

LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL, LA ROBÓTICA AVANZADA Y LA AUTOMATIZACIÓN DE LAS TAREAS EN EL TRABAJO: TAXONOMÍA, POLÍTICAS Y ESTRATEGIAS EN EUROPA

El mundo laboral cambia constantemente. La innovación y el avance tecnológico han sido, y siguen siendo, los principales impulsores de la transformación de los empleos y de las tareas en el trabajo. Los sistemas basados en la inteligencia artificial (IA) no son totalmente nuevos; sin embargo, el desarrollo de las tecnologías de la información y de las comunicaciones (TIC) y los algoritmos adaptativos, facilitados por el extraordinario aumento de la potencia computacional en los últimos años, han contribuido a incrementar la disponibilidad y el rendimiento de las aplicaciones basadas en IA. Además, la aparición y el rápido desarrollo de nuevas tecnologías como los sistemas robóticos que pueden interactuar estrechamente con los seres humanos han reavivado el debate sobre el potencial de automatización de los empleos y las tareas, así como sus consecuencias para la seguridad¹ y salud en el trabajo (SST)². La incidencia de los cambios tecnológicos en las oportunidades y los retos para la salud y la seguridad en el trabajo han acompañado siempre a la evolución tecnológica, pero ahora, los sistemas de IA y la robótica avanzada tienen potencial para desencadenar un cambio cualitativo en las oportunidades y los riesgos para la seguridad y la salud en el trabajo o incluso para crear beneficios y riesgos totalmente nuevos. Actualmente, no existen definiciones unificadas y concluyentes de los sistemas de IA y la robótica avanzada para la automatización de las tareas. Dos de las principales partes interesadas, la Comisión Europea y la Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE) han aportado definiciones independientes sobre este término. Así, se ha desarrollado una taxonomía basada en un enfoque por tareas, definiciones de alto nivel de los sistemas de IA y las características de la tecnología. Esta taxonomía constituye un marco para los futuros intentos de estructurar y valorar las oportunidades y los retos para la seguridad y la salud en el trabajo asociados con los sistemas de IA, la robótica avanzada y la automatización de las tareas.

Enfoque en la naturaleza de las tareas

Centrarse en las tareas más que en los empleos es una estrategia válida, ya que las tecnologías (de automatización) facilitan o sustituyen funciones individuales en tareas específicas. Por esta razón, las tareas son una base de análisis mejor a la hora de estudiar las repercusiones del potencial de la automatización³. Según el programa de enfoque «Occupational Safety & Health in the Digital World of Work» [Salud y seguridad laboral en el mundo digital del trabajo] creado por el Instituto Federal de Salud y Seguridad en el Trabajo de Alemania, las tareas se pueden clasificar en función de su enfoque principal⁴. Estas están **relacionadas, los objetos con la información** o bien **con las personas**. Asimismo, se puede utilizar el concepto de tareas rutinarias para describir el carácter de las tareas. Mientras que las tecnologías de automatización tradicionales se utilizan principalmente para las tareas rutinarias, los sistemas de IA también pueden realizar tareas no rutinarias. La diferenciación entre tareas **rutinarias** y **no rutinarias** representa el primer nivel de categorización de las tareas en la taxonomía desarrollada. Para realizar las diferentes tareas, son necesarias funciones cognitivas, como el procesamiento de la información, y acciones físicas, como la manipulación de objetos. Como consecuencia, la taxonomía incluye un segundo nivel más abstracto de **tareas cognitivas** o **físicas**, que pueden estar relacionadas con los objetos, la información o las personas en una medida variable. En cada categoría puede haber tareas rutinarias y no rutinarias.

² Frey, C. B., Osborne, M. A. (2013). «The future of employment: how susceptible are jobs to computerisation?» [El futuro del empleo: ¿en qué medida son susceptibles los empleos a la informatización?] Programa Oxford Martin sobre los impactos de la tecnología futura.

³ Bisello, M., Peruffo, E., Fernández-Macías, E., Rinaldi, R. (2019). «How computerisation is transforming jobs: Evidence from the Eurofound's European Working Conditions Survey» [Cómo la informatización está transformando el empleo: datos de la Encuesta europea sobre las condiciones de trabajo de Eurofound] (n.º 2019/02). Serie de documentos de trabajo del JRC sobre empleo, educación y tecnología. <https://ec.europa.eu/jrc/sites/jrcsh/files/jrc117167.pdf>

⁴ Tegtmeier, P., Rosen, P. H., Tisch, A., Wischniewski, S. (2019). «Sicherheit und Gesundheit in der digitalen Arbeitswelt» [Procedimientos de la conferencia de otoño de la Sociedad Alemana de Ergonomía]. GfA-Press.

Figura 1: Categorización de tareas con ejemplos de tareas

Manipulación física	montaje de piezas sueltas	administrar tratamiento	analizar ventas datos	Cognitiva (sin manipulación física)
	relacionada con objetos	levantar a un paciente	relacionada con información	
		relacionada con personas		

Fuente: Autor

Por ejemplo, el montaje de piezas es una tarea típica física relacionada con objetos, mientras que el análisis de datos de ventas es una tarea típica cognitiva relacionada con la información. Las tareas relacionadas con las personas pueden ser tanto cognitivas como físicas. Por ejemplo, se puede realizar una tarea cognitiva, como administrar tratamiento a una persona, o una tarea física, como levantar a una persona (véase también la figura 1).

Definiciones heterogéneas de los sistemas de IA

La asistencia o sustitución de funciones para completar diferentes tareas requiere sistemas de IA con varias características tecnológicas. En cuanto a la definición de IA o sistemas basados en la IA, no existe una definición única comúnmente aceptada en el ámbito académico, los profesionales o los responsables de las políticas. Las distintas partes interesadas y disciplinas han presentado varias definiciones. La OCDE⁵, así como la Comisión Europea⁶, han aportado respectivamente una definición creada por grupos de expertos de alto nivel. La OCDE (2019) define los sistemas basados en la IA de la forma siguiente:

Un sistema de IA es un sistema automático que es capaz de influir en el entorno mediante la producción de recomendaciones, predicciones o decisiones para un determinado conjunto de objetivos. Utiliza información o datos procedentes de las máquinas y de los seres humanos para: i) percibir el entorno; ii) convertir estas percepciones en modelos e iii) interpretar los modelos para formular opciones para producir resultados. Los sistemas de IA están diseñados para funcionar con niveles variables de autonomía.

El Grupo independiente de expertos de alto nivel sobre inteligencia artificial, creado por la Comisión Europea (2019), presenta la definición siguiente:

La inteligencia artificial (IA) hace referencia a sistemas que muestran un comportamiento inteligente al analizar su entorno y tomar medidas, con cierto grado de autonomía, para lograr objetivos específicos. Los sistemas de IA pueden basarse enteramente en *software*, actuando en el mundo virtual (por ejemplo, asistentes de voz, *software* de análisis de imágenes, motores de búsqueda, sistemas de reconocimiento facial y de voz), o la IA puede estar integrada en dispositivos de *hardware* (por ejemplo, robots avanzados, vehículos autónomos, drones o aplicaciones del internet de las cosas).

Ambas definiciones de los sistemas de IA establecen que los sistemas perciben sus entornos de una forma determinada, analizan la información y actúan en consecuencia. Un aspecto diferenciador principal entre los sistemas de IA es su capacidad para realizar **manipulaciones físicas** o acciones en su entorno. Por esta razón, se incluye el nivel de **frontend (dispositivo)** en la taxonomía. Un ámbito principal que ha introducido muchas innovaciones para facilitar las **acciones y manipulaciones físicas** en los últimos años es el campo de la **robótica**. La variedad de tipos de robots ha aumentado. Los robots fijos o encajados tradicionales capaces de levantar cargas pesadas y diseñados para la velocidad y la precisión ya no constituyen los pilares de la robótica. Los sistemas con una menor carga, así como las nuevas generaciones de sensores y actuadores, han facilitado que surjan tipos innovadores de robots. Permiten formas más estrechas de interacción entre los seres humanos y los robots en entornos menos

⁵ <https://www.oecd.ai/wonk/a-first-look-at-the-oecd-framework-for-the-classification-of-ai-systems-for-policy-makers>

⁶ Comisión Europea, Grupo independiente de expertos de alto nivel sobre inteligencia artificial (2019). «A Definition of AI: « Main Capabilities and Disciplines» [Una definición de la IA: principales capacidades y disciplinas]. Comisión Europea.

estructurados y más complejos fuera de los sectores de fabricación tradicionales. Con frecuencia estos tipos de sistemas se denominan **cobots** o **robots de peso ligero**.

Las tecnologías de la información y de las comunicaciones (TIC) modernas se aplican principalmente para facilitar o sustituir **tareas cognitivas** en las que **no se requiere la manipulación física de objetos o personas**. Estas entidades pueden ser desde **ordenadores de mesa y dispositivos móviles (teléfonos inteligentes, tabletas)** hasta **dispositivos ponibles como relojes inteligentes o gafas inteligentes**. Muchas de estas tecnologías han encontrado su espacio en la vida cotidiana, no solo en muchos lugares de trabajo sino también en la vida privada de las personas. El alcance de las funciones cognitivas que las TIC son capaces de facilitar no ha dejado de aumentar. Junto con la visualización de información, los sistemas innovadores son fácilmente capaces de monitorizar acciones, así como facilitar información sensible al contexto en tiempo real. No obstante, el análisis de las tecnologías existentes reveló que las TIC no solo se utilizan para facilitar tareas cognitivas, sino que varios sistemas robóticos también realizan tareas cognitivas total o parcialmente.

La taxonomía basada en las tareas para las aplicaciones en el lugar de trabajo y su implicación en la salud y la seguridad en el trabajo

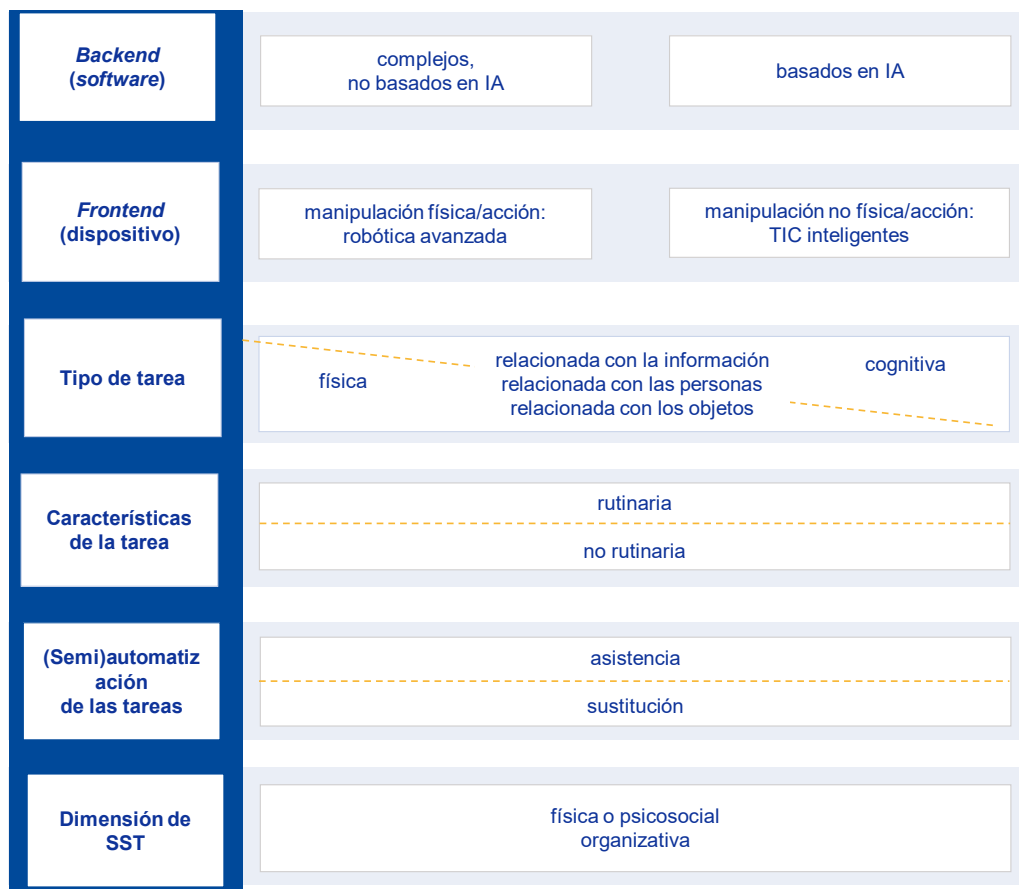
Tanto para las aplicaciones robóticas como para las TIC, la complejidad de los algoritmos o el grado de inteligencia artificial que se aplica en estos sistemas determinan el alcance de sus capacidades y potencial de uso⁷. Esto se representa mediante el nivel de **backend (software)** en la taxonomía. Sin embargo, muchos sistemas robóticos utilizados para la automatización de tareas no se basan enteramente en IA, sino más bien realizan la tarea programada, que podría ser avanzada, pero cada acción está predeterminada y definida en la arquitectura de programación del sistema. Para incluir también estos sistemas, el nivel de **backend** incluye las categorías de sistemas de **inteligencia artificial y complejos, no basados en IA**. Combinar los métodos o técnicas de inteligencia artificial para el análisis de datos, como el **aprendizaje automático, las redes neuronales artificiales o el aprendizaje profundo** con **hardware** y maquinaria avanzada permite la aparición de sistemas de IA. Estos incluyen desde grandes sistemas, como robótica avanzada, hasta nanotecnologías muy pequeñas en chips informáticos de gran potencia integrados en dispositivos inteligentes.

Por lo tanto, no es la tecnología de **hardware** la que crea cambios significativos en los lugares de trabajo y en la interacción entre los trabajadores y los sistemas, sino la combinación del **backend** específico con el **frontend** tecnológico individual la que crea nuevos retos y oportunidades para la salud y la seguridad en el trabajo. Para abordar las consecuencias que los sistemas de IA tienen para la salud y la seguridad de las personas trabajadoras, también se han integrado las **dimensiones de salud y seguridad en el trabajo** pertinentes en la taxonomía global. Para facilitar un asesoramiento significativo en materia preventiva, así como para las políticas y las prácticas en relación con los robots inteligentes y los sistemas TIC basados en IA en el lugar de trabajo, se toman en consideración todos los componentes pertinentes de un sistema de trabajo. Esto incluye el entorno de trabajo físico y psicosocial, así como el contexto social y organizativo⁸. Los posibles riesgos y oportunidades para la seguridad y la salud en el trabajo pueden alinearse con estas dimensiones en consonancia. Por esta razón, se incluyen en la taxonomía las tres dimensiones de la salud y la seguridad en el trabajo globales, los **aspectos físicos, psicosociales y organizativos**. Los aspectos físicos incluyen los resultados relacionados con la salud física, como la aparición de trastornos musculoesqueléticos. Los resultados relacionados con la dimensión psicosocial incluyen, por ejemplo, factores como el bienestar, la motivación, el estrés o la fatiga. Los resultados de la dimensión organizativa son, por ejemplo, los relacionados con el proceso de aplicación o los índices de salud, como la productividad o la ausencia. La taxonomía completa se presenta en la figura 2.

⁷ Hämäläinen, R., Lanz, M., Koskinen, K. T. (2018). «Collaborative systems and environments for future working life: Towards the integration of workers, systems and manufacturing environments» [Sistemas y entornos de colaboración para la vida laboral del futuro: hacia la integración de trabajadores, sistemas y entornos de fabricación]. En C. Harteis (Ed.), «The impact of digitalization in the workplace» [El impacto de la digitalización en el lugar de trabajo]. Professional and Practice-based Learning [Aprendizaje profesional y basado en la práctica], vol. 12 (pp. 25-38). Springer, Cham.

⁸ Leka, S. y Jain, A. (2010). «Health impacts of psychosocial hazards at work: an overview» [El efecto sobre la salud de los riesgos psicosociales en el trabajo: una visión general]. Organización Mundial de la Salud. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/44428>

Figura 2: Taxonomía para los sistemas de IA y la robótica avanzada para la automatización de las tareas



Fuente: Autor

Descripción general de políticas y estrategias

Las principales partes interesadas en materia de seguridad y salud en el trabajo en Europa presentan alguna estrategia o iniciativa en relación con la inteligencia artificial y sus posibles repercusiones en los lugares de trabajo. La mayoría de partes interesadas presentan algún tipo de requisitos o exigen la aplicación de unos principios para los sistemas de IA, que muestran similitudes y valores compartidos. Estos principios, por ejemplo, han sido facilitados por la OCDE⁹, la Comisión Europea¹⁰, el ETUI¹¹, la CES¹² y el Acuerdo marco de los interlocutores sociales europeos sobre digitalización¹³. El principio que goza del mayor consenso es la **transparencia del sistema**, que se aborda en casi cualquier iniciativa y también en el estudio de prospectiva de la EU-OSHA¹⁴. Los principios del **control del ser humano o la**

⁹ OCDE. (2019). «AI Principles overview» [Visión general de los principios de la IA]. Información consultada el 28 de abril de 2021, 14:37, en <https://www.oecd.ai/work/a-first-look-at-the-oecd-framework-for-the-classification-of-ai-systems-for-policymakers>

¹⁰ Comisión Europea. (2020). «Libro Blanco sobre la Inteligencia Artificial: un enfoque europeo orientado a la excelencia y la confianza». Información consultada el 13 de abril de 2021, 11:43, en https://ec.europa.eu/info/publications/white-paper-artificial-intelligence-european-approach-excellence-and-trust_en

¹¹ Contribuidores del ETUI. (5 de noviembre de 2020). «A law on robotics and artificial intelligence in the EU?» [¿Una legislación europea sobre la robótica y la inteligencia artificial?]. Instituto Sindical Europeo. Información consultada el 13 de abril de 2021, 9:19, en <https://www.etui.org/publications/foresight-briefs/a-law-on-robotics-and-artificial-intelligence-in-the-eu>

¹² Confederación Europea de Sindicatos (CES). (13 de julio de 2020). «Resolution on the European strategies on artificial intelligence and data» [Resolución con respecto a las estrategias europeas en materia de inteligencia artificial y datos]. Información consultada el 13 de abril de 2021, 9:45, en <https://www.etuc.org/en/document/resolution-european-strategies-artificial-intelligence-and-data>

¹³ Confederación Europea de Sindicatos (CES). (2020). Acuerdo Marco de los Interlocutores Sociales Europeos sobre Digitalización. https://www.etuc.org/system/files/document/file202006/Final%2022%2006%2020_Agreement%20on%20Digitalisation%202020.pdf

¹⁴ Stacey, N., Ellwood, P., Bradbrook, S., Reynolds, J., Williams, H., Lye, D. (2018). «Foresight on new and emerging occupational safety and health risks associated digitalisation by 2025 – Final report» [Estudio prospectivo sobre los riesgos nuevos y emergentes para la seguridad y salud en el trabajo asociados a las tecnologías de la información y la comunicación y la ubicación del trabajo para 2025: informe final]. <https://osha.europa.eu/en/publications/foresight-new-and-emerging-occupational-safety-and-health-risks-associated>

conservación de la autonomía de los trabajadores también se mencionan con frecuencia. Además, la OCDE y la Comisión Europea exigen **solidez técnica**, así como el **respeto por los derechos humanos**, la **diversidad** y la **no discriminación** en los sistema de IA. La **equidad** también se menciona explícitamente en el acuerdo marco compartido de los interlocutores sociales. En este caso, dentro de los principios de la Comisión Europea y la iniciativa del ETUI, también se señalan los aspectos de la **privacidad de los datos** y la **gobernanza de los datos**. El ETUI y la Comisión Europea mencionan explícitamente el aspecto de la **rendición de cuentas**. Sin embargo, todas las iniciativas, estrategias y programas abordan los sistemas de IA en un nivel más general. No obstante, los valores y principios abordados, en cierta medida, hacen referencia a la salud y la seguridad en el trabajo, especialmente a los riesgos psicosociales y, por lo tanto, se analizarán de forma prioritaria en los informes de la EU-OSHA: «Artificial Intelligence and automation of cognitive tasks: Implications for occupational safety and health» [La inteligencia artificial y la automatización de las tareas cognitivas: repercusiones para la salud y la seguridad en el trabajo] y «Robots, cobots and Artificial Intelligence for the automation of physical tasks: Implications for occupational safety and health» [Robots, cobots e inteligencia artificial para la automatización de tareas físicas: repercusiones para la salud y la seguridad en el trabajo], así como en la próxima campaña «Healthy Workplaces» [Lugares de trabajo saludables] de la EU-OSHA sobre digitalización, que se iniciará en 2023.

En relación con la reglamentación nacional, no se está preparando nada específico en términos de legislación sobre sistemas de IA y salud y seguridad en el trabajo, aunque se están celebrando debates a nivel de expertos con representantes de las empresas. Se están debatiendo normas sobre IA y biometría en colaboración con otros expertos en estandarización europeos. Gran parte de la legislación (europea y de los Estados miembros) existente sobre prevención de riesgos laborales es aplicable en cierto nivel al uso de sistemas de IA y robótica avanzada. La mayoría de países notifican actividades sobre iniciativas, programas o campañas nacionales no legalmente vinculantes. Algunos países mencionan iniciativas o directrices sectoriales de interlocutores sociales y otros notifican recomendaciones de las principales partes interesadas, como ministerios, organizaciones de investigación, sindicatos, organizaciones de empresas o fabricantes. En el cuadro informativo se presentan ejemplos de actividades pertinentes de diferentes partes interesadas en Alemania.

Alemania notifica campañas sobre robótica avanzada y TIC inteligentes y su uso en el lugar de trabajo como parte de la **estrategia de IA**¹⁵ gubernamental, así como la **HighTech Strategy 2025 (Estrategia de Alta Tecnología 2025)**¹⁶ establecida por el Ministerio Federal de Educación e Investigación. Alemania también menciona su Hoja de ruta de estandarización de la IA. Además, presenta dos iniciativas pertinentes que cabe mencionar. El Ministerio Federal de Educación e Investigación lanzó la plataforma «**Lernende Systeme (Plataforma Alemana de Inteligencia Artificial)**»¹⁷. Su objetivo es recopilar experiencias y conocimientos de los ámbitos de la ciencia, la industria y la sociedad para consolidar el estado actual de conocimientos sobre los sistemas de autoaprendizaje e IA. En siete grupos de trabajo integrados por expertos de los ámbitos de la ciencia, la empresa, el gobierno y la sociedad civil se debaten los avances y la introducción de sistemas de autoaprendizaje, se identifican ámbitos de actuación y se facilitan recomendaciones prácticas. Entre los siete grupos de trabajo se encuentran, por ejemplo, «Futuro del trabajo y la interacción entre seres humanos y máquinas», «Sistemas de transporte inteligentes y de movilidad» o «Asistencia sanitaria, asistencia médica tecnológica». La segunda iniciativa «**Platform Industry 4.0 (Plataforma Industria 4.0)**»¹⁸ se dirige específicamente al sector de la fabricación. También fue lanzada por el Ministerio Federal de Educación e Investigación, así como el Ministerio Federal de Asuntos Económicos y Energía. Esta plataforma también está integrada por seis grupos de trabajo formados por expertos de empresas, asociaciones, comités de empresa y del ámbito académico. Entre los grupos de trabajo desarrollan conceptos, soluciones y recomendaciones sobre temas clave de la «Industria 4.0». La iniciativa también proporciona una red de transferencia para las pequeñas y medianas empresas (pymes), así como una red para la cooperación internacional.

¹⁵ https://www.ki-strategie-deutschland.de/files/downloads/Fortschreibung_KI-Strategie_engl.pdf

¹⁶ https://www.bmbf.de/SharedDocs/Publikationen/de/bmbf/pdf/fortschrittsbericht-zur-hightech-strategie-2025.pdf?__blob=publicationFile&v=2

¹⁷ <https://www.plattform-lernende-systeme.de/home-en.html>

¹⁸ <https://www.plattform-i40.de/IP/Navigation/DE/Home/home.html>

Autores: Patricia Helen Rosen, Instituto Federal de Salud y Seguridad en el Trabajo (BAuA) de Alemania; Eva Heinold, Instituto Federal de Salud y Seguridad en el Trabajo (BAuA) de Alemania; Elena Fries-Tersch, Milieu Consulting SRL; Prof. Dr. Phoebe Moore, Universidad de Leicester, Facultad de Economía; Dr. Sascha Wischniewski, Instituto Federal de Salud y Seguridad en el Trabajo (BAuA) de Alemania

Gestión del proyecto: Ioannis Anyfantis, Annick Starren, Emmanuelle Brun (EU-OSHA)

© Agencia Europea para la Seguridad y la Salud en el Trabajo, 2022

Se autoriza la reproducción siempre y cuando se mencione la fuente.

El presente documento normativo se ha elaborado por encargo de la Agencia Europea para la Seguridad y la Salud en el Trabajo (EU-OSHA). Su contenido, incluidas las opiniones y/o conclusiones expresadas, es responsabilidad exclusiva de los autores y no refleja necesariamente las opiniones de la EU-OSHA.