodo y eficaz, resistente a la penetración

de fluidos corporales, se antoja un requisito indispensable para proteger con éxito al personal sanitario [6]. Esto se hace más crítico en los casos en que se debe evitar la infección por patógenos que no tienen tratamiento ni vacuna eficaces [7].

Está documentado que la presión hidrostática permite diferenciar entre el rendimiento de los materiales de las prendas de protección y que correlaciona con los resultados de la evaluación de la penetración mediante detección visual por el ojo humano [8] [9].

Existen varias normas internacionales que abordan la resistencia de los materiales de la ropa de protección química a la penetración de líquidos.

La norma ISO 13994:2005 [1] se utiliza habitualmente para evaluar la eficacia

como barrera frente a los productos químicos líquidos tanto de los materiales utilizados para la elaboración de la ropa de protección como de los artículos acabados. Esta norma es especialmente útil para evaluar la capacidad de retención de líquidos de los tejidos microporosos.

Por otra parte, la norma ISO 16603:2004 [3] aborda un procedimiento similar para medir la resistencia a la penetración de los materiales de la ropa frente a la sangre y los fluidos corporales, utilizando como líquido una sangre sintética en contacto continuo con la muestra de material y haciendo uso de hasta seis niveles diferentes de presión.

La norma ASTM F1670/F1670M [8] también proporciona un método de ensayo para la evaluación de la resistencia de los materiales utilizados en prendas

de protección a la penetración de sangre sintética, pero incluye un único protocolo de presión y secuencia temporal.

Finalmente, las normas técnicas ISO 16604:2004 [3] y ASTM F1671/1671M [10] se centran específicamente en la determinación de la resistencia de los materiales de la ropa de protección a la penetración de patógenos transmitidos por la sangre, utilizando como sustituto de dichos patógenos el bacteriófago Phi-X174, que es similar al VHC en tamaño y forma, pero que también sirve como sustituto de otros muchos virus como el VHB, el VIH y, probablemente, el SARS-CoV-2.

Todas las normas mencionadas tienen en común la metodología de ensayo. Básicamente, el ensayo consiste en aplicar un fluido a presión al material sometido a prueba, que se coloca para ello en una celda de penetración. La celda de penetración permite el control visual de la muestra durante la realización del ensayo a través de una cubierta transparente. Las determinaciones de "pasa/no pasa" (pasa/falla) de la ropa de protección se basan en la inspección visual de la penetración del líquido para los métodos ISO 13994, ISO 16603 y ASTM F1670. La presión del líquido se modifica en función de la norma utilizada y permanece constante durante un tiempo determinado. Así pues, en el ensayo se aplica una secuencia presión/tiempo. Se da por hecho que la detección visual de penetración de la sangre sintética implica la penetración de virus [11]. Si no aparece líquido ni decoloración durante la duración del ensayo, la muestra pasa el ensayo satisfactoriamente. Para los métodos ISO 16604 y ASTM 1671, la detección visual de la penetración se complementa con un procedimiento de ensayo que determinará la presencia de virus viables que penetran en el material incluso cuando

la penetración de líquido no es visible. Las características generales del aparato de ensayo utilizado en estos métodos de ensayo también se especifican en la norma ISO 13994.

En este estudio, publicado junto a la Universidad de Córdoba en la revista *Annals of Work Exposures and Health* [17], el objetivo principal ha sido desarrollar un sistema basado en un controlador lógico programable (PLC, por sus siglas en inglés) para aumentar la precisión de la aplicación de los métodos de ensayo basados en la presión hidrostática y para facilitar la realización de los ensayos. El sistema desarrollado permite a la persona usuaria la selección de un método de ensayo específico y establece automáticamente un protocolo de presurización escalonado para probar el material de la prenda en cuestión. Teniendo en cuenta el conocimiento recopilado por las personas que realizaron este artículo, la secuencia presión/tiempo suele aplicarse manualmente y tan solo se han desarrollado otros enfoques nuevos en el ámbito de la investigación [11].

Un segundo objetivo ha sido el estudio de la detección de orificios de agujas realizados de manera intencionada en guantes utilizando el sistema desarrollado y aplicando un método de ensayo recogido en la norma ISO 16603 (resistencia a la penetración de sangre sintética) para compararlo con el ensayo clásico de penetración de agua EN ISO 374-2:2019 [12] equivalente a EN 455-1:2001 [13]. Esto permite, además, una caracterización más completa de los materiales sometidos a ensayo [5,13,14,15]. Este trabajo forma parte de un estudio más amplio para caracterizar los orificios de agujas en guantes con el fin de comprender cómo las características de estos orificios pueden influir en la penetración de líquidos a través de ellos.

## 2. MATERIAL Y MÉTODOS

### 2.1 Sistema de control y procedimiento de ensayo

Como se ha mencionado anteriormente, el objetivo principal del sistema de control desarrollado es aplicar al material ensayado un conjunto escalonado de presiones hidrostáticas, cada una de ellas durante un tiempo determinado. Los principales elementos del sistema de control se identifican con números en la vista frontal que se muestra en la figura 1 y se explican en la tabla 1; el esquema principal se muestra en la figura 2. El procedimiento para aplicar los métodos de ensayo implementados en el controlador es similar al descrito en la norma ISO 13994 [1]. No obstante, en el caso que aquí se presenta se programó una interfaz gráfica. Mediante una pantalla táctil la persona usuaria puede navegar por las distintas pantallas programadas y seleccionar e iniciar un método de ensayo (véase la figura 3).

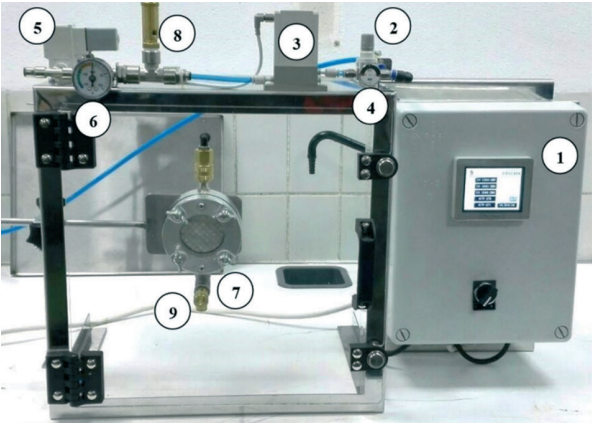
Independientemente de la norma aplicada, el procedimiento de ensayo se lleva a cabo del siguiente modo:

- a) Se enciende el PLC y se aplica una presión de 2 bar a la entrada del sistema.
- b) Se coloca la probeta a ensayar en la celda de ensayo.
- c) Mediante la pantalla táctil, se selecciona uno de los procedimientos de ensayo.
- d) Se inicia el procedimiento; el equipo aplica automáticamente el conjunto de presiones especificado.

Además de este modo de funcionamiento automático, la presión aplicada puede ser fijada por la persona usuaria,

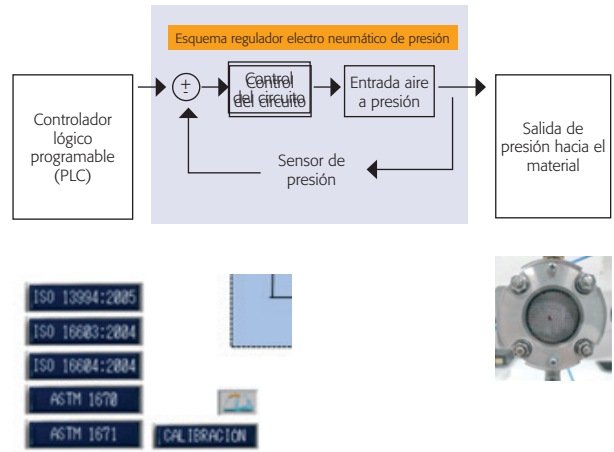


■ Figura 1 ■ Vista frontal del sistema de control de la presión desarrollado



(Véase a continuación la Tabla 1 para una descripción de los principales elementos del sistema)

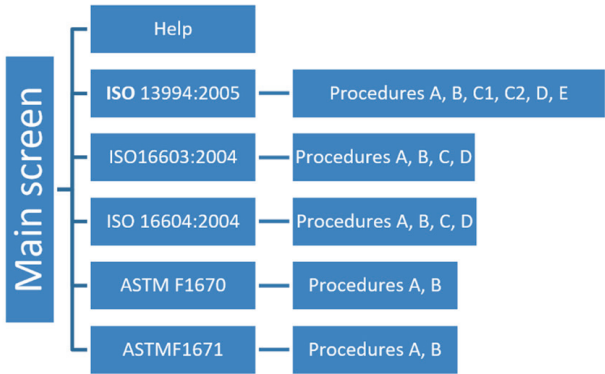
■ Figura 2 ■ Esquema principal del sistema de control desarrollado



■ Tabla 1 ■ Principales elementos del sistema de control de la presión

1	Controlador lógico programable (Programmable Logic Controller, PLC)	Dispositivo que ejecuta secuencias de presión/tiempo que deben aplicarse al material sometido a ensayo. Una pantalla táctil y una interfaz gráfica permiten al usuario/a seleccionar una norma específica.
2	Entrada de aire a presión	Entrada de aire a presión al sistema.
3	Regulador de presión	Dispositivo encargado de regular la presión hidrostática aplicada al material sometido a ensayo.
4	Reductor de presión	Garantiza un rendimiento adecuado del regulador de presión evitando valores elevados de presión.
5	Electroválvula	Esta válvula se abre automáticamente cuando no se aplica presión adicional (es decir, se aplica la presión atmosférica) al material sometido a ensayo.
6	Manómetro	Permite una inspección visual de la presión aplicada.
7	Celda de ensayo de penetración	Zona en la que se encuentra material sometido a ensayo.
8	Válvula de alivio regulable	Válvula que evita valores elevados de presión aplicada al material sometido a ensayo.
9	Válvula de drenaje	Válvula que permite vaciar la celda de ensayo de penetración.

■ Figura 3 ■ Esquema de pantalla de los procedimientos implementados en el PLC



proporcionando de este modo suficiente flexibilidad para ensayar secuencias manuales de presión/tiempo.

2.2 Materiales de ensayo

Los materiales ensayados incluían cuatro tipos diferentes de guantes desechables (neopreno, látex, nitrilo y vinilo) y un guante reutilizable (butilo).

Las muestras de ensayo se tomaron de los materiales de los guantes (véase la tabla 2). Un grupo de muestras se ensayó tal como se recibieron de los fabricantes y otros grupos después de haber realizado manualmente orificios con agujas de diferentes calibres (diámetros exteriores de 0,1 - 0,2 - 0,5 - 0,8 milímetros).

Además, se realizaron orificios más pequeños (0,1 mm y 0,05 mm) mediante la técnica de ablación por láser. Como se pudo comprobar al realizar las pruebas, el hecho de utilizar esta técnica para perforar (en lugar de las agujas), tuvo su relevancia en el rendimiento del material como barrera frente a la penetración de fluidos, se confirmó mediante microscopía que los agujeros realizados por esta técnica podrían ser similares a los poros resultantes de imperfecciones en el proceso de fabricación de los guantes.

Adicionalmente, los guantes desechables se ensayaron de acuerdo con la norma EN ISO 374-2 (ensayo de penetración de agua) utilizando como agentes de ensayo agua, tal y como se indica en la mencionada norma, y sangre sintética, que cumplía los requisitos descritos en la norma ISO 16603.

2.3 Ensayo de penetración según ISO 16603

La penetración de sangre sintética a través de los materiales se evaluó utilizando el equipo de presión hidrostática,

■ Tabla 2 ■ Espesor de los guantes

Material	Espesor en la palma (mm)
Neopreno	0,18±0,03
Látex	0,25±0,02
Butilo	0,35±0,02
Nitrilo	0,07±0,03
Vinilo	0,08±0,03

■ Tabla 3 ■ Protocolo de presión y tiempo. Método B de la norma ISO 16603

Procedimiento	Secuencia de presión y tiempo
B	0 kPa durante 5 min, seguido de 14 kPa durante 1 min, seguido de 0 kPa durante 4 min. Se utiliza una rejilla de retención para apoyar la muestra.

seleccionando entre las diferentes opciones la secuencia presión/tiempo del método B de la ISO 16603 (véase la tabla 3). De cada tipo de guante se ensayaron grupos de tres probetas, nuevas y con diferentes diámetros de agujeros de aguja. Las probetas se tomaron de la palma de los guantes y fueron cortadas con unas dimensiones de 75 mm x 75 mm.

Cada muestra se colocó en la celda de penetración con la superficie exterior del material orientada hacia el depósito de la celda que se llenaría con sangre sintética. Debido al carácter elastomérico de los materiales, se utilizó una rejilla de retención situada en contacto con la superficie interna del material ensayado para sostener las probetas, tal y como se muestra en el diagrama de la figura 4.

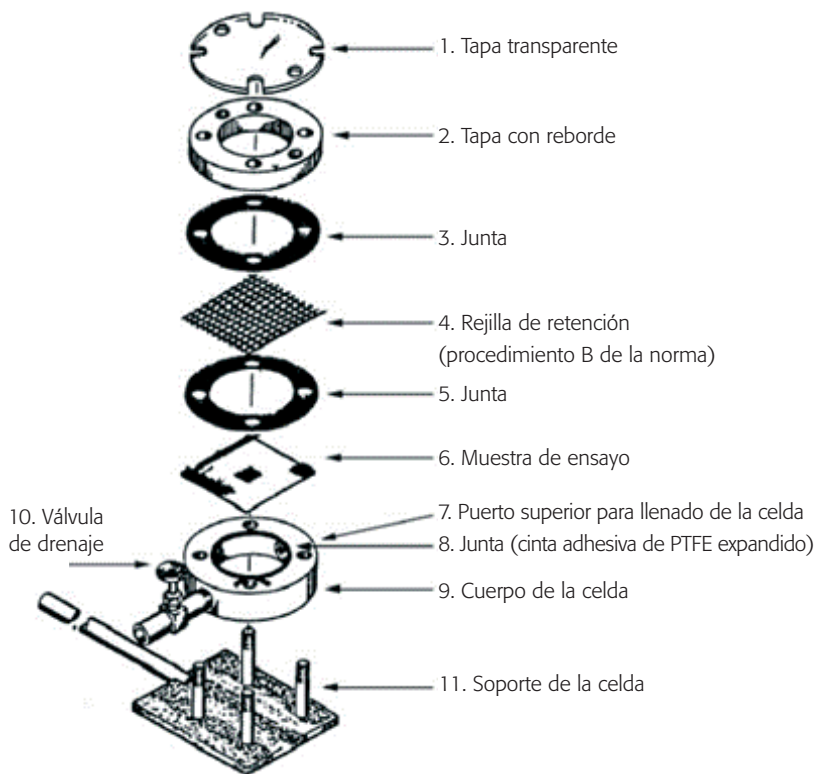
Las características de la rejilla de retención se especifican en la norma ISO 16603. Sin embargo, puede darse el caso de que diversas rejillas que cumplan las especificaciones tengan un aspecto muy diferente (véase la figura 5). Esto se

debe a que las condiciones exigidas en cuanto a la superficie libre mínima en la rejilla permiten una amplia variabilidad de luz de malla. Como se comentará, este hecho es muy relevante, ya que influye decisivamente en el resultado pasa/falla del ensayo hasta el punto de cambiarlo en un sentido u otro.

Una vez que la celda de penetración se llenó con aproximadamente 60 ml de sangre sintética, se conectó a la línea de aire a través del puerto superior (véase la figura 6). A continuación, se seleccionó el procedimiento de ensayo "ISO 16603 método B" utilizando las opciones de menú que se muestran en la figura 7.

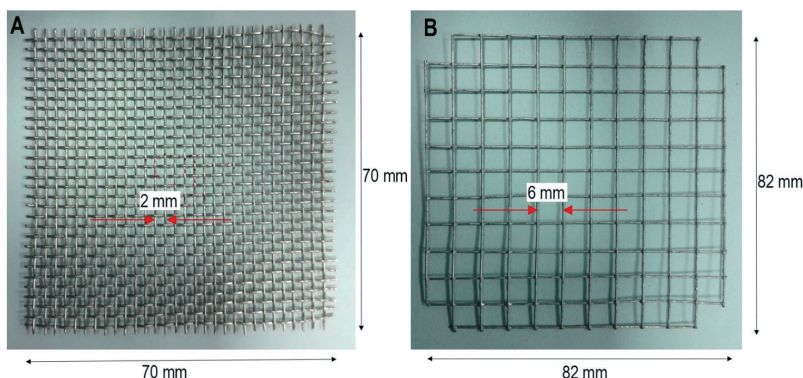
Mientras el experimento avanzaba automáticamente, el personal técnico permaneció observando la superficie de la probeta. La presión fue cambiando a lo largo del tiempo de acuerdo con la secuencia presión/tiempo seleccionada. En cuanto aparecieron signos visuales de penetración de la sangre sintética a través del material ensayado (por ejemplo, una

**Figura 4** Vista de la muestra de ensayo colocada en la celda de penetración (norma ISO 16603)



Fuente: International Standard Organization. ISO 16603:2024

**Figura 5** Ejemplo de rejillas de retención que cumplen las especificaciones de la norma ISO 16603 (Área abierta > 50 %)



A) Área abierta = 56,37 % ( $U=0,52$ )  $\varnothing$  rosca metálica = 0,5 mm;  
 B) Área abierta = 85,0 % ( $U=0,26$ )  $\varnothing$  rosca metálica = 0,5 mm

gota) o cualquier indicio de humedad (por ejemplo, manchas rojizas o líquido en la superficie vista), se detuvo el ensayo (véase la figura 8). En estos casos, el resultado para el material fue "Falla" a una presión/tiempo determinado. Si en el transcurso de la prueba no se produjo ninguno de los signos descritos anteriormente, se completó el protocolo y el resultado para el material fue "Pasa". El volumen de sangre sintética que penetra en caso de fallo es un indicador de la penetración viral [7,11].

## 2.4 Ensayo de penetración según la norma EN 374-2

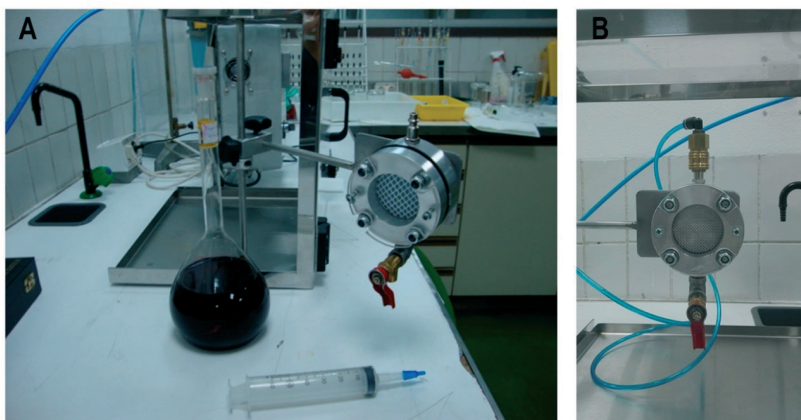
El ensayo clásico de penetración de agua (véase la figura 9) para detectar fugas visualmente en guantes de protección química se realizó en guantes desechables de neopreno, látex, nitrilo y vinilo. El principio de este ensayo consiste en llenar los guantes con agua hasta una altura determinada. En caso de fuga, aparecerán gotas de agua en el exterior del guante. Esta prueba es equivalente a la exigida en la sección 5 de la norma EN 455-1 para guantes médicos de un solo uso.

Además de agua, se utilizó sangre sintética como líquido de ensayo para controlar visualmente la influencia de la tensión superficial de la sangre sintética (0,042 N/m, especificación contenida en la norma ISO 16603) y la del agua (0,072 N/m, tensión superficial del agua destilada a 25° C) en la capacidad del ensayo para detectar agujeros.

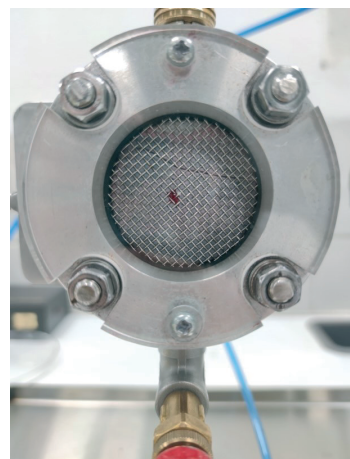
Los guantes se ensayaron tras haberlos practicado manualmente perforaciones con agujas de diferentes calibres (diámetros exteriores de 0,1 - 0,2 - 0,5 - 0,8 milímetros); en la figura 10 se muestran algunos ejemplos de los resultados obtenidos durante la realización de los ensayos.



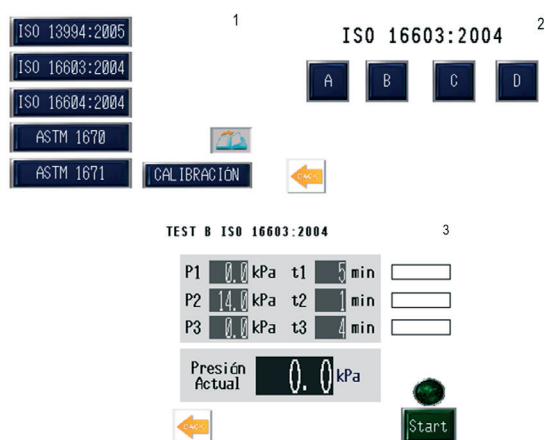
■ **Figura 6** ■ A) Celda montada y llena de sangre sintética  
B) Conexión de aire comprimido al puerto superior de la celda



■ **Figura 8** ■ Observación de muestras y signos de fallo

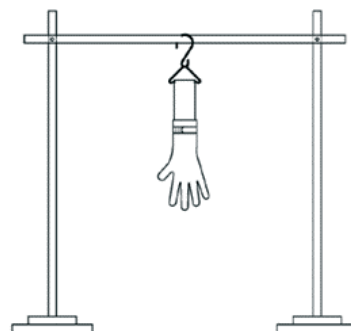


■ **Figura 7** ■ Pantallas en la selección del procedimiento



Una vez seleccionado el procedimiento, el botón *Start* inicia el ensayo experimental

■ **Figura 9** ■ Soporte para suspender el tubo de llenado



Fuente: *International Standard Organization*. EN ISO 374-2:2019

■ **Figura 10** ■ Algunos ejemplos de ensayos de fuga



En ambos casos, agua y sangre sintética, el ensayo se realizó llenando el interior del guante con el líquido de ensayo, de forma que era la cara interna del guante la que entraba en contacto con la sustancia.

En guantes enteros, no se pudo aplicar la técnica de ablación por láser para hacer perforaciones.

■ **Tabla 4** ■ Resultados de la resistencia a la penetración según el método B de la norma ISO 16603

	Sin perforación	Aguja 0,1 mm	Aguja 0,2 mm	Aguja 0,5 mm	Aguja 0,8 mm
Neopreno	Pasa	Pasa	Pasa	Pasa	Falla <sup>(1)</sup>
Látex	Pasa	Pasa	Pasa	Falla	-
Butilo	Pasa	Pasa	Pasa	Pasa	Falla <sup>(2)</sup>
Nitrilo	Pasa	Pasa	Pasa	Falla <sup>(1)</sup>	-
Vínilo	Pasa	Falla <sup>(1)</sup>	Falla	Falla	-

(1) Pasa 2 y Falla 1, de 3 especímenes ensayados.  
(2) Pasa 1 y Falla 2, de 3 especímenes ensayados.

■ **Tabla 5** ■ Resultados de la resistencia a la penetración de agua y sangre sintética según EN 374-2

	Aguja 0,1 mm		Aguja 0,2 mm		Aguja 0,5 mm		Aguja 0,8 mm	
	Agua	Sangre sintética	Agua	Sangre sintética	Agua	Sangre sintética	Agua	Sangre sintética
Neopreno	Pasa	Pasa	Pasa	Pasa	Falla	Falla	Falla	Falla
Látex	Pasa	Pasa	Pasa	Pasa	Falla	Falla	Falla	Falla
Nitrilo	Falla	Falla	Falla	Falla	Falla	Falla	Falla	Falla
Vínilo	Falla	Falla	Falla	Falla	Falla	Falla	Falla	Falla

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La tabla 4 muestra los resultados obtenidos en los ensayos realizados según el método B de la norma ISO 16603 utilizando la rejilla de retención A) de la figura 5 (área abierta = 56,37 %).

Todos los materiales sin perforar superaron la prueba, como era previsible, debido a la naturaleza de los materiales elastoméricos. No obstante, cuando se afectó intencionadamente la integridad de los materiales, se observaron diferencias en los resultados del ensayo en función del material y del tamaño de los orificios.

Los orificios en los materiales de neopreno y butilo solo se detectaron según la norma ISO 16603 cuando se realizaron con agujas de 0,8 mm de diámetro exterior. Los orificios en materiales de látex y nitrilo se detectaron cuando se realizaron con agujas de un diámetro

exterior de 0,5 mm; para tamaños de orificio menores, la prueba no llevó a la detección visual de la penetración. El material de vinilo no superó el ensayo para ningún tamaño de poro. En la figura 11 se muestran imágenes por microscopía de estos ensayos.

La tabla 5 muestra los resultados adicionales del ensayo según la norma EN ISO 374-2. Como se muestra en la tabla, no hubo diferencia en la resistencia a la penetración entre el agua y la sangre sintética para estos tipos de guantes y estos tamaños de orificio.

Comparando los resultados obtenidos en ambos ensayos, ISO 16603 y EN ISO 374-2 (véanse las tablas 4 y 5), la sensibilidad en la detección de poros parece ser mayor en el ensayo EN ISO 374-2 de fuga de agua. Esta conclusión podría ser *a priori* opuesta a lo razonablemente previsible, ya que la presión ejercida sobre la muestra en el caso de la norma ISO 16603 (14 kPa) es superior a la presión

ejercida en el ensayo EN ISO 374-2 (menos de 5 kPa). Sin embargo, hay otros factores además de la presión que son muy diferentes en ambos ensayos y que desempeñan un papel decisivo en el resultado, como la rejilla de retención y la geometría de los poros.

Durante los ensayos según la norma ISO 16603 descritos en este artículo, se utilizó una rejilla de retención con una luz de malla de 2 mm (véase la figura 5-A). Esta característica de la rejilla de retención ayuda a retener la muestra, pero también a no favorecer la apertura del orificio realizado con las agujas. Este hecho se constató al realizar el ensayo de las muestras con dos rejillas de retención diferentes, como las que se muestran en la figura 5. Al realizar la prueba con una rejilla de mayor luz (véase la figura 5-B) las muestras que solían pasar fallaron, como se muestra en la tabla 6. Por lo tanto, al reducir la luz de la malla se reduce la sensibilidad del ensayo a la detección de agujeros.

■ **Tabla 6** ■ Resultados de la resistencia a la penetración según el método B de la norma ISO 16603 utilizando dos rejillas de retención diferentes [Figuras 5A) y 5B)]

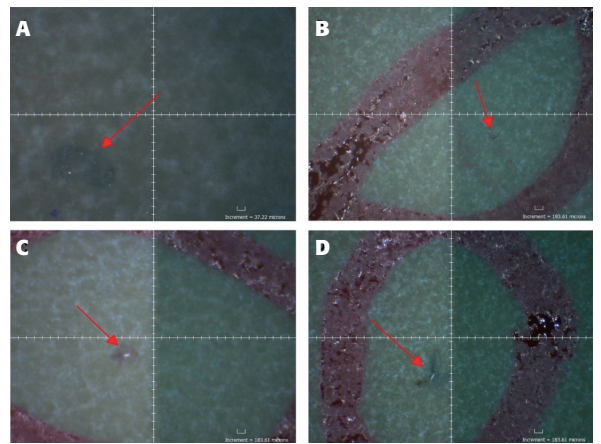
	Aguja 0,1 mm		Aguja 0,2 mm		Aguja 0,5 mm		Aguja 0,8 mm	
	Superficie abierta (%)		Superficie abierta (%)		Superficie abierta (%)		Superficie abierta (%)	
	56,37	85,0	56,37	85,0	56,37	85,0	56,37	85,0
Neopreno	Pasa	Pasa	Pasa	Falla <sup>(1)</sup>	Pasa	Falla <sup>(1)</sup>	Falla <sup>(1)</sup>	-
Látex	Pasa	Falla <sup>(2)</sup>	Pasa	-	Falla	-	-	-
Butilo	Pasa	Pasa	Pasa	Pasa	Pasa	Pasa	Falla <sup>(2)</sup>	Falla <sup>(1)</sup>
Nitrilo	Pasa	Falla <sup>(1)</sup>	Pasa	Falla <sup>(2)</sup>	Falla <sup>(1)</sup>	-	-	-
Vínilo	Falla <sup>(1)</sup>	Falla <sup>(2)</sup>	Falla	-	Falla	-	-	-

(1) Pasa 2 y Falla 1, de 3 probetas ensayadas.  
(2) Pasa 1 y Falla 2, de 3 probetas ensayadas.

■ **Tabla 7** ■ Resultados de la resistencia a la penetración según el método B de la norma ISO 16603 utilizando ablación láser para los orificios

	Láser 0,1 mm	Láser 0,05 mm
Neopreno	Falla	Falla
Látex	Falla	Falla
Nitrilo	Falla	Falla
Vínilo	Falla	Falla

■ **Figura 11** ■ Imágenes de orificios realizados con aguja hipodérmica



A) 0,1 mm; B) 0,2 mm; C) 0,5 mm; D) 0,8 mm. Material: Neopreno

Otra variable que resultó decisiva a lo largo de las pruebas realizadas es la geometría de los orificios. Al ensayar los materiales con los orificios realizados por ablación láser, las muestras de neopreno, látex y nitrilo que pasaron al perforar con una aguja hipodérmica (0,1 mm), fallaron con los orificios realizados con

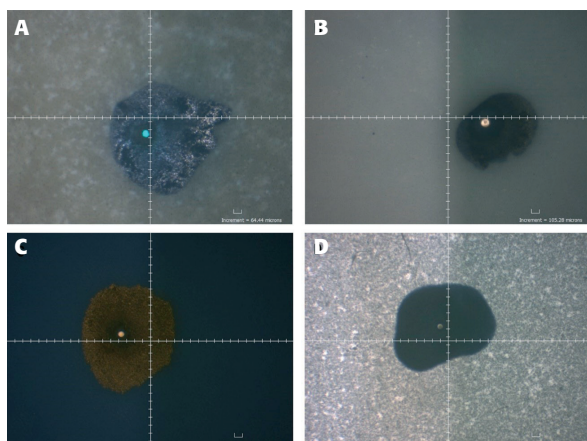
ablación láser (orificio del mismo tamaño), como se observa en la tabla 7. El fallo se produce incluso con tamaños de orificio más pequeños (0,05 mm).

En la técnica de ablación por láser, el orificio se produce eliminando una porción del material del guante (véase la

figura 12). Como se ha indicado anteriormente, los orificios realizados mediante esta técnica se parecen más a los poros resultantes del proceso de fabricación (véase la figura 13).

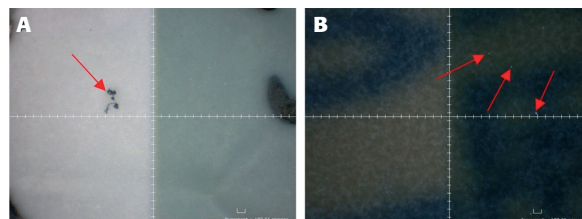


■ Figura 12 ■ Técnica de ablación por láser



A) Neopreno 0,05 mm; B) Látex 0,1 mm (arriba a la derecha); C) Nitrilo 0,1 mm; D) Vinilo 0,1 mm

■ Figura 13 ■ Poro resultante del proceso de fabricación



A) Látex; B) Neopreno

## 4. CONCLUSIONES

En este trabajo se ha presentado un sistema automático para el ensayo de la resistencia de los materiales de las prendas de protección a la penetración de líquidos a presión. Este sistema proporciona un método de fácil manejo que ofrece un marco sencillo para la aplicación de diferentes normas que evalúan guantes y materiales de ropa de protección.

En cuanto al uso del equipo de ensayo, la automatización de la selección y aplicación del método de ensayo y de la secuencia presión/tiempo facilita sin duda la capacidad de detección del personal técnico, ya que puede centrar toda su atención en detectar visualmente un signo de penetración en la superficie de la muestra. Dado que la secuencia presión/tiempo está automatizada, un solo operario podrá realizar el ensayo y concentrarse en la detección visual, especialmente cuando se produzcan cambios de presión.

Se han comparado dos ensayos normalizados diferentes utilizando el sistema desarrollado. En concreto, se ha comparado el método B de la norma ISO 16603 y el método clásico presentado en la norma EN 374-2 (similar a la norma EN 455-1). Este último método ha demostrado ser más sensible, ya que detecta defectos en los materiales que no se detectaban aplicando el método B de la ISO 16603. No obstante, se ha comprobado que la sensibilidad del método B de la norma ISO 16603 está fuertemente ligada a dos variables: la superficie abierta en la rejilla de retención y la geometría de los orificios en el material. Así pues, la conclusión anterior no puede generalizarse, por lo que es necesario avanzar en la investigación sobre la influencia de las citadas variables en el resultado del ensayo.

Por otro lado, también se ha podido comprobar la influencia del tamaño del agujero en la resistencia a la penetración de fluidos. Por este motivo, se recomienda realizar ensayos adicionales

sobre los mismos materiales sometidos a técnicas de ablación láser. Estas pruebas adicionales permitirán determinar el tamaño máximo del orificio sin que se produzca penetración de sangre. Por último, en futuros trabajos se estudiará la automatización de otras tareas para detectar con mayor precisión la penetración de líquidos, como la capacidad del sistema de control para indicar si el material de la prenda ha pasado/fallado el ensayo mediante una detección de un cambio de presión en la celda de ensayo.

## AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a Pilar Torralvo, Gema Mira y Lidia Melania Velázquez su ayuda en la realización de los ensayos experimentales. También agradecemos a María Luisa Delgado su apoyo en la programación de los procedimientos en el PLC. Por último, agradecemos a Xavier Panera, de Celulosas Vascas, la cesión de las muestras para los ensayos.

## ■ Referencias bibliográficas ■

1. ISO. 13994: 2005. *Clothing for Protection against Liquid Chemicals. Determination of the Resistance of Protective Clothing Materials to Penetration by Liquids under Pressure*. Geneva, Switzerland: International Organization; 2005.
2. Henriks-Eckerman, M.L.; Makela, E. A New Penetration Test Method: Protection Efficiency of Glove and Clothing Materials against Diphenylmethane Diisocyanate (MDI). *Ann. Occup. Hyg.* 2015, 59, 221–231, doi:10.1093/ANNHYG/MEU078.
3. ISO. 16603:2004. *Clothing for Protection against Contact with Blood and Body Fluids—Determination of the Resistance of Protective Clothing Materials to Penetration by Blood and Body Fluids. Test Method Using Synthetic Blood*. Geneva, Switzerland: International Organization 2004.
4. Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo. Coronavirus del síndrome respiratorio agudo grave 2 (SARS-CoV-2) - Agentes Biológicos - Virus (insst.es) de BaseBio.5. Haghani, M.; Bliemer, M.C.J.; Goerlandt, F.; Li, J. *The Scientific Literature on Coronaviruses, COVID-19 and Its Associated Safety-Related Research Dimensions: A Scientometric Analysis and Scoping Review*. *Saf. Sci.* 2020, 129, 104806, doi:10.1016/j.ssci.2020.104806.
5. Henriks-Eckerman, M.-L.; Mäkelä, E.A.; Suuronen, K. *Testing Penetration of Epoxy Resin and Diamine Hardeners through Protective Glove and Clothing Materials*. *Ann. Occup. Hyg.* 2015, 59, 1034–1043.
6. Shimasaki, N.; Hara, M.; Kikuno, R.; Shinohara, K. A Highly Sensitive Assay Using Synthetic Blood Containing Test Microbes for Evaluation of the Penetration Resistance of Protective Clothing Material under Applied Pressure. *Biocontrol Sci.* 2016, 21, 141–152, doi:10.4265/bio.21.141.
7. ASTM International. F1670/1670M. *Standard Test Method for Resistance of Materials Used in Protective Clothing to Penetration by Synthetic Blood*. West Conshohocken, PA: ASTM International; 2017.
8. Yan, Y.; Tsai, P.P. *Prediction of Hydrostatic Pressure and Blood Penetration of Medical Protective Clothing*. *J. Eng. Fiber. Fabr.* 2016, 11, 17–22.
9. ASTM International. F1671/1671M. *Standard Test Method for Resistance of Materials Used in Protective Clothing to Penetration by Blood-Borne Pathogens Using Phi-X174 Bacteriophage Penetration as a Test System*. West Conshohocken, PA: ASTM International; 2013.
10. Li, M.; Furlong, J.L.; Yorllo, P.L.; Portnoff, L. A New Approach to Measure the Resistance of Fabric to Liquid and Viral Penetration. *PLoS One* 2019, 14, doi:10.1371/journal.pone.0211827.
11. EN ISO. 374-2:2019. *Protective Gloves against Dangerous Chemicals and Micro-Organisms - Part 2: Determination of Resistance to Penetration*. Geneva, Switzerland: International Organization. 2019.
12. EN ISO. 455-1:2001. *Medical Gloves for Single Use. Part 1: Requirements and Testing for Freedom from Holes*. Geneva, Switzerland: International Organization; 2014.
13. Shaw, A.; Cohen, E.; Hinz, T. *Laboratory Test Methods to Measure Repellency, Retention, and Penetration of Liquid Pesticides through Protective Clothing Part II: Revision of Three Test Methods*. 2004, 74, 684–688.
14. Shaw, A.; Cohen, E.; Hinz, T.; Herzig, B. *Laboratory Test Methods to Measure Repellency, Retention, and Penetration of Liquid Pesticides Through Protective Clothing. Part I: Comparison of Three Test Methods*. *Text. Res. J.* 2001, 71, 879–884.
15. Garrigou, A.; Baldi, I.; Le Frious, P.; Anselm, R.; Vallier, M. *Ergonomics Contribution to Chemical Risks Prevention: An Ergotoxicological Investigation of the Effectiveness of Coverall against Plant Pest Risk in Viticulture*. *Appl. Ergon.* 2011, 42, 321–330, doi:10.1016/j.apergo.2010.08.001.
16. Cohen, E.; Ruz, M.; Hoyas-Pablos, Eva M.; Vázquez, F. *Hydrostatic penetration testing of protective glove materials using water and synthetic blood to evaluate hole size and screen mesh using automated pressure delivery system*. *Ann. Work. Health.* 2023, 67, 414–422, doi: 10.1093/annweh/wxac090.

# Selección y uso de cremas y lociones de fotoprotección: EPI en el ámbito laboral

**Silvia Torres Ruiz**

Centro Nacional de Medios de Protección

**Colaboración:**

Academia Española de Dermatología y Veneorología (UMA - AEDV)

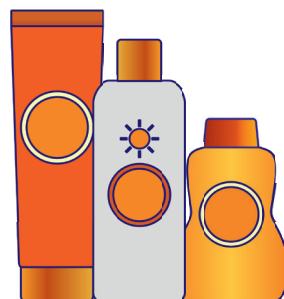
*La radiación solar tiene una influencia significativa en el ser humano, desde la síntesis de vitamina D hasta el estado de ánimo y la salud de la piel. Sin embargo, el exceso de exposición puede causar problemas de salud como quemaduras solares o cáncer de piel. Aunque en el entorno laboral la protección contra la radiación solar no está regulada específicamente por el Real Decreto 486/2010, la Ley de Prevención de Riesgos Laborales exige garantizar la seguridad y salud de las personas trabajadoras.*

*Por ello, este artículo tiene como objetivo concienciar sobre el uso de cremas y lociones de protección solar como equipos de protección individual (EPI) en el ámbito laboral, según lo estipulado en el Anexo II del Real Decreto 773/1997 (Modificado por el RD 1076/2021). En función de la evaluación de riesgos, se podrían utilizar las cremas de protección solar como barrera junto con otros EPI que sean necesarios, a fin de proteger la piel de las personas trabajadoras en aquellos trabajos a la intemperie con exposición a radiación solar.*

## INTRODUCCIÓN

La influencia de la radiación solar en el ser humano abarca ámbitos muy diversos. De sobra son conocidos los efectos de la radiación solar en la síntesis de la vitamina D, "hormona" que regula el metabolismo del calcio y la mineralización de nuestros

huesos. Por término general, son suficientes unos cuantos minutos al día de exposición de una pequeña parte de nuestra piel a la luz del Sol para mantener unos niveles adecuados de vitamina D en sangre. Se sabe que el Sol influye de forma notoria en nuestro estado de ánimo, ejerciendo un reconocido efecto







antidepresivo ya que las radiaciones del Sol estimulan la síntesis de serotonina y endorfinas, neurotransmisores de la felicidad. Por otro lado, el Sol, tomado con moderación, también tiene unos probados efectos terapéuticos en numerosas dolencias que afectan a la piel, por ejemplo, para patologías autoinmunes como la psoriasis aprovechando su potencial inmunosupresor. Todos estos beneficios contribuyen a una imagen idílica del Sol como fuente de bienestar y salud. Pero no es oro todo lo que reluce; un exceso de exposición al Sol puede ocasionar daños importantes y, en ocasiones, irreversibles en la salud de las personas, causando la aparición de quemaduras solares, cánceres cutáneos basocelulares y de células escamosas, melanomas, cataratas, fotoenvejecimiento e inmunosupresión. Estos efectos están causados por la radiación ultravioleta (RUV) solar.

En el entorno laboral, el Real Decreto 486/2010, de 23 de abril, sobre la protección de la seguridad y salud de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a radiaciones ópticas artificiales, no incluye en su ámbito de aplicación la exposición a la radiación óptica de origen natural. Sin embargo, al amparo de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de

Prevención de Riesgos Laborales, se deberá garantizar la seguridad y salud de las personas trabajadoras en cualquier aspecto relacionado con el trabajo, lo que incluye los riesgos derivados de la exposición a la radiación solar. Los/as agricultores/as, trabajadores/as de la construcción y del mar, jardineros/as o personal socorrista se consideran algunas de las profesiones con mayor exposición a radiación solar.

## RADIACIÓN SOLAR Y CAMBIO CLIMÁTICO

Se llama radiación solar al conjunto de radiaciones electromagnéticas emitidas por el Sol. La radiación solar que alcanza la superficie terrestre comprende las bandas del espectro óptico: ultravioleta (UV), visible e infrarrojo (IR). Aproximadamente, el 10 % de toda la radiación solar que llega a la Tierra es radiación UV; sin embargo, son múltiples sus efectos biológicos sobre nuestra salud. La radiación del Sol se puede cuantificar midiendo la radiación solar incidente sobre la superficie terrestre utilizando la irradiancia solar, que es una magnitud que relaciona la unidad de energía solar recibida por unidad de superficie y unidad de tiempo ( $W/m^2$ ).

La RUV se divide en tres componentes, según su longitud de onda ( $\lambda$ ):

- UVC ( $\lambda = 100$  a  $280$  nm): es la más nociva para los seres vivos, afortunadamente el oxígeno atómico y la capa de ozono la absorbe al 100 %.
- UVB ( $\lambda = 280$  a  $320$  nm): es absorbida en gran parte por la capa de ozono, aproximadamente sólo un 5 % del total de RUVB alcanza la superficie de la Tierra. A corto plazo es el tipo de radiación más relacionado con las quemaduras solares y la inmunodepresión, mientras que a largo plazo se sabe que son el principal causante de la mayoría de los cánceres cutáneos.
- UVA ( $\lambda = 320$  a  $400$  nm): la RUVA constituye el 95 % de la RUV que llega a la superficie de la Tierra. La radiación UVA posee menor energía asociada a su longitud de onda que la radiación UVB, sin embargo, tiene la capacidad de penetrar en capas más profundas de la piel, provocando envejecimiento celular y daños oxidativos en el ADN.

La evaluación del riesgo de exposición a la RUV es una tarea muy compleja que depende de varios factores. Primero se debe considerar la parte del cuerpo expuesta (piel u ojos) y segundo, hay que tener en cuenta que la exposición dependerá de que los trabajos se realicen exclusivamente a la intemperie o de forma combinada entre el exterior y el interior. Asimismo, se debe considerar si la exposición es corta e intensa, como es el caso del personal socorrista que mantienen esta actividad pocos meses al año, o crónica a lo largo de la vida de la persona trabajadora como ocurre con los/as agricultores/as. De este último factor va a depender el tipo de cáncer de piel que se puede desarrollar. El melanoma y basocelular (no melanoma) está más asociado a exposiciones agudas e intensas y el

■ Tabla 1 ■ Categorías de exposición para los diferentes UVI

CATEGORÍA DE EXPOSICIÓN	INTERVALO DE VALORES DEL UVI
BAJA	< 2
MODERADA	3 - 5
ALTA	6 - 7
MUY ALTA	8 - 10
EXTREMADAMENTE ALTA	11+

Fuente: OMS, Índice UV solar mundial: guía práctica, 2003.

cáncer de piel no melanoma (espinocelular) a exposiciones crónicas.

Los principales factores que influyen en la intensidad de la RUV solar son, entre otros:

- La altura del Sol: cuando el Sol alcanza su cenit, se produce la mayor intensidad de la radiación ultravioleta.
- La latitud: la intensidad de la RUV solar varía con la inclinación del Sol, por lo tanto, con la latitud, siendo mayor en las proximidades del ecuador debido a que en esta zona la radiación incide perpendicularmente a la Tierra.
- La altitud: cuanto mayor es la altitud la atmósfera es más delgada, hay menos contaminación atmosférica y, por tanto, se absorbe menor proporción de radiación UV solar. La intensidad de las radiaciones ultravioleta aumenta aproximadamente un 10 % por cada 1.000 metros de altitud.
- Presencia de nubes: las radiaciones ultravioletas son más intensas cuando el cielo está despejado, pero pueden ser intensas aun con cielo nublado. Hay que tener en cuenta que sólo una cobertura de nubes muy densa puede llegar a ser un filtro efectivo, pudiendo penetrar hasta el 90 % de la RUV solar cuando la cobertura es poco densa.
- La capa de ozono: es la principal responsable de la reducción de la RUV que alcanza la corteza terrestre ya que la absorbe. La concentración de ozono varía a lo largo del año, dependiendo de muchos factores.
- La reflexión del suelo: muchas superficies reflejan o dispersan la radiación UV solar aumentando la exposición. Por ejemplo, la nieve reciente puede reflejar hasta 80 % de la radiación; la

arena seca de las playas alrededor de un 15 %; y la espuma del agua del mar alrededor de un 25 %.

- Nubosidad y presencia de sustancias como los aerosoles que pueden afectar en mayor o menor medida la cantidad de UV, sobre todo el UVB incidente en la superficie terrestre.
- Características personales de la persona trabajadora, como el tipo de piel y el empleo de sustancias fotosensibilizantes.

La Organización Mundial de la Salud (OMS), en colaboración con otras organizaciones internacionales, propuso en los años 90 un indicador numérico simple de la RUV solar llamado Índice Ultravioleta Solar (UVI, del inglés *UV index*) con objeto de concienciar a la población sobre los riesgos asociados a la exposición excesiva a la RUV solar y advertir de la necesidad de adoptar medidas de protección.

El UVI es una predicción sencilla de la intensidad de la radiación ultravioleta que alcanza la superficie de la Tierra, y un indicador de su capacidad para producir lesiones cutáneas a corto plazo como es el eritema cutáneo o quemadura solar. Por lo tanto, en general se considera una variable adecuada para evaluar el nivel de exposición de riesgo a la RUV solar, tanto para el público en general como en el ámbito laboral que nos ocupa.

El eritema cutáneo produce un enrojecimiento de la piel tras el daño

producido por la RUVB. La cantidad de radiación, o dosis de radiación solar a la que nos exponemos y que va a producir un mínimo eritema (enrojecimiento de la piel) perceptible y distinguible de la piel no expuesta tras 24 horas, se denomina dosis mínima eritemática, es el factor biológico que nos marca las exposiciones solares más o menos saludables. Si la piel se expone más tiempo que esta dosis mínima se producen quemaduras solares de diferente grado, acompañadas de dolor y picor.

El UVI puede calcularse mediante modelos informáticos que tienen en cuenta factores como el ozono y la cantidad de nubes que afectan a la RUV solar diaria, o derivarse de mediciones. La irradiación UV medida, se pondera en función de la respuesta de la piel humana a las quemaduras solares (rango de longitudes de onda de 280 a 400 nm), obteniendo la irradiancia eritemática ( $E_{\text{eritem}}$ ) ( $\text{W}/\text{m}^2$ ). El UVI se obtiene multiplicando la  $E_{\text{eritem}}$  por una constante que engloba varias variables y factores ( $K_{\text{er}}$ ), cuyo valor consensuado es  $40 \text{ m}^2/\text{W}$ . Al multiplicar por dicha constante se consiguen valores de irradiancia eritemática en una escala final de 0 a 20 aproximadamente.

$$\text{UVI} = E_{\text{eritem}} * K_{\text{er}}$$

El UVI permite clasificar la radiación UV en valores consolidados y fácilmente manejables. Los servicios de información meteorológica y los medios de comunicación informan sobre los valores del UVI actuales y previstos (tabla 1).

Los valores de UVI se dividen en categorías de exposición y cada categoría lleva asociadas unas medidas preventivas específicas (tabla 2).

Por otro lado, el cambio climático y la radiación ultravioleta solar están estrechamente relacionados y tienen efectos significativos tanto en la salud humana como en el medio ambiente. Según la OMS, se prevé que el cambio climático aumente los niveles de RUV solar en la superficie de la Tierra, debido a variaciones en el espesor de la capa de ozono y la nubosidad. Además de los impactos en la salud humana, la radiación ultravioleta y su interacción con el cambio climático también afectan al medio ambiente, la agricultura y la acuicultura. Por ejemplo, los cambios en el uso del suelo, como la deforestación o el clareo, relacionados con la agricultura intensiva, pueden exponer a las plantas a dosis elevadas de radiación ultravioleta. Esto puede tener consecuencias negativas en la salud de las plantas y, en última instancia, afectar la productividad agrícola. Por otro lado, el cambio climático implica mayor número de días al año con altas temperaturas, lo que se traduce en más actividad de ocio y trabajo en exterior, aumentando la exposición a la radiación solar.

El objetivo 2 de la Estrategia Española de Seguridad y Salud en el Trabajo (EESST) 2023-2027 se dirige, entre otros, a la gestión desde una óptica preventiva de los riesgos laborales asociados al cambio climático. El cambio climático en el ámbito laboral afecta principalmente a los sectores que implican el desarrollo de sus actividades a la intemperie.

La protección frente a la radiación solar comprende varias medidas:

- Evitar la exposición durante las horas centrales del día.



■ Tabla 2 ■ Sistema de protección solar recomendado para la población general (OMS)

<div>ÍNDICE UV</div> <div>1 2</div>	<div>ÍNDICE UV</div> <div>3 4 5 6 7</div>	<div>ÍNDICE UV</div> <div>8 9 10 11+</div>
NO NECESITA PROTECCIÓN	NECESITA PROTECCIÓN	NECESITA PROTECCIÓN EXTRA
¡Puede permanecer en el exterior sin riesgo!	¡Manténgase a la sombra durante las horas centrales del día! ¡Póngase camisa, crema de protección solar y sombrero!	¡Evite salir durante las horas centrales del día! ¡Busque la sombra! ¡Son imprescindibles camisa, crema de protección solar y sombrero!

Fuente: OMS, Índice UV solar mundial: guía práctica, 2003.

- Resguardarse a la sombra para evitar la exposición directa al sol.
- Usar ropa que cubra la mayor parte del cuerpo, gafas de protección y sombrero.
- Aplicar cremas de fotoprotección en las zonas de piel descubiertas.

Los productos de protección solar son productos cosméticos a efectos del artículo 1 de la Directiva 76/768/CEE relativa a la aproximación de las legislaciones

de los Estados miembros en materia de este tipo de productos. Por lo tanto, para que la puesta en el mercado de cremas de fotoprotección sea segura deben cumplir lo recogido en la directiva referenciada anteriormente.

No obstante, en el ámbito laboral las cremas y lociones de fotoprotección son productos considerados EPI, según se recoge en el Anexo I del Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por parte de los

■ Tabla 3 ■ Categorías de FPS

FPS	Tiempo aproximado de exposición sin sufrir quemaduras solares	Categoría
15	150 minutos (2,5 horas)	Protección Baja
30	300 minutos (5 horas)	Protección Media
50	500 minutos (8 horas)	Protección Muy Alta
50+	+ 8 horas	Protección Muy Alta

trabajadores de equipos de protección individual (modificado por el Real Decreto 1076/2021, de 7 de diciembre). Esto quiere decir que la persona empresaria cuando tenga a su cargo personas trabajadoras y la evaluación de riesgos ponga de manifiesto la necesidad de protegerlas frente a la radiación ultravioleta solar con cremas fotoprotectoras, la selección y uso de estos productos se hará de acuerdo con lo establecido en el RD 773/1997.

## TIPOS DE CREMAS Y LOCIONES DE FOTOPROTECCIÓN

Una medida de fotoprotección ampliamente conocida es el uso de cremas solares. Los fotoprotectores tópicos son sustancias que absorben, reflejan o dispersan la radiación ultravioleta evitando que esta penetre en la piel. Según su composición, los fotoprotectores tópicos se clasifican a su vez en: orgánicos (o químicos), inorgánicos (o físicos) y biológicos.

- Los fotoprotectores orgánicos son sustancias que penetran en la piel y allí absorben la radiación ultravioleta, la inactivan y evitan así el daño cutáneo. Son incoloros y los más aceptados por su buena cosmética, pero tienen mayor riesgo de causar intolerancia cutánea.
- Los fotoprotectores inorgánicos son polvos inertes de origen mineral que actúan como barreras físicas y que reflejan y dispersan las radiaciones, aunque también absorben cierta proporción de la radiación que reciben.
- Los fotoprotectores biológicos (inmunoprotectores) son compuestos antioxidantes que contrarrestan los daños causados en la piel por las radiaciones del Sol. Actúan barriendo los radicales libres producidos como consecuencia

del estrés fotooxidativo. Su incorporación a los fotoprotectores aumenta su eficacia y seguridad.

El tipo de fotoprotector tópico vendrá indicado en los ingredientes del producto, así como en la información que suministre el fabricante.

### Selección: aspectos a considerar

La principal propiedad de una crema de protección relacionada con la protección que ofrece es el FPS (factor de protección solar). El FPS es la categoría de protección solar y representa el número de veces por el que se multiplica el tiempo que se puede estar expuesto sin sufrir quemaduras solares (tabla 3).

Por ejemplo, la piel cubierta de forma continuada con una capa abundante de crema con FPS 30, sufrirá una quemadura si está expuesta al sol más de 5 horas.

Este tiempo aproximado depende de factores personales como fototipo<sup>1</sup> de piel (del I al VI), ingesta o aplicación de medicamentos sensibilizantes, enfermedades cutáneas, etc., así como de factores externos tales como hora del día,

<sup>1</sup> Siguiendo la escala de **Thomas Fitzpatrick**, se clasifican en 6 fototipos diferentes. Esta categorización se realiza en función del tono de la piel de una persona, el color del cabello, la capacidad que tiene para broncearse y su facilidad para sufrir quemaduras solares.

época del año, latitud, altitud, nubosidad, etc.

Si quisiéramos determinar exactamente el tiempo que una persona puede estar expuesta sin sufrir quemaduras solares, deberíamos considerar el UVI en la zona donde vive durante el período en que se va a producir la exposición.

Así, por ejemplo, si consideramos una persona de fototipo II expuesta en Andalucía a las 14:10, mediodía solar en esta región, donde el UVI medio es 9, aplicando la relación que hemos visto anteriormente:

$$UVI = E_{\text{Eritem}} * K_{\text{ker}}$$

obtendríamos que la irradiancia solar con potencial eritemático a la que estaría expuesta esta persona sería de 0,225 W/m<sup>2</sup>.

Teniendo en cuenta que un fototipo II necesita 2 SED o 200 J/m<sup>2</sup> (dosis eritemática mínima para sufrir quemaduras, MED) (tabla 4), el tiempo que se tardaría en alcanzar esta dosis con una irradiancia de 0,225 W/m<sup>2</sup>, sería de 14,8 minutos, que se obtiene de la siguiente relación:

$$MED = E_{\text{Eritem}} * t$$

Por lo tanto, una persona de fototipo II, si se aplicara los 2 mg/cm<sup>2</sup> pertinentes de una crema de protección solar con un FPS de 10, necesitaría 10 veces el tiempo para



alcanzar la MED que son 14,8 minutos en la situación considerada, es decir, podría estar expuesta 148 minutos (2,5 horas) sin sufrir quemaduras solares.

En el ámbito laboral, teniendo en cuenta que, en general, la cantidad de crema que se aplica es inferior a la indicada para garantizar su eficacia protectora (véase apartado "Recomendaciones de uso"), se aconseja seleccionar una crema solar con FPS (30 - 50) o superior, según lo que determine la correspondiente evaluación de riesgos.

A continuación, se exponen el resto de las propiedades de los productos de protección solar que debe declarar el fabricante para facilitar la selección de estos por parte de la persona usuaria o persona empresaria; según lo indicado en la Recomendación de la Comisión Europea de 22 de septiembre de 2006 relativa a la eficacia de los productos de protección solar y a las declaraciones sobre los mismos, las declaraciones sobre la eficacia de los productos de protección solar han de ser sencillas, no ambiguas y se basarán en criterios idénticos, de modo que la persona consumidora pueda elegir el producto para cada exposición y tipo de piel. En particular, se necesita una declaración uniforme sobre la protección frente a la radiación UVA, para que los/as consumidores/as puedan elegir fácilmente un producto que les proteja frente a ambas radiaciones, UVB y UVA. En concreto, un producto de protección solar debe ofrecer una protección frente a la radiación UVA de 1/3 el factor de protección solar (FPS) del producto, cuando esta relación se da el fabricante lo suele indicar con el siguiente marcado sobre el producto:

UVA + UVB

Por otro lado, la categoría de productos de protección solar (véase tabla 3)

**■ Tabla 4 ■ Fototipos de piel y Dosis mínima de exposición (MED), expresada en SED para quemaduras en la piel con y sin adaptación<sup>2</sup>**

Fototipo	MED individual sin adaptación	MED individual con adaptación
I-II	2 SED ( <sup>3</sup> )	5 SED
III-IV	5 SED	12 SED
V	10 SED	60 SED
VI	15 SED	80 SED

Fuente: ICNIRP statement on protection of workers against UV radiation, Health Physics, July 2010

**■ Figura 1 ■ Información proporcionada por un fotoprotector**



**Resistentes al agua y al sudor**

**Protección de amplio espectro**

Garantizan la protección adecuada frente a la radiación UVA y UVB

**SPF**

Es la categoría de protección solar. En el **ámbito laboral**, las cremas deben tener un **SPF 30 o superior**

debe indicarse en la etiqueta de modo al menos tan destacado como el FPS.

Por último, la resistencia al agua es otra propiedad importante que pueden presentar algunos fotoprotectores y que está relacionada con su eficacia:

- *Water resistant*: no pierde su capacidad protectora después de 40 minutos de inmersión en el agua.
- *High water resistant*: no pierde su capacidad protectora después de 80 minutos de inmersión en el agua.

En el ámbito laboral cuando el desarrollo de la actividad implique sudoración, puede ser aconsejable seleccionar cremas o lociones *water resistant* o *high water resistant*.

A modo de ejemplo se muestra en la figura 1 la información de un fotoprotector relacionada con la protección que ofrece.

<sup>2</sup> MED con adaptación, implica 3 semanas de bronceado por exposición a radiación solar sin sufrir quemaduras.

<sup>3</sup> Un SED equivale a 100 J/m<sup>2</sup> exposición a RUV ponderada con el espectro CIE de acción eritemática.

## Recomendaciones de uso para garantizar su eficacia

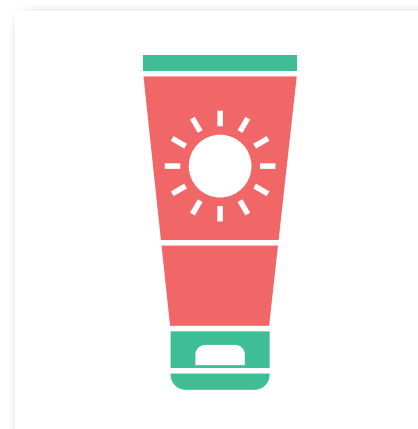
En los productos de protección solar deben figurar instrucciones de empleo para que se aplique a la piel la cantidad suficiente para alcanzar la eficacia declarada del producto. Esto puede hacerse, por ejemplo, indicando la cantidad necesaria mediante un pictograma, una ilustración o un volumen. En los productos de protección solar figurará una explicación de los riesgos que conlleva aplicar una cantidad reducida, como "Atención: la aplicación de menos cantidad conduce a una reducción significativa de la protección". Para garantizar la eficacia del producto durante su uso:

- Se debe aplicar unos minutos antes de exponerse al sol. Siempre se ha dicho que debe ser 30 minutos antes de la exposición solar, sin embargo, últimas investigaciones han demostrado que la estabilización de la absorción del protector es efectiva 10 minutos después de su aplicación.
- Seguir siempre las instrucciones del etiquetado para su aplicación.

- La cantidad necesaria son, aproximadamente, dos líneas extendidas en los dedos para proteger la cara y dos cucharadas para el cuerpo (30 ml).
- Extender el producto de manera uniforme sobre la piel seca.
- Reaplicar el producto al menos cada 2 horas. Siempre después de mojarse, secarse o sudar.

Los productos de protección solar no protegen al 100 % frente a los riesgos derivados de una exposición excesiva a la radiación ultravioleta solar. Además de su uso, deben tomarse otras medidas de protección, como:

- No permanecer mucho rato al sol, aunque se emplee un producto de protección solar.
- Evitar la exposición solar entre las 12 y las 16 horas.
- No olvidar protegerse también los días nublados.
- Todos los tipos de pieles necesitan protegerse del sol.



- Elegir un protector solar apropiado para cada piel y zona del cuerpo (cara, cuerpo, labios, etc.).
- El uso únicamente de crema solar no es suficiente. Protegerse usando también prendas de ropa, sombreros y gafas de sol.
- Beber agua con frecuencia.
- Utilizar cremas hidratantes tras la exposición solar.

## AGRADECIMIENTOS

### José Aguilera Arjona

Doctor, Biólogo e Investigador del Laboratorio de Fotobiología de la Universidad de Málaga.

Coordinador del Grupo Nacional de Fotobiología de la AEDV.

## Referencias bibliográficas

1. Real Decreto 486/2010, de 23 de abril, sobre la protección de la seguridad y salud de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a radiaciones ópticas artificiales. Accesible en: <https://www.boe.es/eli/es/rd/2010/04/23/486/con>
2. Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales. Accesible en: <https://www.boe.es/eli/es/l/1995/11/08/31/con>
3. Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por parte de los trabajadores de equipos de protección individual (modificado por el Real Decreto 1076/2021, de 7 de diciembre). Accesible en: <https://www.boe.es/eli/es/rd/1997/05/30/773/con>
4. Cohen Gómez, Torres Ruiz, "En el trabajo, las cremas de protección solar sí son un EPI más". INSST. Accesible en: <https://www.insst.es/el-instituto-al-dia/cartel-trabajos-en-el-exterior-seleccion-y-uso-de-cremas-de-proteccion-solar>
5. AEMPS "Cómo puedo tomar el sol de forma segura?". Accesible en: <https://www.aemps.gob.es/publicaciones/tripticos-divulgativos/docs/Triptico-Proteccion-Solar.pdf>
6. Blázquez Sánchez, Troya Martín, Guía saludable, guía de buenas prácticas para una exposición saludable, mayo 2021, Agencia Sanitaria Costa del Sol.
7. Organización Mundial de la Salud: Radiación ultravioleta. Accesible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ultraviolet-radiation>
8. AEMET. Interpretación: Radiación ultravioleta (UVI). Accesible en: [https://www.aemet.es/es/eltiempo/prediccion/radiacionuv/ayuda#:~:text=Los%20colores%20utilizados%20son%20el,extremo%20\(superior%20a%2011\)](https://www.aemet.es/es/eltiempo/prediccion/radiacionuv/ayuda#:~:text=Los%20colores%20utilizados%20son%20el,extremo%20(superior%20a%2011))
9. Directiva 76/768/CEE. Accesible en: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:31982L0368&from=MT>
10. Recomendación de la Comisión Europea de 22 de septiembre de 2006 relativa a la eficacia de los productos de protección solar y a las declaraciones sobre los mismos. Accesible en: <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=DOUE-L-2006-81801>
11. BS ISO 17166:1999 Erythema reference action spectrum and standard erythema dose.
12. Blog de la Asociación Española contra el Cáncer

# Dos años de la Ley 10/2021 de trabajo a distancia

**Teresa Álvarez Bayona y María Jesús Otero Aparicio**

Centro Nacional de Nuevas Tecnologías. INSST.

**Iván Martínez del Cerro**

Centro Nacional de Medios de Protección. INSST.

**Jesús Pérez Bilbao y Silvia Termenón Cuadrado**

Centro Nacional de Verificación de Maquinaria. INSST.

*El teletrabajo ha tenido una especial relevancia en los últimos años en España. Este artículo describe algunos factores sociolaborales y demográficos de la población teletrabajadora, analizando cuánto se teletrabaja en España, cómo son las personas teletrabajadoras, cuál ha sido la evolución del teletrabajo y señalando cómo estas características pueden condicionar la implantación del teletrabajo.*

*Por otro lado, se indican los principales factores para que el proceso de integración del teletrabajo en las empresas sea un éxito.*

*Finalmente, se recoge un breve resumen de las indicaciones recogidas en el documento técnico “Orientaciones para la gestión de los aspectos ergonómicos y psicosociales en situación de teletrabajo”, destacando la necesidad de integrar el teletrabajo en el sistema de gestión de prevención de riesgos laborales de la empresa, y, a su vez, en el sistema de gestión de la propia organización.*

## INTRODUCCIÓN

El mundo ha cambiado estos últimos años y, como no puede ser de otro modo, el mundo del trabajo refleja esta evolución.

La crisis sanitaria y sus consecuencias, así como la incertidumbre mundial por los conflictos bélicos, han redibujado la

realidad que ahora se presenta con características muy diferentes que pueden modificar las “reglas de juego” tradicionales.

A este entorno incierto se unen dos factores determinantes:

- el desembarco de la inteligencia artificial (IA) como parte del fenómeno de

digitalización que afecta a toda la sociedad en general y al mundo del trabajo en particular,

- y el incremento exponencial que está experimentando el uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) aplicado al entorno laboral que pone en un primer plano las

nuevas formas de organización del trabajo (NFOT).

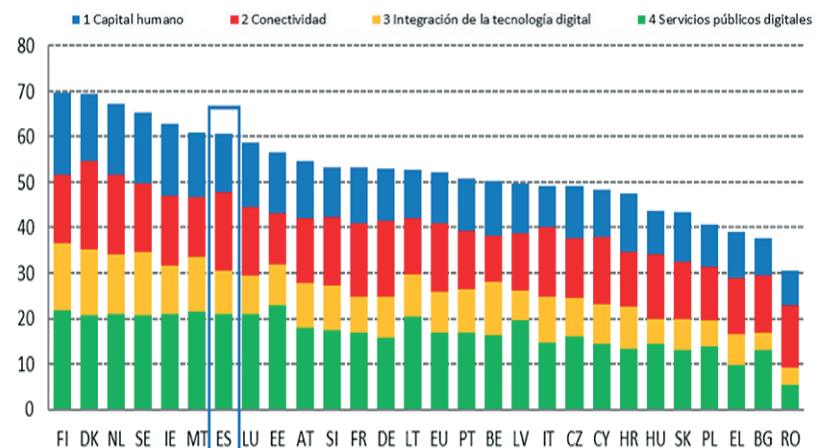
Como es lógico, estos cambios también llegan a la esfera de la seguridad y salud en el trabajo y es importante destacar la incidencia que pueden tener especialmente en los riesgos ergonómicos y psicosociales. La Estrategia Española de Seguridad y Salud en el Trabajo (EESST) 2023-2027 lleva a sus objetivos esta cuestión. Así lo hace en su “Objetivo 2: Gestionar los cambios derivados de las nuevas formas de organización del trabajo, la evolución demográfica y el cambio climático desde la óptica preventiva” y, en concreto, en las líneas de actuación “2.2. Mejora de la información sobre factores de riesgo psicosocial y ergonómico” y “6. Acción especial en salud mental que se contemplan en la Estrategia Española de Seguridad y Salud en el Trabajo (EESST) 2023-2027”.

## ALGUNOS DATOS DEL TELETRABAJO EN ESPAÑA

El estudio “Tecnologías digitales en la empresa” del Observatorio Nacional de Tecnología y Sociedad (ONTSI) de 2023 profundiza en las características de las empresas españolas en relación con el desarrollo digital y analiza “las diferentes tecnologías, servicios digitales y características propias de la transformación digital para obtener una visión detallada del grado de avance de la empresa española en el proceso de transformación digital”. En relación con el trabajo remoto, considera que se deben tener en cuenta dos aspectos relevantes para que se pueda dar: la conectividad y el acceso en remoto a los recursos empresariales.

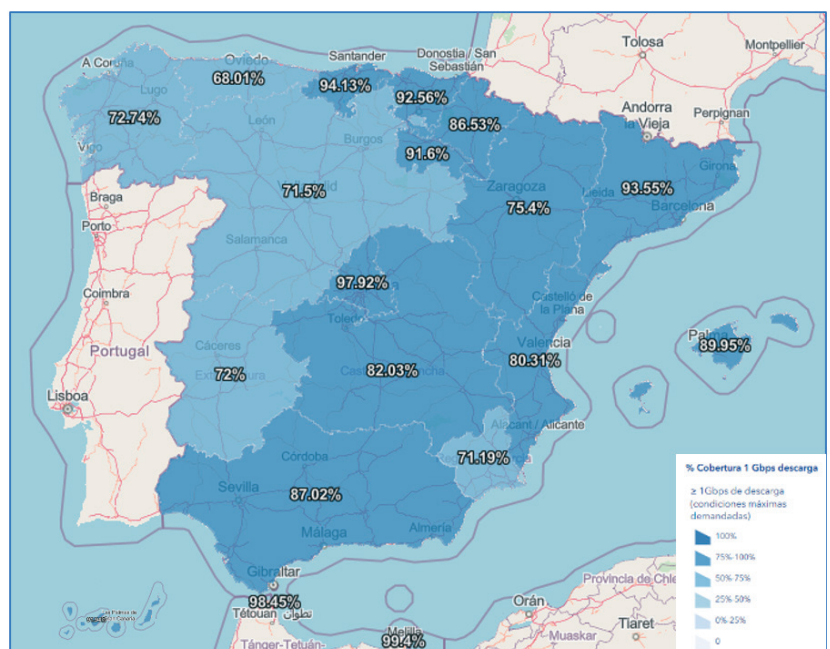
Según el “Índice de la Economía y la Sociedad Digitales (DESI) 2022” España se sitúa en séptimo lugar en la posición global, en la que se tienen en cuenta elementos como el capital humano, la

**Gráfico 1** Índice de la economía y la sociedad digitales (DESI), clasificación de 2022



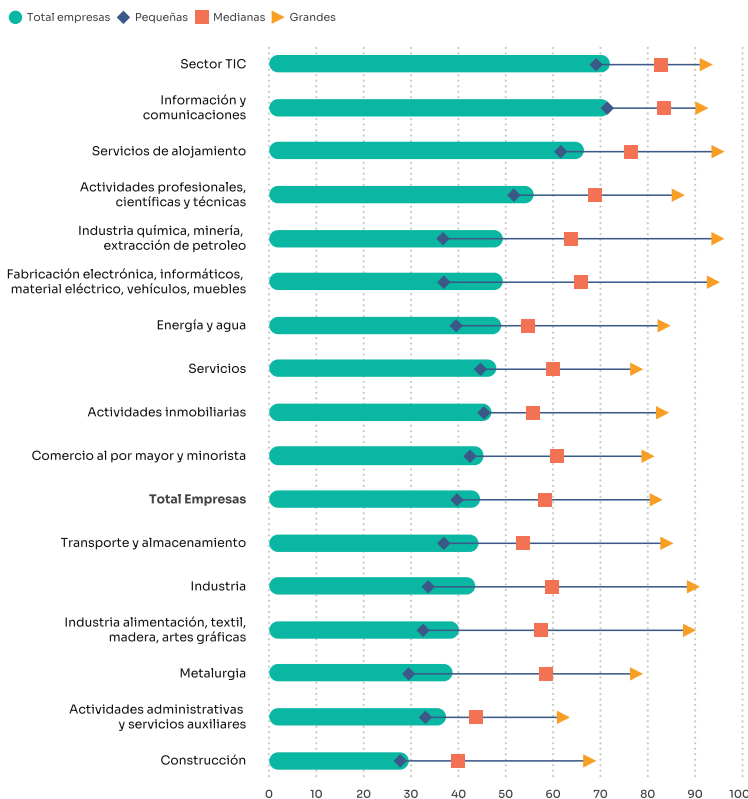
Fuente: Comisión Europea. 2023

**Gráfico 2** Mapa de Cobertura de Banda Ancha (1Gbps) en España 2022





### Gráfico 3 ■ Empresas que facilitan el acceso en remoto a su personal por sector y tamaño (% 2022)



Fuente: ONTSI. Tecnologías digitales en la empresa. 2023

conectividad, la integración de la tecnología digital y los servicios públicos digitales. Sin embargo, si nos fijamos solo en la conectividad, España es el tercer país, por segundo año consecutivo (gráfico 1 y 2).

El porcentaje de empresas españolas que posibilitaron el acceso en remoto a los recursos corporativos en 2022 fue del 82 %, según el estudio “Tecnologías digitales en la empresa” de 2023, aunque este porcentaje desciende al 46 % en el caso de las microempresas (dentro de las pequeñas empresas, son las que tienen menos de 10 personas trabajadoras). Es importante señalar las grandes diferencias existentes en función de la actividad principal (gráfico 3).

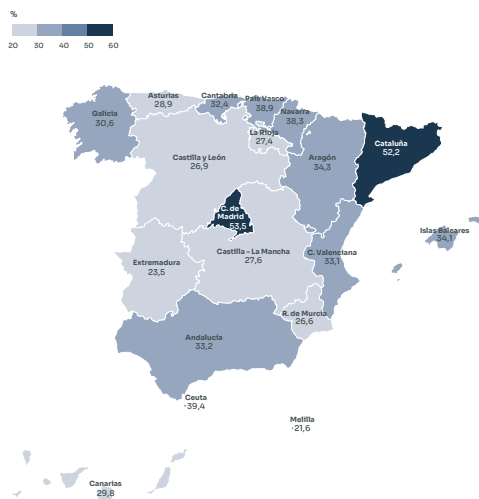
La conectividad y el acceso remotos son elementos esenciales para el trabajo remoto, no obstante, existen otros factores que limitan la implantación del teletrabajo.

En España existen grandes diferencias territoriales en relación con el teletrabajo ya que su implantación está estrechamente relacionada con la estructura económica de cada comunidad autónoma y de las posibilidades de ofrecer empleo en uno u otro sector, de ahí que la Comunidad de Madrid y Cataluña destaquen con relación al resto del territorio (gráfico 4).

Hace tan solo tres años, los telediaros y los periódicos afirmaban de manera categórica que “el teletrabajo había venido para quedarse”.

Pero la realidad actual del teletrabajo en España no se corresponde con las previsiones que en su momento se hicieron. A principios de 2020 en España se teletrabajaba menos que en otros países miembros de la Unión Europea (UE), solamente el 7,3 % trabajaba a diario desde casa, frente a países con el doble de teletrabajadores como Francia, con el 14 % (gráfico 5).

### Gráfico 4 ■ Empresas que permiten el teletrabajo a sus empleados por CC AA (% 2022)



Fuente: ONTSI. Tecnologías digitales en la empresa. 2023

ASÍ SERÁ TRABAJAR A DISTANCIA (I) · Tribuna

## Teletrabajo, un miembro más de la familia que ha venido para quedarse



Ministra de Trabajo, Yolanda Díaz, EFE

22-Sep-20  
El Mundo

TELETRABAJO >

## El teletrabajo no ha venido para quedarse

La ley que reguló por primera vez este modelo para proteger a los trabajadores se ha convertido en un freno para su implantación porque las empresas consideran que les exige demasiadas cargas

07-11-21  
El Mundo

A FONDO >

## ¿Por qué sigue fracasando el teletrabajo en España?

Lo único que explica el retraso en la adopción del trabajo a distancia en nuestro país es la cultura presentista instalada en la mayoría de los empresarios

31-01-22  
El País

13-03-23  
La Vanguardia

TELETRABAJO >

## El teletrabajo pierde fuelle frente al presencialismo

El porcentaje de personas que trabajan más de la mitad de su jornada a distancia cae en el segundo trimestre de 2021, aunque se mantiene por encima de las cotas previas a la pandemia

14-07-21  
El País

CONFLICTO EN LA OFICINA

## Tres años después, el teletrabajo es más un deseo que una realidad

V+

• El confinamiento implantó de la noche a la mañana el empleo no presencial y 'enganchó' a muchos. Ahora es un factor clave para aceptar un puesto y un foco de tensión en muchas empresas

• Según datos del Ministerio de Asuntos Económicos, el teletrabajo fue reduciéndose a lo largo de 2022. El ocasional pasó del 13,6% al 12,5% y el habitual del 7,9% al 6,4%

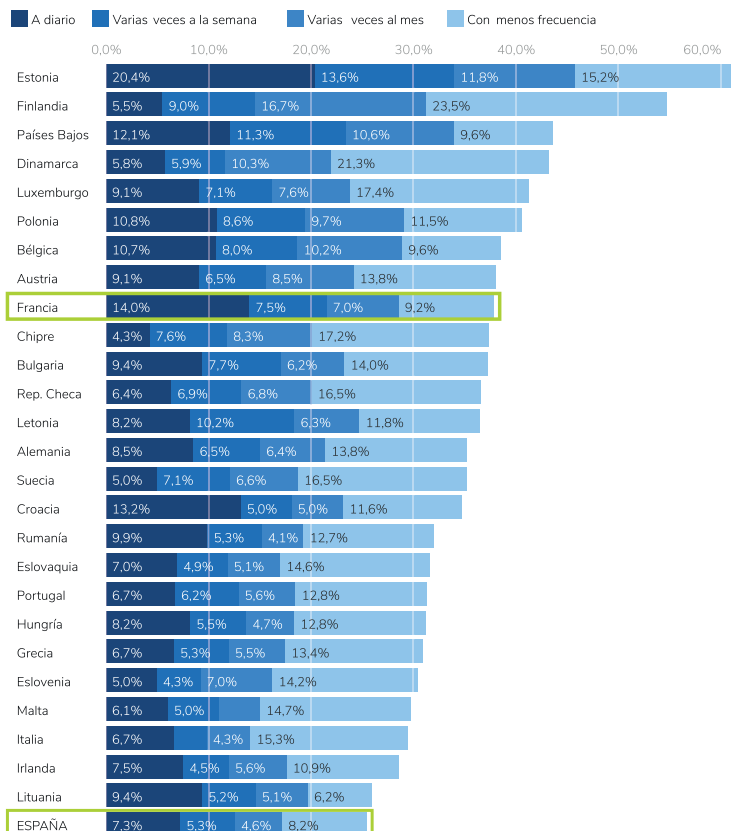
Las fuerzas de causa mayor derivadas de la pandemia arrojaron cifras de personas trabajando desde casa nunca vistas hasta la fecha, impulsadas por una circunstancia exterior, imprevisible e inevitable que modificó la prestación de servicios de muchas personas trabajadoras.

De este modo, España pasó de ser el último país de los 27 de la UE en incidencia del teletrabajo a escalar 10 puestos en solo unos meses (gráfico 6).

No obstante, superados los meses de confinamiento, la tendencia del teletrabajo es a disminuir, aunque se sitúa en valores superiores a los de 2019: actualmente teletrabaja<sup>1</sup> en torno al 13 % de la población ocupada (alrededor de 2.600.000 personas) frente a algo más del 8 % de 2019 (aproximadamente 1.600.000 personas) (gráfico7).

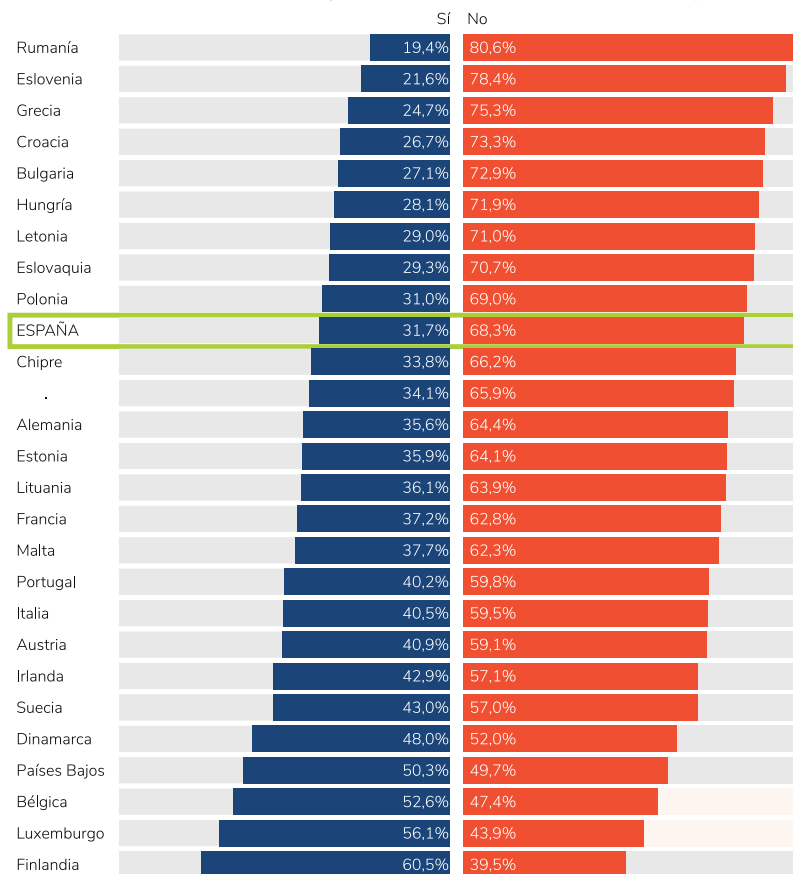
1 Personas ocupadas que trabajan en su domicilio particular ocasionalmente o más de la mitad de los días.

■ Gráfico 5 ■ Porcentaje de población adulta que había teletrabajado antes de la pandemia



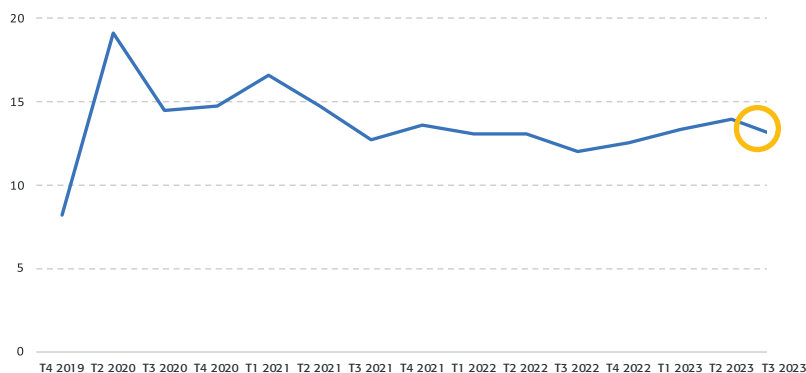
Fuente: ONTSI. El teletrabajo en España. Antes, durante y después de la pandemia. 2022

**Gráfico 6** ■ **Porcentaje de población adulta que Sí/No empezó a teletrabajar como consecuencia de la pandemia**



Fuente: ONTSI. El teletrabajo en España. Antes, durante y después de la pandemia. 2022

**Gráfico 7** ■ **Evolución del teletrabajo en España (3T 2019-3T 2023)**



## ¿CÓMO SON LAS PERSONAS QUE TELETRABAJAN?

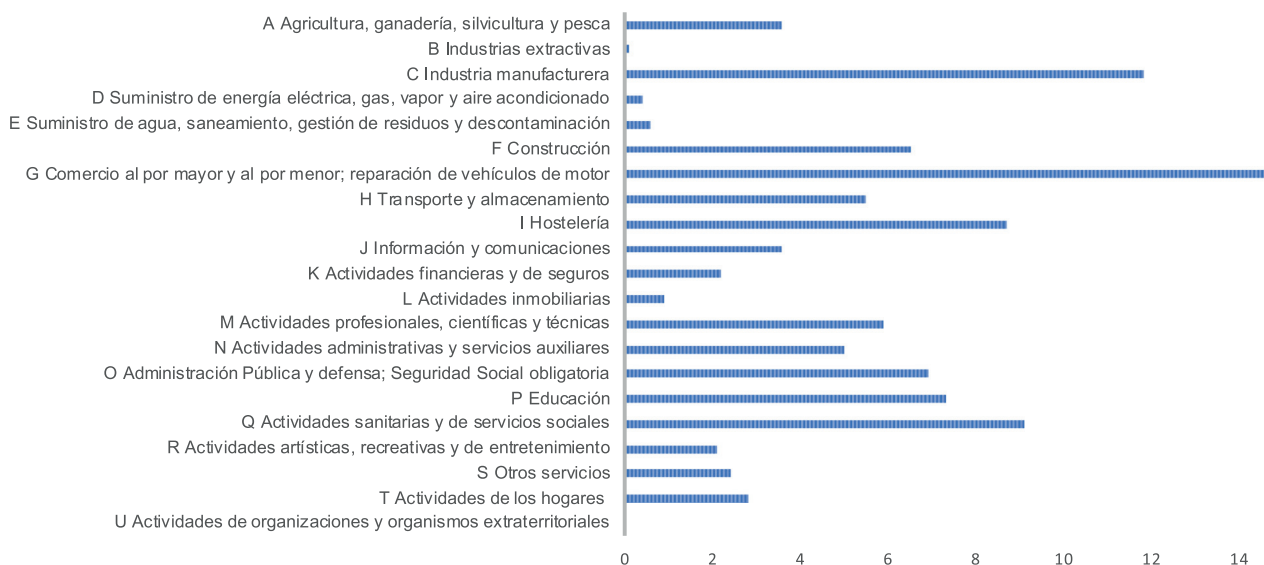
Las características poblacionales y socio-demográficas del conjunto de la población ocupada que teletrabaja son diversas. Además de las características del propio trabajo a desempeñar, es fundamental analizar factores como la edad o las características del entorno disponible para determinar la adscripción a esta modalidad de organización del trabajo. Por ello, es importante ver qué volumen de trabajadores y trabajadoras hay detrás de los distintos sectores de actividad para ver la cantidad de personas susceptibles de teletrabajar (gráfico 8).

Es una evidencia que dentro de estos grandes sectores por rama de actividad existen puestos de trabajo con tareas que se pueden realizar en teletrabajo. Así, si el desempeño en trabajo a distancia no puede ser total, se podrían identificar las tareas susceptibles de realizarse fuera de la oficina o lugar de trabajo, para organizar el tiempo y valorar las posibilidades de realizar estas tareas en teletrabajo.

Esta idea se refuerza analizando los datos de la "Encuesta sobre equipamiento y uso de tecnologías de información y comunicación en los hogares 2021" en la que se identifican los sectores de actividad en los que se posibilita más acceder al teletrabajo. Es evidente que muchas de las tareas que se realizan en el sector servicios, asistencial, transporte o del sector primario son difíciles o imposibles de realizar en teletrabajo. La estructura empresarial actual, en la que el sector servicios tiene un elevado número de trabajadores y trabajadoras, puede ser una justificación para algunos analistas de la baja implantación del teletrabajo en España (gráfico 9).

Según la "Encuesta sobre equipamiento y uso de tecnologías de información y

■ Gráfico 8 ■ Distribución de la población ocupada en el 2º trimestre 2023 por rama de actividad

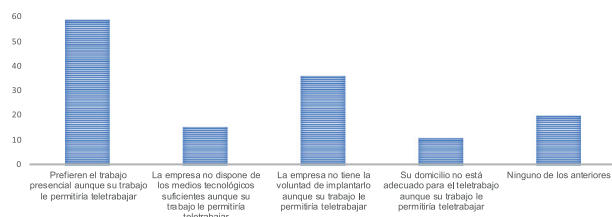


■ Gráfico 9 ■ Porcentaje de personal trabajador que teletrabaja según la rama de actividad

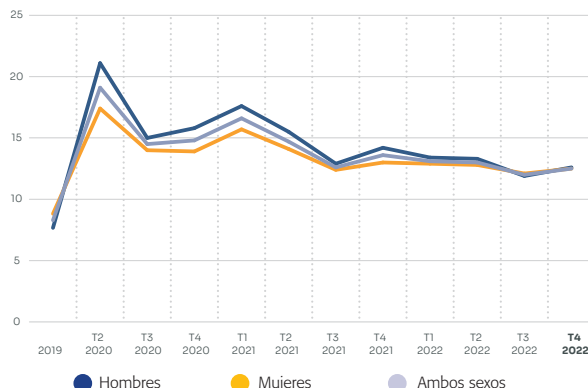




**Gráfico 10** ■ Motivos declarados por los que no se teletrabaja, aunque su trabajo se lo permite (%)

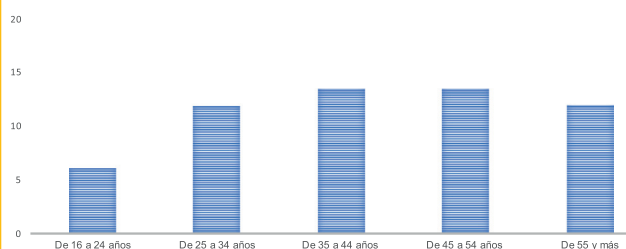


**Gráfico 11** ■ Evolución del teletrabajo por sexo (2019-2022)

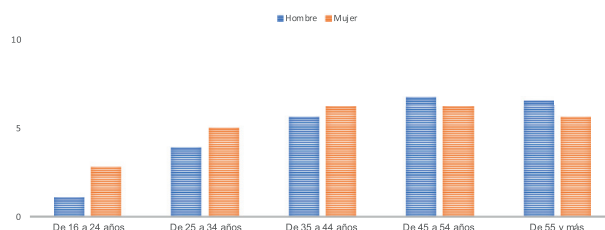


Fuente: ONTSI. Datos de teletrabajo 2022

**Gráfico 12** ■ Prevalencia del teletrabajo total por grupos de edad 2022



**Gráfico 13** ■ Prevalencia del teletrabajo total por grupos de edad y sexo 2022



comunicación en los hogares 2021” realizada por el Instituto Nacional de Estadística (INE), de las personas con un trabajo que les permitía teletrabajar, el 17,4 % no lo han hecho.

A la hora de analizar los motivos, destaca que casi el 60 % no se acogió al teletrabajo porque prefieren el trabajo presencial y que el 35 % de las empresas no demuestran voluntad de implantar el teletrabajo (gráfico 10).

Para analizar en profundidad la situación de la implantación del teletrabajo, sería conveniente estudiar las características de las personas que

están detrás de estos datos. Analizar variables sociodemográficas y laborales como el sexo y la edad pueden acercarnos al perfil de las personas teletrabajadoras.

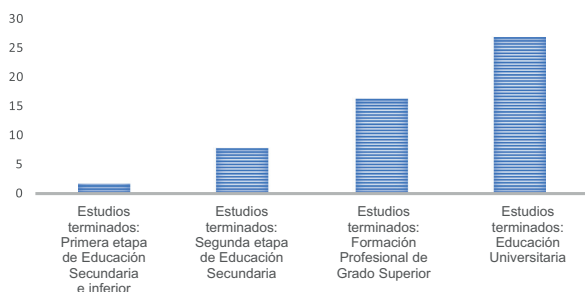
Cuando se decretó el estado de alarma, la incidencia de teletrabajo era casi testimonial, como se ha visto, y teletrabajaban más hombres que mujeres. La pandemia invirtió esta realidad, se estableció una diferencia de género importante y un 5 % más de mujeres que de hombres pasó a teletrabajar (gráfico 11). Cabe pensar que uno de los principales motivos es la asociación de los cuidados en el entorno familiar a las

mujeres junto con el desempeño de puestos de trabajo en sectores de actividad con mayor acceso al teletrabajo como son la administración o la educación. Sin embargo, estas diferencias entre ambos sexos actualmente están casi cerradas.

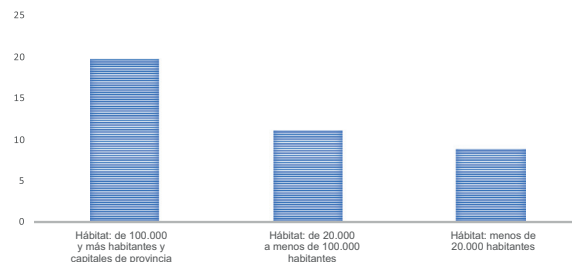
Actualmente no se puede considerar la edad como una barrera de acceso al teletrabajo para los mayores de 25 años según los datos agrupados (gráfico 12).

Sin embargo, si separamos por sexo cada una de las franjas de edad la realidad es algo diferente, las mujeres teletrabajan

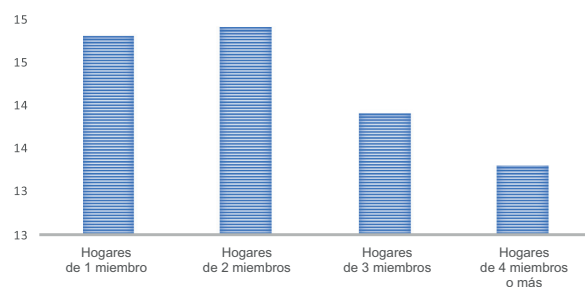
**Gráfico 14** Incidencia del teletrabajo en función del nivel de estudios



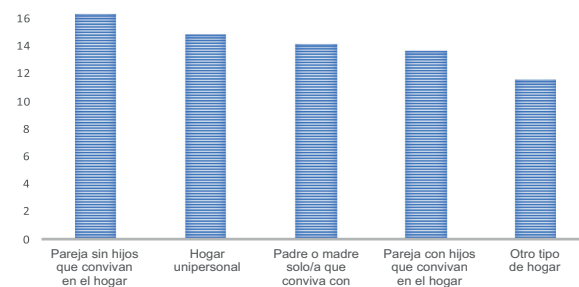
**Gráfico 15** Incidencia del teletrabajo en función del tamaño del hábitat



**Gráfico 16** Incidencia del teletrabajo en función del tamaño del hogar



**Gráfico 17** Incidencia del teletrabajo en función del tipo de hogar



más que los hombres hasta los 44 años. Estos datos podrían estar también relacionados con la asociación de los cuidados en el entorno familiar a las mujeres (gráfico 13).

Otra variable que parece decisiva a la hora de acceder al teletrabajo es el nivel de estudios: a mayor nivel de estudios más porcentaje de teletrabajo en el puesto desempeñado (gráfico 14).

Por otro lado, el porcentaje de personas que teletrabajan parece estar muy condicionado también por el tamaño del hábitat, a pesar de tener unas

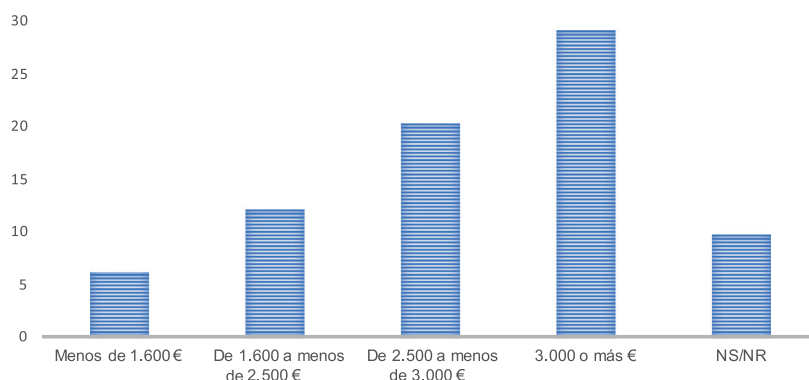
cifras muy altas en conectividad, el acceso al teletrabajo desde las zonas menos pobladas es menor (gráfico 15). De este modo, las personas que teletrabajan en localidades de menos de 20.000 habitantes son menos de la mitad que las que teletrabajan desde poblaciones de 100.000 habitantes o más (o capitales de provincia).

Sin embargo, el número de miembros que compone la unidad familiar no parece ser decisivo a la hora de acceder a teletrabajar, aunque se percibe menor incidencia a medida que el hogar tiene más miembros (gráfico 16).

Otra variable destacada es el tipo de hogar, puesto que la incidencia del teletrabajo se reduce si en el hogar conviven los hijos (tanto si se trata de un hogar monoparental o pareja con hijos) frente a los hogares en los que no hay hijos (gráfico 17).

Del mismo modo, los ingresos mensuales netos del hogar al que se pertenece también señalan importantes diferencias, a mayor nivel de renta mayor incidencia del teletrabajo, llegando a multiplicar por 5 la incidencia del teletrabajo en hogares donde los ingresos son 3.000 euros o más en relación con los

■ **Gráfico 18** ■ **Incidencia del teletrabajo en función de los ingresos mensuales netos del hogar**



hogares de menos de 1.600 euros (gráfico 18).

## IMPLANTACIÓN DEL TELETRABAJO: FACTORES DE ÉXITO

Implantar el teletrabajo en una empresa u organización es un reto importante también desde el punto de vista preventivo, pero es preciso ser conscientes de que, la mayoría de las empresas que han emprendido este camino o que lo van a hacer, parten de una situación privilegiada: poder diseñar, planificar e implantar el teletrabajo desde cero y, por tanto, dedicar esfuerzos y recursos a un diseño del teletrabajo adecuado y saludable desde el punto de vista preventivo. Esta situación posibilita hacer prevención en la fase de diseño y, por tanto, hacer prevención primaria.

Además, para tener éxito en la gestión mediante una forma diferente de organizar el trabajo se requiere la implicación de todas las partes involucradas, desde la alta dirección hasta la representación legal de los trabajadores y trabajadoras, los mandos intermedios, el personal susceptible de teletrabajar, recursos humanos, el departamento de informática, el área de

compras, el servicio de prevención de riesgos laborales, etc. Del mismo modo, la estrategia preventiva ha de adecuarse al nuevo panorama, hacer valer los recursos existentes para gestionar los riesgos ya conocidos (herramientas de evaluación, estrategias de medición, etc.) y adoptar posturas innovadoras cuando los riesgos emergentes han de ser gestionados (tecnostrés, ciberacoso, trastornos musculoesqueléticos (TME) asociados a nuevas tecnologías, conciliación de la vida laboral con la vida personal y familiar, etc.). Se han de abordar también cuestiones importantes como la implantación de la desconexión digital, la integración de la perspectiva de género, la adecuada gestión de la diversidad generacional, la adecuación de los planes de formación a las nuevas necesidades, definir y negociar el Acuerdo de Trabajo a Distancia (ATD), etc.

Las empresas han de abordar el teletrabajo con un enfoque integrador en el que se analice:

- la organización, la planificación y su capacidad para abordar el cambio;
- los recursos relacionados con los espacios de trabajo como las herramientas técnicas y tecnológicas, políticas y procesos;

- el liderazgo, la cultura organizativa, el perfil de los mandos intermedios y el tipo de liderazgo a ejercer; y
- la forma de trabajar, la gestión de los lugares y los tiempos de trabajo, la productividad, la planificación por objetivos, el desempeño y las relaciones con la clientela (tanto interna como externa).

Es importante destacar que el teletrabajo no es una fuente de riesgo en sí, sino que, al ser una forma más de organizar el trabajo, puede provocar efectos no deseados ni esperados en el personal. Esta situación se produce cuando el proceso de implantación del teletrabajo no se hace adecuadamente y tampoco se establecen las medidas preventivas correspondientes y los sistemas de control apropiados.

Para ello el teletrabajo debe ser planificado y valorar cómo se va a desarrollar en cada ámbito organizativo el ATD y sus contenidos mínimos, prever las capacitaciones necesarias para los mandos y para las personas trabajadoras, definir el cronograma de implantación, diseñar un adecuado plan de formación e información, etc.

## ¿QUÉ OFRECE EL INSST? RECURSOS TÉCNICO-PREVENTIVOS

El teletrabajo, como forma de organizar el trabajo, no es una opción nueva dentro de las empresas y organizaciones y, por lo tanto, tampoco lo es para la prevención de riesgos laborales en general y los riesgos ergonómicos y psicosociales en particular.

El INSST, ya en el año 1996, publicaba la "NTP 412: Teletrabajo: criterios para su implantación" y al año siguiente el estudio

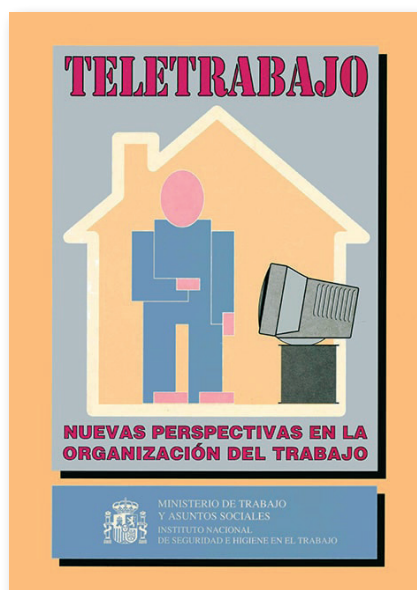
técnico “Teletrabajo. Nuevas perspectivas en la organización del trabajo” con un enfoque global sobre cómo gestionar el teletrabajo en las empresas.

Más recientemente se publica la “NTP 1122: Las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) (I): nuevas formas de organización del trabajo” en la que se analiza el impacto positivo y negativo de uso de las TIC en el ámbito laboral y la “NTP 1123: Las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) (II): factores de riesgo psicosocial asociados a las nuevas formas de organización del trabajo” desde una perspectiva específica de exposición a riesgos psicosociales.

Así mismo, se publica en el año 2021 la “NTP 1165: Teletrabajo, criterios para su integración en el sistema de gestión de la SST” en la que se pretende “facilitar la identificación de los elementos diferenciales del teletrabajo para poder integrar su gestión como una actividad más dentro del sistema preventivo”.

Finalmente, en el año 2022, se publica el documento técnico “Orientaciones para la gestión de los aspectos ergonómicos y psicosociales en situación de teletrabajo”, en el que se “ofrece un marco técnico-preventivo actualizado, conforme a la reglamentación vigente sobre las acciones básicas para llevar a cabo una gestión integrada del teletrabajo en empresas y organizaciones, con especial énfasis en su diseño, planificación e implantación, así como el abordaje efectivo de los potenciales riesgos ergonómicos y psicosociales asociados a esta forma de organización del trabajo”.

Por otro lado, el INSST ofrece en los últimos años en su programa anual de formación, actividades formativas relacionadas con el ámbito de la digitalización, el teletrabajo o la desconexión digital de



manera *online*, para llegar al mayor número de agentes interesados.

## DOCUMENTO TÉCNICO “ORIENTACIONES PARA LA GESTIÓN DE LOS ASPECTOS ERGONÓMICOS Y PSICOSOCIALES EN SITUACIÓN DE TELETRABAJO”

El verdadero éxito de un proceso de implantación de teletrabajo en cualquier empresa u organización reside en su capacidad para generar condiciones de trabajo adecuadas y protectoras de la seguridad y salud de las personas trabajadoras. Para ello, se ha de integrar en el sistema de gestión de prevención de riesgos laborales de la empresa y, a su vez, en el sistema de gestión de la propia organización.

A este propósito pretende contribuir la publicación citada que se detalla a continuación.

En la **primera parte** del documento se plantea el teletrabajo en el marco de la prevención de los riesgos laborales integrado en el sistema de gestión de riesgos laborales. Para ello, se analiza el marco



normativo de referencia en vigor (Ley 10/2021), se examinan las diferentes situaciones que se pueden dar conforme al concepto de regularidad y se estudian los diferentes tipos de teletrabajo en función de su intensidad (cuadro 1).






Así mismo, consiste en identificar tanto los aspectos comunes como diferenciadores de la gestión de los riesgos ergonómicos y psicosociales en entorno de teletrabajo, se analizan las características que son extrapolables del trabajo presencial al teletrabajo y los elementos novedosos que habrá que considerar.

Para materializar la oportunidad de realizar una gestión adecuada de los riesgos en las situaciones de teletrabajo, se propone que la gestión preventiva de los riesgos ergonómicos y psicosociales en el entorno de teletrabajo se centre en estos 6 aspectos (cuadro 2).

En la **segunda y tercera parte** del documento se analizan los riesgos ergonómicos y psicosociales en particular: se identifican los factores de riesgo desde el entorno del teletrabajo, se hacen propuestas para la evaluación, se exponen las consecuencias de la exposición a estos riesgos y se plantean medidas preventivas.



**■ Cuadro 1 ■ Ejemplo de graduación de los puestos de trabajo preventivos en relación con el teletrabajo**

Presencial tiempo completo	Híbrido o mixto: porcentaje de trabajo a distancia			A distancia tiempo completo
	No regular	Regular		
100%	< 30%	Baja intensidad 30% - 40%	Intensidad alta 41% - 99%	100%
				

Es importante tener en cuenta que existen factores ergonómicos que el teletrabajo configura y transforma y cuando son inadecuados pueden convertirse en factores de riesgo (cuadro 3).

Del mismo modo, es importante tener en cuenta que existen factores psicosociales que el teletrabajo configura y transforma pudiendo convertirse en factores de riesgo (cuadro 4).

**■ Cuadro 2 ■ Aspectos de la gestión preventiva en entorno de teletrabajo**



En la última parte del documento se recogen 6 anexos cuya finalidad es ayudar a la recogida de la información necesaria para gestionar los riesgos ergonómicos y psicosociales asociados al teletrabajo. Es importante indicar que estos anexos no sustituyen en ningún caso a la evaluación de riesgos y han de adaptarse a las características de cada empresa (cuadro 5).

## CONCLUSIONES

Actualmente en España el 82 % de las empresas posibilitan el acceso remoto a los recursos corporativos a su plantilla. Sin embargo, solo el 39 % de las empresas permite teletrabajar. Esta situación se traduce en que solo un 13 % de la población ocupada teletrabaja, por lo que en España

**■ Cuadro 3 ■ Factores ergonómicos en teletrabajo y algunos ejemplos (listado no exhaustivo)**

CARGA FÍSICA:	Postura y movimientos repetidos	Equipo y mobiliario (pantalla, asiento, superficies)	Diseño físico y espacio de trabajo
CONDICIONES AMBIENTALES:	Iluminación	Ambiente térmico	Ruido
CARGA MENTAL:	Exigencia de la tarea	Programas informáticos	Pausas y descansos

**■ Cuadro 4 ■ Factores psicosociales en teletrabajo**

Tiempo de trabajo	Autonomía	Carga de trabajo cuantitativa	Carga de trabajo cualitativa
Demandas psicológicas	Variedad Contenido	Participación Supervisión	Interés por el trabajador Compensación
Desempeño de rol	Relaciones y apoyo social	Conciliación de la vida laboral	Equipos de trabajo Medioambiente

no se está dando una implantación masiva del teletrabajo, aunque la situación ha cambiado mucho en los 3 últimos años (gráfico 19).

Hay muchas barreras que pueden estar contribuyendo a esta situación. Hemos visto que elementos como la actividad principal de la empresa, la desigual distribución de los sectores de actividad por el territorio nacional y las diferentes motivaciones del personal son factores que pueden justificar estas cifras.

Para comprender a fondo esta situación se debe conocer cómo se está implantado el teletrabajo en España por lo que es necesario establecer los canales e indicadores adecuados que sirvan para estudiar:

- cómo se desarrolla este proceso y quiénes participan (dirección, recursos humanos, servicio de prevención, representación sindical, departamento de compras, etc.);
- cuál es la modalidad de teletrabajo que más se ofrece por parte de las empresas y qué porcentaje de personas trabajadoras hay en teletrabajo fuera de lo que regula la Ley (menos de un 30 % de la jornada semanal, teletrabajo no regular);
- cuáles son los problemas preventivos más importantes (hacer la evaluación de riesgos, proponer medidas preventivas adecuadas, etc.);
- cuántos ATD se han firmado y cuál es el contenido, si solo se recoge lo que indica la Ley o incluyen más aspectos;
- cómo se lleva a cabo la negociación colectiva y si se recoge en el convenio colectivo del sector o de la empresa;

## ■ Cuadro 5 ■ Listado de anexos

Anexo 1. Aspectos básicos a considerar en el diseño del teletrabajo

Anexo 2. Listado de fuentes de información

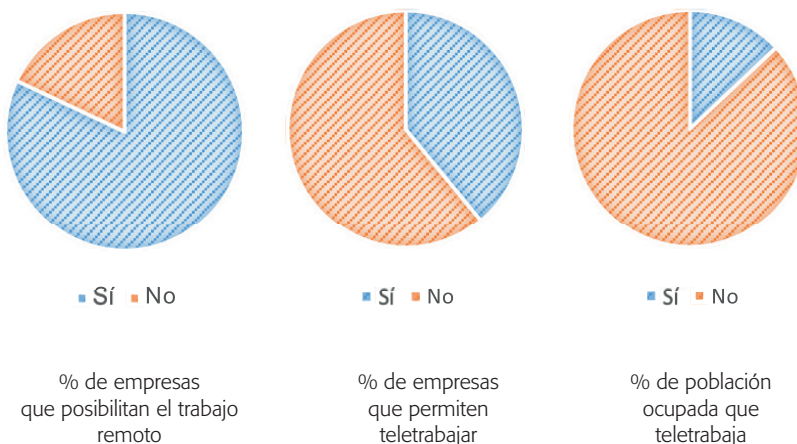
Anexo 3. Lista de verificación e identificación de factores de riesgo ergonómico en situación de teletrabajo

Anexo 4. Cuestionario de evaluación subjetiva sobre condiciones de iluminación en el puesto de trabajo

Anexo 5. Lista de cuestiones a considerar en relación con los factores de riesgo psicosocial en situación de teletrabajo

Anexo 6. Cuestiones que puede incluir el plan de formación implantado en situación de teletrabajo

## ■ Gráfico 19 ■ Datos de diferentes porcentajes relacionados con el teletrabajo en 2022



- cuál es el papel real de los representantes de los trabajadores y trabajadoras, si son consultados o simplemente informados de la implantación del teletrabajo y en qué condiciones;
- cuáles son los temas de la normativa que generan dudas y controversia;
- el impacto que tiene en la vida de las personas teletrabajadoras: niveles de satisfacción con esta forma de organizar el trabajo, cómo afecta a la conciliación de la vida laboral y personal, etc.;
- la valoración de la exposición a los riesgos existentes (si ha aumentado o no);

- cómo gestionan las empresas los nuevos riesgos derivados de la implantación del teletrabajo;
- cómo actúa la Inspección de Trabajo y Seguridad Social (ITSS) en materia de teletrabajo, si hacen visitas específicas, si se hacen requerimientos, de qué tipo son los incumplimientos, etc.

La Ley 10/2021 de trabajo a distancia tiene impacto en otras esferas más allá de las empresas. En el ámbito de la investigación, las universidades y los colegios profesionales están estudiando el impacto de esta nueva forma de organización del trabajo, tanto para las personas trabajadoras como para las empresas y la sociedad en general. Los servicios de prevención están

adaptándose para cubrir las necesidades de las demandas de las empresas, adecuando las herramientas y los procesos para abordar el teletrabajo en las evaluaciones de riesgo y la gestión de la prevención además de proporcionar la cobertura legal obligatoria. Las organizaciones sindicales están haciendo seguimiento de la implantación en las empresas, ofreciendo formación y asesoramiento a los/as representantes.

En definitiva, es necesario establecer el escenario que permita hacer seguimiento a la implantación de teletrabajo en el marco de la Ley 10/2021 de trabajo a distancia con el objetivo de ir proporcionando soluciones a los problemas que se vayan identificando y mejorar la calidad de vida de las personas que teletrabajan. ●

## ■ Referencias bibliográficas ■

1. Comisión Europea, 2023. [Índice de la Economía y la Sociedad Digitales \(DESI\) 2022. España.](#)
2. INSHT, 1996. [NTP 412: Teletrabajo: criterios para su implantación.](#)
3. INSHT, 1997. [Teletrabajo. Nuevas perspectivas en la organización del trabajo.](#)
4. INSSBT, 2018. [NTP 1122: Las Tecnologías de la Información y la Comunicación \(TIC\) \(I\): nuevas formas de organización del trabajo.](#)
5. INSSBT, 2018. [NTP 1123: Las Tecnologías de la Información y la Comunicación \(TIC\) \(II\): factores de riesgo psicosocial asociados a las nuevas formas de organización del trabajo.](#)
6. INSST. 2021. [NTP 1165: Teletrabajo: criterios para su integración en el sistema de gestión de la seguridad y salud en el trabajo.](#)
7. Instituto Nacional de Estadística, 2022. [Encuesta sobre equipamiento y uso de tecnologías de información y comunicación en los hogares 2021.](#)
8. Instituto Nacional de Estadística, 2023. [Encuesta sobre equipamiento y uso de tecnologías de información y comunicación en los hogares 2022.](#)
9. [Ley 10/2021, de 9 de julio, de trabajo a distancia.](#) Boletín Oficial del Estado, núm. 164, de 10/07/2021.
10. Instituto Nacional de Estadística. [Encuesta de población activa 2019, 2020, 2021, 2022 y 2023.](#)
11. ONTSI, 2022. [Flash datos de teletrabajo. Primer trimestre de 2022.](#)
12. ONTSI, 2022. [Radiografía del trabajo a distancia. Preferencias y posibilidades de la sociedad española.](#)
13. ONTSI, 2022. [Datos de Teletrabajo.](#)
14. ONTSI, 2022. [El teletrabajo en España. Antes, durante y después de la pandemia.](#)
15. ONTSI, 2023. [Tecnologías digitales en la empresa.](#)
16. INSST, 2023. [Estrategia Española de Seguridad y Salud en el Trabajo \(EESST\) 2023-2027.](#)

# Estrés laboral, salud mental y suicidio en las Fuerzas y Cuerpos de Seguridad

**Capitán de la Guardia Civil Tomás García Castro**

Jefe de la Oficina de Prevención de Riesgos Laborales de la 5ª Zona/Comandancia de la Guardia Civil. Murcia. España

*El colectivo de las fuerzas y cuerpos de seguridad (FCS) está expuesto, según diferentes estudios, a significativos factores de riesgo por estrés, tanto inherentes a las tareas de carácter policial como de tipo organizacional. El presente artículo hace una revisión de algunos de dichos estudios, incluyendo varios que analizan factores propios de la denominada “cultura policial” (subcultura del peligro y la violencia, exposición constante al trauma, compromiso y sistema de valores policiales, aislamiento social, pesimismo, uso de armas de fuego, reticencia a pedir ayuda, etc.) que pudieran convertir al personal de los cuerpos policiales en especialmente vulnerable a sufrir problemas de salud mental y, en el peor de los casos, a suicidarse. Se presentan, además, cifras sobre el número de suicidios en las fuerzas y cuerpos de seguridad del Estado en España, así como otros datos de interés sobre dichas autolisis para, finalmente, formular, por primera vez y como parte novedosa del artículo, una aproximación al “árbol de causas” de un caso de suicidio policial con causas laborales primarias. Para ello se utiliza la metodología descrita en el documento divulgativo “Investigación de accidentes por el método del árbol de causas”, publicado por el Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST) en 2012 [1]. Como propuesta de futuro, se exponen una serie de medidas preventivas con el objetivo de contribuir a la mejora de la actual situación del problema planteado.*

## INTRODUCCIÓN

La salud mental es un derecho fundamental y universal del ser humano, además de un elemento esencial para su desarrollo personal, comunitario y

socioeconómico. La Organización Mundial de la Salud (OMS) la define como “un estado de bienestar en el cual cada individuo desarrolla su potencial, puede afrontar las tensiones de la vida, puede trabajar de forma productiva y fructífera,

y puede aportar algo a su comunidad” [2].

Como derecho humano básico, todas las personas tienen derecho a gozar del grado más alto posible de salud mental, a



## ■ Imagen 1 ■ Imagen de portada del libro “Regresar vivo a casa. La prevención de riesgos laborales en los cuerpos de policía (García Castro, 2021)”\*



\*En esta imagen, sobre la base de la icónica fotografía “Almuerzo sobre un rascacielos”, se representan agentes de todas las FCS existentes en España sentados sobre una viga, a gran altura y sin medidas de seguridad.

pesar de lo cual, según datos de la propia OMS, una de cada ocho personas en el mundo padece algún problema de salud mental, lo que puede repercutir en su salud física, su bienestar, su relación con los demás y sus medios de subsistencia [3].

En el ámbito laboral, la OMS señala que los entornos de trabajo seguros y sanos no solo son un derecho fundamental, sino que también tienen más probabilidades de minimizar la tensión y los conflictos y mejorar la fidelización del personal, su rendimiento y su productividad [4].

Los problemas de salud mental son una de las posibles consecuencias derivadas de los riesgos psicosociales en el trabajo. Según la Inspección de Trabajo y Seguridad Social (ITSS), los más reconocidos entre estos últimos “son, entre otros, el estrés, la violencia y el acoso en el trabajo” [5].

El INSST define los factores de riesgo psicosocial, en su nota técnica de prevención NTP 926, como “aquellas condiciones presentes en una situación de trabajo, relacionadas con la organización, el contenido y la realización del trabajo susceptibles de afectar tanto al bienestar y la salud (física, psíquica o social) de los trabajadores como al desarrollo del trabajo” [6].

Para el estudio de los factores psicosociales y el estrés laboral existen, según abunda dicha NTP, distintos enfoques teóricos. Un elemento común a todos ellos es la relación mutua entre el contexto laboral y la persona, dado que “los problemas sobre la salud aparecen cuando las exigencias del trabajo no se adaptan a las necesidades, expectativas o capacidades del trabajador” [6].

La Psicología es la disciplina técnica de la prevención de riesgos laborales (en adelante PRL) que se ocupa de las

condiciones de trabajo relacionadas con la organización del trabajo, con el contenido y la ejecución de las tareas y con las relaciones interpersonales y los contextos en los que se desarrolla el trabajo.

Cuando estas condiciones de trabajo están diseñadas o implantadas de manera inadecuada o deficiente, se convierten en factores de riesgo psicosocial, y tendrán el potencial de afectar negativamente a la seguridad de los trabajadores, a su salud física, cognitiva, emocional y/o social (INSST, 2022) [7].

Los riesgos psicosociales se dan en todos los sectores de actividad. Sin embargo, en algunos trabajos existen más probabilidades de exposición que en otros. Las tareas que se desarrollan, los entornos de trabajo y los procedimientos determinan, en parte, dicha probabilidad.

La OMS afirma a tal respecto que “los trabajadores de la salud, humanitarios o

en situaciones de emergencia a menudo tienen que realizar tareas que conllevan riesgos elevados de exposición a eventos adversos, lo que puede afectar negativamente a su salud mental” [2] [4].

Una emergencia, según la Real Academia de la Lengua, es aquella situación de peligro o desastre que requiere una acción inmediata y, por ende, los servicios de emergencia son aquellos prestados para salir de dichas situaciones de peligro o desastre. Entre tales servicios cabe señalar el personal sanitario, cuerpo de bomberos, de rescate y, por supuesto, los realizados por las fuerzas y cuerpos de seguridad (FCS), más conocidos como cuerpos de policía.

La Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo, editada por la OIT, afirma, en relación con el trabajo policial, lo siguiente [8]:

“Resulta evidente que el trabajo de los policías es estresante. Muchos

agentes perciben el exceso de trabajo administrativo, que los distrae de la actividad de vigilancia directa, como un factor de estrés importante. El sistema de trabajo por turnos, unido a la incertidumbre sobre lo que puede acaecer durante el mismo, contribuye a intensificar el estrés. En los períodos de restricciones presupuestarias, estos factores de estrés se exacerban por la escasez de personal y la insuficiencia del equipo. Las situaciones susceptibles de degenerar en violencia son intrínsecamente estresantes, y el estrés se agudiza significativamente si la escasa dotación de personal complica la prestación de apoyo o si el policía afronta una sobrecarga de trabajo notable.

Además, se ha achacado a los elevados niveles de estrés que el trabajo policial puede causar problemas como las desavenencias conyugales, el alcoholismo y el índice de suicidios registrados entre los funcionarios de policía. Buena parte de los datos en que se basan estas conclusiones varían de una región a otra. No obstante, es evidente que, en algunos casos, el trabajo de policía es capaz de provocar estos problemas.

Nunca se insistirá bastante en la necesidad de una vigilancia constante que ponga de manifiesto los problemas relacionados con el estrés o de trastornos por estrés postraumático (TEPT). Las patologías asociadas al estrés pueden adoptar la forma de trastornos del comportamiento, problemas conyugales o familiares y, a veces, alcoholismo o drogadicción.

En todo caso, los estudios relativos a los riesgos psicosociales, a la salud mental y al suicidio (como consecuencia extrema de una inadecuada salud mental) en las FCS, escasos durante décadas, han ido incrementándose en los últimos años, a pesar de lo cual muchos de ellos son coincidentes al concluir que se

necesita más investigación para identificar plenamente el problema y encontrar soluciones eficaces.

Precisamente, la carencia de un marco teórico bien definido, la ausencia —o falta de rigor— de los informes sobre suicidios policiales y, muy posiblemente, la cautelosa —o incluso temerosa, por las posibles repercusiones para su carrera profesional o por el riesgo de estigmatización— respuesta de buena parte del personal de los cuerpos de policía a las encuestas y entrevistas durante las evaluaciones de riesgos psicosociales o autopsias psicológicas, esté detrás de las limitaciones al adecuado avance en la prevención de los problemas de salud mental en un colectivo profesional, el policial, en el que cuanto suena a “psíquico” o “mental” resulta ser poco menos que un tabú.

## RIESGOS PSICOSOCIALES EN LAS FCS

Los cuerpos de policía se hayan incluidos en el ámbito de aplicación de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales (en adelante LPRL), conforme a lo señalado por el Tribunal de Justicia de la Unión Europea, en su sentencia de 12 de enero de 2006, que aclara que la excepción prevista en el artículo 2.2 de la Directiva 89/391/CEE del Consejo, de 12 de junio de 1989 (de la que dimana la LPRL) únicamente es de aplicación en los supuestos de acontecimientos excepcionales en los que el correcto desarrollo de las medidas destinadas a garantizar la protección de la población en situaciones de grave riesgo colectivo exija que el personal obligado a hacer frente a un suceso de este tipo (los cuerpos policiales, por ejemplo) conceda una prioridad absoluta a la finalidad perseguida por tales medidas, con el fin de que esta pueda alcanzarse.

Dicho lo anterior, cabe indicar que no muchas ocupaciones pueden llevar a sus integrantes a unos niveles de activación fisiológica y emocional tan intensos como los que puede llegar a originar la actividad policial: una amenaza terrorista, un episodio de violencia de género, una alteración grave del orden público, un atraco con armas de fuego, un incendio, un intento de suicidio, el auxilio a las víctimas de una catástrofe, a los heridos de un accidente de tráfico o a los golpeados por cualquier desgracia (García Castro, 2015) [9]. De este modo, el estrés, principal y más habitual riesgo psicosocial en el trabajo, se convierte en no pocas ocasiones en parte inseparable de las tareas de los miembros de las FCS.

Los altos niveles de alerta que mantienen en su puesto de trabajo los efectivos de policía estarían detrás de sus trastornos del sueño (insomnio —duermen menos de seis horas diarias—, pesadillas, uso de fármacos y, en definitiva, peor calidad de vida en el día a día, afectando a su entorno laboral y personal), lo cual los convierte, además, en el predictor más elevado de una sintomatología depresiva, según señalan Slaven *et al.* (2011) en su investigación “Asociación de la calidad del sueño con la depresión en agentes de policía” [10].

En España, la VI Encuesta Nacional de Condiciones de Trabajo, elaborada en el año 2007 por el INSST [11], señalaba que el personal del colectivo “Defensa y Seguridad” (compuesto por miembros de las Fuerzas Armadas, los distintos cuerpos policiales, los funcionarios de prisiones y el personal de seguridad privada) era el grupo profesional que percibía en mayor medida el síntoma psicosomático “Le cuesta dormir”, con un 29,1 % (muy por encima de los siguientes), lo cual podría entenderse como una confirmación de los resultados obtenidos por Slaven *et al.* Sin embargo, en

consonancia con dichos datos, la referida VI Encuesta Nacional de Condiciones de Trabajo constataba también cómo la ocupación con una mayor tasa de trabajo nocturno resultaba ser, justamente, la del colectivo “Defensa y Seguridad” (49,55 %), lo cual añade un nuevo elemento a la ecuación psicosocial del colectivo policial.

Y es que, en el ámbito de las FCS, a los lógicos factores de estrés operativo (Violanti y Aron —1994— consideran que matar a alguien en acto de servicio es el factor de estrés más potente para un agente de policía), hay que añadir significativos estresores organizacionales que son señalados en diferentes estudios como los más relevantes en el colectivo policial [12].

Así, por ejemplo, Cedric (1999) afirma que los efectivos de policía consideran como principal fuente de estrés los factores organizacionales: la falta de apoyo social y administrativo, la escasa participación en la toma de decisiones, el trabajo a turnos y el desarrollo profesional [13]. En la misma línea se posicionan Collins y Gibbs (2003), que defienden que los principales factores de estrés ocupacional en la policía no son específicos del servicio policial, sino de cuestiones organizativas, como las demandas laborales que afectan a la vida familiar, la falta de control sobre la carga de trabajo (posiblemente, refiriéndose tanto a carencias de autonomía decisional —tareas a desarrollar— como de autonomía temporal —ritmo de trabajo—), la sobrecarga de trabajo, el apoyo inadecuado, y la falta de consulta y comunicación [14]. Y es que, en los cuerpos policiales, este último elemento, la comunicación, a menudo puede verse limitada por aspectos como su habitual estructura jerarquizada, su estricto carácter disciplinario y los estilos de mando autoritarios que a lo largo de los tiempos han imperado en muchos

países, lo cual ha venido contribuyendo a la primacía de los objetivos de la organización sobre el individuo, con falta de consulta y participación de los subordinados (García Castro, 2016) [15].

Pero el análisis del estrés en el entorno de las FCS no queda únicamente marcado por estresores inherentes a la operativa policial y a la organización. Algunos autores introducen un elemento, si cabe, más complejo aún en su determinación y valoración, la “cultura policial”, un constructo que podría definirse como “la forma en que los efectivos policiales ven el mundo social y su rol en él; un modelo generalizado de entendimientos que ayudan a lidiar y ajustarse a las presiones que enfrentan los efectivos policiales” (Reiner, 1992) [16]. De tal concepto formarían parte, entre otros, componentes como la vocación de servicio, la resistencia, el valor y la asunción del peligro, la desconfianza y la sospecha, la anticipación (ir un paso por delante), la supremacía de la experiencia sobre la teoría (la calle forja al policía), el uso de la violencia contra la violencia, el aislamiento social, la camaradería y solidaridad profesionales, la moral conservadora, el pesimismo (por desilusiones en el trabajo policial) y la reticencia a pedir ayuda por temor a aparentar vulnerabilidad o debilidad.

Para Terry (1981), por ejemplo, no está claro si los suicidios policiales (superiores en número a otros colectivos profesionales) son el resultado del estrés laboral o de otras variables entre las que podría encontrarse la influencia de una subcultura de violencia [17]. A juicio de Oliny (1994), en la organización policial, el origen del estrés se encuentra en el compromiso con la profesión y en el sistema de valores propios del colectivo [18]. Por su parte, Corredor y Marín (2013) creen que el *burnout* en el trabajo policial se produce por factores que no

se pueden cambiar como, por ejemplo, la atmósfera estresante inherente a tal oficio [19]. Cuando el policía “se quema” siente descender su propio reconocimiento y comienzan a quebrarse sus relaciones con los compañeros y el ciudadano, al tiempo que surge una sensación de descontento con las condiciones laborales y aparecen conflictos con los jefes (García Castro, 2016) [15].

Sea como fuere, la mayor parte de los estudios relativos a los riesgos psicosociales en las FCS coinciden al afirmar que se trata de uno de los colectivos más expuestos al estrés laboral, lo cual aconseja medidas como, por ejemplo, el desarrollo de instrumentos psicológicos enfocados de manera específica a la tarea policial (Queirós *et al.*, 2020) [20], o como considerar especialmente importante controlar el nivel de estrés del personal, evitando que devenga en *burnout* dadas, por una parte, las características propias de la profesión policial y, por otra, la importancia, en aras del buen funcionamiento del país, de contar con un cuerpo policial eficaz y saludable (García-Guirao, 2021) [21].

## LA SALUD MENTAL EN EL COLECTIVO POLICIAL

Son muchos los factores relacionados con las condiciones laborales (fundamentalmente de tipo psicosocial) que pueden afectar a la salud mental del personal trabajador, tanto vinculados con el contenido del trabajo como con su organización y gestión.

El impacto del estrés en la salud varía de un individuo a otro, pero hoy se sabe que, en general, unos elevados niveles de estrés pueden contribuir al deterioro de la salud, tanto a nivel psíquico —agotamiento, *burnout*, desgaste, ansiedad, depresión— (OIT, 2016), como físico

(enfermedades cardiovasculares o trastornos musculoesqueléticos, entre otros) [22].

Señalábamos al inicio que la OMS considera a los integrantes de los servicios de emergencia entre los colectivos profesionales más expuestos a riesgos psicosociales, lo que puede afectar negativamente a su salud mental, y algunos estudios así parecen confirmarlo por lo que respecta a las FCS. Gimeno y Pérez Rodríguez (2021), por ejemplo, sugieren que una muestra de agentes de policía local de España por ellas estudiada presentaba problemas de salud mental asociados a la depresión (16,6 % sintomatología depresiva de moderada a grave), ansiedad (96,4 % ansiedad tras una intervención policial) e ideación suicida (27,3 % ideación suicida), además de que un 41 % presentaba TEPT moderado-grave [23]. Por su parte, García-Guirao (2021) concluyó que el 22,4 % de la muestra de miembros en activo del Cuerpo de la Guardia Civil por ella analizada tenía perfil *burnout*, afirmando, además, que el 19,2 % de la muestra se encontraba en riesgo de mala salud psicológica, cifra superior al 12,51 % encontrado en la población trabajadora en la encuesta nacional de salud ENSE-2017 [21]. Otra investigación aún más reciente, llevada a cabo por Ruiz-Ruano *et al.* (2023), señala que el 36,2 %, de sus participantes (policías locales) mostró un perfil de respuestas compatible con el *burnout*, con altas puntuaciones en agotamiento emocional y cinismo, y bajas puntuaciones en eficacia profesional [24].

Las causas de resultados como los descritos anteriormente son controvertidas y discutidas, en particular, por parte de los órganos directivos de los propios cuerpos policiales, que a menudo objetan que las cifras de los problemas de salud mental y de los suicidios en los mismos no son significativamente

superiores a las de la población en general (obviando particularidades como que los aspirantes al ingreso en la academia policial deben superar un proceso selectivo que, en teoría, descarta perfiles con trastornos psíquicos), que el trabajo policial no resulta mucho más estresante que otros muchos, o que ya se dispone de herramientas para la detección y tratamiento de los problemas psíquicos en sus profesionales.

Diferentes autores han estudiado la compleja gestión del estrés y los problemas de salud mental en el colectivo policial con resultados interesantes. Ruiz Ramírez (2002) afirma que, a menudo, el personal perteneciente a los cuerpos de emergencias, entre ellos los de policía, es olvidado como posible afectado por el estrés laboral debido, entre otras, a las siguientes razones [25]:

- Los estereotipos populares de que son fuertes y están preparados para afrontar cualquier situación de elevado estrés.
- El temor de las propias instituciones a reconocer que estas profesiones pueden generar consecuencias perjudiciales para los trabajadores, fundamentalmente por dos razones: el alto coste que para dichas organizaciones podría suponer tal reconocimiento, y la repercusión negativa que provocaría en la sociedad, al estar referido a personal que se dedica a la seguridad y al auxilio de los demás.
- El propio personal de estos cuerpos de intervención, muchos de los cuales ponen de manifiesto que se sienten protegidos por sus uniformes ante el impacto emocional de una situación crítica. Otros afirman, sin más, que no sienten riesgo, considerando que las necesidades de las víctimas directamente implicadas son mucho más

obvias e importantes que las suyas propias.

Marzuk *et al.* (2002) consideran que los obstáculos para el acceso de los efectivos de policía a la atención psiquiátrica son enormes, ya que les preocupa que la evaluación psiquiátrica pueda dar lugar a sanciones laborales, reasignaciones, restricciones al porte de armas de fuego y a ascensos, y estigmatización [26]. Por su parte, Bell y Eski (2016) creen que en el ámbito policial existe una cultura que dificulta el debate sobre los problemas psicológicos y la salud mental con compañeros y jefes, concretando que el cinismo inherente asociado a la actuación policial, la falta de empatía y la cultura machista impiden aún más el debate y, en última instancia, el acceso a los servicios de apoyo [27].

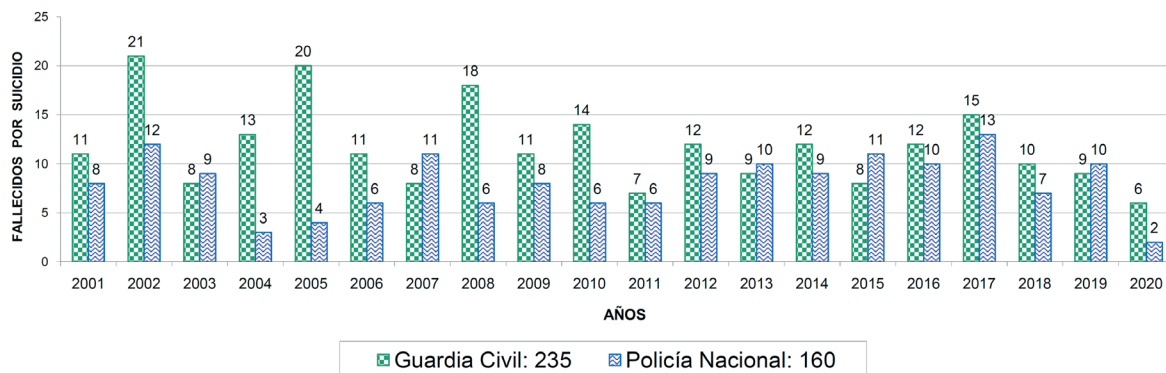
## SUICIDIO: EL MAYOR ASESINO DE POLICÍAS

La más extrema de las consecuencias de una salud mental inadecuada es el suicidio, un acto intencionado y autolesivo en el que pueden intervenir e interactuar “muchos aspectos de orden biológico, psicológico, social, medioambiental y cultural” (Sendra, Esteban y Felicitas, 2018) [28].

El vínculo entre el suicidio y los problemas de salud mental es un hecho reconocido. Con frecuencia, son varios los factores de riesgo que actúan de forma acumulativa para aumentar la vulnerabilidad de una persona a adoptar comportamientos suicidas, incluidos los individuales (intentos de suicidio previos, trastornos mentales, consumo nocivo de alcohol o drogas, pérdidas económicas, dolor crónico y antecedentes familiares de suicidio). Sin embargo, las intenciones suicidas pueden surgir por riesgos psicosociales asociados a coyunturas



■ Imagen 2 ■ N° de fallecidos por suicidio en las FCFE entre enero de 2001 y septiembre de 2020



Datos publicados por el diario *Público* (21/10/2020), citando fuentes del Ministerio del Interior

judiciales, discriminación, aislamiento, relaciones conflictivas, abuso físico o psicológico, problemas académicos o de trabajo (OIT, 2016) [22].

En el trabajo policial, la exposición a situaciones traumáticas incrementa los síntomas de trastorno por TEPT y el riesgo de consumo de alcohol y de ideación suicida. Combinar TEPT y mayor consumo de alcohol multiplica por diez el riesgo de ideación suicida (Violanti, 2011) [29].

Según Chae y Boyle (2012), los factores positivamente asociados con el suicidio policial son el estrés organizacional, trauma de incidente crítico, trabajo a turnos y horas de trabajo atípicas, problemas de pareja y uso y abuso de alcohol [30].

Diferentes autores inciden, además, en que el colectivo de las FCS pudiera ser un caldo de cultivo proclive al suicidio. Así, Violanti *et al.* (2018) consideran que el trabajo policial, debido al estrés crónico y traumático, la falta de apoyo, el peligro y el escrutinio público cercano, es una ocupación fértil para un riesgo superior de suicidio [31]. Por su parte, García-Guirao (2021) afirma que es innegable el vínculo del estrés, en la peor de sus versiones, con la ideación suicida, la

tentativa de suicidio y el suicidio consumado, quizá, especialmente, en la profesión policial [21]. Además, un dato aportado por Violanti *et al.* (2011) puede resultar especialmente esclarecedor respecto a la relevancia de los riesgos psicosociales en el trabajo del colectivo: los efectivos de policía en servicio activo presentan tasas de suicidio significativamente superiores a los ya retirados [32].

Y por si tal constelación de factores de riesgo no fuera suficiente, debe citarse un último elemento que bien puede ser enmarcado entre las causas inmediatas más determinantes para el suicidio policial: el fácil acceso y la socialización de los agentes con las armas de fuego sin duda contribuyen a la tasa de suicidios (Marzuk *et al.*, 2002) [26]. En este caso, como nunca, dato mata relato: casi todos los suicidios policiales se perpetran con la propia arma de fuego del agente.

En España, según el Ministerio del Interior, entre 2001 y septiembre de 2020, se produjeron 395 suicidios en las fuerzas y cuerpos de seguridad del Estado (en adelante FCFE). Ver gráfica de la imagen 2.

Finalmente, 2020 concluyó con un total de 19 fallecidos, una cifra que escaló

hasta los 30 agentes (15 de cada cuerpo policial) que se suicidaron en el año 2021 (cifra récord en las últimas dos décadas), según la respuesta dada por el Gobierno a una interpelación del principal partido de la oposición en el Congreso de los Diputados.

Una comparativa anual entre las cifras de fallecimientos de agentes de la Policía Nacional en acto de servicio y por suicidio, por ejemplo, entre los años 2014 y 2017, revela la envergadura del problema: el número de suicidios –43– es muy superior al de fallecimientos en acto de servicio –12– (García Castro, 2021) [33]. Ya el siglo pasado, Baker y Baker (1996) habían detectado circunstancias similares al estudiar la cifra récord de suicidios entre agentes de policía de Nueva York durante 1994 (11 agentes fallecidos, mientras que tan solo dos habían muerto a manos de delinquentes el mismo año), afirmando al respecto: “a este ritmo, los agentes de policía se suicidan más rápido de lo que los matan los delinquentes” [34].

El modo en el que los 53 efectivos de la Policía Nacional fallecidos por suicidio entre los años 2013 y 2017 se habían quitado la vida desvela, igualmente, coincidencias con los estudios realizados en

■ **Tabla 1** ■ Tasa de suicidios consumados por cada 100.000 personas en España y en las FCSE en 2018

	Personas	Suicidios	Tasa suicidios por cada 100.000 personas
<b>España</b>	46.528.000	3.539	7,61
<b>Policía Nacional</b>	68.013	7	10,29
<b>Guardia Civil</b>	78.469	10	12,74

■ **Tabla 2** ■ Resultado de algunas de las variables analizadas por González del Campillo *et al.* (2023) en su estudio “Tipología del agente de la Guardia Civil que se suicida”

Grupo	Edad	Estado	Hijos	Educación	SSM <sup>1</sup>	Tentativas	Escala	Medio	Nota <sup>2</sup>
<b>1. Impulso</b>	18-29	Soltero	No	Elemental	No	No	Cabos y guardias	Arma de fuego	No
<b>2. Crisis</b>	30-47	Separado	Sí/No	Media/Superior	Sí	Sí	Todas	Arma de fuego	Sí
<b>3. Transición</b>	48-X	Casado	Sí	Elemental	No	Sí/No	Suboficiales	Cualquiera	No

1. Contacto previo con Servicios de Salud Mental  
2. Nota de despedida

otros países sobre tal particular: 46 con su arma de fuego, cinco por ahorcamiento, uno por ingesta de fármacos y uno por lanzamiento al vacío.

Finalmente, la comparativa de la tasa de suicidios de la población general española con la correspondiente a la Policía Nacional y a la Guardia Civil, en un año dentro de la media (2018, por ejemplo), descubre que resulta ser notablemente superior en el colectivo policial (véase tabla 1).

No puede obviarse, no obstante, que las diferencias serían incluso mayores si la comparativa se realizase (como sería más adecuado) tan solo con la población trabajadora española (en lugar de con la población general), lo cual no es posible al carecerse de dicho dato.

Debe señalarse, sin embargo, que una revisión de la bibliografía científica aporta

resultados contradictorios según los autores y países, con estudios que afirman tasas superiores en las FCS respecto a la población general, y otros que, por el contrario, señalan ser similares o incluso inferiores, unas diferencias que posiblemente puedan explicarse por meras cuestiones metodológicas de las investigaciones.

González del Campillo *et al.* (2023), en un reciente y pionero estudio en el que analizan 16 variables relativas a 640 casos de suicidio en la Guardia Civil (en activo y jubilados) entre los años 1982 y 2022, dividen las tipologías de agentes que se suicidaron en [35]:

- Grupo 1, que denominan “impulso” (32,5 % de la muestra).
- Grupo 2, que denominan “crisis” (23,6 % de la muestra).

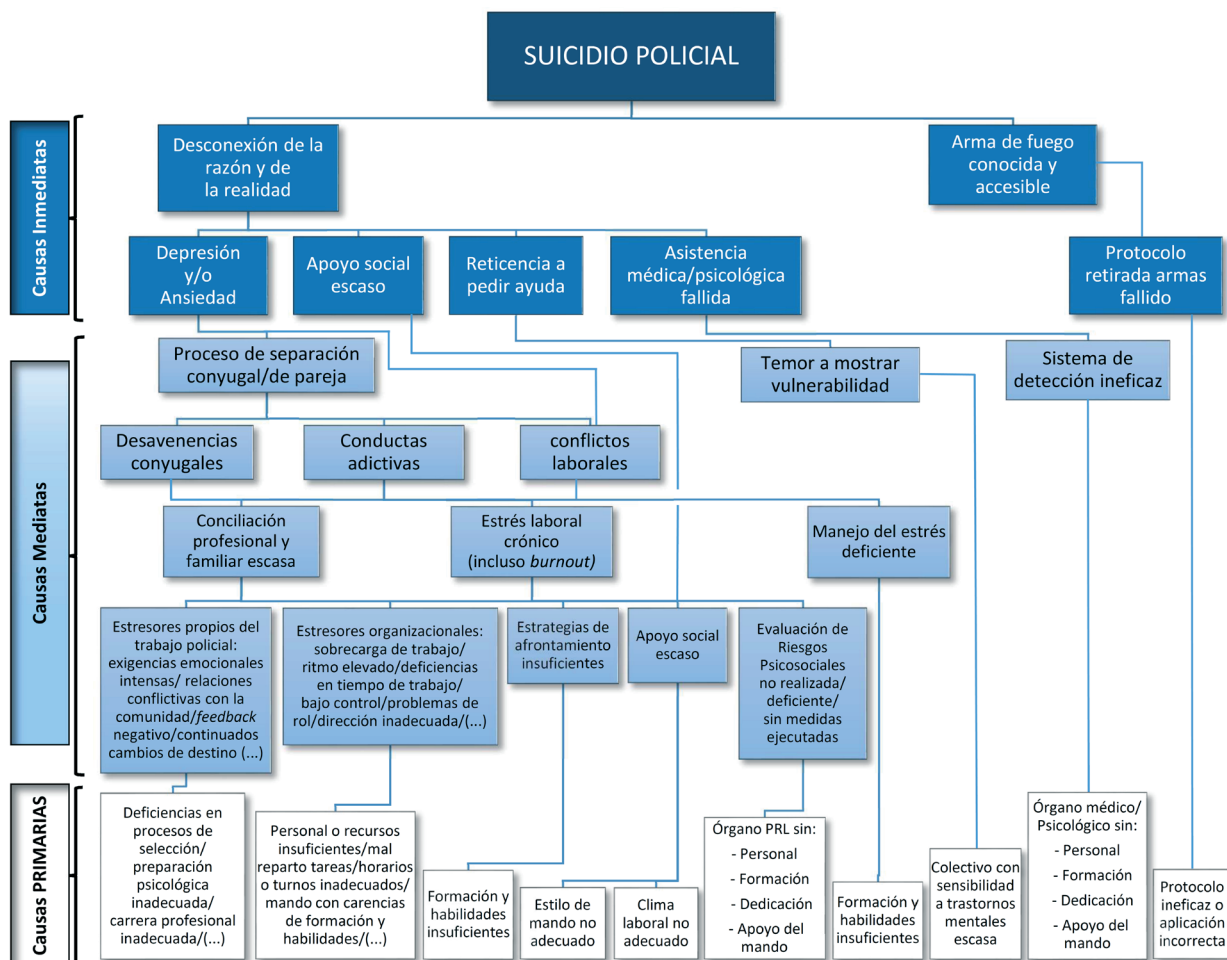
- Grupo 3, que denominan “transición” (43,9 % de la muestra).

Las principales características de cada una de dichas tipologías se detallan en la tabla 2.

UN ÁRBOL DE CAUSAS DEL SUICIDIO POLICIAL

Desde hace años, en determinadas ocasiones y circunstancias, la Justicia viene considerando el suicidio como un accidente laboral. Así, por ejemplo, la **sentencia** del Tribunal Superior de Justicia de Castilla-La Mancha núm. 123/2016, de 2 de febrero, resalta que la consideración del suicidio como contingencia profesional “dependerá de las circunstancias específicas del caso concreto, analizadas en su conjunto, en el que sin duda son relevantes las relacionadas con el trabajo,

**Imagen 3** ■ Aproximación al árbol de causas de un caso de suicidio policial con causas laborales primarias



ACLARACIONES: El árbol de causas persigue evidenciar las relaciones entre los hechos que habrían contribuido en la producción del suceso último (suicidio policial), y se ha elaborado de arriba hacia abajo, reconstruyendo cronológicamente las circunstancias que podrían haberse dado en los momentos anteriores al suicidio, posibilitando su materialización.

A partir del suceso último se delimitan sus antecedentes inmediatos y se prosigue con la conformación del árbol remontando sistemáticamente de hecho en hecho tras responder a la pregunta siguiente: ¿qué tuvo que ocurrir para que este hecho se produjera? Por ejemplo, comenzando desde arriba:

P1: ¿qué tuvo que ocurrir para que se produjera el suicidio policial?

R1: que la víctima sufriera la desconexión de la razón y la realidad.

P2: ¿tuvo que ocurrir algo más?

R2: que la víctima fuera conocedora de las armas de fuego y tuviera una a su alcance.

P3: ¿qué tuvo que ocurrir para que la víctima sufriera la desconexión de la razón y la realidad?

R3: (...)

las características del mismo, las condiciones de su prestación, y posibles elementos desencadenantes de tal extrema respuesta y reacción (...), incluso aunque concurra, o pueda concurrir, con otro

elemento causal extralaboral, y con la preexistencia de enfermedad, física o psíquica, pudiendo así tener un origen multicausal, uno de los cuales puede ser el trabajo".

Los factores laborales determinantes de la génesis del suicidio pueden obedecer, entre otros, a fallos de la estructura y organización del trabajo, y para su investigación es posible utilizar la

## Imagen 4 ■ Tríptico de una campaña de prevención de riesgos psicosociales de la Guardia Civil de Murcia en 2019

metodología del “**árbol de causas**” o diagrama de factores, que representa gráficamente la concatenación de causas que han determinado el suceso último del suicidio. El objetivo del método es llegar hasta las causas primarias (y no tan solo a las inmediatas) de la autolisis, con el fin de poder controlarlas e incluso eliminarlas en el futuro.

En la imagen 3 se representa, como **aportación novedosa del presente artículo, la aproximación al árbol de causas de un caso de suicidio policial con causas laborales primarias**. Se recogen, cronológicamente ordenados, muchos de los factores de riesgo o precursores descritos en los estudios reseñados en los apartados anteriores: acceso a armas de fuego, procesos depresivos, escaso apoyo social, reticencia a pedir ayuda, desavenencias de pareja, conductas adictivas, estrés crónico, etc.

Debe aclararse que no se trata de una plantilla tipo, sino tan solo de un ejemplo en el que se consignan muchos de los elementos que pudieran tener una incidencia significativa en el suicidio. Debe quedar claro, no obstante, que cada árbol debe ser elaborado de forma específica tras el estudio y análisis individual del suicidio concreto. También como **innovación**, se han denominado “**causas mediatas**” a aquellas situadas entre las inmediatas y las básicas, por entender que estas dos últimas a menudo distan un largo trecho que dificulta incluirlas en una u otra.

## PROPUESTAS DE FUTURO: UN PLAN POLICIAL ESPECÍFICO

Siguiendo los principios de la acción preventiva establecidos en el artículo 15 de la LPRL, en el ámbito laboral se deben priorizar las medidas de prevención en el



origen, actuando sobre las condiciones de trabajo, básicamente organizativas, que generan la exposición a los riesgos psicosociales y pueden ser causa de trastornos de salud mental y, finalmente, del suicidio de agentes de policía. En tal

sentido, las medidas a adoptar deben dividirse en los siguientes tres niveles:

- **Prevención primaria** u organizativa: la desarrollada por los órganos de PRL, a través de las medidas proactivas



necesarias para eliminar o minimizar el origen del problema (las condiciones de trabajo inadecuadas que son causa raíz de la exposición a los factores de riesgo psicosocial, es decir, las fuentes del estrés o estresores).

- **Prevención secundaria** o de afrontamiento: la dirigida a que el personal de los cuerpos policiales mejore sus recursos para hacer frente a los factores de riesgo psicosocial a los que está expuesto (preparación psicológica, formación, entrenamiento profesional, procedimientos, instrucciones operativas, protocolos, etc.), y en la que pueden participar conjuntamente órganos de prevención, de psicología y de sanidad.
- **Prevención terciaria** o de rehabilitación: a llevar a cabo por los órganos de psicología y de asistencia sanitaria (incluida la psiquiátrica), y que está orientada a la gestión y reducción de efectos en los funcionarios policiales ya expuestos a los riesgos, así como a la recuperación de aquellos otros que hayan sufrido daños en su salud, garantizando la compatibilidad con las funciones de su puesto.

Si, como sugieren muchos de los estudios, los riesgos psicosociales, la salud mental y el suicidio en las FCS presentan particularidades significativas con respecto al resto de colectivos profesionales, parece adecuado el estudio y puesta en marcha de planes específicos para su prevención. Algunas **propuestas de futuro** a tener en cuenta para dicho plan, considerando las causas primarias, son:

## 1. Factores de estrés

### 1.1. Inherentes al trabajo policial:

a) Evaluación de los riesgos psicosociales (piedra angular de la PRL) y planificación de la actividad preventiva de cada

unidad policial, conforme a lo establecido en la LPRL. Dicha actuación debe:

- Ser realizada, preferiblemente, por técnicos conocedores de las FCS y que estén debidamente formados en materia de riesgos psicosociales, además de apoyados por el mando en su labor (parece una obviedad, pero la resistencia a dichas evaluaciones en el ámbito policial puede llegar a ser, en verdad, contumaz).
- Ser la pauta fundamental a la hora de establecer la prioridad de las medidas a adoptar, conforme al nivel de valoración resultante de la probabilidad y las consecuencias de los riesgos identificados.
  - b) Consideración de su potencial contenido en situaciones críticas y emocionales intensas, susceptibles de generar un TEPT y, en base a ello:
    - Mejorar los procesos selectivos de ingreso al Cuerpo, desechando los perfiles con baja tolerancia a este tipo de situaciones.
    - Optimizar la selección del personal para los puestos de trabajo con mayor probabilidad de tener que enfrentarse a dichas situaciones.
    - Incrementar y optimizar:
      - i. La preparación psicológica en los periodos académicos de formación.
      - ii. Los conocimientos y habilidades para el manejo del estrés en el trabajo, incluyendo programas de capacitación en resiliencia.
      - iii. La vigilancia y asistencia médica y psicológica ante posibles TEPT.
      - c) Atención especial a su permanente interacción con personas y situaciones

conflictivas que, a pesar de no poder considerarse críticas, sí suponen un riesgo de estrés crónico, e incluso de *burnout*, en particular, cuando el *feedback* y el reconocimiento recibidos resulten negativos. Actuaciones como el incremento de las estrategias de afrontamiento (formación profesional y habilidades para el manejo del estrés), el apoyo social y, en la medida de lo posible, las rotaciones de puestos de trabajo pueden ser de interés en tal ámbito.

d) Análisis de la repercusión de la movilidad en los destinos a lo largo de la carrera profesional de los agentes, en especial cuando lleva consigo la interrupción de la convivencia familiar. En tal sentido, deben revisarse los modelos de carrera policial, procurando la conciliación de la vida profesional y familiar.

### 1.2. Relacionados con la organización:

evaluación de los riesgos psicosociales y planificación de la actividad preventiva de cada unidad policial, en los mismos términos descritos en el apartado 1.1. a). En particular:

- Estudio de las cargas y ritmos de trabajo en las unidades policiales, mejorando los mismos (a través de medidas primarias, como el incremento de personal) cuando resulte necesario no solo para una mayor eficacia operativa (como es habitual), sino también para fomentar un mayor bienestar mental del personal.
- Análisis específico de los turnos de trabajo y tiempos de descanso, procurando la adecuada conciliación con la vida personal y familiar.
- Estudio minucioso del resto de estresores organizacionales (bajo nivel de autonomía, deficiencias del rol, relaciones interpersonales inadecuadas, etc.), minimizando su incidencia, básicamente,

con medidas primarias y, en su defecto, secundarias. Así, por ejemplo, aprobar protocolos de actuación en coyunturas operativas particularmente complicadas puede resultar muy útil para reducir las ambigüedades y conflictos del rol del personal.

## 2. Apoyo social

a) Aseguramiento de la accesibilidad física y psicológica de los efectivos a jefes, compañeros y subordinados, para lo cual deben evitarse los obstáculos que puedan dificultar su contacto (aislamiento físico o social, estructuras rígidas, tecnologías de trabajo, entre otras).

b) Fomento de las adecuadas relaciones interpersonales en el seno de las unidades policiales como precursor del apoyo social, gran moderador del estrés laboral. La formación, especialmente de los jefes, en técnicas para mejorar la atención a las personas, el ejercicio de un mando de estilo participativo, y las habilidades sociales, como la asertividad, la empatía y la escucha activa, resultarán de gran ayuda en este campo.

## 3. Reticencia a pedir ayuda

Desestigmatización de tales peticiones y, en general, de los problemas de salud mental, mediante campañas de sensibilización y concienciación sobre la relevancia de los riesgos psicosociales en el trabajo, la salud mental y la problemática del suicidio (ver imagen 4). Debe incidirse en desmitificar ideas que susciten temor a mostrarse vulnerable, como la de una mayor debilidad de quienes sufren este tipo de patologías o situaciones, o de posibles perjuicios negativos para su carrera profesional.

## 4. Asistencia médica y psicológica

a) Seguimiento estricto de la salud mental del personal en el marco de la vigilancia de la salud establecido en la LPRL.

b) Puesta en marcha de un sistema de reconocimiento y detección temprana de dificultades emocionales y salud mental, en el que debe participar todo el personal como potencial reconecedor y

comunicador, a los servicios médicos y psicológicos, de síntomas o señales anómalos (verbales y no verbales como indicadores de riesgo) en compañeros.

Para ello, será fundamental optimizar la capacidad de reconocimiento de síntomas de estrés, trastornos mentales y conductas suicidas en otras personas, mediante campañas informativas y actividades formativas para agentes.

Dicho sistema debe incluir, además, la inmediata retirada cauteladora de las armas de fuego en quienes se detecten signos o señales de un problema de salud mental.

c) Intervención y tratamiento apropiados, mediante programas de salud y asistencia a la salud mental, de quienes participen en situaciones críticas de emergencia, enfrentamientos armados o cualquier otra incidencia conflictiva grave que se estime que, potencialmente, puede contribuir a generar problemas de salud mental y, muy en particular, ideaciones suicidas. ●

## ■ Referencias bibliográficas ■

- [1] INSHT. Documento divulgativo Investigación de accidentes por el método del árbol de causas. 2012.
- [2] OMS. Salud mental: fortalecer nuestra respuesta (<https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/mental-health-strengthening-our-response>)
- [3] OMS. Día Mundial de la Salud Mental - La salud mental es un derecho humano universal (<https://www.who.int/es/news-room/events/detail/2023/10/10/default-calendar/world-mental-health-day-2023---mental-health-is-a-universal-human-right-06/11/2023>)
- [4] OMS. La Salud Mental en el trabajo (<https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/mental-health-at-work>)
- [5] ITSS. Criterio técnico 104/2021, sobre actuaciones de la Inspección de Trabajo y Seguridad Social en riesgos psicosociales. [https://www.mites.gob.es/itss/ITSS/ITSS\\_Descargas/Atencion\\_ciudadano/Criterios\\_tecnicos/CT\\_104\\_21.pdf](https://www.mites.gob.es/itss/ITSS/ITSS_Descargas/Atencion_ciudadano/Criterios_tecnicos/CT_104_21.pdf)

- [6] INSHT. Nota técnica de Prevención (NTP) 926: Factores psicosociales: metodología de evaluación. 2012

- [7] INSST. Directrices básicas para la gestión de los riesgos psicosociales. 2022.

- [8] Brown, J. (1988) Servicios de Seguridad y Emergencia. Funcionarios de Policía. Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo. Organización Internacional del Trabajo (OIT).

- [9] García Castro, T. (2015) El estrés policial. Revista Seguridad y Salud laboral, N° 84. INSHT, pp. 15-26. <https://www.insst.es/seguridad-y-salud-en-el-trabajo-listado-publicaciones>

- [10] Slaven, J. E., Mnatsakanova, A., Burchfiel, C. M., Smith, L. M., Charles, L. E., Andrew, M. E., Gu, J. K., Ma, C., Fekedulegn, D., & Violanti, J. M. (2011). Association of sleep quality with depression in police officers. *International Journal of Emergency Mental Health*, 13(4), pp. 267–277. PMID: 22900460. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22900460/>

- [11] INSHT. VI Encuesta Nacional de Condiciones de Trabajo. 2007. <https://www.insst.es/documentacion/material-tecnico/documentos-tecnicos/vi-encuesta-nacional-de-condiciones-de-trabajo-2007>
- [12] Violanti, J. M. y Aron, F. (1994). *Ranking police stressors*. *Psychological Reports*, 75(2), pp. 824-826. <https://doi.org/10.2466/prO.1994.75.2.824>
- [13] Cedric, A. (1999). Police psychological burnout and trauma. En J. M. Violanti y D. Paton (Eds.), *Police Trauma: Psychological aftermath of civilian combat*, pp. 54-63. Charles C. Thomas.
- [14] Collins y Gibbs (2003). *Stress in police officers: a study of the origins, prevalence and severity of stress-related symptoms within a county police force*. *Occup Med (Lond)*. 2003 Jun;53(4):256-64. <https://doi.org/10.1093/ocmed/kg061>
- [15] García Castro, T (2016). Más allá del estrés. Ed. Proyecto Educa, pp. 86-87, 209.
- [16] Reiner, R. (1992). *The politics of the police* (2º ed.). Oxford: Oxford University Press.
- [17] Terry, W. C. (1981). *Police stress: The empirical evidence*. *Journal of Police Science and Administration*, 9(1), pp. 61-75.
- [18] Olinny, M. (1994). "Quemarse" en la profesión policial. *Revista Internacional de policía Criminal*, enero/febrero, pp. 22-25.
- [19] Corredor, N. E. y Marín, L. (2013). *Burnout en miembros de la Policía Nacional de Colombia: Un análisis crítico*. *Sinapsis*, 5(5), pp. 62-73. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4955436>
- [20] Queirós, C., Passos, F., Bártolo, A., Marques, A. J., da Silva, C. F., y Pereira, A. (2020). *Burnout and stress measurement in police officers: literature review and a study with the operational police stress questionnaire*. *Frontiers in Psychology*, (11). <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.00587>
- [21] García-Guirao, N.M. (2021). El estrés laboral (*burnout*) como riesgo psicosocial en la Guardia Civil: un estudio exploratorio. Universidad de Murcia. <https://digitum.um.es/digitum/handle/10201/117505>
- [22] OIT. Estrés en el trabajo. Un reto colectivo. 2016. [https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed\\_protect/---protrav/---](https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_protect/---protrav/---)
- [23] Gimeno, Y. y Pérez Rodríguez, M.S. (2021). Variables asociadas a ideación suicida en el Cuerpo de Policía Local. Universidad Católica de Valencia. <https://www.sipol.es/wp-content/uploads/2022/03/Estudio-Ideacion-Suicida.pdf>
- [24] Ruiz-Ruano García, A. M., Blaya Sánchez, M. Ángel, López Morales, J. L., Peinado Portero, A. I., Giner Alegría, C. A., López Puga, J., & Moya-Faz, F. J. (2023). Factores psicosociales de riesgo y *burnout* en policías: un análisis de redes. *Anales de Psicología / Annals of Psychology*, 39(3), 478-486. <https://doi.org/10.6018/analesps.522361>
- [25] Ruiz Ramírez, A. (2002). Estrés laboral y psicopatología asociada en personal de intervención en situaciones de emergencia y/o catástrofes. IV Congreso Internacional de la Sociedad Española de la Ansiedad y el Estrés (SEAS), septiembre de 2002.
- [26] Marzuk, P.M., Nock, M.K., Leon, A.C., Portera, L. and Tardiff, K. (2002). *Suicide among New York City police officers, 1977-1996*. *American Journal of Psychiatry*, Vol. 159, pp. 2069-71. <https://doi.org/10.1176/appi.ajp.159.12.2069>
- [27] Bell, S. y Eski, Y. (2016). *Break a Leg. It's all in the mind': Police Officers' Attitudes towards Colleagues with Mental Health Issues*. *Policing: A Journal of Policy and Practice*, Volume 10, Issue 2, June 2016, pp. 95-101. <https://doi.org/10.1093/polic/pav041>
- [28] Sendra, J.M., Esteban, M y Felicitas, M. (2018). Características de la conducta suicida y factores asociados a su mortalidad en el ámbito hospitalario. *Revista de Psiquiatría y Salud Mental*, vol. 11. núm. 4. págs 234-243 (octubre-diciembre 2018). DOI: [10.1016/j.rpsm.2016.03.004](https://doi.org/10.1016/j.rpsm.2016.03.004)
- [29] Violanti, J. M. (2011). *Predictors of police suicide ideation*. *Suicide and Life Threatening Behavior*, 34(3), pp. 277-283. <https://doi.org/10.1521/suli.34.3.277.42775>
- [30] Chae, M. y Boyle D. (2012). *Police suicide: prevalence, risk, and protective factors*. *American Journal of Police*, pp. 20-43. doi: <https://doi.org/10.1108/13639511311302498>.
- [31] Violanti, J. M., Owens, S. L., McCanlies, E., Fekedulegn, D., & Andrew, M. E. (2018). *Law enforcement suicide: a review*. *Policing: An International Journal*. <https://doi.org/10.1108/PIJPSM-05-2017-0061>
- [32] Violanti, J. M., Gu, J. K., Charles, L. E., Fekedulegn, D., Andrew, M. E., y Burchfiel, C. M. (2011). *Is suicide higher among separated/retired police officers? An epidemiological investigation*. *International Journal of Emergency Mental Health*, 13(4), p. 221-8. PMID: 22900456; PMCID: PMC4700539
- [33] García Castro, T. (2021). Regresar vivo a casa. La prevención de riesgos laborales en los cuerpos de policía. Ed. Proyecto Educa.
- [34] Baker, T. E. and Baker, J. P. (1996). *Preventing police suicide*. *FBI Law Enforcement Bulletin*, October, pp. 24-27. <https://www.ojp.gov/nrcj/virtual-library/abstracts/preventing-police-suicide>
- [35] González del Campillo, A., Moya, A. M., Florido, B. J. & González, J. L. (2023). Tipología del agente de la Guardia Civil que se suicida. *Behavior & Law Journal*, 9(1), 125-146. DOI:10.47442/blj.2023.105. [https://www.researchgate.net/publication/376271777\\_2023\\_ALE-JANDRO\\_tipologia\\_suicida\\_en\\_GC](https://www.researchgate.net/publication/376271777_2023_ALE-JANDRO_tipologia_suicida_en_GC)
- [36] Burke, R. J. y Deszca, E. (1986). *Correlates of psychological burnout phases among police officers*. *Human relations*, 39(6), pp. 487-501. <https://doi.org/10.1177%2F001872678603900601>
- [37] Da Silva, J. F. y Cerqueira, S.A.D.R., (2017). *A qualidade de vida dos policiais militares: um estudo no 2º Regimento de Polícia Montada de Santana do Livramento*, RS. <https://repositorio.unipampa.edu.br/jspui/handle/rii/2087>
- [38] INSHT (1997). *Nota técnica de Prevención (NTP) 439: El Apoyo social*.
- [39] Shane, J. M. (2010). *Organizational stressors and police performance*. *Journal of criminal justice*, 38(4), pp. 807-818. <https://doi.org/10.1016/j.jcrimjus.2010.05.008>
- [40] Moreno, A.F., Karanika-Murray, M., Batista, P., Hill, R., Rubiol Vilalta, S. y Oliveira-Silva, P. (2024). *Resilience Training Programs with Police Forces: A Systematic Review*. *J Police Crim Psych* 39, 227-252. <https://doi.org/10.1007/s11896-023-09633-y>



## SERVICIOS CENTRALES

**C/ Torrelaguna, 73 - 28027 MADRID - Tel. 91 363 41 00**  
**Para consultas generales: [consultassscc@insst.mites.gob.es](mailto:consultassscc@insst.mites.gob.es)**

## CENTROS NACIONALES

- **C.N. de CONDICIONES DE TRABAJO.**  
C/ Dulcet, 2-10 – 08034 BARCELONA. Tel.: 93 280 01 02
- **C.N. de NUEVAS TECNOLOGÍAS.**  
C/ Torrelaguna, 73 – 28027 MADRID. Tel.: 91 363 41 00
- **C.N. de MEDIOS DE PROTECCIÓN.**  
C/ Carabela La Niña, 16 - 41007-SEVILLA. Tel.: 95 451 41 11
- **C.N. de VERIFICACIÓN DE MAQUINARIA.** Camino de la Dinamita, s/n. Monte Basatxu-Cruces – 48903 BARAKALDO (BIZKAIA). Tel.: 94 499 02 11

## GABINETES TÉCNICOS PROVINCIALES

- **CEUTA.** Avda. Ntra. Sra. de Otero, s/n. 51002 CEUTA. Tel.: 956 50 30 84
- **MELILLA.** Avda. Juan Carlos I Rey, 2, 1ºD - 52001 MELILLA. Tel.: 952 690 463

## CENTROS DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO EN LAS COMUNIDADES AUTÓNOMAS

### ANDALUCÍA

#### INSTITUTO ANDALUZ DE PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES (IAPRL)

Avda. de Einstein, 4  
Isla de la Cartuja  
41090 SEVILLA  
Tel.: 955 06 39 10

### ALMERÍA

Avda. de la Estación, 25 - 1ªA  
Edificio Torresbermejas  
04005 ALMERÍA  
Tel.: 950 88 02 36

### CÁDIZ

C/ Barbate, esquina  
a San Mateo s/n  
11012 CÁDIZ  
Tel.: 956 90 70 31  
600 168 042

### CÓRDOBA

Avda. de Chinales, parcela 26  
Polígono Ind. de Chinales  
14071 CÓRDOBA  
Tel.: 957 01 58 00

### GRANADA

C/ San Miguel, 110  
18100 ARMILLA (GRANADA)  
Tel.: 958 01 13 50

### HUELVA

Ctra. Sevilla a Huelva, km. 636  
21007 HUELVA  
Aptdo. de Correos 1.041  
Tel.: 959 99 20 13

### JAÉN

Avda. Antonio Pascual Acosta, 1  
23009 JAÉN  
Tel.: 953 31 34 26

### MÁLAGA

Avda. Juan XXIII, 82  
Ronda Intermedia  
29006 MÁLAGA  
Tel.: 951 03 94 00

### SEVILLA

C/ Carabela La Niña, 16  
41007 SEVILLA  
Tel.: 955 06 65 00

### ARAGÓN

#### INSTITUTO ARAGONÉS DE SEGURIDAD Y SALUD LABORAL (ISSLA)

C/Dr. Bernardino Ramazzini,5  
50015 ZARAGOZA  
Tel.: 976 71 66 69

### HUESCA

C/ Ricardo del Arco, 6 - 4ª Planta  
22003 HUESCA  
Tel.: 974 29 30 32

### TERUEL

C/ San Francisco, 1 - 1ª Planta  
44001 TERUEL  
Tel.: 978 64 11 77

### ZARAGOZA

C/ Dr. Bernardino Ramazzini, 5  
50015 ZARAGOZA  
Tel.: 976 71 66 69

### PRINCIPADO DE ASTURIAS

#### INSTITUTO ASTURIANO DE PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES (IAPRL)

Avda. del Cristo de las  
Cadenas, 107  
33006 OVIEDO  
Tel.: 985 10 82 75

### ILLES BALEARS

#### INSTITUTO BALEAR DE SEGURIDAD Y SALUD LABORAL (IBASSAL)

Plaça de Son Castelló, 1  
Polígono de Son Castelló  
07009 PALMA DE MALLORCA  
Tel.: 971 17 66 00

### CANARIAS

#### INSTITUTO CANARIO DE SEGURIDAD LABORAL (ICASEL)

C/ León y Castillo 57-1ª Planta  
35003 LAS PALMAS DE GRAN  
CANARIA  
Tel.: 928 30 77 54

### SANTA CRUZ DE TENERIFE

Ramón y Cajal, 3 - Semisótano  
1 - Local 5  
38003 SANTA CRUZ DE  
TENERIFE  
Tel.: 922 47 77 70

### CANTABRIA

#### INSTITUTO CÁNTABRO DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO (ICASST)

Avda. del Faro, 33 - Pintor  
Eduardo Sanz, 19  
39012 SANTANDER  
Tel.: 942 39 80 50

### CASTILLA-LA MANCHA

SERVICIO DE PREVENCIÓN  
DE RIESGOS LABORALES  
Avda. Irlanda, 14  
45071 TOLEDO  
Tel.: 925 28 80 00

### ALBACETE

C/ Alarcón, 2  
02071 ALBACETE  
Tel.: 976 53 90 00

### CIUDAD REAL

Ctra. Fuensanta, s/n  
13071 CIUDAD REAL  
Tel.: 926 22 34 50

### CUENCA

C/ Parque de San Julián, 13 –  
2ª Planta  
16071 CUENCA  
Tel.: 969 17 98 00

### GUADALAJARA

Avda. de Castilla, 2-C Posterior  
19071 GUADALAJARA  
Tel.: 949 88 79 99

### TOLEDO

Avda. de Francia, 2  
45071 TOLEDO  
Tel.: 925 26 79 80

### CASTILLA Y LEÓN

CENTRO DE SEGURIDAD  
Y SALUD LABORAL  
DE CASTILLA Y LEÓN  
Avda. de Portugal, s/n  
24009 LEÓN  
Tel.: 987 34 40 32

### ÁVILA

C/ Segovia, 25 - Bajo  
05005 ÁVILA  
Tel.: 920 35 58 00

### BURGOS

Avda. Castilla y León, 2-4  
09006 BURGOS  
Tel.: 947 24 46 16

### LEÓN

Avda. de Portugal, s/n  
24009 LEÓN  
Tel.: 987 20 22 52

### PALENCIA

C/ Doctor Cajal, 4-6  
34001 PALENCIA  
Tel.: 979 71 55 00

### SALAMANCA

C/ Príncipe de Vergara, 53-71  
37003 SALAMANCA  
Tel.: 923 29 60 00

### SEGOVIA

Plaza de la Merced, 12 - Bajo  
40003 SEGOVIA  
Tel.: 921 41 74 48

### SORIA

P.º del Espolón, 10 - Entreplanta  
42001 SORIA  
Tel.: 975 24 07 84

### VALLADOLID

C/ Santuario, 6, 2ª Planta  
47002 Valladolid  
Tel.: 983 29 80 33

### ZAMORA

Avda. de Requejo, 4 - 3ª Planta  
49071 ZAMORA  
Tel.: 980 55 75 44

### CATALUÑA

#### INSTITUTO CATALÁN DE SEGURIDAD Y SALUD LABORAL (ICSSL)

Carrer de Sepúlveda, 148 - 150  
08011 BARCELONA  
Tel.: 932 28 56 69

### BARCELONA

Carrer de Sepúlveda, 148 - 150  
08011 BARCELONA  
Tel.: 932 05 50 01

### GIRONA

Plaça Pompeu Fabra, 1  
17002 GIRONA  
Tel.: 872 97 54 50

### LLEIDA

Carrer General Brito, 3  
25007 LLEIDA  
Tel.: 973 20 04 00

### TARRAGONA

Carrer del Riu de Siurana, 28 - B  
Polígono Campodaro  
43006 TARRAGONA  
Tel.: 977 54 14 55

### EXTREMADURA

#### SERVICIO DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO

Paseo de Roma, s/n. Módulo  
D- 2ª Planta  
06800 MÉRIDA  
Tel.: 924 00 52 53

### BADAJÓZ

Avda. Miguel de Fabra, nº 4  
Polígono Ind. El Nevero  
06006 BADAJOZ  
Tel.: 924 01 47 00

### CÁCERES

C/ Hilanderas, 15  
Polígono Ind. Las Capellanías  
10005 CÁCERES  
Tel.: 927 00 69 12

### GALICIA

#### INSTITUTO DE SEGURIDAD Y SALUD LABORAL DE GALICIA (ISSGA)

Edificio IGAPE – ISSGA – 3º piso  
Complejo Advo. de San Lázaro  
15703 SANTIAGO DE  
COMPOSTELA (A CORUÑA)  
Tel.: 981 95 70 18

### A CORUÑA

Rúa Doctor Camilo Veiras, 8  
15009 A CORUÑA  
Tel.: 981 18 23 29

### LUGO

Ronda de Fingoi, 170  
27071 LUGO  
Tel.: 982 29 43 00

### OURENSE

Rua Villamil e Castro, s/n  
32872 OURENSE  
Tel.: 988 38 63 95

### PONTEVEDRA

Camión Coto do Coello, 2  
36812 RANDE REDONDELA  
(PONTEVEDRA)  
Tel.: 886 21 81 00

### COMUNIDAD DE MADRID

#### INSTITUTO REGIONAL DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO (IRSST)

C/ Ventura Rodríguez, 7; Pl. 2.ª,  
3ª, 5ª y 6ª  
28008 MADRID  
Tel.: 900 713 123

### REGIÓN DE MURCIA

#### INSTITUTO DE SEGURIDAD Y SALUD LABORAL (ISSL)

C/ Lorca, 70  
30120 EL PALMAR (MURCIA)  
Tel.: 968 36 55 00

### NAVARRA

#### INSTITUTO DE SALUD PÚBLICA Y LABORAL DE NAVARRA (ISPLN)

C/Leyre, 15  
31003 PAMPLONA - IRUÑA  
Tel.: 848 42 34 40  
Pol. de Landaben, Calle E  
31012 PAMPLONA - IRUÑA  
Tel.: 848 42 89 48

### LA RIOJA

#### INSTITUTO RIOJANO DE SALUD LABORAL (IRSAL)

C/ Hermanos Hircio, 5  
26007 LOGROÑO  
Tel.: 941 29 18 01

### COMUNIDAD VALENCIANA

#### INSTITUTO VALENCIANO DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO (INVASSAT)

C/ Valencia, 32  
46100 BURJASSOT (VALENCIA)  
Tel.: 963 42 44 70

### ALICANTE

C/ Hondón de los Frailes, 1  
03005 ALICANTE  
Tel.: 966 90 24 45

### CASTELLÓN

Ctra. Nacional 340  
Valencia-Barcelona, km. 68,400  
12004 CASTELLÓN  
Tel.: 964 55 83 00

### VALENCIA

C/ Valencia, 32  
46100 BURJASSOT (VALENCIA)  
Tel.: 963 42 44 70

### PAÍS VASCO

#### INSTITUTO VASCO DE SEGURIDAD Y SALUD LABORALES (OSALAN)

Camino de la Dinamita, s/n  
Monte Basatxu-Cruces  
48903 BARAKALDO (BIZKAIA)  
Tel.: 944 03 21 90

### ARABA/ÁLAVA

C/ José Abotegi, 1  
01009 VITORIA - GASTEIZ  
Tel.: 945 01 68 00

### BIZKAIA

Camino de la Dinamita, s/n  
Monte Basatxu-Cruces  
48903 BARAKALDO (BIZKAIA)  
Tel.: 944 99 02 11

### GIPUZKOA

Maldatxo Bidea, s/n  
Barrio Egüa  
20012 DONOSTIA - SAN  
SEBASTIÁN  
Tel.: 943 02 32 50



# Cómo implementar un programa de **Promoción de la Salud en el Trabajo**



#MiTrabajoEsSalud

**Mi trabajo  
también  
es Salud**



GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE TRABAJO  
Y ECONOMÍA SOCIAL



Instituto Nacional de  
Seguridad y Salud en el Trabajo

NIPO (en línea): 118-24-012-5



CAR. 208.1.24

**Más información en:**



Microsite



Vídeo