

INDUSTRIA 4.0.

GESTIÓN DE LA PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE TRABAJO, MIGRACIONES
Y SEGURIDAD SOCIAL

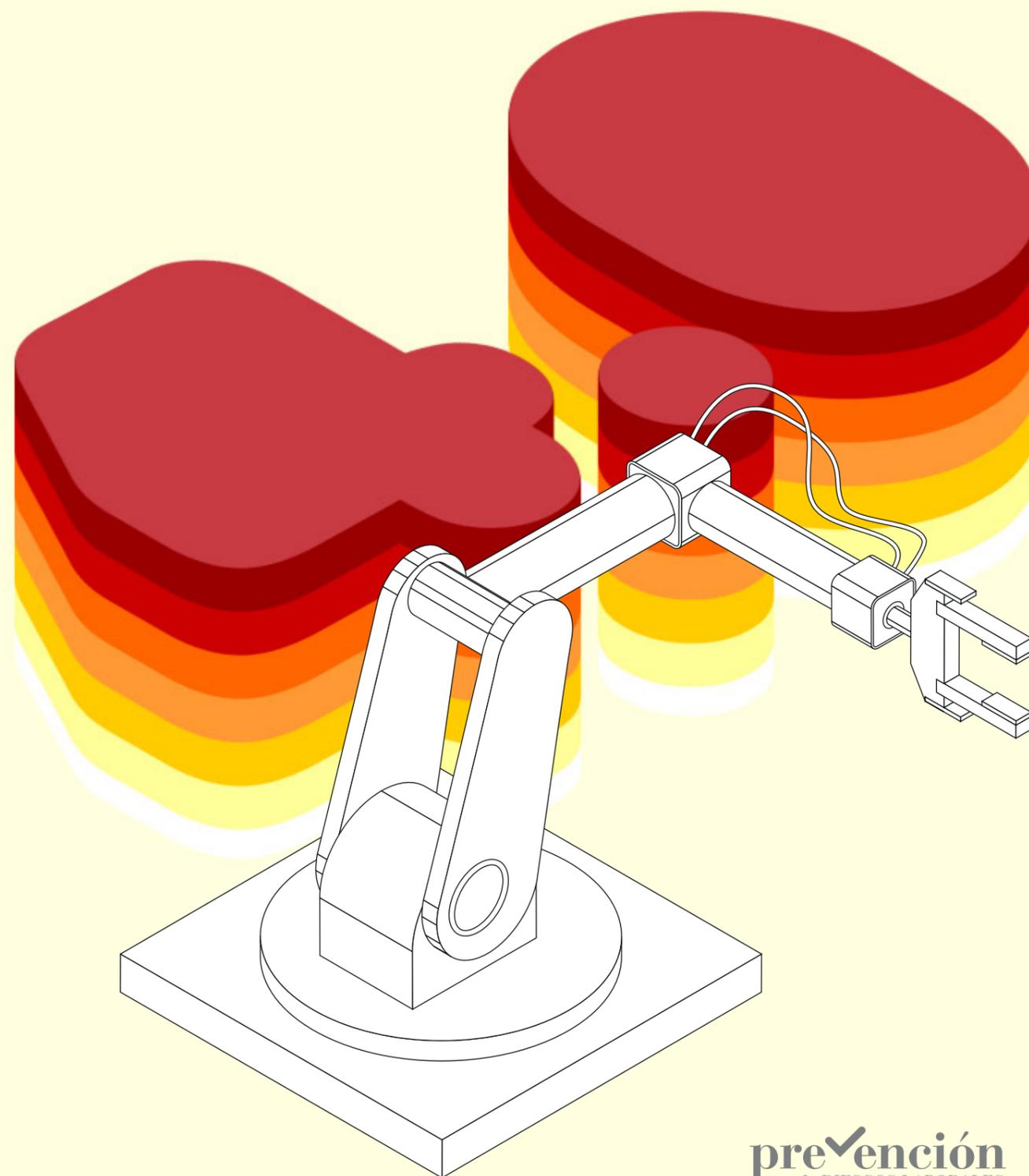
FINANCIADO POR:



FUNDACIÓN
ESTATAL PARA
LA PREVENCIÓN
DE RIESGOS
LABORALES, F.S.P.

COD.ACCIÓN AT2018-0079





INDUSTRIA 4.0.

Edita:
Foment del Treball
oficinatecnica@foment.com

Con la financiación de:
Fundación Estatal para la Prevención de Riesgos Laborales

Código de acción:
AT2018-0079

Con la colaboración de:
Full Audit

Diseño gráfico:
Veus Veus SL

Maquetación:
Pleca Digital, SLU

El contenido de esta publicación es responsabilidad exclusiva de la entidad ejecutante y no refleja necesariamente la opinión de la Fundación Estatal para la Prevención de Riesgos Laborales.

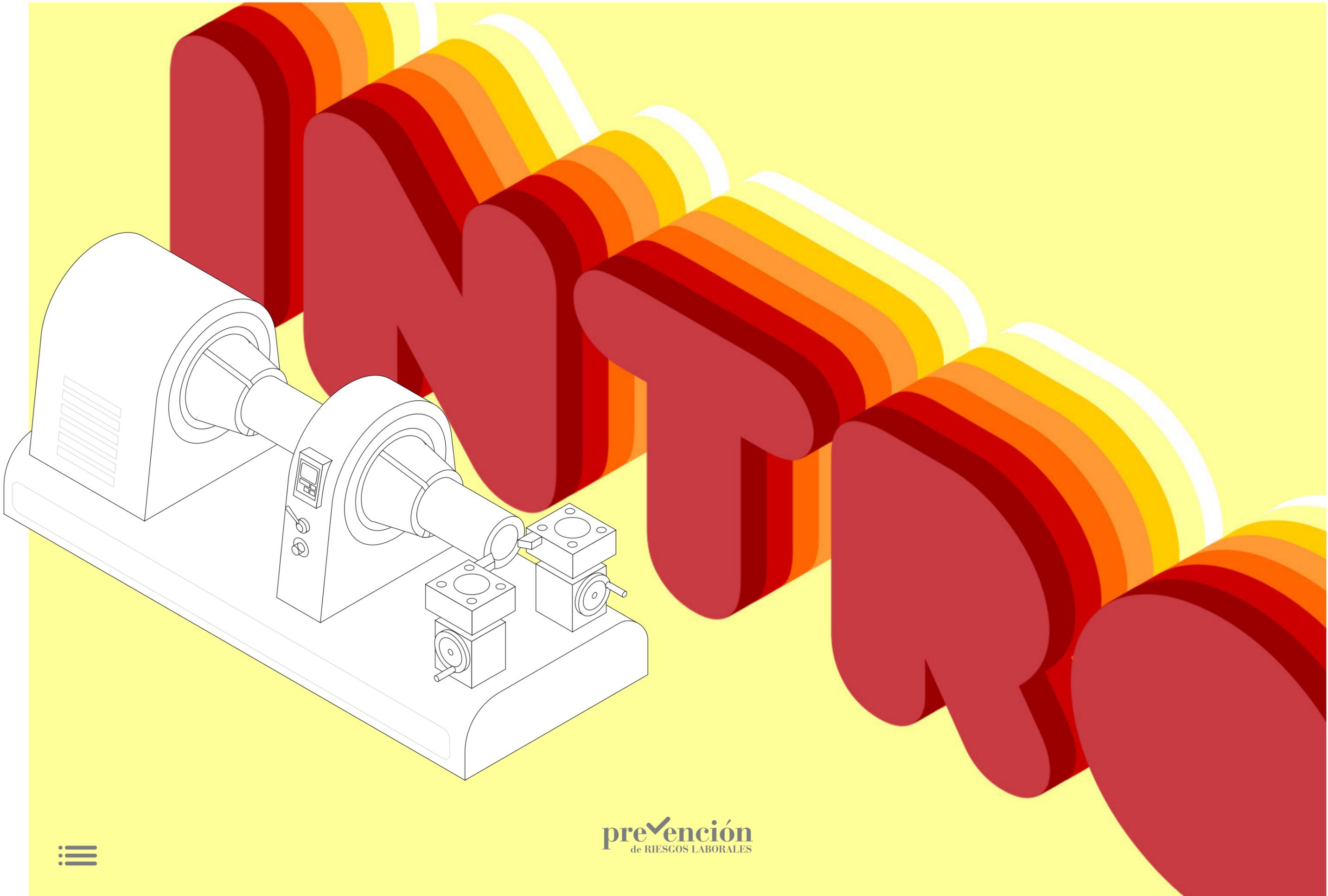


INDUSTRIA 4.0.

ÍNDICE

● Introducción	pag. 3
● ¿Qué es la Industria 4.0?	pag. 6
2.1. ¿Qué debe y qué no debe considerarse Industria 4.0?	pag. 6
● Contexto actual y tendencias de la Industria 4.0	pag. 8
3.1. A nivel internacional	pag. 23
3.2. En España	pag. 28
● Repercusiones de la Industria 4.0 en el entorno laboral	pag. 31
● PRL en la Industria 4.0	pag. 43
5.1. ¿Cómo afecta la Industria 4.0 a la gestión preventiva?	pag. 43
5.1.1. Aspectos positivos y negativos	pag. 43
5.2.1. Seguridad pasiva Vs. Seguridad activa	pag. 45
5.3.1. Generación de nuevos riesgos	pag. 48
5.2. Estrategias de adaptación del SGPR al nuevo paradigma	pag. 60
● Casos prácticos	pag. 81
● Anexo: Revisión bibliográfica	pag. 90





pre[✓]ención
de RIESGOS LABORALES



1. INTRODUCCIÓN

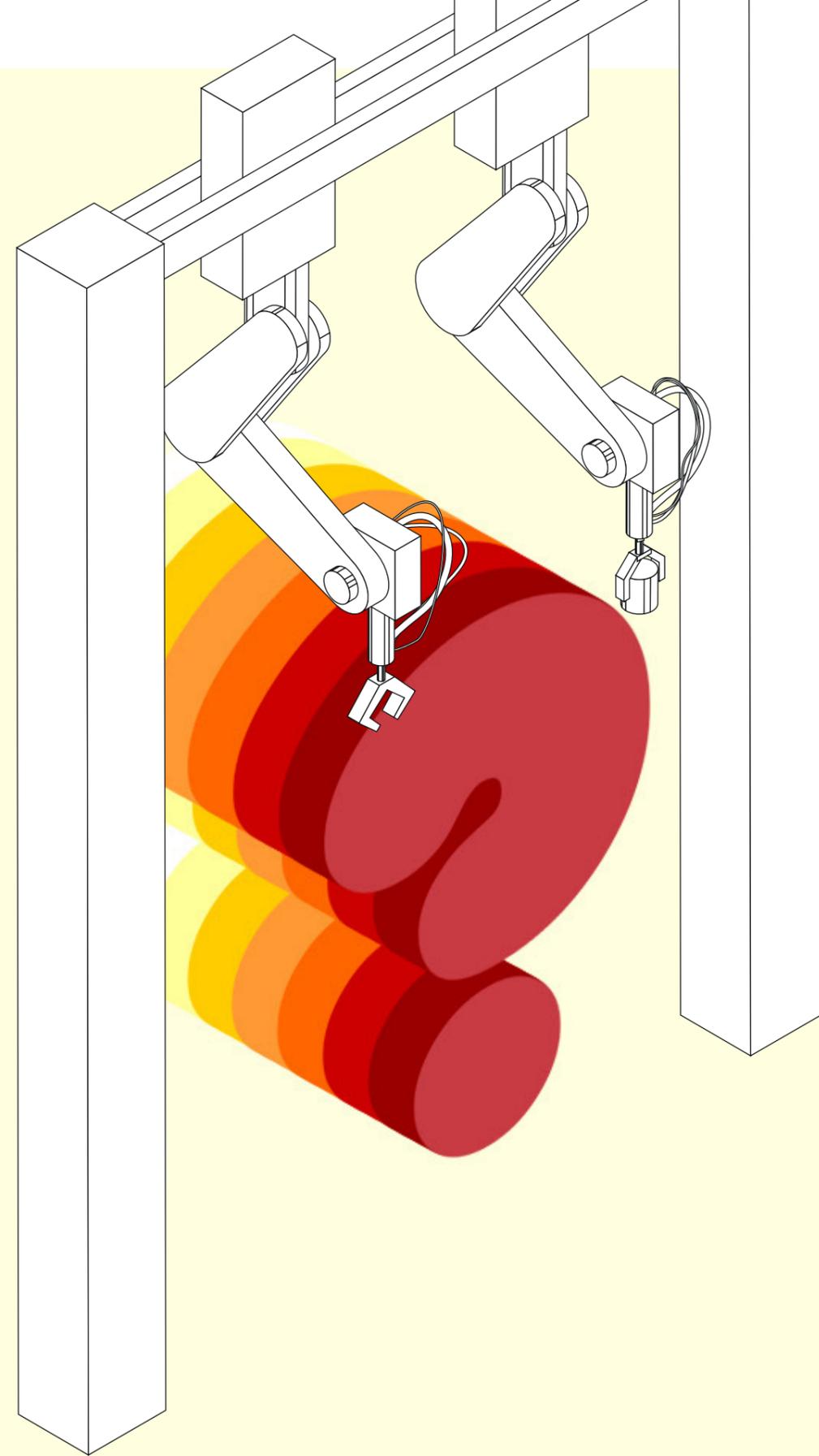
Si hay un verbo que define Industria 4.0 ese es claramente optimizar. Se optimizan los recursos, el consumo de materias, la energía, los procesos, la producción, los tiempos, etc. Pero, ¿también se optimizan los niveles de seguridad y salud en los puestos de trabajo?

En la presente guía se pretende, por un lado, identificar qué es la Industria 4.0, cómo está impactando e impactará en las empresas y en la transformación de perfiles laborales. Por otro lado, se efectúa un análisis sobre cómo afecta la Industria 4.0 a la prevención de riesgos laborales, poniendo ejemplos de algunas de las tecnologías asociadas.

Y es que dar el paso hacia la Industria 4.0 conlleva cambios significativos de las condiciones de trabajo. Algunos de estos cambios generan un impacto muy positivo, como son la reducción o eliminación de ciertos tipos de riesgos, mientras que otros cambios generan impactos menos positivos, como la creación de nuevos riesgos.

Además, se ofrecen estrategias de adaptación de los elementos más significativos de un sistema de gestión de prevención de riesgos laborales, con los ítems que hay que tener en cuenta en una Industria 4.0.

Por último, se han incluido casos prácticos tanto de empresas que han iniciado el proceso de transformación hacia la Industria 4.0, como empresas que realizan actividades de automatización de procesos industriales y empresas que implementan esta transformación digital en el ámbito de la prevención de riesgos laborales.



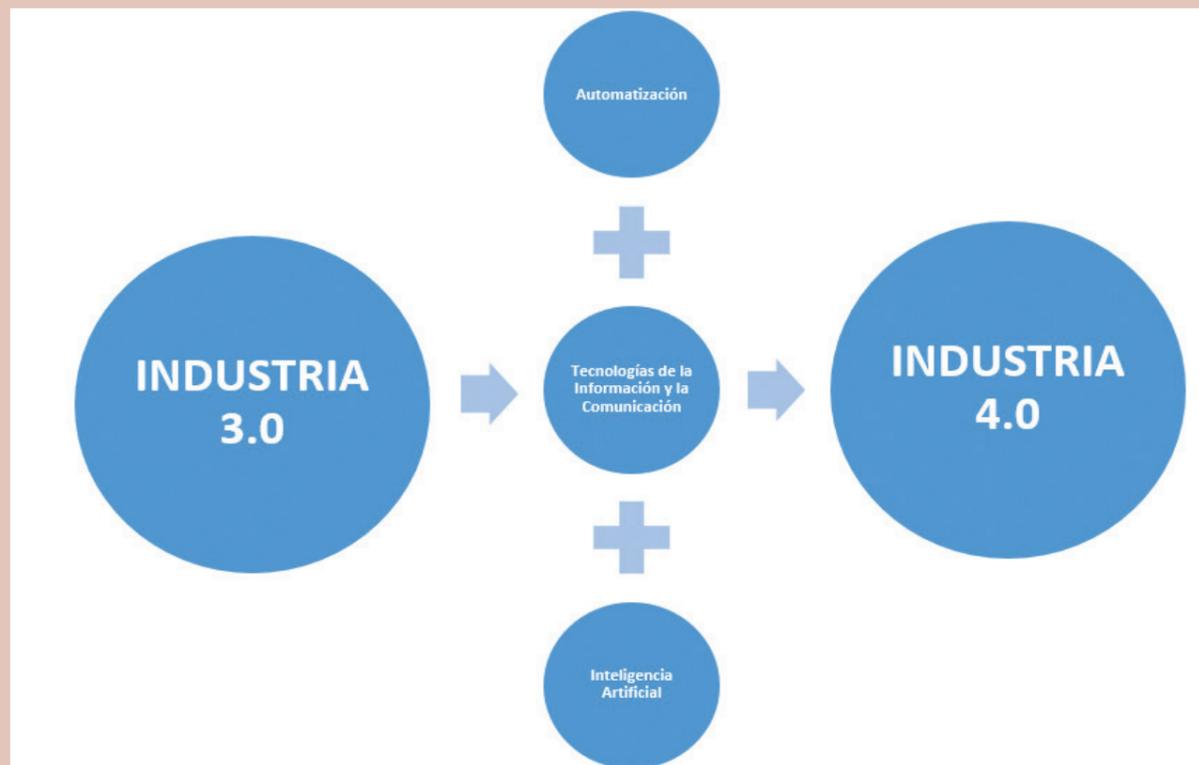
INDUSTRIA 4.0.

¿QUÉ ES INDUSTRIA 4.0?

2. ¿QUÉ ES INDUSTRIA 4.0?

Aunque el concepto Industria 4.0 fue acuñado años antes por Henning Kagerman, Wolf Peter Lucas y Wolfgang Wahlster, en la feria industrial de Hanover (2011), el uso del término no se popularizó mundialmente hasta el Foro de Davos de 2016, de la mano de Klaus Schwab, presidente del World Economic Forum y posteriormente de su libro "La cuarta revolución industrial".

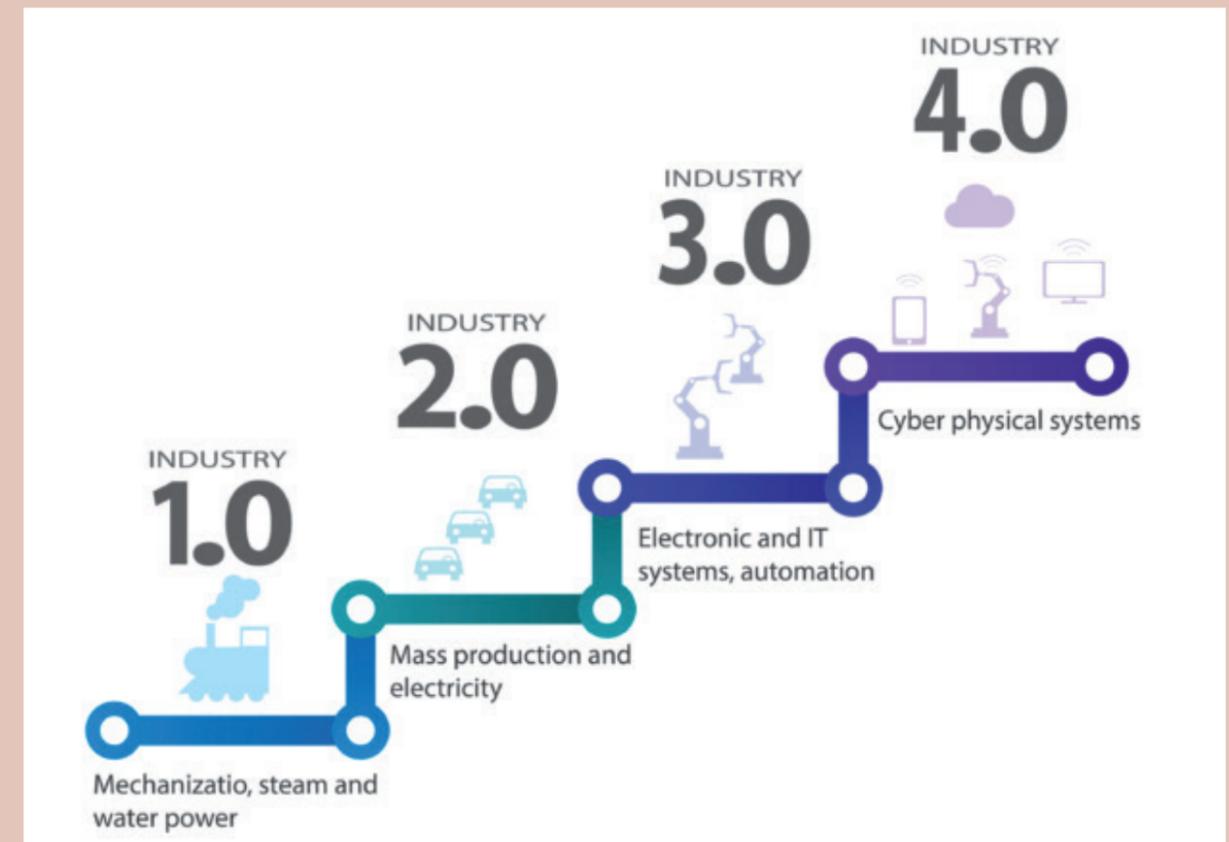
Cuando hablamos de Industria 4.0 nos referimos a ir un paso más allá de la automatización de un proceso (Industria 3.0), en concreto, a la unificación de la automatización con las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) y la Inteligencia Artificial (IA).



La conjunción de estos tres campos comporta que una industria sepa qué necesita el cliente al momento, que sea capaz de adaptar sus materias primas, stocks, ritmo de fabricación y en general toda su cadena de producción, para cubrir la necesidad y que sea capaz de fabricarlo de forma autónoma.

¿Por qué Industria 4.0?

Se habla de Industria 4.0 como cuarta fase de revolución industrial a nivel global, entendiéndose como fases históricas las siguientes:



INDUSTRIA 4.0.

¿QUÉ ES INDUSTRIA 4.0?

Primera Revolución Industrial (1.784) – INDUSTRIA 1.0:

- Máquinas de vapor.
- Uso del agua como insumo industrial.
- Proliferación de equipos mecánicos en las áreas de producción.
- Desplazamiento de mano de obra no cualificada, desde el campo hacia las ciudades.
- Mayor bienestar social.

Segunda Revolución Industrial (1.870) – INDUSTRIA 2.0:

- Especialización funcional y división del trabajo.
- Uso de la electricidad.
- Auge del motor de combustión interna.
- Producción masiva y en serie.
- Acceso de la mano de obra no cualificada a los bienes de producción.

Tercera Revolución Industrial (1.969) – INDUSTRIA 3.0:

- Auge de dispositivos electrónicos.
- Tecnologías de Información se diseminan en distintos ámbitos laborales.
- Surge la dirección por objetivos.
- Auge de sistemas de control de calidad.
- Implantación de líneas automatizadas de producción.

Cuarta revolución industrial – INDUSTRIA 4.0:

Tal y como define Schwab, a diferencia de las tres revoluciones anteriores, ligadas a innovaciones tecnológicas concretas, esta cuarta revolución corresponde a una transición hacia nuevos sistemas construidos sobre la infraestructura de la revolución digital anterior, por lo que entendemos que las nuevas tecnologías no son el desencadenante de esta revolución, pero sí la facilitan.

Otro de los puntos que según el economista Santiago Niño-Becerra, marca la diferencia entre las distintas revoluciones industriales es:

- La operativa de la primera revolución industrial estaba basada en el vapor.
- La operativa de la segunda revolución industrial estaba basada en la electricidad.
- La operativa de la tercera revolución industrial estaba basada en el petróleo (y la energía nuclear).
- La operativa de la cuarta revolución industrial está basada en la información.

Como se puede ver, en las tres primeras revoluciones, la operativa de cada transformación estaba soportadas por distintas fuentes de energía que permitían esos procesos de producción. Sin embargo, la cuarta revolución industrial solo coexiste con la potenciación de otras fuentes de energía como las renovables, pero no está directamente vinculada con ellas.

Se puede intuir por tanto que, pese a tratarse de una nueva revolución que se encuentra en una fase muy temprana, ésta puede ser totalmente distinta. De hecho según el propio Niño-Becerra, impulsará un cambio de paradigma general en la sociedad capitalista actual.

INDUSTRIA 4.0.

¿QUÉ ES INDUSTRIA 4.0?

Por otro lado, algunas de las innovaciones que están impulsando la transición a la Industria 4.0 son, entre otras:

- **Internet of Things (IoT):** la definición podría ser la agrupación e interconexión de dispositivos y objetos a través de una red (bien sea privada o Internet, la red de redes), donde todos ellos podrían ser visibles e interactuar. Cualquier cosa que se pueda imaginar podría estar conectada a internet e interactuar sin necesidad de la intervención humana, el objetivo por tanto es una interacción de máquina a máquina, o lo que se conoce como una interacción M2M (machine to machine) o dispositivos M2M.

Algunos ejemplos de IoT serían un frigorífico, la caldera, las luces de casa o cualquier otro objeto, sensor o dispositivos mecánicos que esté conectado a internet e interconectado.

Esto permite, por poner solo algunos ejemplos en el caso del frigorífico:

- Tener predeterminado un stock de seguridad marcado en la nevera de productos habituales para hacer un pedido de forma automática.
 - Buscar recetas que se puedan elaborar con los alimentos disponibles.
 - Ver qué alimentos hay disponibles sin tener que abrir el frigorífico (con el consiguiente ahorro energético).
 - Listar los alimentos por orden de caducidad para poder consumirlos de forma óptima.
- **Industrial Internet of Things (IIoT):** IIoT es la parte del IoT dedicada a la industria en exclusiva, en la que se obvian los elementos de consumo o que están diseñados para otros sectores que no puedan ser vinculados a la industria.

Esta característica es de las más importantes en la aparición de la Industria 4.0, pues permite vincular los procesos de automatización con la inteligencia artificial así como acceder a información o dar instrucciones de manera instantánea.

- **Sistemas Ciber-físicos (CPS,** por sus siglas en inglés): un sistema ciber-físico está compuesto por objetos, electrónica y software. Los objetos se conectan entre sí directamente o a través de internet, formando un único sistema en red. Esos objetos consisten en dos tipos de elementos: sensores, que se encargan de adquirir y procesar datos, y actuadores o componentes encargados de mover o controlar mecanismos o sistemas. Los datos se ponen a disposición de distintos servicios conectados en red, que los utilizan para enviar órdenes a los actuadores, los cuales ejecutan acciones en el mundo físico.

Se trata de un sistema que unifica, por una parte el mundo físico (sensores que captan información/datos y actuadores que son capaces de ejecutar las acciones).

- **Cloud Computing:** conjunto de principios y enfoques que permite proporcionar infraestructura informática, servicios, plataformas y aplicaciones (que provienen de la nube) a los usuarios, según las soliciten y a través de una red. Las nubes son grupos de recursos virtuales (por ejemplo, el potencial de procesamiento en bruto, el almacenamiento o las aplicaciones basadas en la nube) que se coordinan mediante un software de gestión y automatización, para que los usuarios puedan acceder a ellos según lo soliciten, a través de los portales de autoservicio a los que dan soporte el escalado automático y la asignación dinámica de recursos.

INDUSTRIA 4.0.

¿QUÉ ES INDUSTRIA 4.0?

- **Inteligencia Artificial (IA):** software que simula la capacidad de raciocinio humano, habiendo superado holgadamente en ciertos aspectos las propias capacidades humanas. La IA es, además, capaz de aprender, comprender y sacar conclusiones sobre cuestiones muy variadas, pero a día de hoy es en los números donde resulta especialmente útil. Actualmente en la industria se hace uso de esta tecnología especialmente para hacer un análisis de datos y extraer conclusiones en términos de eficiencia productiva y análisis de probabilidades. Incluso se efectúa un análisis de probabilidades de diferentes escenarios en una réplica virtual exacta de las condiciones de una industria, mediante la creación de "gemelos virtuales".
- **Sensórica:** es el concepto que agrupa a todos los sensores, entendiéndose como tal a los dispositivos creados para recopilar información sobre diferentes variables, como por ejemplo, temperatura, tamaño, distancia, color, humedad, presión y otros parámetros físicos. Es una de las patas fundamentales del Big Data Analytics y del Internet of Things, pues son estos dispositivos los que nutren a los sistemas de información que posteriormente serán analizados en la toma de decisiones, en base a los parámetros registrados.
- **Big Data Analytics:** es la capacidad de extraer y analizar los datos relevantes de un gran volumen de datos obtenidos de diferentes fuentes, mediante el uso de Inteligencia Artificial. La relevancia de esos datos está vinculada tanto a razones productivas (tendencias de mercado), como de control de calidad (análisis de producto fabricado) o de verificación del estado del parque de máquinas (para información de ingeniería, mantenimiento, compras, etc.), entre otros. La utilidad que se le puede dar al análisis del Big Data puede ser muy variada y puede ofrecer una ventaja competitiva importante.

- **Realidad Virtual (VR):** la realidad virtual es una tecnología que permite mediante la informática crear un entorno no físico, mediante la generación de escenarios y objetos, de una forma más o menos inmersiva para los usuarios.

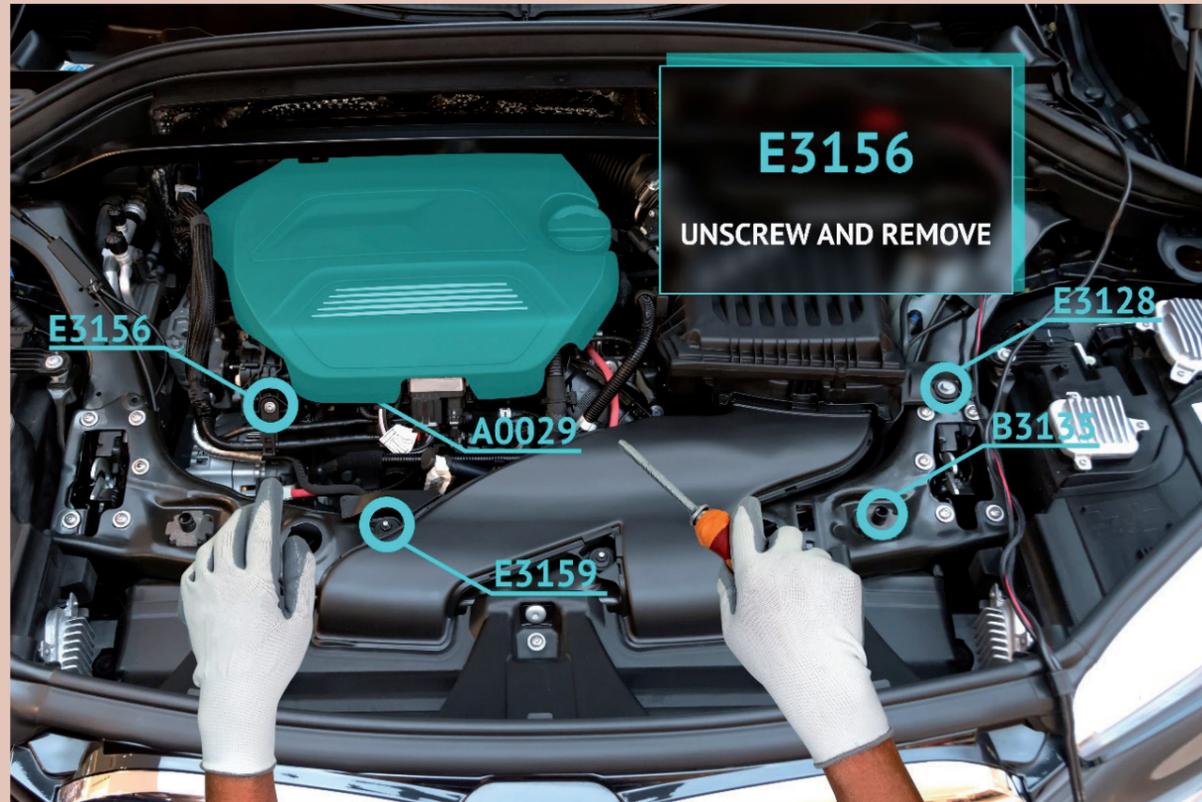
Se trata por tanto, de una tecnología que permite generar espacios virtuales que pueden simular cualquier emplazamiento y características para, por ejemplo, efectuar una formación práctica bajo un entorno controlado, sin exponer al alumno a situaciones de riesgo. Este sería el caso de un trabajador que deba hacer una formación de trabajos con riesgo eléctrico.

- **Realidad Aumentada (AR):** la realidad aumentada es la superposición de elementos virtuales sobre un entorno real, mediante el uso de visores u otros soportes. La diferencia entre los dispositivos de VR y los de AR es que los segundos permiten obtener información sobre la realidad física (tanto imágenes como sonido).

Esta tecnología por tanto, tiene una gran variedad de posibles usos, que van desde acceder a un documento, hasta efectuar una reparación en un vehículo siguiendo los pasos marcados en una guía práctica.

INDUSTRIA 4.0.

¿QUÉ ES INDUSTRIA 4.0?



- **Impresión 3D o fabricación aditiva:** tecnologías capaz de crear o copiar objetos mediante la impresión de materiales en 3 dimensiones, a partir de un diseño realizado por ordenador.

Tal y como identificaba en 2018 Anatol Locker, periodista alemán, esta tecnología engloba hasta de 9 tipos de fabricación aditiva distintas, cada una de ellas con sus características específicas:

Tecnologías de impresión 3D	Descripción de la tecnología
Moldeado por deposición fundida (conocida como FDM, por sus siglas en inglés)	<p>Es el método de impresión 3D más común del mercado. Funciona calentando una resina termoplástica que se extruye dándole una forma de filamento, el cual se deposita sobre una superficie o en algún punto de apoyo.</p> <p>Si el objeto a imprimir tiene partes sobresalientes, deberán instalarse soportes hasta el endurecimiento del material.</p> <p>Se suele utilizar para generar prototipos simples en pequeñas empresas o para uso doméstico.</p>
Estereolitografía (conocida como SLA, por sus siglas en inglés)	<p>Este proceso de impresión 3D, que es el más antiguo que se conoce (1983), funciona exponiendo una resina líquida fotosensible a un rayo láser UV para que se solidifique.</p> <p>Si el objeto a imprimir tiene partes sobresalientes, deberán instalarse soportes hasta el endurecimiento del material.</p> <p>Para dar por finalizado el proceso de impresión, el objeto impreso debe ser aclarado con disolvente.</p> <p>La evolución de esta tecnología es conocida como CLIP (Continuous Liquid Interface Production) y puede fabricar entre 25 y 100 veces más rápida que la SLA.</p> <p>Se suele utilizar en empresas que necesitan crear objetos con superficies lisas y mucho detalle, como por ejemplo sectores como la joyería y la odontología cosmética para la creación de moldes maleables.</p>

INDUSTRIA 4.0.

¿QUÉ ES INDUSTRIA 4.0?

Tecnologías de impresión 3D	Descripción de la tecnología
Procesamiento Digital de Luz (conocida como DLP, por sus siglas en inglés)	<p>Tecnología muy parecida a la SLA, que hace uso de resinas fotosensibles, que se exponen a un rayo láser UV, pero hace uso de microespejos que se controlan por ordenador.</p> <p>Si el microespejo está en la posición de reflexión de luz, éste proyectará el rayo sobre la resina, haciendo que se solidifique. Por el contrario, si el espejo está en una posición en la que no refleje el rayo sobre la resina, hace que no se solidifique, provocando un espacio vacío de impresión.</p> <p>Se utiliza principalmente en ámbitos profesionales y permiten fabricar piezas robustas con excelente resolución.</p>
Sinterizado Selectivo por Láser (conocida como SLS, por sus siglas en inglés)	<p>Es un proceso de impresión similar al de SLA, pero la diferencia reside que en vez de hacer uso de resina, hace uso de polvo y el material de este polvo puede variar entre nailon, vidrio y cerámica hasta aluminio, plata e incluso acero, el cual es calentado con el láser y sinterizado.</p> <p>Se utiliza para el desarrollo de productos y la creación rápida de prototipos orientados a industrias comerciales, pero también para crear piezas usadas en el sector industrial (por ejemplo, piezas de maquinarias).</p>
Fusión Selectiva por Láser (conocida como SLM, por sus siglas en inglés)	<p>Se puede comprender como una subcategoría con entidad propia de las SLS. Hace uso de un láser de alta potencia para fundir el polvo metálico generando piezas sólidas 3D.</p> <p>Utiliza materiales como acero inoxidable, aluminio, titanio y cromo-cobalto.</p> <p>Se utiliza para la industria aeroespacial, o de la ortopedia u otros tipos de industria, para crear formas geométricas complejas con paredes delgadas y/o con espacios vacíos, como por ejemplo, para fabricar turbinas de gas.</p>

Tecnologías de impresión 3D	Descripción de la tecnología
Fusión por Haz de Electrones (conocida como EBM, por sus siglas en inglés)	<p>A diferencia de las tecnologías anteriores, el EBM utiliza un haz de electrones controlado por ordenador en vez de un láser. Esta técnica se lleva a cabo con una alta presión al vacío y a altas temperaturas, pudiendo llegar a los 1000 °C para fundir el polvo metálico.</p> <p>Utilizan materiales como titanio puro, Inconel718 e Inconel625.</p> <p>Se utiliza para la industria aeroespacial y para implantes médicos. Actualmente está siendo menos utilizada que otras tecnologías ya que por el momento es muy lenta y costosa.</p>
Fabricación mediante Laminado de Objetos (conocida como LOM, por sus siglas en inglés)	<p>Consiste en hacer uso de capas de papel, plástico o laminados metálicos recubiertos con adhesivo, que se funden bajo calor y presión, y se cortan con un láser o una cuchilla controlados por ordenador. Después de esto, en ocasiones se realiza un proceso de mecanizado y perforación. El objeto 3D se crea capa por capa, y tras cortar el exceso de material, se puede lijar o sellar con pintura.</p> <p>La ventaja de este proceso respecto a otros es que es más económico y rápido, especialmente para crear piezas relativamente grandes.</p>
Inyección de aglutinante (conocida como BJ, por sus siglas en inglés)	<p>Trata de inyectar un agente adhesivo en un material en polvo (habitualmente yeso), que actúa uniendo las capas de polvo. Por lo general, el aglutinante se extruye en forma líquida desde un cabezal de impresión al igual que en una impresora 2D de inyección de tinta convencional. Una vez que se termina una capa, la superficie de impresión baja y el proceso se vuelve a repetir.</p> <p>Esta tecnología se utiliza para fabricar productos de cerámica, metal, arena o plástico. A día de hoy ofrece impresiones rápidas y baratas, pero no siempre pueden asegurar la integridad estructural, aunque ya hay avances, como el presentado en 2016 por Hewlett-Packard y su MFJ (Multijet Fusion).</p>

INDUSTRIA 4.0.

¿QUÉ ES INDUSTRIA 4.0?

Tecnologías de impresión 3D	Descripción de la tecnología
Inyección de material, también conocido como moldeo a la cera perdida (conocida como MJ, por sus siglas en inglés)	<p>Aunque es un técnica de trabajo que ya existía en el ámbito de la joyería, esta se ha convertido en la tecnología de impresión 3D más popular entre el sector de joyería y también entre aquellos que trabajen o quieran trabajar con moldes, aunque debe tenerse en cuenta que la cera empieza a perder consistencia y a fundirse entre 60 y 80 °C.</p> <p>La cera fundida se deposita en capas sobre una plataforma de aluminio mediante varias boquillas que recorren el área de construcción. A medida que el material caliente entra en la superficie de impresión, se solidifica. En este caso, se usa un tipo diferente de cera con una temperatura de fusión baja, la cual se deposita debajo de las partes que sobresalen del producto, actuando como soporte de la estructura. Cuando finaliza la impresión, se coloca en un baño caliente que funde el material de soporte.</p>

- **Robots:** es un ente virtual o mecánico que se utiliza para disminuir o facilitar el trabajo a realizar por una persona.

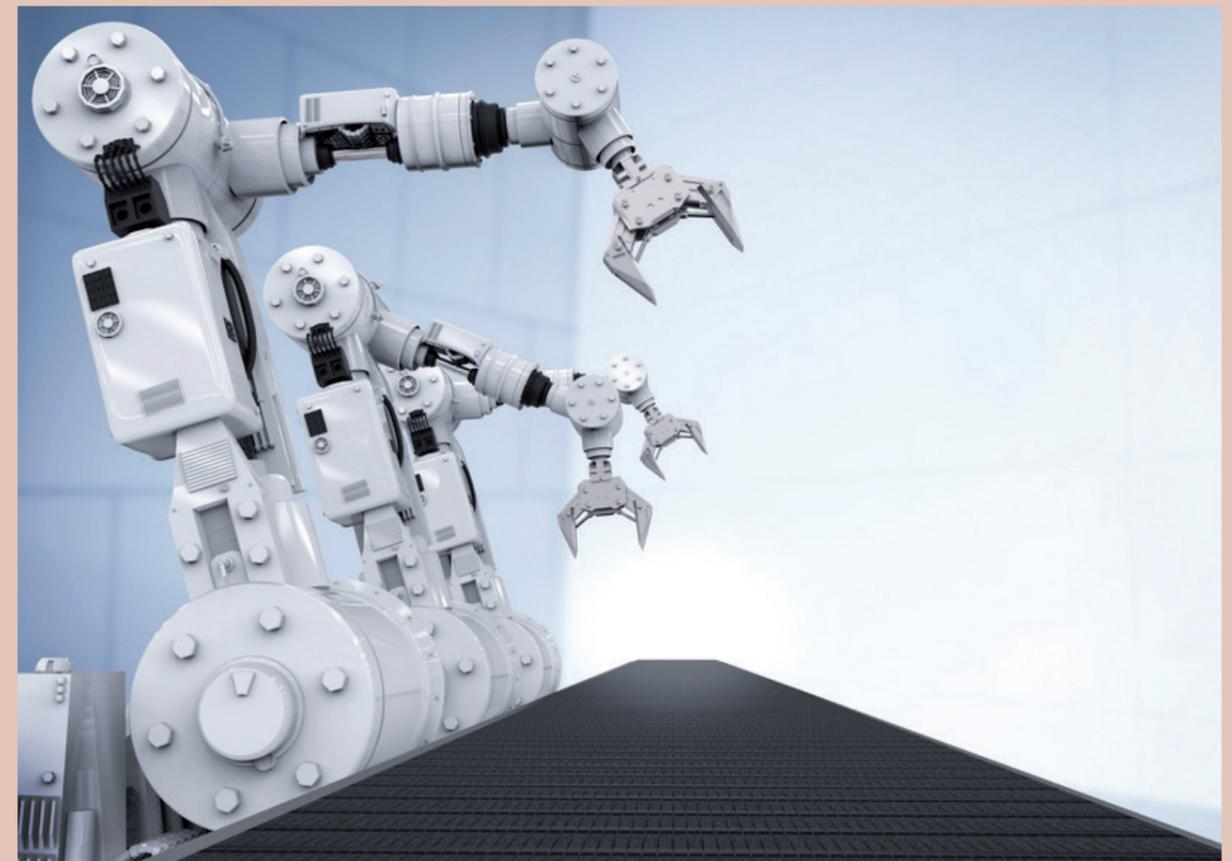
Cuando se presenta en forma virtual se le conoce como "bot" y se trata de un programa informático que se utiliza para efectuar tareas repetitivas, costosas o poco agradecidas, como por ejemplo un Chatbot, que es un bot que da respuestas preprogramadas a una cantidad considerable de preguntas. Se ha extendido este tipo de programa en los departamentos de atención al cliente.

Un robot como ente físico es una máquina más o menos compleja, un sistema electro-mecánico diseñado y programado para efectuar tareas repetitivas, costosas o poco agradecidas, al igual que un bot, pero en el mundo físico.

Los robots fueron los grandes protagonistas de la 3ª Revolución Industrial, pues permitieron automatizar parte de los procesos productivos.

Los robots industriales pueden tener formas muy variadas y diseños con finalidades prácticamente infinitas como el transporte de material (por ejemplo con vehículos de guiado autónomo terrestres o drones aéreos) los sistemas de seguridad, o los robots colaborativos.

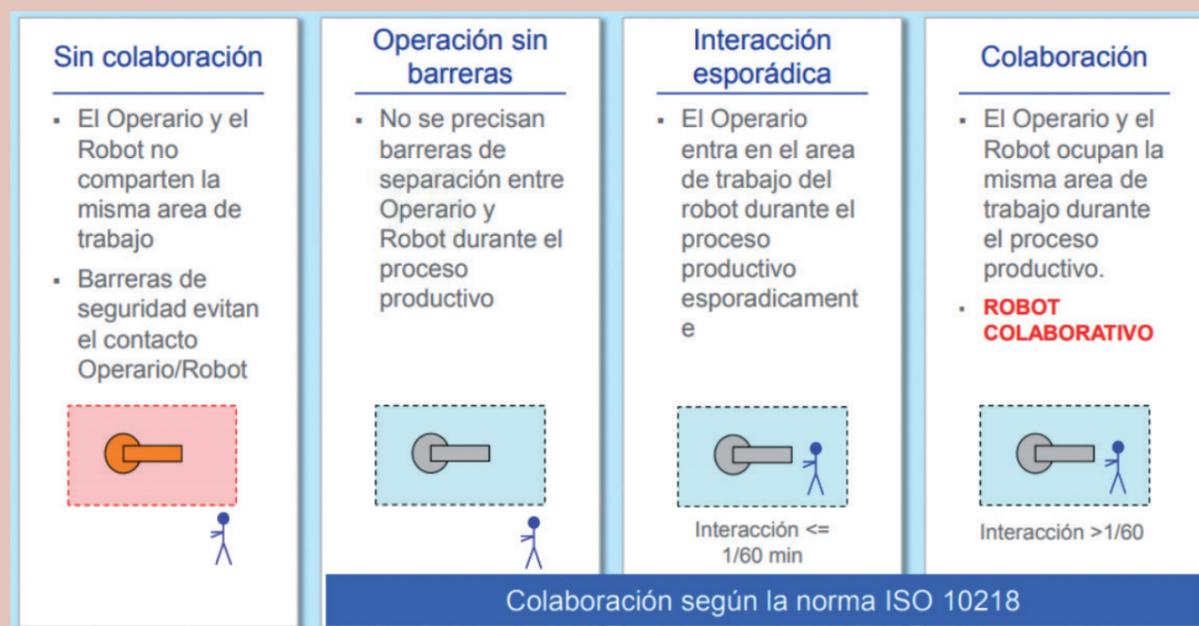
- **Robots colaborativos o cobots:** robots diseñados y fabricados para colaborar con los trabajadores, facilitando la sustitución de algunas de las tareas más simples y repetitivas de un proceso de producción. A diferencia del resto de robots, los cobots están diseñados casi en su totalidad en forma de brazo, aunque este puede estar situado en una base fija o móvil.



INDUSTRIA 4.0.

¿QUÉ ES INDUSTRIA 4.0?

La colaboración entre los cobots y los trabajadores se puede dar de diferentes formas, como por ejemplo, trabajar aislados físicamente de los trabajadores, los que trabajan sin una barrera física con los trabajadores pero realizan tareas no simultáneas, los que trabajan sin una barrera física con los trabajadores y trabajan de una manera simultánea en distintas operaciones sobre un mismo producto, los que trabajan sin una barrera física con los trabajadores y trabajan de una manera simultánea en colaboración sobre una misma tarea.



Fuente: Robótica Colaborativa, Jon Olazar Gastós - ABB

- **Wearables:** equipos electrónicos diseñados para ser llevados (vestidos o puestos) por los humanos con la finalidad de facilitar alguna tarea o aportar alguna información. Al igual que para el resto de usos, el industrial puede tener una cantidad de usos casi ilimitada. Algunos ejemplos de wearables son los relojes inteligentes, la ropa con medido-

res de constantes vitales, las zapatillas deportivas con posicionamiento gps o los cascos de bomberos con interfaz en la máscara para el control de los niveles de temperatura.

- **Trabajadores 4.0:** un trabajador es 4.0 cuando parte de su trabajo es objeto de una transformación hacia la Industria 4.0, lo que implica un cambio de procesos en su puesto de trabajo, el uso de nuevas tecnologías, necesidad de nuevas competencias y conocimientos, todo ello ligado a la Industria 4.0.

¿Y por qué no llamarlo solo la Cuarta Revolución Industrial?

Para comprender el término, primero hay que situarse en el momento de la creación del mismo. Debido a la creación del término web 2.0 en 2005, que definía el traspaso de la red de ser un sistema básicamente de consulta de información específica, a un espacio de interacción virtual entre los creadores de contenido, consumidores a través de redes sociales, foros, etc. se popularizó la expresión.

En consecuencia, con el paso del tiempo se pasó a usar la extensión 2.0 a nivel mundial, y en especial a nivel empresarial, pues se tomó como sinónimo de novedoso, rompedor, actual o moderno.

Inicialmente, tal y como indican los creadores del neologismo, se planteó la posibilidad de hablar de Industria 3.0 ya que, históricamente, se habían identificado dos primeras grandes revoluciones. Sin embargo, se concluyó que también se debería contemplar la revolución electrónica como otra gran revolución, pues había implicado un gran avance para la industria, especialmente en el campo de la automatización de procesos.

INDUSTRIA 4.0.

¿QUÉ ES INDUSTRIA 4.0?

Otras terminologías

Aunque el concepto más popularizado para la cuarta revolución industrial a nivel mundial es el de Industria 4.0, cabe destacar que este fenómeno también es conocido por otros nombres. Por ejemplo, en Francia lo llaman la industria del futuro, en Estados Unidos de América lo llaman Industrias inteligentes y en Japón lo llaman fábricas inteligentes. En Japón este término se utiliza desde 2003, este concepto ha sido impulsado por el propio gobierno a través de un programa llamado "*La revolución de los robots*", haciendo honor una vez más a su fama como sociedad pionera en cuanto a creación, desarrollo y explotación de tecnología.

2.1. ¿Qué debe y qué no debe considerarse Industria 4.0?

Una vez definido lo que es Industria 4.0, puede parecer que es algo que no es novedoso, pero no es así.

A simple vista, el término Industria 4.0 puede confundirse con el de automatización de procesos (comprendido en lo que ahora se entiende por Industria 3.0), pero existen diferencias. Si bien es cierto que la mayor parte visible de esta transformación es la automatización, tal y como se ha comentado anteriormente, hay dos grandes apartados más que componen el concepto de Industria 4.0 (TIC +IA).

No pueden ser consideradas Industria 4.0 aquellas empresas que incorporen solo parte de los componentes de la misma, pues son la suma de las características las que hace de una empresa Industria 4.0.

Que una empresa disponga de máquinas utilizadas para producir y de un programa de gestión, por sí solo no hace a una empresa ser Industria 4.0.

Que un programa envíe una información sobre un palet enfardado a uno o varios remitentes por sí mismo, no implica ser Industria 4.0.

Las cuestiones que se deben plantear para saber si un proceso parcial o una organización completa pueden ser considerados Industria 4.0 deben ser:



- ¿El proceso se realiza de forma automática en mayor o menor medida? (no tiene por qué ser de forma íntegra).
- ¿Los elementos que integran el sistema están interconectados?
- ¿Se hace uso de algún tipo de inteligencia artificial para analizar datos, tomar decisiones y controlar el proceso de producción?

Si la respuesta a las 3 preguntas es sí, puede confirmarse que estamos ante una organización o proceso productivo que puede ser catalogado como Industria 4.0.

Aunque también es necesario indicar que pese a tratarse de un aspecto novedoso, ya se le han empezado a sumar otros requisitos más propios del momento y que han sido fruto de ciertos debates o reflexiones, como, por ejemplo:

INDUSTRIA 4.0.

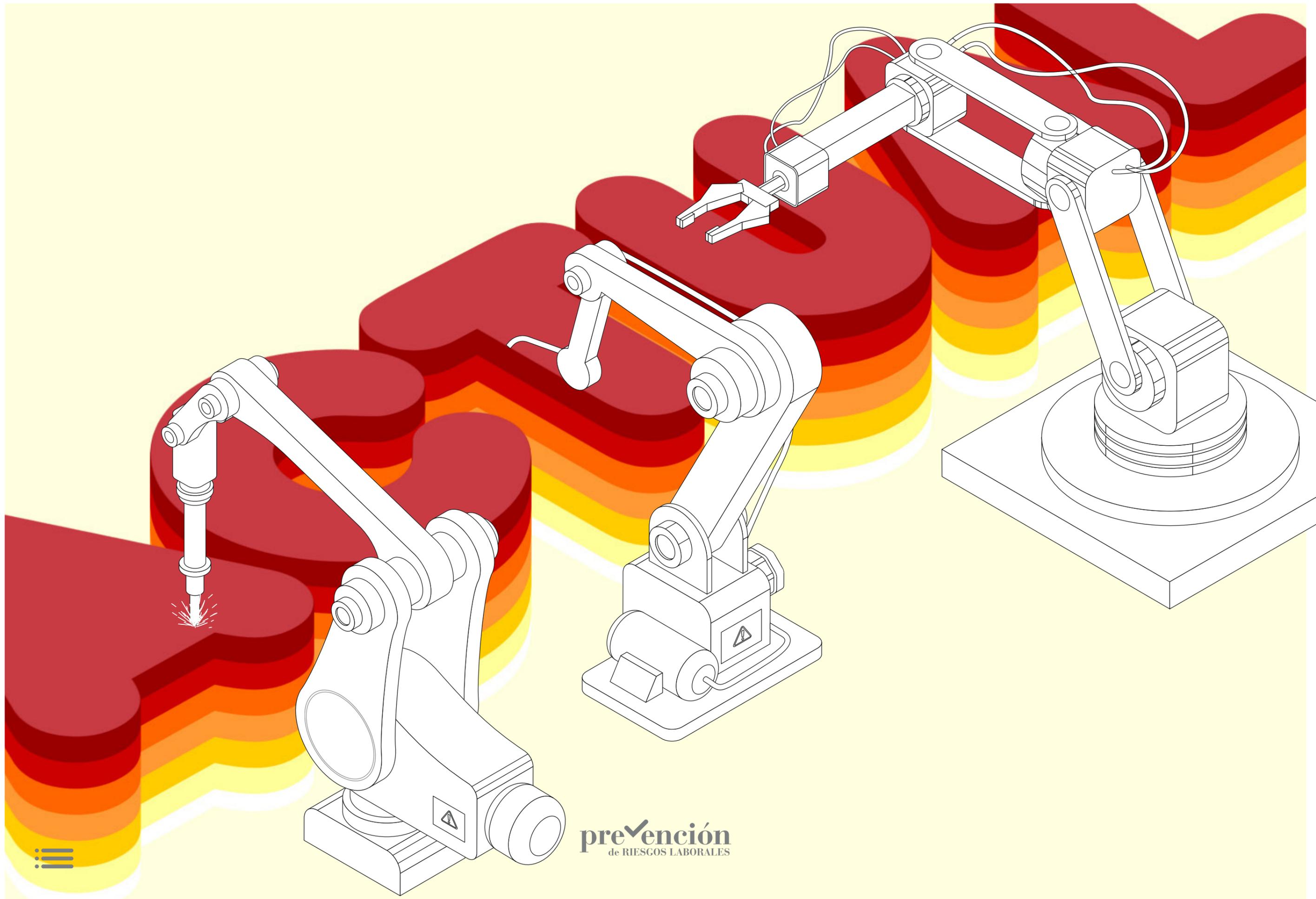
¿QUÉ ES INDUSTRIA 4.0?



- ¿La fabricación es flexible? Se adapta a las demandas, optimiza los procesos productivos.
- ¿Se trata de un proceso respetuoso con las personas?
- ¿Se trata de un proceso respetuoso con el medioambiente?
- ¿Tiende a integrarse en toda la cadena de valor de la compañía?

De hecho, las distintas realidades en las empresas están provocando que coexistan empresas tradicionales, con empresas que tratan de comprender lo que significa el término Industria 4.0, con empresas que ya hablan de Industria 5.0.

Este nuevo concepto concibe el proceso de transición como algo necesario, pero que, para ser exitoso, debe ser un proceso que debe mantener a las personas en el centro del mismo. Se trata por tanto de empresas que defienden que, en realidad, la transformación digital no va solo de robots si no que va de potencialización de las personas.



pre^vención
de RIESGOS LABORALES

INDUSTRIA 4.0.

CONTEXTO ACTUAL Y TENDENCIAS DE LA INDUSTRIA 4.0

3. CONTEXTO ACTUAL Y TENDENCIAS DE LA INDUSTRIA 4.0

Aunque podría parecer que el proceso hacia la Industria 4.0 implica la optimización de procesos productivos, resulta difícil poder predecir cuáles son sus posibles consecuencias.

Las predicciones de los expertos van desde escenarios fatalistas donde la mayor parte de la humanidad se queda sin trabajo, hasta los escenarios más utópicos donde la gente haga el trabajo de sus sueños en una simbiosis perfecta con las máquinas. Lo que probablemente se acabe materializando sea un término medio en el que la Industria 4.0 permita mejorar notablemente los ratios productivos y eliminar o compensar algunos efectos como el producido por una pirámide poblacional invertida, cada vez más acentuada, aunque posteriormente analizaremos qué puede acabar produciéndose.

Tal y como veremos a continuación, si bien puede dar la impresión que se ha escrito más de lo que en realidad se ha avanzado hacia la Industria 4.0, basta con mirar a nuestro alrededor para darnos cuenta de que realmente ya hemos iniciado el camino hacia la Industria 4.0.



Actualmente nos encontramos en un entorno de producción y consumo globalizado, que ha aportado un nivel de competencia sin precedentes para todas las empresas.

La sociedad ha evolucionado hacia un ritmo frenético de consumo, con un alto nivel de exigencia que permite escoger exactamente qué contenido/producto/servicio, cuándo y cómo consumirlo.

Industria 4.0 quiere decir exactamente eso, tal y como indicaba Beatriz González Ciordia, directora de Operaciones de la División Europa Norte de Gestamp, en la primera producción en serie y en masa, si querías un coche Ford, tenía que ser un Ford T, de color negro, todo bien delimitado y sin variables, en cambio actualmente ya puedes configurar el coche que quieres, seleccionando el modelo, prestaciones, acabados, colores y decoración, desde el sofá de casa. Ofrecer esas casi infinitas posibilidades de elección a nivel de personalización ha provocado que las organizaciones hayan tenido que adaptarse para dar una rápida respuesta a esta nueva demanda, lo que ha dado lugar a lo que se conoce como entornos **VUCA** (el acrónimo en inglés de volátil, incierto, complejo y ambiguo):

- Se habla de **Volatilidad** puesto que las condiciones que se dan en un momento determinado no suelen permanecer mucho tiempo, lo que conlleva cambios continuos.
- Se habla de **Incertidumbre**, pues pese a poder intuir las tendencias del futuro cercano, puede no tenerse la información relevante, lo que comporta que no se puede disponer de una certeza absoluta.
- Se habla de **Complejidad** puesto que, en un mundo globalizado, donde las demandas son tan diversas, hace que existan una casi infinita cantidad de variables encadenadas.
- Se habla de **Ambigüedad** dado que, aun teniendo toda la información relevante de un mercado, esta puede interpretarse de varias maneras, dando lugar a posibles malos entendidos.

INDUSTRIA 4.0.

CONTEXTO ACTUAL Y TENDENCIAS DE LA INDUSTRIA 4.0

Es precisamente este entorno VUCA el que favorece aún más el crecimiento de la Industria 4.0, pues ofrece muchas ventajas respecto a la industria convencional, tanto en lo que se refiere a flexibilidad, rapidez y optimización de costes, entre otras.

Pero por el momento, no todas las empresas han efectuado el paso a la transformación digital.

Basándonos en su grado de iniciativa e implicación en el proceso de transformación hacia la industria 4.0, hemos realizado una clasificación en cuatro grupos de empresas:

1. Empresas propulsoras

A nivel general, se trata de las compañías que han sido capaces de ver las grandes posibilidades de negocio en la aplicación de la industria 4.0 tanto para sus modelos de negocio actuales como para sus estrategias de futuro.

Son el grupo de empresas que están liderando la transformación hacia la Industria 4.0, pues están en pleno proceso de inversión en I+D en tecnología para incrementar su ventaja respecto a la competencia.

Estas empresas son las mismas que están preparándose para el cambio drástico de perfiles profesionales que va a producirse en un breve periodo de tiempo, pues pese a tratarse de empresas generalmente muy grandes y complejas, disponen de los medios necesarios para vislumbrar el escenario futuro en el que van a estar y trazar así un plan de capacitación de sus trabajadores para adecuarse a esa nueva realidad.

En este primer grupo también es necesario incluir tanto a PYMES como a Micropymes que puedan calificarse como "avanzadas", tanto por el tipo de recursos (tecnológicos y de co-

nocimiento), como de conceptualización de la empresa en sí (por filosofías de la empresa, enfoque de negocio, procedimientos, etc.). Aunque también es necesario reconocer que su capacidad de influencia sobre el resto del tejido, dada su envergadura, probablemente será menor que el de las grandes empresas.

2. Empresas directas o de 1er grado

En este segundo grupo podemos ubicar sobre todo, pero no de forma excluyente, a las empresas auxiliares de las grandes empresas propulsoras y/o empresas que se encuentran en relación directa con las empresas propulsoras.

Este grupo de empresas tienden a imitar a las empresas que lideran el cambio, bien sea por haber visto las ventajas de la aplicación del cambio en el proceso productivo de la empresa propulsora o bien por conseguir mantener o mejorar la relación de simbiosis existente previo al cambio y casi siempre incluyendo la voluntad de aventajar a la competencia.

3. Empresas indirectas o de 2º grado

En este tercer grupo podemos encontrar sobre todo, pero no de forma excluyente, a las empresas auxiliares de segundo grado de las grandes empresas propulsoras y/o empresas que se encuentran en relación indirecta con empresas propulsoras independientemente de su tamaño.

En las empresas indirectas existe una predisposición menor a la transformación hacia la Industria 4.0, ya sea por menores medios, por menores demandas o por menor creencia en el nuevo modelo de trabajo.

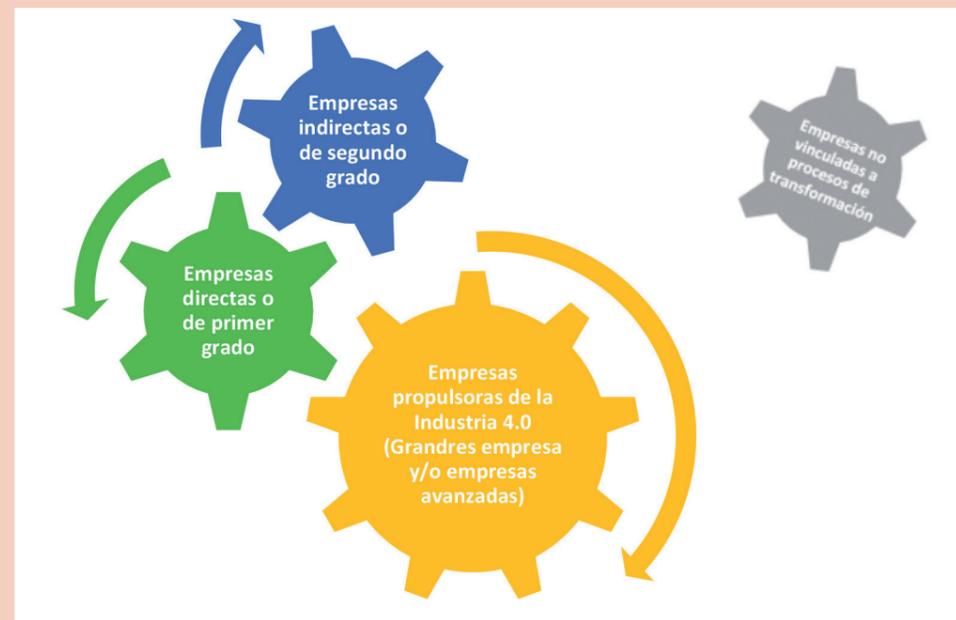
INDUSTRIA 4.0.

CONTEXTO ACTUAL Y TENDENCIAS DE LA INDUSTRIA 4.0

4. Empresas no vinculadas

En este último grupo, se encuentran todas aquellas empresas que no contemplan involucrarse en un proceso de transformación hacia la Industria 4.0 por distintas razones, de las que a continuación indica una relación no exhaustiva:

- Por no ser factible el cambio debido a la naturaleza de su producto.
- Por no ser factible el cambio debido a la naturaleza de la empresa.
- Por no disponer de recursos para efectuar el cambio.
- Por desconocimiento.
- Por no creer en la necesidad del cambio.
- Por creer erróneamente estar en una de las dos primeras situaciones.



Fuente: elaboración propia.

En este último tipo de empresas cabe destacar que, aunque puede que sean empresas no afectadas por la Industria 4.0, es más que probable que sufran algunos tipos de modificación derivadas de una transformación digital.

Como norma general, aquellas empresas que sean las primeras en efectuar la transición a un sistema productivo sostenible basado en industria 4.0, obtendrán una ventaja competitiva que les brindará un posicionamiento privilegiado sobre su competencia.

La situación a nivel internacional para afrontar el paso hacia la Industria 4.0 es bastante variada, pues cada país parte de unas condiciones previas muy diversas lo que supone puntos de partida muy distintos. Saber adaptarse a los nuevos requisitos y adoptar las estrategias adecuadas en cada caso, serán dos de los factores clave para determinar el papel que jugará cada país en la carrera de la Industria 4.0.

3.1. A nivel internacional

La industria 4.0 por regiones

Global Digital Operations Study 2018: Digital Champion es un estudio realizado por 'strategy&' (consultora de estrategia de PriceWaterhouseCopper) para analizar la situación a nivel global en digitalización. Para la elaboración del estudio de 2018, strategy& ha contado con la participación de más de 1.100 empresarios de todo tipo de industrias, de más de 26 países.

En este estudio solo el 10% de las industrias son *Digital Champion*. Ser *Digital Champion* significa haber digitalizado y conectado íntegramente los departamentos Operaciones,

INDUSTRIA 4.0.

CONTEXTO ACTUAL Y TENDENCIAS DE LA INDUSTRIA 4.0

Tecnología y Personas, junto con el de soluciones a clientes. El estudio identifica por lo tanto, la digitalización como sinónimo del proceso de transición hacia la Industria 4.0.

Por otra parte, también indican que 2 de cada 3 empresas o no han empezado el camino o apenas han empezado a digitalizarse, por lo que serían consideradas las *Digital Novice*. Por lo tanto, aún les queda un gran camino por recorrer.

A nivel global, Asia-Pacífico (APAC) tiene el mayor porcentaje, un 19% de industrias *Digital Champion*, frente a un 11% del continente Americano o el 5% de EMEA (acrónimo en inglés para Europa, Oriente Medio y África).

Las empresas de APAC esperan obtener un crecimiento de un 17% de digitalización, frente a un 13% de las empresas EMEA, lo que implica un incremento continuo de la brecha en materia de digitalización entre ambas regiones.

Un 32% de las empresas de APAC también esperan establecerse como ecosistemas digitales maduros en los próximos 5 años, frente al 15% de empresas EMEA y al 24% de empresas americanas.

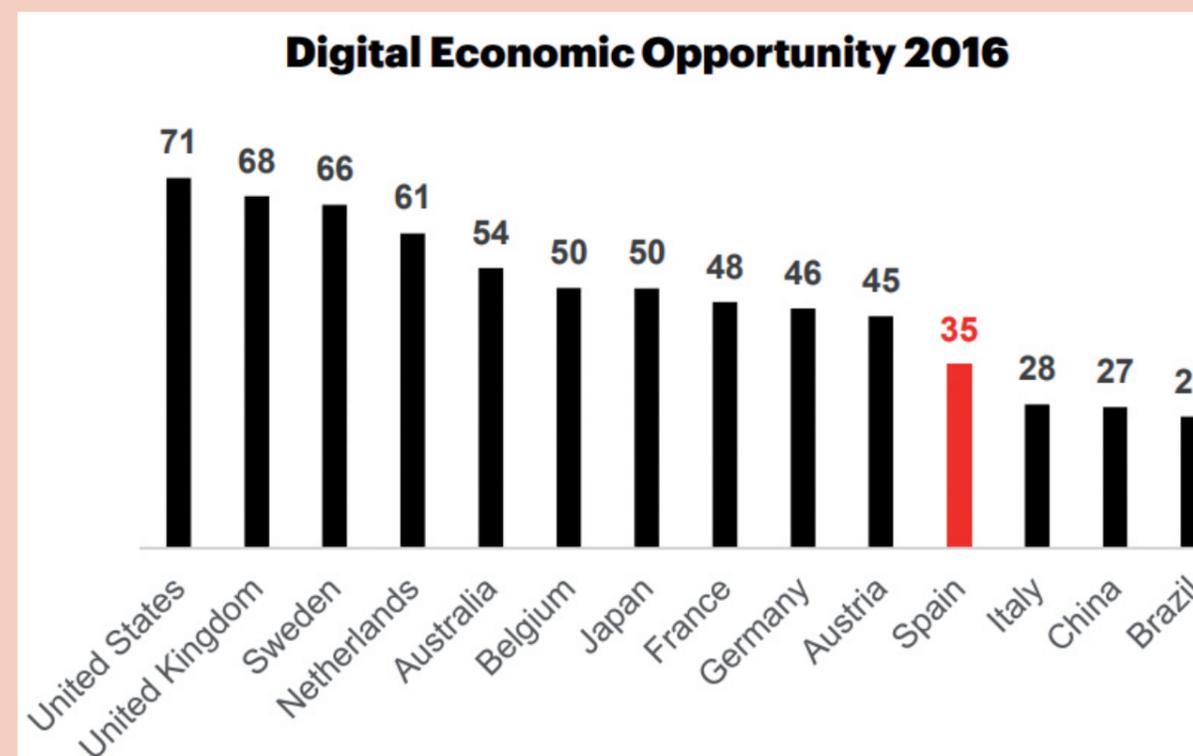
En el análisis por sectores cabe destacar que el estudio identifica que las industrias de automoción y las industrias de electrónica son las que aglomeran al mayor número de *Digital Champion*, con un 20% y un 14% respectivamente.

La Industria 4.0 por países

En el informe *Digital Economic Opportunity in Spain* elaborado por Accenture y Oxford Economics crearon un índice denominado DEO (Digital Economic Opportunity) en el que evalúan la situación de 14 economías desarrolladas basándose en 3 aspectos:

- **Digital Skills:** mide la naturaleza digital de los puestos de trabajo, las habilidades y conocimiento necesario para realizar trabajos específicos.
- **Digital Technologies:** mide la disponibilidad del equipamiento (infraestructuras) disponible para facilitar la transformación.
- **Digital Acceleration:** mide el entorno cultural y los aspectos de comportamiento de los componentes digitales de la economía.

Según este índice la situación el ranking de estos países queda de la siguiente manera:



Fuente: "2016 Digital Economic Opportunity Index" - Accenture & Oxford Economics

En este ranking se puede observar que España se sitúa en el puesto 11 de 14, solo por delante de Italia, China y Brasil.

INDUSTRIA 4.0.

CONTEXTO ACTUAL Y TENDENCIAS DE LA INDUSTRIA 4.0

Este ranking coincide en líneas generales, aunque no exactamente con las mismas posiciones en el ranking, con la valoración efectuada por el World Economic Forum de los 10 países que más están aprovechando la tecnología de la información, pero no incluyen a los dos primeros países, Singapur y Finlandia, por su poca repercusión a nivel global.

The top 10 countries harnessing information technology	
Networked Readiness Index 2016	Global rank*
Singapore	1
Finland	2
Sweden	3
Norway	4
United States	5
Netherlands	6
Switzerland	7
United Kingdom	8
Luxembourg	9
Japan	10

Source: World Economic Forum 2016
*2016 rank out of 139 economies.
The index measures how economies use the opportunities offered by information and communications technologies for increased competitiveness and well-being.

Tecnologías integradas en el paso a la digitalización

Las industrias consultadas por 'strategy&' que obtienen el grado de *Digital Champion* han incorporado cerca del 66% de las tecnologías más críticas que promueven la digitalización, como son entre otras, la integración end-to-end (de un extremo al otro) en la cadena de suministro (un 87%), Internet of Things a nivel industrial (un 78%), los sistemas de fabricación (un 75%), robots inteligentes y colaborativos conocidos como cobots (un 72%) y también las soluciones de mantenimiento predictivo (un 70%).

Tal y como establece el propio estudio, una de las claves para el éxito de la digitalización es la conexión de las tecnologías esenciales en toda la organización y también con los socios estratégicos, en vez de las implementaciones aisladas.

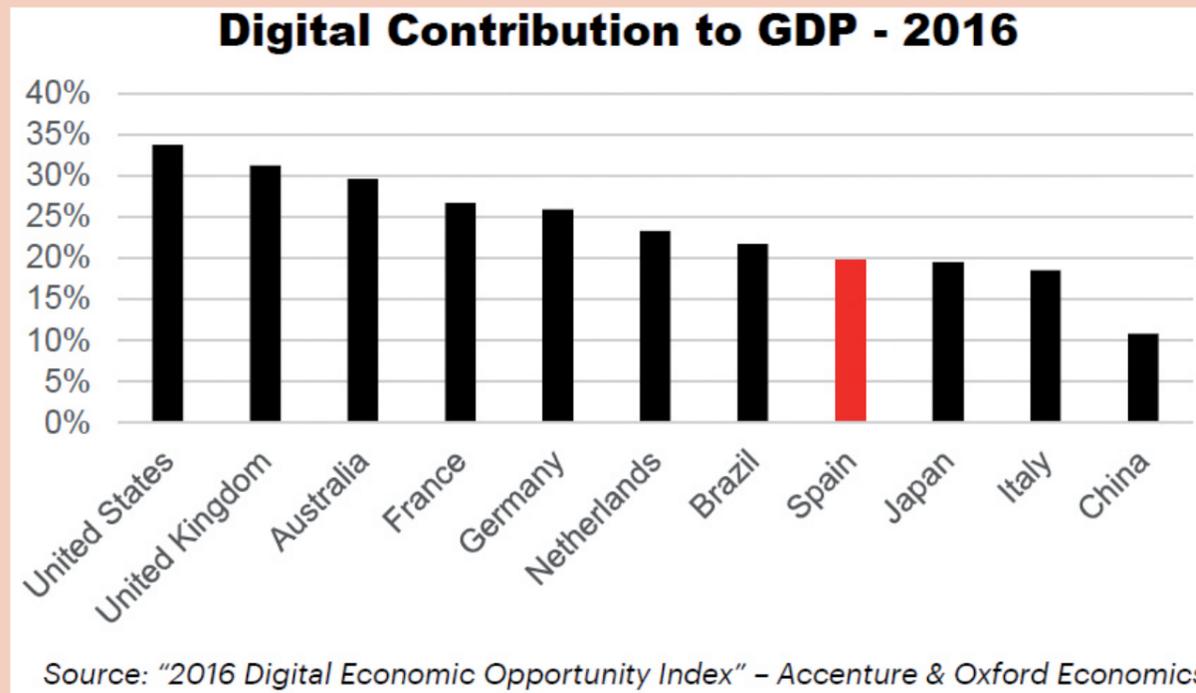
El estudio también remarca el papel protagonista que la inteligencia artificial cobrará en un breve periodo de tiempo, pues revolucionará la calidad de la toma de decisiones operativas.

La Industria 4.0 en clave económica

El impacto de la digitalización en el Producto Interior Bruto, varía notoriamente en función de los distintos países. Así pues, según el estudio en Estados Unidos representa el 34% del PIB, frente al 31% del Reino Unido o el 20% del PIB para España. El estudio también identifica una oportunidad de incrementar cerca de 48.500 millones de dólares (43.300 millones de euros al cambio actual), gracias a la digitalización.

INDUSTRIA 4.0.

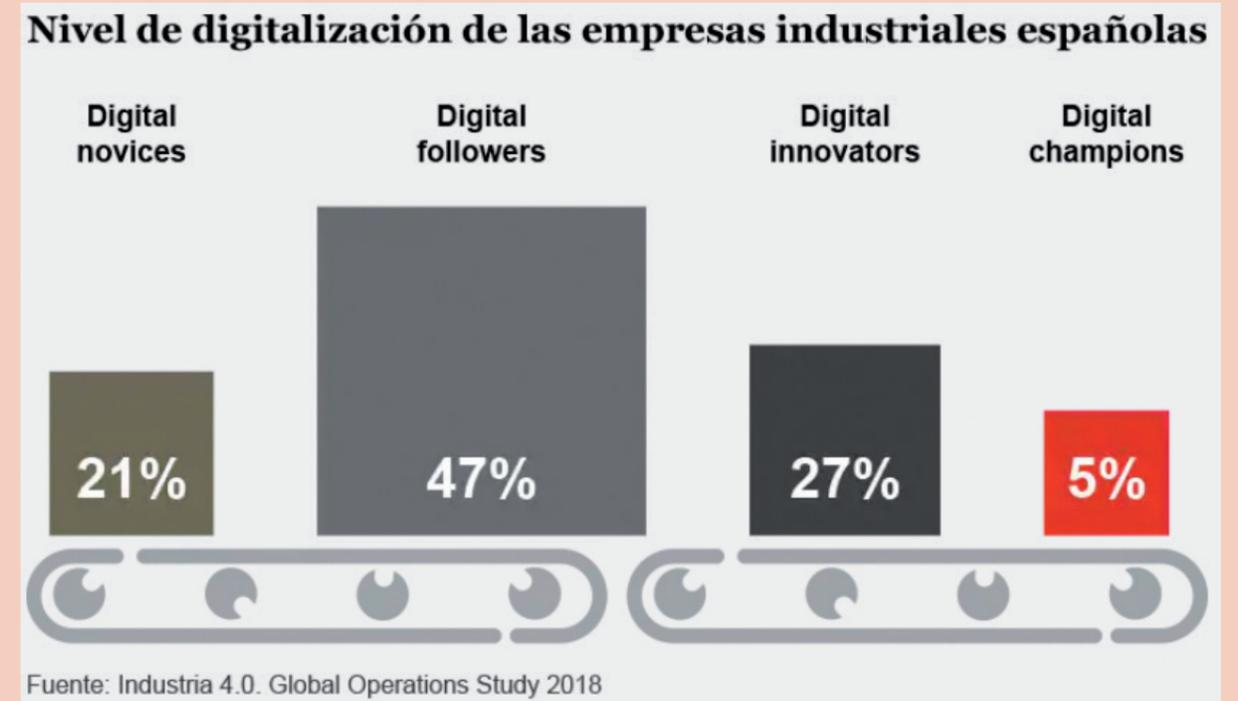
CONTEXTO ACTUAL Y TENDENCIAS DE LA INDUSTRIA 4.0



Tal y como identifica Asavin Wattanajantra, experto en grandes empresas de Sage, según el estudio de *Made Smarter UK Review* elaborado por Jürgen Maier, CEO de Siemens UK, en los próximos 10 años la digitalización industrial podría impulsar la fabricación del Reino Unido en 455.000 millones de dólares, disparando el crecimiento del sector en un 3% y generando un aumento neto de 175.000 puestos de trabajo.

3.2. En España

PwC España efectúa una transposición casi directa de la situación EMEA para el estado español, puesto que en 2018 solo el 5% de las empresas españolas eran *Digital Champion*, un 27% son de nivel avanzado, y el 68% de un nivel medio o bajo.



Fuente: <https://www.pwc.es/es/productos-industriales/industria-4-0-global-digital-operations-study-2018.html>

Pero, ¿por qué no se está invirtiendo en España en la digitalización?

Tal y como indicaba el análisis que PwC realiza sobre el informe "*Industry 4.0: Building the digital enterprise*" efectuado en 2016, los tres principales motivos por los que los empresarios españoles no invertían en digitalización eran:

1. La falta de una cultura digital y de la formación adecuada (según un 76% de los empresarios encuestados).
2. La ausencia de una visión clara de las operaciones digitales y del liderazgo de la alta dirección (según un 64% de los empresarios encuestados).
3. Conocimiento confuso de los beneficios económicos de invertir en tecnologías digitales

INDUSTRIA 4.0.

CONTEXTO ACTUAL Y TENDENCIAS DE LA INDUSTRIA 4.0

A diferencia de lo que pudiera parecer inicialmente, según estos directivos no se trata de una barrera económica, pues solo el 28% identificaron este punto como un impedimento notorio.

Tampoco se trata de falta de talento, pues solo un 20% estima que sí sería un problema.

Por lo que se pueden resumir los principales motivos en una falta de formación e información sobre Industria 4.0, tanto por parte de los empresarios como de los trabajadores, en definitiva, a unos les falta saber qué es y cómo gestionarlo y a los otros les falta saber trabajar en ella.

Aunque posteriormente veremos cuáles son y serán las cualidades más demandadas, nos adelantamos para describir uno de los principales problemas comentados anteriormente, especialmente destacados en España, a la hora de afrontar el proceso de transformación hacia la Industria 4.0, que es la falta de personal capacitado para entender y atender a una industria cambiante.

No se puede avanzar hacia la Industria 4.0 sin el personal capacitado necesario para poder idear, proyectar, programar, instalar y mantener un sistema productivo autónomo y conectado.

Tal y como indica Alberto Barbieri en su artículo "A la Industria 4.0 le sobran máquinas y le faltan profesionales cualificados", las empresas que están teniendo más dificultades son las pymes, pues a diferencia de las grandes empresas, carecen de recursos para poder o bien ofrecer salarios competitivos y programas de captación atractivos o bien para poder formar y reubicar a su vieja plantilla.

Será pues, un factor clave para el futuro de las empresas en España, la capacidad de las administraciones públicas de gestionar del cambio de los modelos de formación para poder atender a estas nuevas demandas.

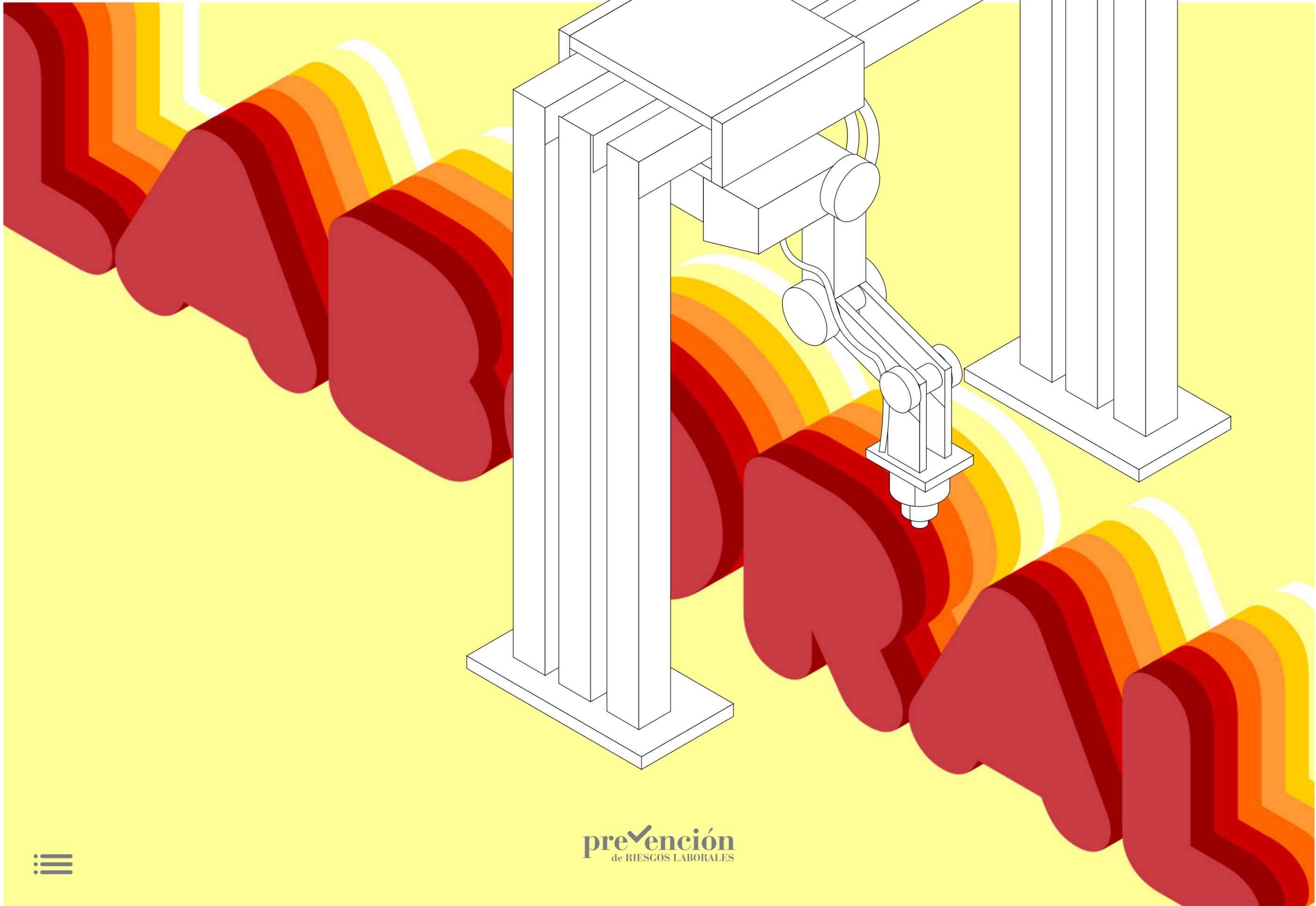
En concreto, Barbieri hace referencia a la estimación efectuada por Centro Europeo para el Desarrollo de la Formación Profesional según la cual, hasta 2025, 46 de los 107 millones de oportunidades laborales serán para personal altamente cualificado.

Los campos más demandados serán en lo que se denominan como STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics), pues se espera un incremento en la demanda de un 8% frente a un 3% del general. También deberán cubrirse 7 millones de puestos de trabajo en esos ámbitos por bajas y jubilaciones.

El estudio Digital Economic Opportunity de Accenture y Oxford Economics determina resultados similares a los vistos anteriormente, como causa del retraso en la digitalización en España.

Este estudio identifica 3 factores principales, que son:

1. **Habilidades digitales.** Aunque en el estudio se haga referencia a la falta de talento, viene a referirse a la falta de personal capacitado para la realización de tareas digitalizadas y achacan la culpa a tres factores básicos, como son los salarios bajos en las tecnologías TIC, el desempleo juvenil y la poca movilidad geográfica.
2. **Tecnologías digitales.** La falta de una clara visión y estrategia digital por parte de los directivos, junto con la incertidumbre sobre los beneficios de las nuevas tecnologías y la complejidad operativa de las empresas españolas han dificultado la digitalización.
3. **Aceleradores digitales.** Por último, identifican el marco regulatorio, la escasez de ecosistemas de innovación y el limitado acceso a la financiación, como factores principales de ralentización de la digitalización en España. Además, incluyen el comportamiento más tradicional de los clientes que en otros países, por lo que algunas empresas han contenido vinculado la previsión de inversiones en digitalización a la evolución del comportamiento de los clientes.



pre^vención
de RIESGOS LABORALES



INDUSTRIA 4.0.

REPERCUSIONES DE LA INDUSTRIA 4.0 EN EL ENTORNO LABORAL

4. REPERCUSIONES DE LA INDUSTRIA 4.0 EN EL ENTORNO LABORAL

Una vez visto el presente y futuro de la Industria 4.0, debemos responder a la cuestión inevitable de ¿y qué pasa con los trabajadores?

El nivel de transformación digital en el proceso productivo determinará el grado de integración de la Industria 4.0 en una industria. Pero eso no quiere decir que la Industria 4.0 vaya a suponer directamente la eliminación del trabajo, más bien una redistribución del mismo.

De hecho, según el informe elaborado por Manpower en 2019 "*Humans wanted: Robots need you*", el 87% de las empresas tiene previsto incrementar la plantilla como resultado de la automatización. Esta es la conclusión a la que han llegado después de entrevistar a 19.000 empresarios de 44 países distintos.

Y es que la optimización de procesos productivos mediante la digitalización no debe reducirse a una eliminación de puestos de trabajo y tipos de negocio sino más bien, todo lo contrario.

La digitalización de la industria acarrea consigo una revolución del sector. Aunque como se ha visto anteriormente existirán empresas que continuarán trabajando de forma más tradicional, tal y como apuntaba el por aquel entonces llamado Ministerio de Industria Energía y Turismo, en su proyecto de divulgación Industria Conectada 4.0, otras empresas optarán por efectuar un cambio sustancial de su concepto de empresa, estrategias y su realidad diaria, pues en mayor o menor medida, aplicarán los conocimientos y tecnología de Industria 4.0 que más les encajen a cada una.



Pero éstos no serán los únicos cambios que existirán. La integración de esas nuevas formas de hacer dentro del tejido empresarial, dará lugar a nuevas oportunidades de negocio, tanto para empresas existentes que busquen nuevos nichos de mercado como para empresas de nueva creación.

Dentro de estas nuevas oportunidades de negocio que ya se están generando o como mínimo empezando a plantearse encontramos, por ejemplo, la creación de una empresa de transporte de mercancías y paquetería con drones (que demandará pilotos, gestores de flota, centros de mando, etc.), la generación de empresas de consultoría de digitalización o ingenierías robóticas, empresas de creación de dispositivos de registro de datos o la conversión de programadores hacia el desarrollo de apps para el análisis de datos, por poner algunos ejemplos.

Algunos ejemplos de las aplicaciones o adaptación de Industria 4.0 de industrias existentes los podemos ver en las pruebas piloto del proyecto europeo *FACTORIES FOR WORKERS* (FACTS4WORKERS).

INDUSTRIA 4.0.

REPERCUSIONES DE LA INDUSTRIA 4.0 EN EL ENTORNO LABORAL



Se trata de un proyecto en el que se pretende analizar cómo se puede efectuar la transformación de la empresa hacia la Industria 4.0 con los trabajadores como eje central de la misma. Para ello, se hace uso de las herramientas disponibles, entre las que se encuentran una arquitectura de sistema, un motor de flujo de trabajo semántico, Interfaces persona-máquina (como tablets, gafas de VR u otros wearables) y un repositorio de servicios funcionales (unas 28 herramientas).



Debate ético

Dentro de no mucho tiempo, deberá efectuarse un profundo debate sobre la nueva realidad en la Industria 4.0, pues lo que está claro es que implicará cambios tanto en la industria, como en la sociedad en general. Y aquí es donde reside la piedra angular de toda la transformación de la industria. Habrá que plantearse si lo que hoy en día entendemos como normal, debe continuar siéndolo. Algunas de las preguntas podrían ser:



- ¿Cómo definiremos la relación entre humanos y máquinas en el entorno laboral?
- ¿Qué repercusiones tendrá en la gestión laboral la incorporación de los robots colaborativos en el entorno laboral?

Estos son solo algunos ejemplos de las cuestiones que la sociedad debe plantearse llegado el momento, pero mucho antes de eso, lo que debemos hacer actualmente es prepararnos tanto para el hoy como para el mañana.

Ya somos peores que las máquinas efectuando tareas vinculadas al análisis de datos específicos, o que sean repetitivas, o predecibles, que son precisamente las tareas que más rápidamente serán sustituidas (tareas físicas predecibles y tareas administrativas de poca complejidad).

Por el contrario, según el trabajo de *TECHNOLOGY AT WORK v2.0*, de Frey y Osborne (2016) los "cuellos de botella para la ingeniería" en el proceso de digitalización, son precisamente aquellas competencias que nos hacen más humanos:

INDUSTRIA 4.0.

REPERCUSIONES DE LA INDUSTRIA 4.0 EN EL ENTORNO LABORAL

1 Tareas relacionadas con la percepción y la manipulación, en particular en situaciones desestructuradas y complejas

2 Tareas relacionadas con la inteligencia creativa

3 Tareas relacionadas con la inteligencia social

En función de los puestos de trabajo, las competencias necesarias irán variando, pero en general los trabajadores deberán potenciar:

- Conocimiento de las tecnologías (algo lógico cuando hablamos de digitalización).
- Características más humanas, como la creatividad, el pensamiento crítico, la improvisación ante imprevistos o cualquier actividad que implique emociones.

Estas últimas son las competencias que más nos diferencian de las máquinas y también son las que interesa potenciar en las empresas para poder desarrollar un tándem persona-máquina, obteniendo así lo mejor de cada parte.



Efectuar el cambio

Estamos pues, ante un cambio de paradigma sobre las características que el humano debe promover, pues hasta la fecha, tal y como identifica Fundación COTEC en su proyecto "Mi empleo Mi futuro (2ª parte)", llevamos doscientos años fomentando una educación basada en capacidades contrarias a nuestra naturaleza (en lo que no somos buenos como, por ejemplo, tareas de repetición, de especialización o manejar muchos datos). En vez de eso, si queremos aprovechar la ventaja que nos ofrece la tecnología, deberemos promover una educación que enfatice aquellas características que nos hacen más humanos, como la potenciación del pensamiento crítico, la creatividad o la interacción social. De este modo, sí podremos alcanzar un gran nivel de entendimiento en el tándem persona-máquina antes mencionado, pudiendo llegar a un nivel de desarrollo sin precedentes.

El estudio *The Future of Jobs Report 2018*, del World Economic Forum, ha analizado cerca de 900 posiciones a nivel global y examina las 10 habilidades más demandadas en 2018 y la previsión de las más demandadas para 2022 y las 10 que más van a decrecer (basado en los datos de *The Future of Jobs Survey 2018*).

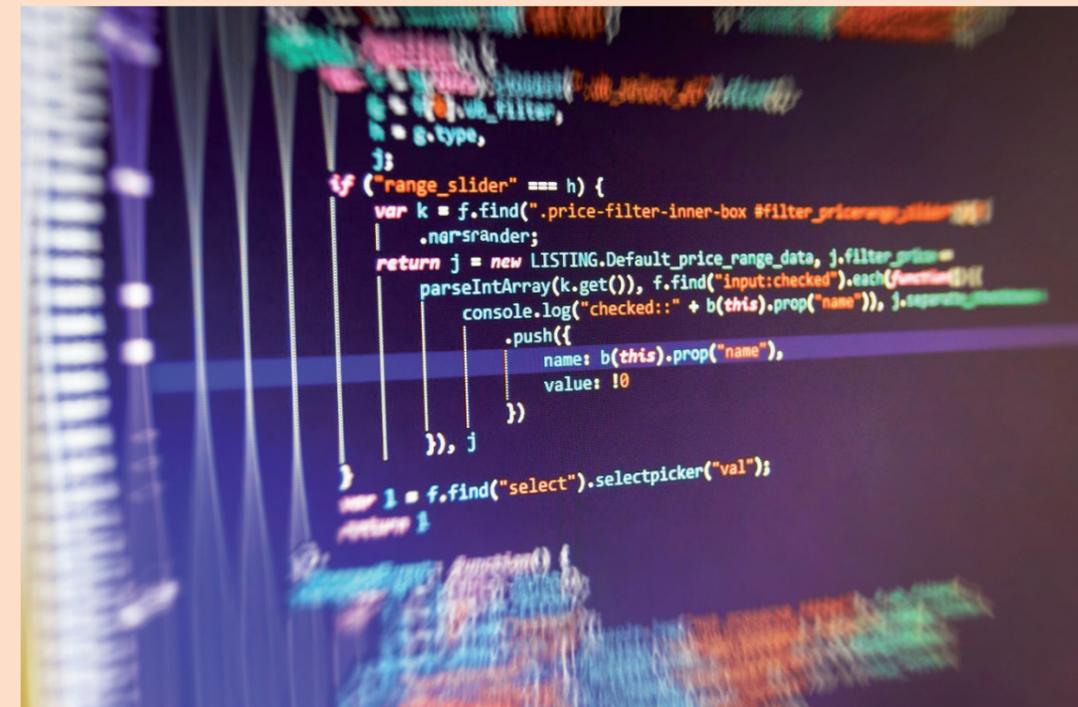
REPERCUSIONES DE LA INDUSTRIA 4.0 EN EL ENTORNO LABORAL

2018 – Habilidades más demandadas	2022 – Habilidades que más se demandarán	2022 – Habilidades que entrarán en recesión
<ul style="list-style-type: none"> • Pensamiento analítico e innovación. • Resolución de problemas complejos. • Pensamiento crítico y análisis. • Aprendizaje activo y estrategias de aprendizaje. • Creatividad, originalidad e iniciativa. • Atención al detalle, confiabilidad. • Inteligencia emocional. • Razonamiento, resolución de problemas e ideación. • Liderazgo e influencia social. • Coordinación y gestión del tiempo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Pensamiento analítico e innovación. • Aprendizaje activo y estrategias de aprendizaje. • Creatividad, originalidad e iniciativa. • Diseño y programación de tecnología. • Pensamiento crítico y análisis. • Resolución de problemas complejos. • Liderazgo e influencia social. • Inteligencia emocional. • Razonamiento, resolución de problemas e ideación. • Análisis y evaluación de sistemas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Destreza manual, resistencia y precisión. • Memoria, habilidades verbales, auditivas y espaciales. • Gestión de recursos financieros, materiales. • Instalación y mantenimiento de tecnología. • Lectura, escritura, matemáticas y escucha activa. • Gestión de personal. • Control de calidad y conciencia de seguridad. • Coordinación y gestión del tiempo. • Habilidades visuales, auditivas y del habla. • Uso de la tecnología, monitoreo y control.

Estas competencias laborales se irán especificando para cada sector, y se irán enmarcando dentro de nuevos perfiles laborales o perfiles laborales rediseñados.

Es difícil describir cuáles serán esos nuevos perfiles. Del mismo modo que hace 25 años no podíamos concebir puestos de trabajo como el de *blogger*, *influencer*, *youtuber*, *com-*

munity manager, *SEO specialist* o *front-end developer*, actualmente no podemos conocer qué empleos se crearán en 2030, pero sí podemos predecir el tipo de perfiles que irán disminuyendo y los que serán cada vez más demandados.



El estudio publicado a finales de 2017 por McKinsey Global Institute, *Jobs Lost, Jobs Gained: Workforce transitions in a time of automation*, elabora un profundo análisis de los distintos avances que se pueden producir entre 2016 y 2030. En dicho estudio pueden identificarse escenarios de un total de 46 países y se han focalizado en 6 como muestra representativa de las distintas tipologías que existen. Éstos son Estados Unidos, Alemania, Japón, China, India y México.

INDUSTRIA 4.0.

REPERCUSIONES DE LA INDUSTRIA 4.0 EN EL ENTORNO LABORAL

Se han identificado 3 escenarios estándar, el de transición más rápida, el de transición más lenta y un término medio. En función del escenario seleccionado, la cantidad de trabajadores que se verán forzados a cambiar de profesión oscila entre los 75 millones y más de 375 millones (entre el 3 y el 14% de los trabajadores a nivel mundial) hasta 2030. Cambiar de profesión no implica que la gente se quede sin trabajo indefinidamente, ya que hay que tener en cuenta el incremento en la demanda de profesionales en otros sectores, algunos por el momento desconocidos, como se ha mencionado anteriormente.

También han efectuado un análisis predictivo de cómo fluctuarán las profesiones conocidas actualmente. Para ello han identificado dos tipologías de economías:

- Economía avanzada.
- Economía en desarrollo.

Las tendencias y perfiles laborales que se esperan son:

	TENDENCIAS	PERFILES LABORALES
PAÍSES AVANZADOS	Crecerán pronunciadamente ↑	<ul style="list-style-type: none"> • Profesionales cualificados (p.e.: investigadores) • Cuidadores (personal asistencial/sanitario) • Responsables y ejecutivos
	Crecerán levemente ↑	<ul style="list-style-type: none"> • Oficios de construcción • Educadores • Profesionales tecnológicos • Creativos (p.e.: músicos)
	Se mantendrán =	<ul style="list-style-type: none"> • Profesiones de interacción con el cliente (p.e.: Camareros)
	Descenderán levemente ↓	<ul style="list-style-type: none"> • Trabajos físicos no predecibles (p.e.: Jardinero) • Personal de soporte administrativo
	Descenderán pronunciadamente ↓	<ul style="list-style-type: none"> • Trabajo físico predecible (p.e.: Torneros o fresadores)
PAÍSES EN DESARROLLO	Crecerán levemente ↑	<ul style="list-style-type: none"> • Trabajo físico no predecible • Personal de soporte administrativo • Profesionales cualificados • Responsables y ejecutivos • Profesionales tecnológicos • Creativos
	Crecerán pronunciadamente ↑	<ul style="list-style-type: none"> • Profesiones de interacción con el cliente • Cuidadores • Oficios de la construcción • Educadores
	Se mantendrán =	<ul style="list-style-type: none"> • Trabajo físico predecible (p.e.: torneros o fresadores)
	Descenderán ↓	<ul style="list-style-type: none"> • No se prevén descensos significativos

Basado en la información de Jobs Lost, Jobs Gained: Workforce transitions in a time of automation, McKinsey Global Institute.

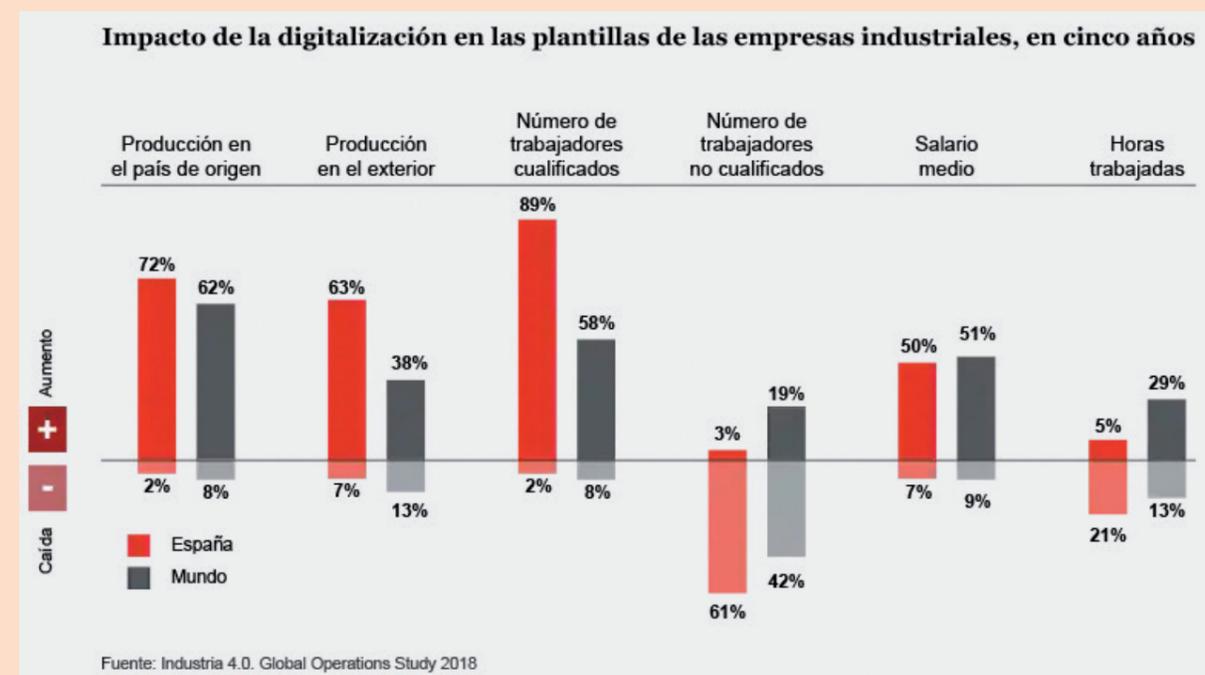
INDUSTRIA 4.0.

REPERCUSIONES DE LA INDUSTRIA 4.0 EN EL ENTORNO LABORAL

Por otro lado, tal y como identifica PwC en su *Global Digital Operations Study 2018*:

“En los próximos cinco años, el 89% de las empresas industriales españolas prevé aumentar la contratación de trabajadores cualificados y un 50% espera también un crecimiento del salario medio. Por otro lado, un 61% cree que el empleo de aquellos profesionales menos cualificados disminuirá”.

Podemos verlo en más detalle en el siguiente gráfico:



Fuente: <https://www.pwc.es/es/productos-industriales/industria-4-0-global-digital-operations-study-2018.html>

En el estudio *The Future of Jobs Report 2018*, del World Economic Forum afirma que las 10 profesiones demandadas que más han aumentado y las 10 que más han disminuido entre 2013 y 2017 en los perfiles del oeste de Europa, incluyendo España, son:



Como se ha podido observar anteriormente, la digitalización de una empresa no afecta solo a un perfil de trabajo. De hecho, cuando se analiza detenidamente, toda la cadena de valor resulta afectada por la Industria 4.0 en mayor o menor medida y no solo el operario de producción, pues las organizaciones están compuestas de departamentos interconectados.

Efectuar la transformación digital de la empresa implica cambios que se inician en la forma en la que la dirección idea y desarrolla las estrategias que se adoptarán, en el departamento de provisiones y compras, pues deberá interactuar con los datos obtenidos del

INDUSTRIA 4.0.

REPERCUSIONES DE LA INDUSTRIA 4.0 EN EL ENTORNO LABORAL

posible software que se haya implantado para optimizar las previsiones, pasa por redefinir el departamento de almacén y el de logística, por el de producción, por el de administración, el de recursos humanos, el de gestión ambiental, el de contabilidad y finanzas, e incluso los departamentos comerciales, de ventas y de marketing. Pero sin duda, uno de los aspectos que resultará afectado por la transformación, será la gestión de la prevención de riesgos laborales.

Aunque podemos afirmar que es cuestión de tiempo que la digitalización cambie de forma trascendental la mayoría de puestos de trabajo que conocemos actualmente, los principales puestos de trabajo que se verán afectados por las características de la digitalización son aquellos puestos de trabajo vinculados más directamente con los procesos productivos, tanto los operarios de producción como los de mantenimiento, por poner solo algunos ejemplos.

Son los primeros que están empezando a realizar una colaboración estrecha con los robots, los que están sufriendo cambios más drásticos en la forma de trabajar.

Por ejemplo, un/a trabajador/a que se encargaba de realizar tareas de ensamblado, como instalar el sistema de refrigeración en una cadena de producción para ordenadores, obtiene beneficios con el uso de cobots, como la eliminación de trabajo de tareas con movimientos repetitivos o tareas de poco valor añadido de su puesto. Sin embargo, este mismo trabajador que ha obtenido estos beneficios, también sufrirá un incremento de exposición a factores psicosociales negativos, como es el aislamiento de personal, el incremento de la complejidad de las tareas o la incertidumbre sobre la automatización completa de su puesto de trabajo.

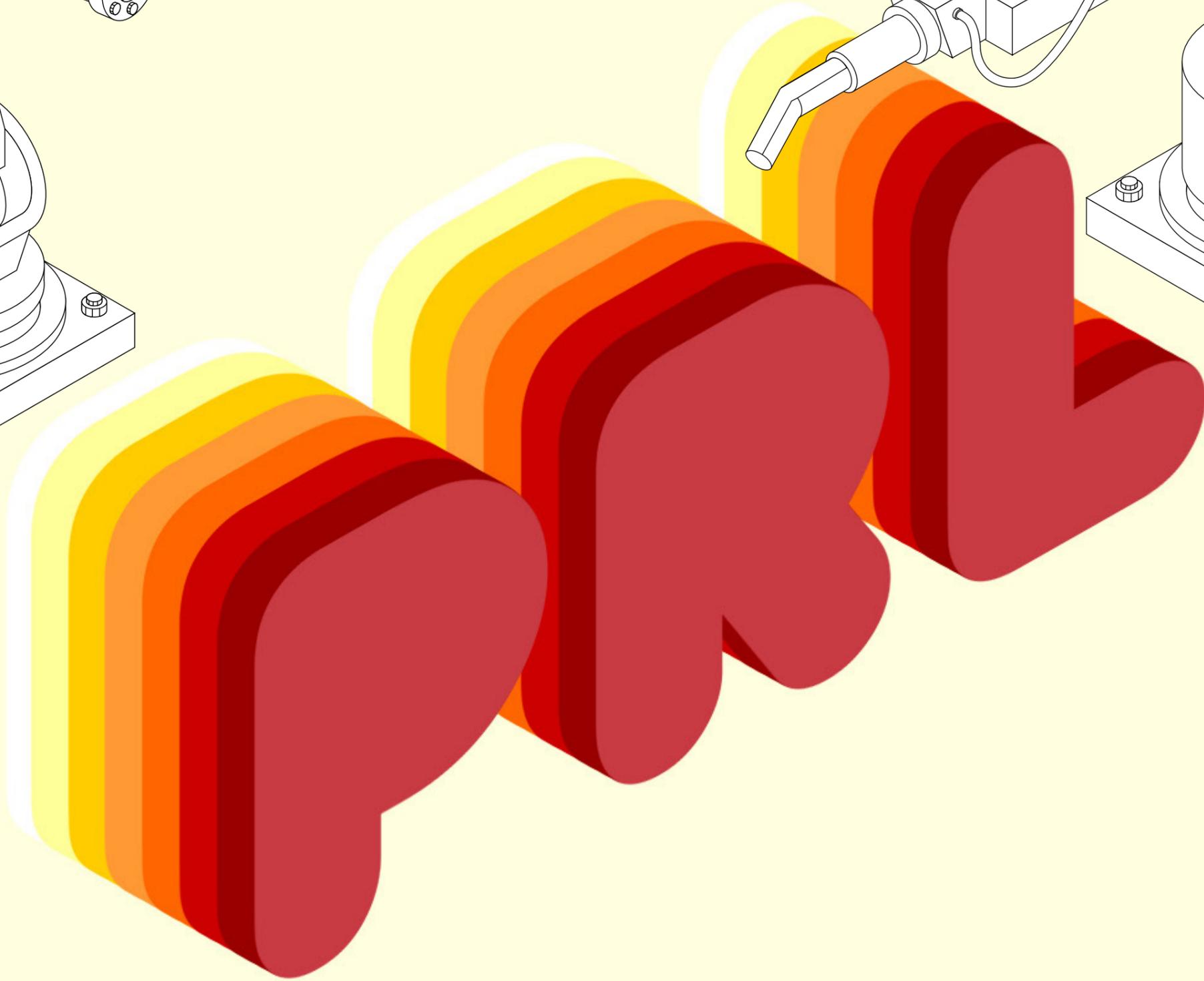
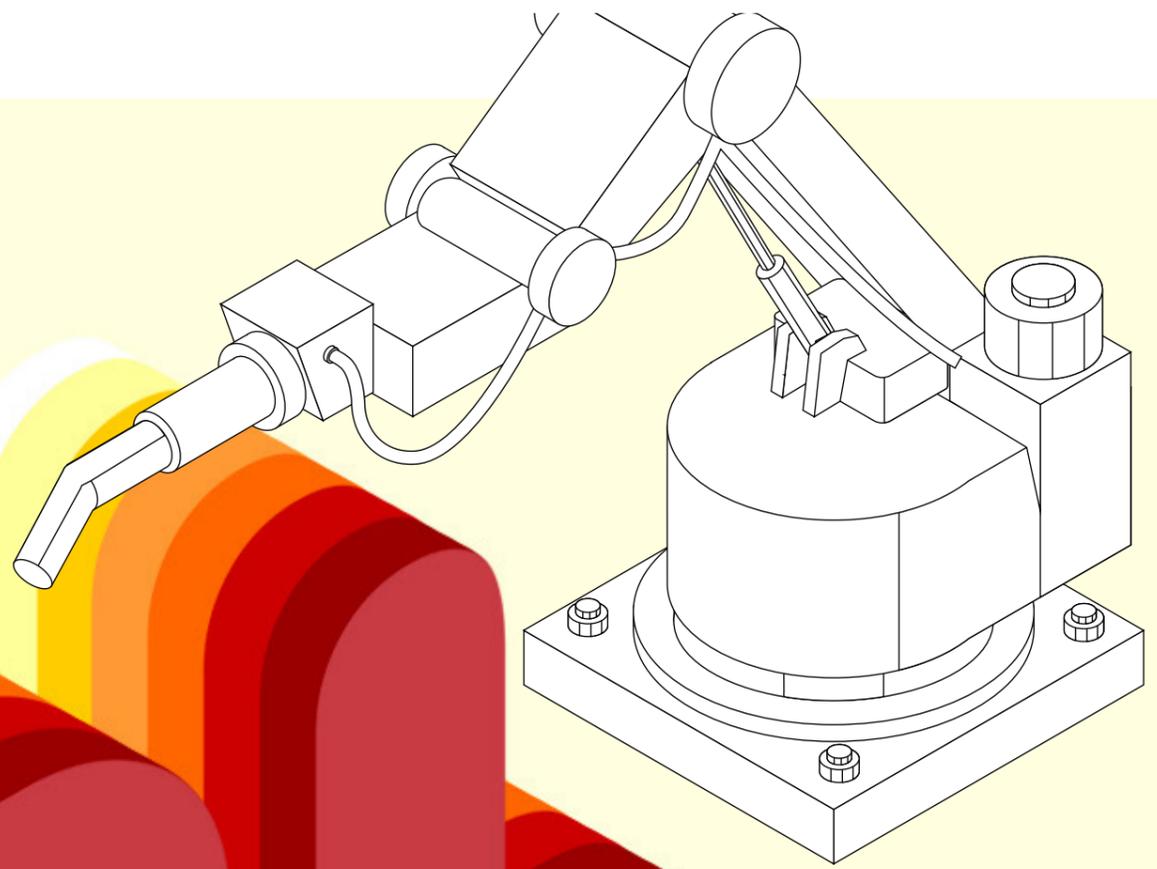
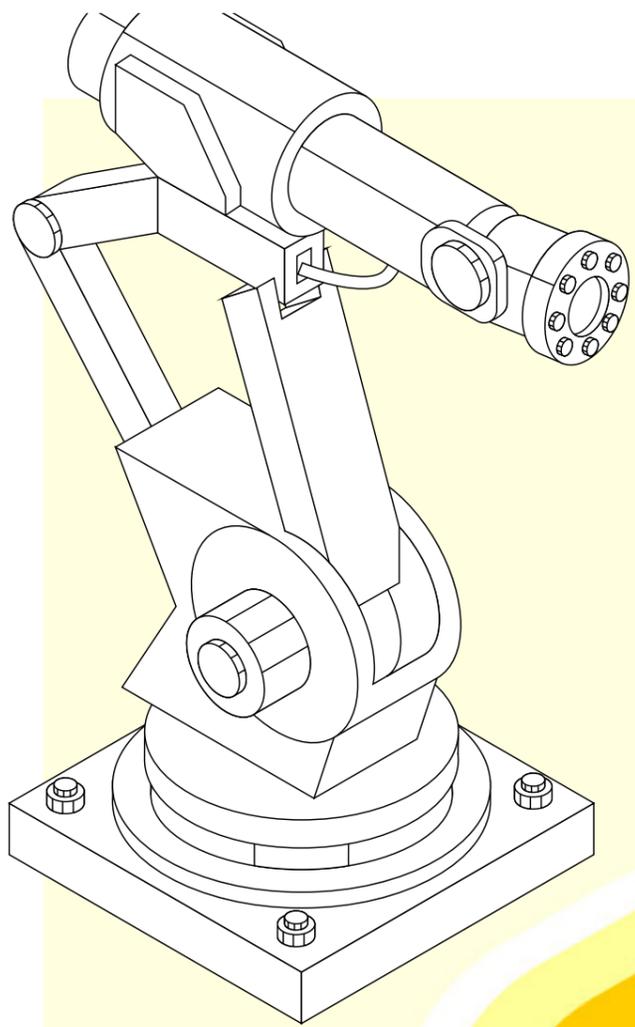
Del mismo modo, a medida que se vayan implementando otros elementos característicos de la digitalización, los puestos de trabajo modificados por la digitalización se irán ampliando.

La realización de tareas de previsión de ventas y capacidad productiva, de la que ahora se hacen cargo los integrantes del departamento comercial y del de producción, con la colaboración de los departamentos de compras y aprovisionamiento, pasarán a ser realizados por inteligencia artificial que elaborará estas previsiones.

De este modo, el personal de los departamentos citados, deberán encargarse tanto de analizar las previsiones efectuadas por la IA, como de intentar nutrir con la máxima cantidad de información y el planteamiento de los escenarios más adecuados para conseguir las mejores previsiones.

De forma general, la afectación irá desde la parte más cercana de la producción hasta la parte más estratégica de la compañía. Es más complejo poder incluir inteligencia artificial que calcule de forma exitosa las variables que puedan afectar a una decisión directiva, que calcular cuánto tarda el proceso productivo en gastar la materia prima disponible, que se genere una necesidad y pedir más material al proveedor.

No obstante, esto no implica que siempre vaya a ser así, puesto que el proceso de transformación hacia la Industria 4.0, debe ser analizado y adaptado a cada empresa, su entorno, su naturaleza y su propósito.



5. PRL EN LA INDUSTRIA 4.0

5.1. ¿Cómo afecta la Industria 4.0 a la gestión preventiva?

La transformación de la empresa tradicional en empresa digitalizada implica un cambio sustancial de los procesos, de las competencias necesarias, de los perfiles laborales, y de los recursos en general por lo que también implica un cambio sustancial de las condiciones de trabajo. Es por este motivo, que la dirección de la empresa junto a la organización preventiva que disponga, debe efectuar una profunda revisión del sistema de gestión de la seguridad y salud en la empresa. Revisión que podrá verse con mayor detenimiento en apartados posteriores, aunque sí cabe remarcar la importancia de la revisión de todas las evaluaciones de riesgos e informes específicos que puedan verse afectados por este cambio sustancial que se dará en la empresa, teniendo en cuenta tanto los aspectos negativos como los positivos.

5.1.1. Aspectos positivos y negativos

La Industria 4.0 tiene asociados una serie de mejoras vinculadas a la prevención de riesgos laborales. Algunas de estas mejoras pueden ser:

Disminución de:



Tal y como se puede observar en la figura anterior, la integración de la industria 4.0 a los procesos productivos permite efectuar grandes mejoras, especialmente en la eliminación de trastornos musculoesqueléticos.

Una de las principales tecnologías que permite estas mejoras en materia de prevención de riesgos laborales (a parte de otros beneficios en otras materias), es la de los robots colaborativos. Esta, junto a otras tecnologías vinculadas como la inteligencia artificial o el Industrial Internet of Things ha permitido que los trabajadores hagan la parte con menor carga física de las tareas, pues se trata de tecnologías que actúan como elementos atenuantes de las condiciones de trabajo.

Algunos de los riesgos que estas tecnologías disminuyen o eliminan son derivados de la realización de tareas repetitivas, el trabajo con posturas forzadas y la manipulación manual de cargas.

INDUSTRIA 4.0.

PRL EN LA INDUSTRIA 4.0

Otro tipo de tareas que se beneficiarán de la Industria 4.0 son las de planificación y gestión de la producción, pues la inteligencia artificial facilitará un primer análisis exhaustivo de una cantidad ingente de información, reduciendo gran parte de la tarea del análisis pormenorizado de esas situaciones por parte de los gestores.

En su lugar estos gestores (pueden ser distintas figuras), deberán centrar esfuerzos en comprender los elementos intangibles o cuestiones no medibles a simple vista, donde entrará en juego la importancia del pensamiento crítico, la creatividad para generar supuestos alternativos y la capacidad de reformular las casuísticas

Pero tampoco debemos obviar que este proceso también lleva asociado unos aspectos negativos, como pueden ser entre otros:

Aumento de:



A modo de resumen podemos decir que se reducen notablemente los factores de riesgos físicos más habituales pero por el contrario, se incrementan los factores de riesgos psicosociales y también pueden incrementarse los golpes, choques y atrapamientos por o contra objetos móviles (robots colaborativos o algunas de sus partes).

5.1.2. Seguridad pasiva vs. Seguridad activa

Efectuar la transformación hacia la industria 4.0 conlleva asociada la automatización de elementos de una industria que, probablemente, comportarán la identificación de una serie de nuevos peligros de los que se debe proteger a los trabajadores. Al igual que frente a otros riesgos, hay diferentes formas de proteger a los trabajadores.

A la hora de diseñar los sistemas digitalizados, especialmente cuando puede haber una interacción entre los sistemas autónomos y los trabajadores, debe tenerse especial cuidado para evitar poner en peligro la integridad física de los trabajadores. Por este motivo se tienen en cuenta una serie de criterios para poder garantizar en la medida de lo posible, la seguridad de todos los trabajadores de la Industria 4.0. Estos motivos los dividimos, al igual que en automoción, en seguridad pasiva y seguridad activa.

Uno de los ejemplos más claros de aplicación de seguridad pasiva y activa lo podremos encontrar en el diseño de los diferentes tipos de cobots.

Los sistemas de protección incluidos en el concepto de seguridad pasiva, son aquellos elementos que cumplen con el objetivo de proteger al trabajador per se, sin implicar reacción alguna ante un estímulo. En el caso de los cobots, podemos incluir en esta categoría las características tales como:

- Las formas geométricas redondeadas (evitando cantos vivos).
- Superficies lisas.
- Materiales elásticos o deformables.
- Colores llamativos o colores suaves (en función del propósito del COBOT).
- También cabe incluir en esta categoría, por ejemplo, barreras físicas fijas, como resguardos, jaulas o paredes o limitaciones de interacción como el establecimiento de distancias de seguridad entre la zona de trabajo del trabajador y la del COBOT, aunque estas últimas opciones puedan llegar a ser contrarias al objetivo de máxima colaboración entre las personas y las máquinas.

Por otra parte, los sistemas de protección identificados con la seguridad activa, son aquellos que están diseñados para reaccionar ante un estímulo determinado, protegiendo al trabajador con esa reacción. Algunos de estos elementos son:

- La limitación de velocidad del COBOT.
- Aceleración.
- Fuerza.
- Torsión.

Estas limitaciones pueden ser permanentes o pueden entrar en funcionamiento cuando una persona se aproxime al radio de acción del COBOT o incluso al entrar en contacto con el COBOT, pudiendo incluso llegar a detener la tarea ejecutada o a retirarse para no comprometer la integridad de los trabajadores.

Para ello, además de la normativa legal a nivel de seguridad industrial, podemos encontrar otros estándares y normas (de carácter voluntario) que pueden aplicarse cuando estamos hablando de robots colaborativos, entre los que cabe mencionar:

- *ISO 8373:2012 - Robots and robotic devices. Vocabulary.* – (Incluye descripción del vocabulario específico de robots y dispositivos robóticos).
- *ISO 9283:2003 - Manipulating industrial robots. Performance criteria and related test methods.* (Robots manipuladores industriales. Criterios de análisis de prestaciones y métodos de ensayo relacionados).
- *ISO 9409-1:2004 - Manipulating industrial robots. Mechanical interfaces. Part 1: Plates.* (Robots manipuladores industriales. Interfaces mecánicas. Parte 1: Platos).
- *ISO 9409-2:2002 - Manipulating industrial robots. Mechanical interfaces. Part 2: Shafts.* (Robots manipuladores industriales. Interfaces mecánicas. Parte 2: Ejes).
- *ISO 9787:2013 - Robots and robotic devices. Coordinate systems and motion nomenclatures.* (Robots y dispositivos robóticos. Nomenclaturas de sistemas de coordenadas y movimiento).
- *ISO 9946:1999 - Manipulating industrial robots. Presentation of characteristics.* (Robots manipuladores industriales. Presentación de características).
- *ISO 10218-1:2011 - Robots and robotic devices. Safety requirements for industrial robots. Part 1: Robots.*
- *ISO 10218-2:2011 - Robots and robotic devices. Safety requirements for industrial robots. Part 2: Systems robot e integración.*
Nota: Se está desarrollando una nueva versión de la norma ISO 10218, que también incluirá las especificaciones técnicas vinculadas a la ISO/TS 15066:2016.
- *ISO 11593:1996 - Manipulating industrial robots. Automatic end effector exchange systems. Vocabulary and presentation of characteristics.* (Robots manipuladores industriales. Sistemas automáticos de intercambio de efectores finales).
- *ISO 13482:2014 - Robots and robotic devices. Safety requirements for personal care robots.* (Robots y dispositivos robóticos. Descripción de los requisitos para robots de cuidado personal, pero no para un uso médico ni industrial).

INDUSTRIA 4.0.

PRL EN LA INDUSTRIA 4.0

- ISO 13849-1:2016 - Seguridad de las máquinas. Partes de los sistemas de mando relativas a la seguridad. Parte 1: Principios generales para el diseño.
- ISO 14539:2000 - *Manipulating industrial robots. Object handling with grasp-type grippers. Vocabulary and presentation of characteristics.* (Robots manipuladores industriales. Manejo de objetos con pinzas de agarre. Vocabulario y presentación de características).
- ISO 18646-1:2016 - *Robotics. Performance criteria and related test methods for service robots. Part 1: Locomotion for wheeled robots.* (Robótica. Criterios de análisis de prestaciones y métodos de ensayo relacionados para robots de servicio. Parte 1: Locomoción para robots con ruedas).
- ISO 19649:2017 - *Mobile robots. Vocabulary.* (Robots móviles. Vocabulario.)
- ISO/TS 15066:2016 - *Robots and robotic devices. Collaborative robots.* (Robots y dispositivos robóticos. Robots colaborativos).
- ISO/TR 13309:1995 - *Manipulating industrial robots. Informative guide on test equipment and metrology methods of operation for robot performance evaluation in accordance with ISO.* (Robots manipuladores industriales. Guía informativa sobre equipos de ensayo y métodos de operación de metrología para la evaluación del rendimiento del robot de acuerdo con ISO).
- UNE-EN 62061:2005/A2:2015 - Seguridad de las máquinas. Seguridad funcional de sistemas de mando eléctricos, electrónicos y electrónicos programables relativos a la seguridad.

En función del tipo de robot, el uso que se le quiera dar y el nivel de seguridad que se quiera obtener, deberá seleccionarse como requisitos de adquisición (o de adecuación) un nivel de cumplimiento de los estándares u otro, aparte de tener que cumplir con la normativa de carácter vinculante que le sea de aplicación.



Sin embargo, cabe hacer una reflexión. A nivel de normativa vinculante también será necesario plantearse la vigencia de la misma. Por ejemplo, ¿tendrán sentido aplicar todos los requisitos contemplados en el Real Decreto 1215/1997 a un COBOT?

5.1.3. Generación de nuevos riesgos

La digitalización de la empresa conlleva el uso de nuevas tecnologías, lo que implica la generación de nuevos riesgos en los puestos de trabajo, algunos conocidos y otros no tanto.

A continuación, se muestra una tabla con algunos de los ejemplos vinculados con la transformación hacia la Industria 4.0, identificando el origen de nuevos riesgos, riesgos asociados, posibles medidas correctoras e incluyendo un supuesto en el que se puede materializar ese riesgo.

ORÍGEN DEL RIESGO	RIESGOS	ACCIONES RECOMENDADAS	EJEMPLO
IMPRESIÓN 3D – PRODUCCIÓN ADITIVA	<p>En función del tipo de tecnología de impresión, pueden generarse:</p> <ul style="list-style-type: none"> Exposición a contaminantes químicos, que son clasificados como carcinógenos o posiblemente carcinógenos, como por ejemplo Compuestos Orgánicos Volátiles (COVs) y nanopartículas. 	<ul style="list-style-type: none"> La primera acción a llevar a cabo es la elaboración de un estudio específico para determinar si realmente puede producirse esta exposición. Si existe la posibilidad exposición, existe una gran variedad de actuaciones a implantar, en función del tipo de contaminante, cantidad y tiempo de exposición, como puede ser la instalación de sistemas de extracción localizada, el aislamiento de las impresoras mediante la creación de salas de acceso restringido con ambiente controlado y en último lugar, establecer la obligación de uso de equipos de protección individual, como máscaras de protección o trajes de aislamiento. Será necesario formar e informar a los trabajadores sobre los riesgos asociados. 	<p>La Impresión mediante Moldeado por Deposición Fundida (habitualmente de ABS y PLA, polímeros u otros materiales), es una manera rentable de desarrollar un producto, ya que permite crear de forma rápida y eficiente piezas robustas, ideal para crear prototipos en pymes y en el sector de la educación.</p>
	<ul style="list-style-type: none"> Generación de polvo en suspensión, pudiéndose llegar a formar atmósferas explosivas. 	<ul style="list-style-type: none"> La primera acción a llevar a cabo es la elaboración de un estudio específico para determinar si realmente puede producirse esta situación. Si existe la posibilidad exposición, existe una gran variedad de actuaciones a implantar, en función de la concentración de polvo en suspensión, puede ir desde la instalación de sistemas de extracción localizada, la instalación de filtros en la zona de impresión, el aislamiento de las impresoras mediante la creación de salas de acceso restringido con ambiente controlado, o incluso establecer la obligación de uso de equipos de protección individual, como máscaras de protección o gafas de protección. Será necesario formar e informar a los trabajadores sobre los riesgos asociados. 	<p>Hacer uso de tecnologías como el Sinterizado Selectivo de Láser (SLS, por sus siglas en inglés), o por Fusión Selectiva por Láser (SLM, por sus siglas en inglés), que tienen como base las poliamidas, metales o mezclas de poliamida y metal, generando la posibilidad de presencia de polvo en suspensión.</p> <p>Este tipo de impresión es utilizado para efectuar prototipos orientados a industrias comerciales o piezas de máquinas para industrias.</p>
	<ul style="list-style-type: none"> Algunas de las tecnologías pueden generar exposición a radiaciones ionizantes (rayos X) 	<ul style="list-style-type: none"> La primera acción a llevar a cabo es la elaboración de un estudio específico para determinar si realmente puede producirse esta exposición. 	<p>La impresión mediante la fusión por haz de electrones (EBM, por sus siglas en inglés), es utilizada en industrias como la aeroespacial o la de creación de implantes médicos.</p>

INDUSTRIA 4.0.

PRL EN LA INDUSTRIA 4.0

ORÍGEN DEL RIESGO	RIESGOS	ACCIONES RECOMENDADAS	EJEMPLO
IMPRESIÓN 3D – PRODUCCIÓN ADITIVA		<ul style="list-style-type: none"> • Si existe la posibilidad exposición, deben tomarse las acciones necesarias para conseguir aislar a los trabajadores del origen de dicha exposición, mediante la instalación de barreras físicas adecuadas, como la instalación de mamparas o salas plomadas. En el supuesto que no se pudiera asegurar la protección de los trabajadores, estos deberán hacer uso de los equipos de protección individual como delantales plomados y se deberá disponer de un control de esa exposición (tanto a través de dosimetrías, como a través de un protocolo específico de reconocimiento médico). • Será necesario formar e informar a los trabajadores sobre los riesgos asociados. 	
COBOTS	<ul style="list-style-type: none"> • Por su naturaleza, elimina las barreras que separan habitualmente a las máquinas de los trabajadores, exponiéndolos a riesgos de golpes o atrapamientos por partes móviles de los cobots. 	<ul style="list-style-type: none"> • La primera acción a llevar a cabo es la elaboración de un estudio específico para determinar si realmente puede producirse esta situación. • En el caso que no poder establecer los elementos físicos de protección, deberá disponerse de un sistema de seguridad que cumpla con la normativa vigente. Se deberá asegurar la integridad física de los trabajadores a través de sistemas como el de control de proximidad de presencia de personas para disminuir la velocidad de trabajo o paralizando la tarea. • Será necesario formar e informar a los trabajadores sobre los riesgos asociados. 	Robots cargadores de materiales en palets, recogiendo el material en zonas de paso de almacenes.
	<ul style="list-style-type: none"> • Fatiga mental asociada tanto a la recepción de la información como a su tratamiento. 	<ul style="list-style-type: none"> • La primera acción a llevar a cabo es la elaboración de un estudio específico para determinar si realmente puede producirse esta situación. • En caso afirmativo, deberán desarrollarse acciones como formación de trabajadores (capacitación para trabajar con cobots, gestión del estrés, cómo organizar el trabajo, etc.), establecimiento de personal soporte (físico o virtual), programas de <i>mentoring</i>, u otras medidas organizativas, como establecimiento de pausas, establecimiento de rotaciones de los puestos de trabajo, etc. • Será necesario formar e informar a los trabajadores sobre los riesgos asociados. 	Algunos ejemplos son, no comprender cómo se reprograma un COBOT, dificultad para trabajar en con las interfaces de los programas de interacción con un COBOT o dificultad para recibir la información debido a la velocidad a la que es facilitada.

INDUSTRIA 4.0.

PRL EN LA INDUSTRIA 4.0

ORÍGEN DEL RIESGO	RIESGOS	ACCIONES RECOMENDADAS	EJEMPLO
COBOTS	<ul style="list-style-type: none"> Insatisfacción derivada del contenido de trabajo, autonomía, comunicaciones, relaciones y tiempos de trabajo. 	<ul style="list-style-type: none"> La primera acción a llevar a cabo es la elaboración de un estudio específico para determinar si realmente puede producirse esta situación. Las acciones correctoras dependerán de los resultados de dicho estudio, pero pueden estar basadas en medidas organizativas, como establecimiento de pausas o actividades conjuntas, establecimiento de rotaciones de los puestos de trabajo, etc. En el caso de cuestiones vinculadas con la autonomía, efectuar una adecuada política de delegación de decisiones y trabajo. También podrán ser útiles acciones formativas como toma de decisiones o de gestión del tiempo y la carga de trabajo. Será necesario formar e informar a los trabajadores sobre los riesgos asociados. 	Un trabajador se siente aislado al trabajar en un espacio en el que solo interacciona con un COBOT, pudiendo sufrir insatisfacciones derivadas del aislamiento social.
USO DE NUEVOS TIPOS DE INTERFACES (gafas de realidad virtual, tablets, smartphones y otro tipo de dispositivos)	<ul style="list-style-type: none"> Limitar la visión por el uso de gafas de VR o AR o distraerse por el uso de tablets y smartphones, puede exponer a los trabajadores a golpes o cortes con partes fijas. 	<ul style="list-style-type: none"> Será necesario formar e informar a los trabajadores sobre el uso de interfaces y los riesgos asociados. En la fase de diseño de los puestos de trabajo en los que se usen elementos que limiten la visión, se deberán configurar espacios de trabajo diáfanos, con el suelo al mismo nivel y sin elementos con los que un trabajador pueda golpearse. Deberán identificarse las zonas en las que se pueda hacer uso de interfaces. 	Un trabajador que hace uso de unas gafas de realidad virtual en un espacio con mobiliario o máquinas próximos.
	<ul style="list-style-type: none"> Por el uso de interfaces, pueden producirse tanto caídas de personas a distinto nivel y al mismo nivel. 	<ul style="list-style-type: none"> Será necesario formar e informar a los trabajadores sobre el uso de estas interfaces y los riesgos asociados. En la fase de diseño de los puestos de trabajo en los que se usen elementos que limiten la visión, se deberán configurar espacios de trabajo diáfanos, con el suelo al mismo nivel y sin elementos que impidan la libre circulación del trabajador haciendo uso de las interfaces. Deberán identificarse las zonas en las que se pueda hacer uso de interfaces. 	Un trabajador que hace uso de una tablet en una sala dos niveles conectados con escaleras.

ORÍGEN DEL RIESGO	RIESGOS	ACCIONES RECOMENDADAS	EJEMPLO
USO DE NUEVOS TIPOS DE INTERFACES (gafas de realidad virtual, tablets, smartphones y otro tipo de dispositivos)	<ul style="list-style-type: none"> Los propios dispositivos móviles pueden suponer un peligro si estos no se encuentran bien asegurados, pudiendo ocasionarse la caída de objetos por manipulación. 	<ul style="list-style-type: none"> Será necesario formar e informar a los trabajadores sobre el uso de interfaces y los riesgos asociados. En el caso de hacer uso de estos dispositivos en situaciones en las que pueda caer sobre cualquier trabajador (por ejemplo en trabajos en altura), deberá hacerse uso de elementos que permitan asegurar el dispositivo vinculándolo al trabajador. 	Mientras se efectúan trabajos de inspección de tuberías en una pasarela ubicada a una altura indeterminada.
	<ul style="list-style-type: none"> Fatiga mental asociada tanto a la recepción de la información como a su tratamiento. 	<ul style="list-style-type: none"> Será necesario formar e informar a los trabajadores sobre el uso de interfaces y los riesgos asociados. Los programas de visualización de datos mediante interfaces, deberán favorecer la asimilación de información, siendo programas de fácil uso, intuitivos, etc. 	Disponer de dispositivos conectados continuamente en los que se recibe una avalancha de información, puede provocar fatiga asociada a la recepción y gestión de esta información.
	<ul style="list-style-type: none"> Insatisfacción derivada de las comunicaciones, relaciones y tiempos de trabajo. 	<ul style="list-style-type: none"> La primera acción a llevar a cabo es la elaboración de un estudio específico para determinar si realmente puede producirse esta situación. Las acciones correctoras dependerán de los resultados de dicho estudio, pero pueden estar basadas en medidas organizativas, como establecimiento de pausas o actividades conjuntas, establecimiento de rotaciones de los puestos de trabajo, etc. En el caso de cuestiones vinculadas con la autonomía, efectuar una adecuada política de delegación de decisiones y trabajo. También podrán ser útiles acciones formativas como toma de decisiones o de gestión del tiempo y la carga de trabajo. 	Un trabajador que centra su actividad en el uso de un Smartphone, puede sufrir insatisfacciones derivadas de las malas comunicaciones, falta de trato personal con los compañeros o estar conectado continuamente al trabajo (tanto por la carga de trabajo como por la accesibilidad constante que el teléfono le provoca).
	<ul style="list-style-type: none"> Fatigas posicionales, vinculadas al uso de dispositivos de visualización de datos. 	<ul style="list-style-type: none"> La primera acción a llevar a cabo es la elaboración de un estudio específico para determinar si realmente puede producirse esta situación. En función de los resultados obtenidos, podrán derivarse una serie de acciones vinculadas a: <ul style="list-style-type: none"> Mejora de la higiene postural del trabajador mediante la formación e información al trabajador. 	Un trabajador que hace uso de una tablet gran parte de su jornada, puede sufrir dolencias, tanto en extremidades, derivadas de la sustentación de la tablet, como de cervicales, derivadas de la postura adoptada para visualizar la pantalla.

INDUSTRIA 4.0.

PRL EN LA INDUSTRIA 4.0

ORÍGEN DEL RIESGO	RIESGOS	ACCIONES RECOMENDADAS	EJEMPLO
USO DE NUEVOS TIPOS DE INTERFACES (gafas de realidad virtual, tablets, smartphones y otro tipo de dispositivos)		<ul style="list-style-type: none"> - Mejora de las condiciones de trabajo, facilitando la adopción de posturas correctas mediante la adquisición de soportes o elementos auxiliares para dichos dispositivos. - Planificar la realización de pausas activas o rotación en las tareas a desarrollar. 	
OTRAS CUESTIONES ORGANIZATIVAS	<ul style="list-style-type: none"> • Obsolescencia organizativa (tanto de estructura, conocimientos, recursos, modelo de negocio), pudiendo dar lugar a insatisfacciones derivadas del contenido de trabajo, autonomía, comunicaciones, relaciones y tiempos de trabajo. 	<ul style="list-style-type: none"> • La primera acción a llevar a cabo es la elaboración de un estudio específico para determinar si realmente puede producirse esta situación. • Las acciones correctoras dependerán de los resultados de dicho estudio, pero pueden estar basadas en medidas organizativas, como la reestructuración de las unidades de la empresa, la promoción de actividades conjuntas, ofrecimiento de actividades de capacitación del personal, la adecuación de recursos, establecimiento de rotaciones de los puestos de trabajo, etc. En el caso de cuestiones vinculadas con la autonomía, efectuar una adecuada política de delegación de decisiones y trabajo. • También podrán ser útiles acciones formativas como toma de decisiones o de gestión del tiempo y la carga de trabajo. 	Empresas que trabajen con estructuras antiguas, con programas desfasados o que no haya formado al personal.
	<ul style="list-style-type: none"> • Ciberdelitos: exposición de trabajadores a gran variedad de peligros derivados manipulaciones malintencionadas derivadas de la conectividad de todos los elementos de la industria. 	<ul style="list-style-type: none"> • Será necesario efectuar una auditoría de seguridad de la industria, para poder identificar posibles vulnerabilidades del sistema y poder establecer las barreras necesarias para impedirlo, llegando a establecer protocolos de desconexión o aislamiento de los elementos interconectados que puedan suponer un riesgo para los trabajadores. 	Manipulación malintencionada sin autorización de elementos conectados efectuada de forma remota.

INDUSTRIA 4.0.

PRL EN LA INDUSTRIA 4.0

5.2. Estrategias de adaptación del SGPRL al nuevo paradigma

Efectuar una adecuada gestión de la prevención de riesgos laborales en estos nuevos entornos organizacionales será la clave para conseguir que esta nueva forma productiva sea fructífera.

Uno de los pilares del éxito en la gestión de la prevención de riesgos laborales volverá a radicar una vez más en la integración de la misma dentro de la estructura organizativa.

Adelantarse a la materialización de los efectos menos positivos de la Industria 4.0, será otro de los factores clave para minimizar los impactos negativos de este concepto. Realizar una prevención real, analizando cómo se producirán los cambios, abordándolos desde todas las perspectivas posibles y no solo limitándolas al aspecto técnico-productivo. Es por este motivo que toma especial relevancia efectuar periódicamente un diagnóstico completo, un análisis del contexto interno y externo, para ser conscientes de la situación real actual y futura de la empresa de forma permanente y poder centrar los esfuerzos en ir mejorando esa situación.



INDUSTRIA 4.0.

PRL EN LA INDUSTRIA 4.0

Será necesario que las empresas efectúen una revisión de todos los elementos del sistema de gestión de prevención de riesgos laborales:

ELEMENTOS DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES

1. PLAN DE PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES (PPRL)
2. EVALUACIÓN DE RIESGOS LABORALES
3. PLANIFICACIÓN DE LA ACTIVIDAD PREVENTIVA
4. FORMACIÓN E INFORMACIÓN
5. EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL
6. MEDICINA DEL TRABAJO
7. CONTROLES PERIÓDICOS
8. PARTICIPACIÓN Y CONSULTA
9. EMERGENCIAS
10. INVESTIGACIÓN DE ACCIDENTES
11. MODIFICACIÓN O INCORPORACIÓN DE LUGARES, INSTALACIONES, PROCESOS. ADQUISICIÓN DE EQUIPOS O PRODUCTOS
12. COORDINACIÓN EMPRESARIAL

A continuación se efectuará a modo de resumen un chequeo de algunos de los principales puntos a tener en cuenta a la hora de revisar un sistema de gestión de prevención de riesgos laborales desde el prisma de la Industria 4.0:

ELEMENTOS REVISADOS DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES

1. PLAN DE PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES (PPRL)
2. EVALUACIÓN DE RIESGOS LABORALES
3. PLANIFICACIÓN DE LA ACTIVIDAD PREVENTIVA
4. FORMACIÓN E INFORMACIÓN
5. EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL
6. MEDICINA DEL TRABAJO
7. CONTROLES PERIÓDICOS
8. PARTICIPACIÓN Y CONSULTA
9. EMERGENCIAS
10. INVESTIGACIÓN DE ACCIDENTES
11. MODIFICACIÓN O INCORPORACIÓN DE LUGARES, INSTALACIONES, PROCESOS. ADQUISICIÓN DE EQUIPOS O PRODUCTOS
12. COORDINACIÓN EMPRESARIAL

ELEMENTO DEL SISTEMA DE GESTIÓN	1. PLAN DE PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES (PPRL)
MARCO LEGAL APLICABLE	<p>Artículo 16 y 23 de la Ley 31/1995, de Prevención de Riesgos Laborales.</p> <p>Artículo 2 del Real Decreto 39/1997, de los Servicios de Prevención.</p>
DESCRIPCIÓN	<p>El Plan de prevención de riesgos laborales es la herramienta a través de la cual se integra la actividad preventiva de la empresa en su sistema general de gestión y se establece su política de prevención de riesgos laborales. Deberá ser aprobado por la dirección de la empresa y asumido por parte de toda la organización. Por lo tanto, se deberá divulgar a toda la estructura organizativa.</p> <p>Los instrumentos esenciales para la gestión y aplicación del Plan de prevención de riesgos laborales son la evaluación de riesgos y la planificación de la actividad preventiva.</p> <p>Las empresas de hasta 50 trabajadores que no desarrollen actividades del anexo I podrán reflejar en un único documento el plan de prevención de riesgos laborales, la evaluación de riesgos y la planificación de la actividad preventiva.</p>
ACTUACIONES A DESARROLLAR EN EL ÁMBITO DE LA INDUSTRIA 4.0	<p>Política de PRL: se incluirán también otros aspectos relacionados con el factor de la transformación hacia la Industria 4.0, la diversidad, el reconocimiento y la promoción de cada uno de los trabajadores, sin segregar entre trabajadores 4.0 y no 4.0, con el fin de valorarlos a todos por igual, independientemente de la edad, sexo, origen, especial sensibilidad, etc.</p> <p>Objetivos en materia de PRL para el año en curso: se definirán objetivos específicos para los trabajadores en cuyos puestos de trabajo se hayan sufrido modificaciones en procesos que hayan convertido o se vayan a convertir en trabajadores 4.0.</p> <p>Funciones y responsabilidades: se definirán o redefinirán las funciones específicas de los trabajadores 4.0.</p> <p>En los procedimientos del Sistema de Gestión se tendrán en cuenta los factores que puedan verse afectados especialmente por la transformación en el ámbito de la Industria 4.0.</p> <p>Previamente a la aprobación formal del Plan de prevención, dirección deberá comprobar que se han incluido los requisitos para los trabajadores de la Industria 4.0.</p> <p>Se deberá garantizar que el Plan de prevención es fácilmente accesible para todos los trabajadores incluidos aquellos que puedan tener dificultades con las nuevas tecnologías.</p> <p>Objetivos en materia de PRL para trabajadores 4.0:</p> <p>Establecer las medidas preventivas adicionales necesarias para la adaptación del 100% de los puestos de trabajo de los trabajadores 4.0 al cumplimiento normativo.</p> <p>Efectuar el 80% de los estudios psicosociales planificados para los trabajadores 4.0.</p> <p>Realizar el 60% de los estudios ergonómicos planificados para los trabajadores 4.0.</p> <p>Formar en prevención de riesgos laborales al 100% de los trabajadores que sufran cambios sustanciales de su puesto de trabajo, derivado de la Industria 4.0.</p> <p>Formar al 100% de los trabajadores que deban hacer uso de nuevas tecnologías.</p>

ELEMENTO DEL SISTEMA DE GESTIÓN	1. PLAN DE PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES (PPRL)
<p>ALGUNOS EJEMPLOS PRÁCTICOS</p>	<p>Funciones y responsabilidades:</p> <p>Dirección:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tener en consideración los requisitos necesarios para los trabajadores 4.0 en la definición de objetivos de PRL, en la elaboración de la política de PRL, en la aprobación de procedimientos, en la definición de actuaciones formativas, etc. <p>Mandos intermedios:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Velar por el cumplimiento del procedimiento de trabajadores especialmente sensibles en lo que atañe a aspectos vinculados a trabajadores 4.0. • Garantizar que los trabajadores 4.0 a su cargo dispongan de las medidas preventivas adaptadas a sus necesidades para el desarrollo de sus tareas. • Garantizar que los trabajadores 4.0 a su cargo dispongan de la formación para su puesto de trabajo adaptada a sus capacidades y habilidades. • Garantizar que los trabajadores 4.0 que estén a su cargo conozcan los aspectos del sistema de gestión diseñados para ellos. <p>Recursos Humanos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Informar a los trabajadores 4.0 del procedimiento de trabajadores especialmente sensibles y del circuito a seguir en caso de requerir alguna adaptación de puesto de trabajo. • Facilitar a los trabajadores 4.0 la información específica sobre riesgos psicosociales. • Garantizar que en el programa de formación se incluyan aspectos específicos para los trabajadores 4.0. <p>Trabajadores 4.0:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Comunicar a los mandos intermedios cualquier necesidad específica: formación, EPIs, adaptación del puesto de trabajo, etc. • Participar en la mejora continua de la PRL aportando su experiencia (por ser un punto de vista válido sobre nuevos procesos productivos). • Utilizar adecuadamente las medidas preventivas adoptadas por el empresario para los trabajadores 4.0. <p>Comité de Seguridad y Salud:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Analizar conjuntamente el contenido del Plan de prevención con los miembros del Comité para garantizar la inclusión de todos los trabajadores.

ELEMENTO DEL SISTEMA DE GESTIÓN	2. EVALUACIÓN DE RIESGOS LABORALES
MARCO LEGAL APLICABLE	<p>Capítulo II, Sección 1ª del Real Decreto 39/1997, de los Servicios de Prevención.</p> <p>Artículo 16 y 23 de la Ley 31/1995, de Prevención de Riesgos Laborales.</p>
DESCRIPCIÓN	<ul style="list-style-type: none"> • La evaluación de los riesgos laborales es el proceso dirigido a estimar la magnitud de aquellos riesgos que no hayan podido evitarse, obteniendo la información necesaria para que el empresario esté en condiciones de tomar una decisión apropiada sobre la necesidad de adoptar medidas preventivas y, en tal caso, sobre el tipo de medidas que deben adoptarse. • La evaluación de riesgos deberá proporcionar confianza sobre su resultado. Hay diferentes métodos posibles para evaluar como por ejemplo el del INSST, el Método Fine, etc. En todo caso, independientemente del método que se emplee, siempre se han de tener en cuenta dos parámetros: <ul style="list-style-type: none"> – Probabilidad de que determinados factores de riesgo se materialicen en daños, y – Magnitud de los daños (consecuencias o severidad). <p>Ambos factores han de ser valorados en una escala de mayor o menor magnitud y la combinación de ambos parámetros darán como resultado el valor del riesgo.</p> • Se deberá realizar una evaluación inicial de riesgos teniendo en cuenta la naturaleza de la actividad, las características de los puestos existentes y de los trabajadores que deban desempeñarlos. • También deberá realizarse la evaluación con ocasión de la elección de los equipos de trabajo, de las sustancias o preparados químicos y del acondicionamiento de los lugares de trabajo. • La evaluación de riesgos se deberá revisar o actualizar: <ul style="list-style-type: none"> – Cuando cambien las condiciones de trabajo. – Si fuera necesario con ocasión de los daños para la salud que se hayan producido. • Si se ponen de manifiesto situaciones de riesgo, el empresario realizará las actividades preventivas necesarias para eliminar, reducir y controlar los riesgos. Dichas actividades deberán planificarse por parte del empresario (Ver apartado 3 de la presente revisión, Planificación de la Actividad Preventiva). • Cabe destacar la gran relevancia de este apartado, pues será una de las piezas clave para adaptar adecuadamente el Sistema de gestión de la prevención de riesgos laborales.
ACTUACIONES A DESARROLLAR EN EL ÁMBITO DE LA INDUSTRIA 4.0	<ul style="list-style-type: none"> • Incluir en el formato de evaluación de riesgo un parámetro para indicar si ese puesto de trabajo puede ser considerado de trabajadores 4.0 y en caso afirmativo cuales deberán ser las medidas preventivas o correctoras a tener en cuenta (por la especial relevancia de factores ergonómicos, psicosociales, higiénicos, etc.). • Identificar todos los puestos de trabajo ocupados por trabajadores 4.0 y valorar si existe o no la necesidad de reevaluarlos (por eliminación de riesgos o por generación o incremento de riesgos). • Valorar si existe la necesidad de realizar estudios específicos de aquellos factores de riesgo que pueden verse condicionados este nuevo, como, por ejemplo: <ul style="list-style-type: none"> – SEGURIDAD: atrapamiento o golpes con objetos móviles. – HIGIÉNICOS: iluminación, exposición a productos químicos, ruido, etc. – ERGONÓMICOS: sedentarismo, bipedestación estática, manipulación manual de cargas, posturas forzadas, etc. – PSICOSOCIALES: carga mental, ritmo de trabajo, liderazgo y trabajo en equipo o aislamiento social, turnicidad, etc.

ELEMENTO DEL SISTEMA DE GESTIÓN	2. EVALUACIÓN DE RIESGOS LABORALES	
	POSIBLES CAMBIOS EN LOS PUESTO DE TRABAJO DERIVADOS DE LA INDUSTRIA 4.0 A TENER EN CUENTA A LA HORA DE EFECTUAR EVALUACIONES DE RIESGOS	TIPOLOGÍA RIESGOS ASOCIADOS AL FACTOR 4.0
ALGUNOS EJEMPLOS PRÁCTICOS	Menos manipulación manual de cargas	Riesgos ergonómicos
	Variación posturas forzadas (puede ser por disminución o por aumento)	
	Menos movimientos repetitivos	Riesgos psicosociales
	Aislamiento del entorno	
	Disminución de la capacidad de tomar decisiones	
	Empeoramiento de la calidad de liderazgo	
	Pérdida del sentimiento de pertenencia	
	Incremento de la complejidad de las tareas	Riesgos higiénicos: exposición a contaminantes químicos
	Uso de impresoras 3D	Riesgos higiénicos: temperatura
	Incremento de los equipos de trabajo	Riesgos higiénicos: ruido
		Riesgo higiénico: iluminación
	Disminución de zonas iluminadas por creerse innecesario	Riesgo seguridad: golpes o atrapamiento con o por objetos en movimiento
	Incremento de la interacción con sistemas de producción automatizados	

ELEMENTO DEL SISTEMA DE GESTIÓN	3. PLANIFICACIÓN DE LA ACTIVIDAD PREVENTIVA
MARCO LEGAL APLICABLE	<p>Artículo 16 y 23 de la Ley 31/1995, de Prevención de Riesgos Laborales.</p> <p>Capítulo II, Sección 2ª del Real Decreto 39/1997, de los Servicios de Prevención.</p>
DESCRIPCIÓN	<ul style="list-style-type: none"> • La planificación de la actividad preventiva es el documento en el que se incluyen las diferentes acciones correctoras y/o preventivas identificadas en la evaluación de riesgos u otras fuentes de identificación de riesgos con objeto de eliminar o controlar y reducir dichos riesgos, conforme a un orden de prioridades en función de su magnitud y número de trabajadores expuestos a los mismos. • La planificación de la actividad preventiva incluirá, en todo caso, los medios humanos y materiales necesarios, así como la asignación de los recursos económicos precisos para la consecución de los objetivos propuestos. • Se deberá revisar periódicamente el grado de implantación de las acciones incluidas en la misma.
ACTUACIONES A DESARROLLAR EN EL ÁMBITO DE LA INDUSTRIA 4.0	<p>Todas las acciones preventivas o correctoras identificadas de las diferentes fuentes de identificación de riesgos específicas para trabajadores 4.0 deben ser incluidas en un documento de planificación de la actividad preventiva para garantizar su implantación. La identificación de dichas medidas puede tener diferentes orígenes:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Información de los propios trabajadores. • Evaluaciones de riesgos. • Informes técnicos específicos: ergonómicos, psicosociales, higiénicos, ATEX, etc. • Medidas preventivas adicionales para la adaptación de los puestos de los trabajadores 4.0. • Investigaciones de accidentes. • Controles periódicos. • Visitas o inspecciones de seguridad. • Reuniones del CSS. • Simulacros de emergencia. • Auditorías internas / externas. • Información / Formación. • Medicina del Trabajo y promoción de la salud. • Otros.

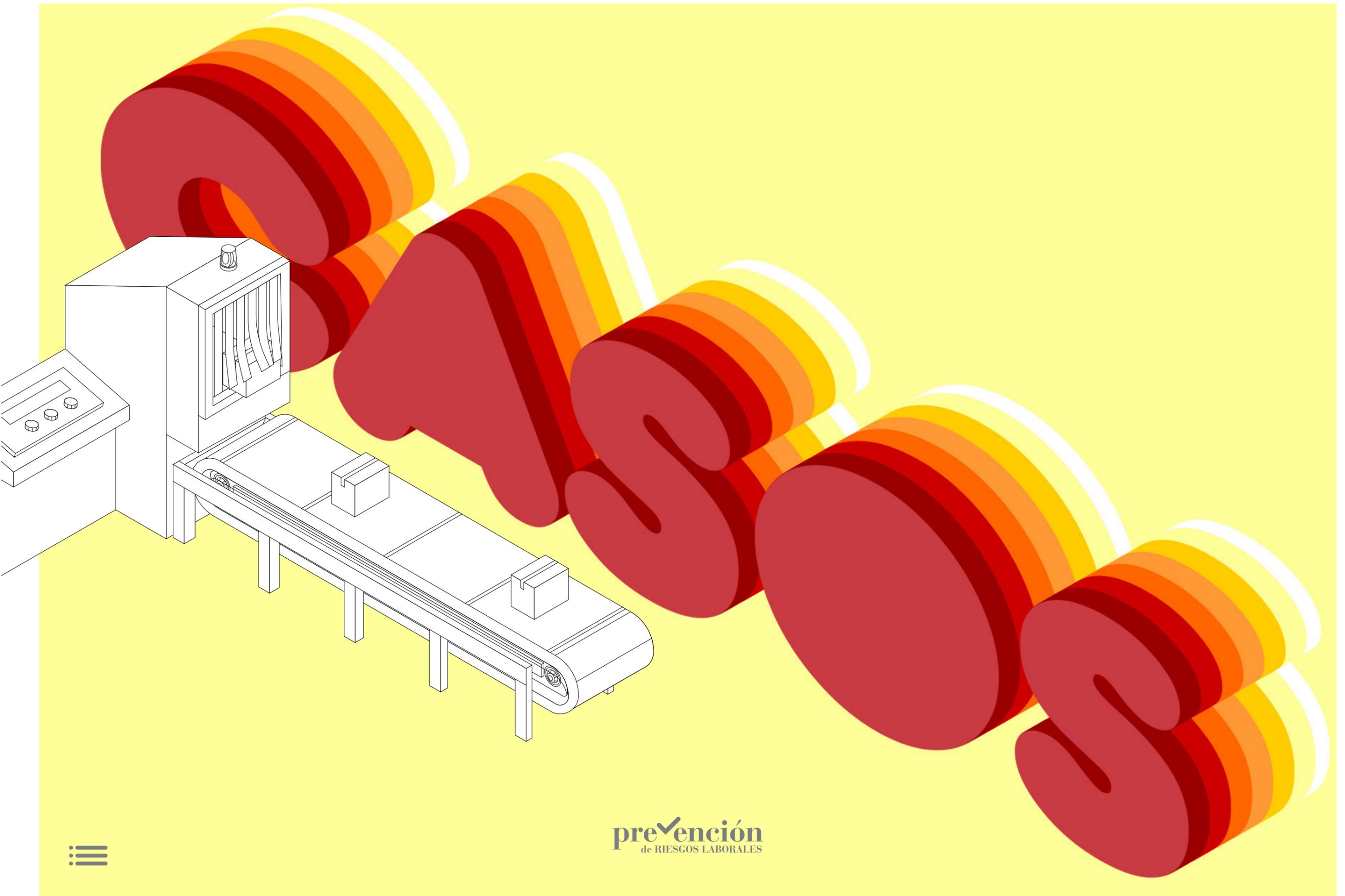
ELEMENTO DEL SISTEMA DE GESTIÓN	3. PLANIFICACIÓN DE LA ACTIVIDAD PREVENTIVA	
ALGUNOS EJEMPLOS PRÁCTICOS		
POSIBLES CAMBIOS DE CARACTERÍSTICAS ASOCIADOS A TRABAJADORES 4.0	POSIBLES RIESGOS ASOCIADOS AL FACTOR 4.0	POSIBLES MEDIDAS CORRECTORAS A ADOPTAR O CONSIDERAR
Instalación de impresoras 3D	Exposición a contaminantes químicos, que son clasificados como carcinógenos o posiblemente carcinógenos, como por ejemplo Compuestos Orgánicos Volátiles (COVs) y nanopartículas.	<ul style="list-style-type: none"> • Elaborar un estudio específico para determinar si realmente puede producirse esta exposición. • En el caso de ser necesario, se deberá instalar un sistema de extracción localizada, o aislar a los trabajadores de las impresoras mediante la creación de salas de acceso restringido con ambiente controlado. • Establecer la obligación de uso de equipos de protección individual, como máscaras de protección o trajes de aislamiento. • Formar e informar a los trabajadores sobre los riesgos asociados.
Uso de nuevos dispositivos como pantallas de visualización de datos (p.e.: una tablet)	Fatigas posicionales, vinculadas al uso de dispositivos de visualización de datos.	<ul style="list-style-type: none"> • Elaborar un estudio específico para determinar si hay afectaciones ergonómicas. • Mejora de la higiene postural del trabajador mediante la formación e información al trabajador. • Mejora de las condiciones de trabajo, facilitando la adopción de posturas correctas mediante la adquisición de soportes o elementos auxiliares para dichos dispositivos. • Planificar la realización de pausas activas. • Establecer rotación en las tareas a desarrollar.
Disminución de la interacción social para efectuar tareas	Riesgo de insatisfacción relacional.	<ul style="list-style-type: none"> • Elaborar un estudio específico para determinar si realmente puede producirse esta situación. • La reestructuración de las unidades de la empresa. • La promoción de actividades conjuntas. • Ofrecimiento de actividades de capacitación del personal. • La adecuación de recursos. • Establecimiento de rotaciones de los puestos de trabajo. • Formar e informar sobre las temáticas necesarias como toma de decisiones o de gestión del tiempo y la carga de trabajo.

ELEMENTO DEL SISTEMA DE GESTIÓN	4. FORMACIÓN E INFORMACIÓN
MARCO LEGAL APLICABLE	Artículo 18 y 19 de la Ley 31/1995, de Prevención de Riesgos Laborales.
DESCRIPCIÓN	<ul style="list-style-type: none"> • INFORMACIÓN: el empresario deberá adoptar las medidas necesarias para que los trabajadores reciban todas las informaciones necesarias en relación con: <ul style="list-style-type: none"> - Los riesgos para la seguridad y la salud de los trabajadores en el trabajo, tanto aquellos que afecten a la empresa en su conjunto como a cada tipo de puesto de trabajo o función. - Las medidas y actividades de protección y prevención aplicables a los riesgos señalados en el apartado anterior. - Las medidas adoptadas en relación al artículo 20 de la LPRL (medidas de emergencia). • FORMACIÓN: el empresario deberá garantizar que cada trabajador reciba una formación teórica y práctica, suficiente y adecuada, en materia preventiva, en las siguientes situaciones: <ul style="list-style-type: none"> - Momento de su contratación, cualquiera que sea la modalidad o duración de ésta. - Cuando se produzcan cambios en las funciones que desempeñe o se introduzcan nuevas tecnologías o cambios en los equipos de trabajo. <p>La formación deberá estar centrada específicamente en el puesto de trabajo o función de cada trabajador, adaptarse a la evolución de los riesgos y a la aparición de otros nuevos y repetirse periódicamente, si fuera necesario.</p>
ACTUACIONES A DESARROLLAR EN EL ÁMBITO DE LA INDUSTRIA 4.0	<p>INFORMACIÓN</p> <ul style="list-style-type: none"> • Elaborar notas informativas para que los trabajadores 4.0 conozcan el circuito de detección de necesidades formativas. • Informar a los trabajadores 4.0 sobre los riesgos y medidas preventivas específicos de sus puestos de trabajo. • Elaborar notas informativas de procedimientos y documentación de PRL. <p>FORMACIÓN</p> <ul style="list-style-type: none"> • Garantizar que para la detección de necesidades formativas se tenga en cuenta a los propios trabajadores 4.0 y a sus mandos intermedios. • Garantizar que en el programa de formación se incluyan formaciones específicas y prácticas para trabajadores 4.0. • Garantizar que los medios utilizados para realizar las sesiones de formación sean adecuados para los trabajadores 4.0. • Garantizar que el material de aprendizaje esté organizado y bien estructurado para reducir la complejidad del mismo. • Aprovechar la experiencia de campo de los trabajadores 4.0. • Incorporar en las formaciones el conocimiento previo de los participantes que ya sean trabajadores 4.0.

ELEMENTO DEL SISTEMA DE GESTIÓN	4. FORMACIÓN E INFORMACIÓN
ALGUNOS EJEMPLOS PRÁCTICOS	<ul style="list-style-type: none">• Evaluar las competencias necesarias para el desarrollo de los diferentes puestos de trabajo. Determinar si son necesarias competencias específicas para los trabajadores 4.0.• En base a las competencias necesarias detectar cuales son las necesidades formativas en materia de PRL de los trabajadores 4.0.• Definir el programa de formación según las necesidades formativas identificadas. Algunos ejemplos de posibles formaciones necesarias para los trabajadores 4.0 son las siguientes:<ul style="list-style-type: none">- Formación relacionada con las nuevas tecnologías (nuevas aplicaciones informáticas, uso de nuevos terminales, como, por ejemplo, gafas de realidad aumentada, etc.).- Idiomas, programación y pensamiento lógico.- Uso de medios mecánicos y colaboración con cobots.- Gestión del tiempo, comunicación eficaz, relaciones interpersonales, liderazgo a distancia, etc...• Garantizar que el material de la formación y los medios utilizados sean adecuados para los trabajadores 4.0:<ul style="list-style-type: none">- Adecuar el soporte de realización del curso a las tecnologías utilizadas por los trabajadores 4.0.- Permitir el acceso al contenido formativo siempre que el trabajador lo desee.

ELEMENTO DEL SISTEMA DE GESTIÓN	9. EMERGENCIAS
MARCO LEGAL APLICABLE	Artículo 20 Ley 31/1995, de Prevención de Riesgos Laborales: medidas de emergencia.
DESCRIPCIÓN	<p>El empresario, teniendo en cuenta el tamaño y la actividad de la empresa, así como la posible presencia de personas ajenas a la misma, deberá analizar las posibles situaciones de emergencia y adoptar las medidas necesarias en materia de primeros auxilios, lucha contra incendios y evacuación de los trabajadores, designando para ello al personal encargado de poner en práctica estas medidas y comprobando periódicamente, en su caso, su correcto funcionamiento. El citado personal deberá poseer la formación necesaria, ser suficiente en número y disponer del material adecuado, en función de las circunstancias antes señaladas.</p> <p>Para la aplicación de las medidas adoptadas, el empresario deberá organizar las relaciones que sean necesarias con servicios externos a la empresa, en particular en materia de primeros auxilios, asistencia médica de urgencia, salvamento y lucha contra incendios, de forma que quede garantizada la rapidez y eficacia de las mismas.</p>
ACTUACIONES A DESARROLLAR EN EL ÁMBITO DE LA INDUSTRIA 4.0	<ul style="list-style-type: none"> • El Plan de emergencia debe contemplar las necesidades específicas a adoptar para los trabajadores 4.0. • Avisar previamente a los trabajadores 4.0 de la realización de los simulacros. • Asegurarse que se han establecido las pautas a seguir durante una emergencia para los trabajadores 4.0. • Identificar aquellas personas que puedan necesitar de algún tipo de soporte frente a una evacuación.
ALGUNOS EJEMPLOS PRÁCTICOS	<ul style="list-style-type: none"> • Conectar los dispositivos de visualización de datos con los sistemas de aviso de emergencia. • Al poder tratarse de personas que pueden sufrir una mayor desorientación por un uso prolongado de dispositivos de visualización de datos, cuando sea posible se ubicará a los trabajadores 4.0 en lugares donde las rutas de evacuación sean más fáciles o más cortas. • Garantizar que los trabajadores 4.0 participe en las reuniones de emergencias, en los simulacros, en la comunicación interna y externa de emergencias reales, etc.

ELEMENTO DEL SISTEMA DE GESTIÓN	11. MODIFICACIÓN O INCORPORACIÓN DE LUGARES, INSTALACIONES, PROCESOS. ADQUISICIÓN DE EQUIPOS O PRODUCTOS
MARCO LEGAL APLICABLE	Artículo 1 Real Decreto 39/1997, Reglamento de los Servicios de Prevención.
DESCRIPCIÓN	<p>La prevención de riesgos laborales, como actuación a desarrollar en el seno de la empresa, deberá integrarse en su sistema general de gestión, comprendiendo tanto al conjunto de las actividades como a todos sus niveles jerárquicos. La integración de la prevención en el conjunto de las actividades de la empresa implica que debe proyectarse en los procesos técnicos, en la organización del trabajo y en las condiciones en que éste se preste. Su integración en todos los niveles jerárquicos de la empresa implica la atribución a todos ellos, y la asunción por éstos, de la obligación de incluir la prevención de riesgos en cualquier actividad que realicen u ordenen y en todas las decisiones que adopten. Por lo tanto, se deberá tener en cuenta la prevención de riesgos laborales en la:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fase de diseño de modificación de instalaciones ya existentes. • Fase de diseño de la construcción de nuevas instalaciones. • Incorporación de nuevos equipos de trabajo, equipos de protección individuales y/o productos químicos. • Incorporación o modificación de procesos.
ACTUACIONES A DESARROLLAR EN EL ÁMBITO DE LA INDUSTRIA 4.0	<p>Elaborar una lista de comprobación específica con los puntos que:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Debe cumplir un puesto de trabajo ocupado por trabajadores 4.0 para poderlo comprobar antes de la modificación de instalaciones ya existentes y/o diseño de nuevas instalaciones, así como nuevos procesos. • Deben tenerse en cuenta para la adquisición de nuevos equipos de trabajo, EPIs y/o productos químicos para puestos de trabajo de trabajadores 4.0.
ALGUNOS EJEMPLOS PRÁCTICOS	<p>En función del tipo de trabajador 4.0 que la empresa vaya a tener, deberán tenerse en cuenta una serie de criterios u otros. Algunos ejemplos de criterios que deberán cumplir las nuevas instalaciones para los trabajadores 4.0:</p> <ul style="list-style-type: none"> • En los puestos de trabajo en los que se usen elementos que limiten la visión: <ul style="list-style-type: none"> - Se deberán configurar espacios de trabajo diáfanos - Con el suelo al mismo nivel - Sin elementos que impidan la libre circulación del trabajador haciendo uso de las interfaces - Limitar o regular su uso en zonas con riesgo de caída a distinto nivel - Mobiliario adecuado, evitando aristas pronunciadas y siempre que sea posible con cantos absorbentes de energía. • En trabajos con posibilidad de incremento de aislamiento social: <ul style="list-style-type: none"> - Siempre que sea posible la disposición de los puestos de trabajo buscará la proximidad entre los trabajadores. - Se diseñarán zonas de descanso/office próximas los puestos de trabajo para facilitar la interacción • En trabajos con posible exposición a contaminantes, químicos o físicos: <ul style="list-style-type: none"> - Siempre que sea posible, se separarán físicamente los puestos de trabajo de las fuentes de riesgos que pudieran dar lugar a exposición de contaminantes químicos o físicos. - Se asegurará la calidad de la atmósfera mediante la instalación de filtros y/o campanas de extracción localizada.



pre[✓]ención
de RIESGOS LABORALES





CASOS PRÁCTICOS

DATOS GENERALES DE LA EMPRESA

Nombre de la Empresa:

WETRON AUTOMATION TECHNOLOGY

Actividad de la empresa:

Automatización de procesos industriales

Ámbito geográfico:

Alemania, Brasil, España, México, Polonia, Eslovaquia, USA

WETRON es una empresa dedicada desde hace más de 30 años a la realización de proyectos de automatización llaves en mano para el sector industrial, y en especial el de la automoción.

Consideramos que la Industria 4.0 obliga a las empresas que quieran subsistir, a subir a un nivel superior de automatización de sus procesos y de la gestión de la información.

Conectividad, flexibilidad, movilidad, cooperación, personalización, cognitividad son características de los cobots que los hacen estar íntimamente relacionados con la Industria 4.0.

Por este motivo, y viendo el panorama tecnológico e industrial, consideramos la integración de Robótica Colaborativa en nuestros clientes como una oportunidad de negocio para WETRON.

WETRON, como desarrollador de sistemas de control para la industria, ayuda a sus clientes en la implantación de la Industria 4.0 de la siguiente manera:

- Implantación de sensores para la recogida de información de la instalación para su posterior exportación y análisis.
- Ayuda en la implantación de software de análisis de la información recogida de la instalación.
- Integración de cobots.
- Formación para la mejora de competencias de los trabajadores.
- Asesoría para la mejora y optimización de procesos.

Con ello, contribuye a:

- Liberar de realizar tareas peligrosas y aburridas a los trabajadores de la línea a mejorar su calidad de vida.
- Aportar valor al personal de la empresa.
- Mejorar los procesos repetitivos que no añaden valor y quitan tiempo.
- Disminuir rechazos por calidad.
- Garantizar la trazabilidad de la producción.
- Facilitar el cumplimiento de los tiempos de fabricación.
- Reducir los costes de fabricación y mejora la competitividad en un mercado exigente.
- Mejorar la imagen de la empresa.

Han surgido problemas como:

- Resistencia al cambio. "¿Por qué voy a cambiar lo que tengo si ya me va bien?".
- El avance tecnológico es tan rápido que falta conocimiento de lo que tengo que hacer para que mi empresa sea 4.0.
- Falta de personal cualificado.

INDUSTRIA 4.0.

CASOS PRÁCTICOS

- Costes de implantación. Puede parecer elevado a simple vista, pero una implantación adecuada hace que el ROI sea bajo.
- Desconocimiento de lo que tengo que hacer en mis procesos productivos para implantar la Industria 4.0.

Impacto de la Industria 4.0 en la gestión de la PRL:

En algunos casos como en el la implantación de cobots, el análisis de riesgos tiene más trascendencia, si cabe, que en una instalación tradicional.

Los fundamentos de la robótica colaborativa se basan en que puede existir el contacto entre las personas y el robot sin que ello cause daños o lesiones, pero esto conlleva una exhaustiva evaluación de riesgos. Este modo de colaboración denominado Método 4 conlleva una exhaustiva evaluación de riesgos.

Los controles electrónicos de supervisión y/o sensorica que disponen los cobots obligan a formación en la gestión de la prevención de riesgos laborales.

Por otra parte, los fabricantes aumentan las superficies de contacto (redondeadas y sin aristas vivas), reducen las fuerzas de impacto (acolchados, partes deformables) y limitan las masas en movimiento y la velocidad (en este caso, para reducir la inercia), pero en cualquier caso integrador que incorpore un COBOT está creando una máquina y requiere una evaluación de riesgos.

Por otra parte, el análisis del Big Data permite obtener una información valiosa a la hora de prevenir e incluso investigar accidentes.



DATOS GENERALES DE LA EMPRESA

Nombre de la Empresa:

Ges-Emer

safety innovation

Actividad de la empresa:

Digitalización

Ámbito geográfico:

España y Latino América

Los procesos de mejora continua en las empresas tienen como objetivo la optimización de recursos y la mejora de la productividad entre otros. En este sentido el abanico de herramientas tecnológicas que permiten estas mejoras se enfoca en su gran mayoría a la producción y las operaciones, quedando otras disciplinas transversales como la prevención de riesgos laborales en el vagón de cola por lo que refiere a la innovación tecnológica y a la optimización de procesos.

Ges-Emer nace de la mano de profesionales del mundo de la gestión de riesgos laborales y las emergencias, aplicada en el campo de la ingeniería y los procesos industriales, con el afán de implementar herramientas tecnológicas que permitan mejorar la utilidad y la usabilidad de la información facilitada a los trabajadores y trabajadoras durante toda su vida profesional con el objetivo final de reducir la accidentabilidad.

INDUSTRIA 4.0.

CASOS PRÁCTICOS

En Ges-Emer creen en la cultura preventiva, en la formación y en la capacidad de las personas para gestionar el cambio, y es por ello que tienen la convicción que la clave para conseguir resultados diferentes en materia de PRL está en transformar los contenidos para captar la atención y despertar el interés de las personas y equipos implicados a lo largo de toda la organización.

Así pues el equipo Ges-Emer desarrolla productos y servicios digitales de fácil implantación, que destacan por su rápida aceptación y facilidad de uso, mediante los cuales se consigue mayor compromiso por parte de los empleados que redundará en una menor siniestralidad.

En definitiva, sus soluciones tecnológicas ayudan a las empresas a iniciar el camino de la transformación digital de los departamentos de PRL, con la única finalidad de generar un mayor compromiso por parte de todas las personas de la organización que permita generar ventajas competitivas y valores diferenciadores en el mercado.

La transformación digital no es una opción, es el camino.

Ges-Emer, ha realizado procesos de implantación como:

- Procesos de acogida 100% virtualizados.
- Formación a los trabajadores mediante dispositivos móviles y realidad virtual.
- Acercamiento de la información de gestión de las emergencias: convirtiendo los planes de emergencia, autoprotección y protección civil en herramientas visuales y fáciles de consultar desde dispositivos móviles.
- Virtualización de espacios de trabajo mediante tecnología 360ª y realidad virtual que permite a un empleado recorrer el espacio de trabajo e interactuar con el mismo consultando documentos, generando registros, consulta de información flotante, etc...

- Digitalización y virtualización de planos de evacuación de edificios mediante tecnología 3D para transformarlos en videos 3D.
- Gamificación de procesos formativos complejos mediante el uso de la tecnología de virtualización, dinámicas de grupo y juegos de mesa.
- En breve iniciarán la implementación de proyectos Blockchain aplicados a la gestión de la información PRL de los entornos de trabajo mediante el uso de Smart Contracts y Tokens inteligentes.

Con ello, contribuyen a:

- Optimizar el proceso de acogida mejorando los resultados de comprensión de los diferentes conceptos, en especial los relacionados con la PRL.
- Mejorar los resultados y la comprensión de los contenidos en la capacitación formativa recurrente de los empleados.
- Una mayor implicación de los empleados en el seguimiento de los protocolos PRL de la organización.
- Una reducción de costes de gestión del día a día de la PRL.
- Mejorar sustancialmente la transmisión de la información en situaciones de CAE, y ahorros importantes en su gestión.

Aparición de problemas como:

Una de las mayores sorpresas que se llevaron cuando implantaron proyectos de transformación digital en las empresas, es la gran acogida que tienen sus soluciones. La mayor parte de las personas con las que se encontraron ya son expertos en el uso de dispositivos móviles, en especial por lo que refiere a redes sociales, y no comprenden, en el caso de la PRL, que los contenidos sigan siendo anacrónicos y alejados de las posibilidades que ofrecen las tecnologías existentes.

INDUSTRIA 4.0. CASOS PRÁCTICOS

Por lo que refiere a los problemas, acostumbran a derivar de la rigidez y la resistencia al cambio de los departamentos de IT, que lejos de abrazar las novedades como oportunidades las observan como verdaderas amenazas de la estabilidad informática del sistema.

Así mismo, los departamentos de PRL acostumbran a no disfrutar de presupuestos cuantiosos. En este sentido la inversión en tecnología no es grande pero compite con otras inversiones que ofrecen un mayor retorno más directo a la cuenta de resultados.

Finalmente uno de los retos con los que han tenido que lidiar es el de convencer a los responsables de los departamentos de PRL, que en algunos casos no aprecian la gran oportunidad que les ofrecen los cambios tecnológicos y reaccionan interpretándolos como una amenaza a su "estatus quo". Parece extraño pero ocurre.

Impacto de la Industria 4.0 en la gestión de la PRL:

La Industria 4.0 es sin lugar a dudas la mayor oportunidad que ha tenido la prevención de riesgos laborales para ocupar el lugar que merece en las organizaciones.

La implantación masiva en los procesos productivos tanto de la robotización, como la sensorización, el *big data* y la inteligencia artificial, empuja hacia el futuro a las demás disciplinas transversales, y es por ello que en los próximos años se verán cambios muy significativos en la forma en la que la prevención de riesgos laborales se hace fuerte en las organizaciones.

Tanto los empleados como los equipos que van a necesitar las empresas del futuro serán personas con capacidades y aptitudes diferentes a las que conocemos hoy, y las tecnolo-

gías, como la realidad aumentada, la realidad virtual, las herramientas colaborativas en la nube, la gamificación y demás tecnologías vinculadas con el uso de dispositivos móviles personales facilitarán el alumbramiento de una nueva forma de hacer prevención en la que lo más importante será la persona y su capacidad de compromiso por hacer las cosas de forma segura. En este sentido esta transformación ya ha empezado.



DATOS GENERALES DE LA EMPRESA

Nombre de la Empresa:

Etalex (Cliente de Universal Robots)

Actividad de la empresa:

Fabricación de estanterías y sistemas de almacenamiento

Ámbito geográfico:

Canadá

Mediante la instalación de un Cobot consiguieron reducir el tiempo dedicado a trabajo manual efectuado por los trabajadores a una hora al día, en vez de las 8 horas diarias que dedicaban a efectuar descarga manual de material de una máquina plegadora.

Beneficios: mediante el uso de cobots, pueden generarse dos beneficios positivos importantes:

INDUSTRIA 4.0.

CASOS PRÁCTICOS

- Por un lado al reducir el trabajo repetitivo y el número de manipulaciones de cargas más o menos pesadas, disminuye la afectación de las tareas sobre la salud del trabajador, disminuyendo la probabilidad de sufrir trastornos musculoesqueléticos.
- Por otro lado, hacer que los trabajadores dediquen menos tiempo a tareas repetitivas, cargantes y de poco valor añadido, permite que puedan desarrollar otro tipo de tareas más gratificantes.



DATOS GENERALES DE LA EMPRESA

Nombre de la Empresa:

THERMOLYMPIC

Actividad de la empresa:

Sistemas de inyección de plásticos

Ámbito geográfico:

España e internacional

THERMOLYMPIC es una de las 15 organizaciones de 8 países que ha participado en el proyecto *Factories For Workers* (FACTS4WORKERS), junto al Instituto Tecnológico de Aragón (ITAINNOVA). Es una empresa de Zaragoza que se dedica a la creación o ensamblado de piezas de plástico, tanto para el sector del automóvil y para el consumo, como filtros, paneles interiores para coches o humidificadores y cuenta con una plantilla media de unos 60 trabajadores.

Tal y como se identifica en FACTS4WORKERS, su participación en el proyecto se basó en buscar una solución a los siguientes problemas:

- Mucha de la información en los puestos de trabajo de producción, continuaban estando basada en papel, por lo que quedaban obsoletos rápidamente.
- El flujo de información entre los trabajadores y los mandos carecía de detalles y era difícil de gestionar (flujo muy lento y con pocos detalles).
- La forma de trabajar reducía la oportunidad de acceder a formación específica con conocimiento detallado sobre sus puestos de trabajo, reduciendo la oportunidad de crecer y adquirir posiciones más relevantes en la empresa a los trabajadores.

Las soluciones ideadas con las herramientas que se disponían en el programa consistían en:

- Dar acceso a una herramienta que actúa como repositorio de soluciones a la mayoría de errores que surgen durante la producción. El sistema se va cumplimentando por parte de los trabajadores y es un sistema de gestión del conocimiento, que actúa como herramienta colaborativa.
- Implantar un sistema de monitorización del proceso de producción, basado en la instalación de sensores en todas las máquinas y elementos que intervienen en la fabricación, que permitirá a los trabajadores obtener una mayor información sobre el estado del proceso y poder actuar de forma temprana ante la detección de una tendencia negativa en el proceso. Los datos recabados también pueden ser consultados por los mandos para poder tener una imagen en tiempo real de la producción.
- Disponer de una red con documentos compartidos entre los trabajadores (como manuales, documentos de control de calidad o procedimientos de trabajo entre otros documentos), lo que por un lado permitirá eliminar la barrera de acceso a la información y por otro, dará a los trabajadores más autonomía.

- La herramienta implantada también aporta un soporte para actividades de capacitación, que permite a los trabajadores aumentar sus habilidades y mejorar sus competencias.

De las soluciones aportadas, se han obtenido las siguientes conclusiones:

- Optimización del tiempo de identificación de incidencias y solución de estas en el proceso de producción.
- Optimización de los recursos debido a una mejora de la gestión del conocimiento por disponer de un repositorio con el histórico de averías, lo que permite dedicar menos recursos a resolver una incidencia.
- Al dedicar tiempo solo a la gestión de la producción y resolución de las incidencias, los trabajadores pueden aprovechar el tiempo para efectuar formaciones más detalladas, con terminales (tabletas o también podrían ser dispositivos de VR/AR) en su puesto de trabajo habitual, lo que implica mejorar sus competencias mientras continúan trabajando, haciendo que la empresa mejore continuamente.
- Disponer de un repositorio de documentos, permite a los trabajadores consultar manuales en línea, lo que les permite ser más resolutivos, autónomos y eficientes.
- Los mandos disponen de información instantánea, lo que les permite analizar y adaptar las estrategias de producción para su optimización.

Parece evidente pues, tras analizar estas conclusiones, que el sector industrial va a apostar cada vez más por la digitalización de sus procesos por lo que los entornos laborales van a transformarse de forma significativa en el futuro inmediato.

ANEXO: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

Arribas, F. (2017). Normas Técnicas en seguridad Robótica. UNE. 28/04/2019. https://issga.xunta.es/export/sites/default/recursos/descargas/documentacion/material-formativo/relatorios/2017_05_CO_Industria_4.0_Arribas.pdf

Ballesta, O. (2016). *El futuro del trabajo en la 4ª Revolución Industrial*. Recuperado de <https://excelencemanagement.wordpress.com/2016/02/29/el-futuro-del-trabajo-en-la-4a-revolucion-industrial/>

Barbieri, A. (2018). <<A la industria 4.0 le sobran máquinas y le faltan profesionales cualificados>>. La Vanguardia. 07/03/2018. Recuperado de <https://www.lavanguardia.com/tecnologia/20190307/46893035712/industria-40-empleo-formacion-profesional-profesionales-mano-de-obra-espana.html>

CaixaBank (2019). <<La automatización y la inteligencia artificial>>. Revista Amedida – 26/02/2019. Recuperado de <https://amedida.caixabank.es/revistaamedida/ca/2019/02/26/l-automatizacio-i-la-intel-ligencia-artificial/>

Cann, O. (2016). Seven Countries Emerging as Frontrunners in the Fourth Industrial Revolution. Recuperado de http://reports.weforum.org/global-information-technology-report-2016/press-releases/?doing_wp_cron=1559302683.6964740753173828125000

De los Rios, J. (2018). *Industria 4.0: la cuarta revolución industrial que ya estás viviendo*. Recuperado de <https://www.iebschool.com/blog/industria-cuarta-revolucion-industrial-business-tech-logistica/>

EFE (2017). *El futuro está en la simbiosis humano-máquina*. ABC. 25/09/2017. Recuperado de https://www.abc.es/tecnologia/informatica/software/abci-futuro-esta-simbiosis-humano-maquina-201604151143_noticia.html

INDUSTRIA 4.0.

CASOS PRÁCTICOS

Faus, J. <<Ashenfelter: "Los robots no han aumentado la productividad. Se rompen todo el rato">>. El País. Entrevista a Orley Ashenfelter – 24/03/2019. Recuperado de https://elpais.com/economia/2019/03/23/actualidad/1553366519_227275.html

Frey, C., Osborne, M. (2016). *TECHNOLOGY AT WORK v2.0. The Future Is Not What It Used to Be*. Recuperado de https://www.oxfordmartin.ox.ac.uk/downloads/reports/Citi_GPS_Technology_Work_2.pdf

Full Audit (2017). *Prevención 4.0. ¿Cuáles serán los riesgos laborales de la cuarta revolución industrial?*. Recuperado de <http://www.fullaudit.es/prevencion-4-0-cuales-seran-los-riesgos-laborales-de-la-cuarta-revolucion-industrial/>

Full Audit (2017). *Cobot, mi nuevo compañero*. <http://www.fullaudit.es/cobot-nuevo-companero/>

García, J. (2017). Cobots y operarios, ¿un binomio seguro?. Publicado el 15/12/2017. Recuperado el 24/07/2019 de <http://www.interempresas.net/Robotica/Articulos/205432-Cobots-y-operarios-un-binomio-seguro.html>

Gómez, A. (2019). Programa Activa industria 4.0, asesoramiento tecnológico para la digitalización de empresas PYMES industriales. Recuperado de <https://www.itainnova.es/blog/industria-4-0/programa-activa-industria-4-0-asesoramiento-tecnologico-para-la-digitalizacion-de-empresas-pymes-industriales/>

Gómez-Cano, M.; Bestratén, M.; Gavilanes, C. <<Revolución 4.0: El futuro está presente>>. Revista Seguridad y Salud en el Trabajo - Número 94 - Marzo 2018. Recuperado de http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/SST_94_enlaces.pdf

González, N. <<FACTOR HUMANO 4.0: INNOVACIÓN CENTRADA EN LAS PERSONAS PARA LA INDUSTRIA 4.0>>. Prevenblog. 29/01/2018. Recuperado de <http://prevenblog.com/factor-humano-4-0-innovacion-centrada-las-personas-la-industria-4-0/>

Gracia, M. (s.f.) *IoT - Internet Of Things*. Recuperado de <https://www2.deloitte.com/es/es/pages/technology/articles/loT-internet-of-things.html>

Gray, A. (2016). *The 10 skills you need to thrive in the Fourth Industrial Revolution*. Recuperado de https://www.weforum.org/agenda/2016/01/the-10-skills-you-need-to-thrive-in-the-fourth-industrial-revolution?utm_content=buffer57de4&utm_medium=social&utm_source=twitter.com&utm_campaign=buffer

HBM (s.f.). *Los intermediarios entre el mundo real y el virtual: sistemas ciberfísicos, el esqueleto del IIoT*. Recuperado el 15/05/2019 de <https://www.hbm.com/es/6267/sistemas-ciberfisicos-el-esqueleto-del-iiot/>

Juárez, B. <<¿Robots con remordimientos?>>. El País - 24/03/2019. Recuperado de https://elpais.com/tecnologia/2019/03/22/actualidad/1553257793_329599.html

Knight, W. (2017). Humanos y máquinas deben colaborar en lugar de ser rivales, según una experta del MIT. MIT Technology review. 17/11/2017. Recuperado de <https://www.technologyreview.es/s/9736/humanos-y-maquinas-deben-colaborar-en-lugar-de-ser-rivales-segun-una-experta-del-mit>

León-Rubio, J. <<El factor humano en la industria 4.0: Una nueva lectura de los riesgos psicosociales>> Universidad de Sevilla. Octubre 2017. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/320593380_EL_factor_humano_en_la_industria_40_Una_nueva_lectura_de_los_riesgos_psicosociales

Locker, A. (s.f.). *9 tipos de impresora 3D*. Recuperado de <https://all3dp.com/es/1/tipos-de-impresoras-3d-tecnologia-de-impresion-3d/>

Manyika, J. et al. <<JOBS LOST, JOBS GAINED: WORKFORCE TRANSITIONS IN A TIME OF AUTOMATION>> MCKINSEY GLOBAL INSTITUTE. Diciembre 2017. Recuperado de <https://www.mckinsey.com/~media/mckinsey/featured%20insights/Future%20of%20Organizations/What%20the%20future%20of%20work%20will%20mean%20for%20jobs%20skills%20and%20wages/MGI-Jobs-Lost-Jobs-Gained-Report-December-6-2017.ashx>

INDUSTRIA 4.0.

CASOS PRÁCTICOS

ManpowerGroup. <<Humans Wanted: Robots Need You>>. *Skills revolution 4.0*. 2019. Recuperado de <https://www.accountant.nl/contentassets/e20a97cf64d04f2183a1f6f56066b415/mpg-skills-revolution-paper.pdf>

Martí, G. <<La inteligencia industrial llega a las plantas de producción>>. *La Vanguardia*. 31/03/2019. Recuperado de <https://www.lavanguardia.com/tecnologia/20190331/461322083764/la-inteligencia-industrial-llega-a-las-plantas-de-produccion.html>

Muñoz, A. (2019). *La creatividad, la asignatura pendiente de la revolución 4.0*. *Cinco Días*. 08/03/2019. Recuperado de https://cincodias.elpais.com/cincodias/2019/03/07/fortunas/1551986615_945928.html

Olazar, J. (2016) *Robótica Colaborativa*, Jon Olazar Gastós – ABB https://www.osalan.euskadi.eus/contenidos/informacion/ponencias_jt160923_retos_nntt/es_def/adjuntos/ponencia_jon_olazar_jt160923.pdf

Pastor, N. <<La Inteligencia Artificial llega a la gran industria: así serán las fábricas del futuro>>. *La Vanguardia*. 28/03/2019. Recuperado de <https://www.lavanguardia.com/tecnologia/20190328/461296182151/inteligencia-artificial-industria-fabricas-futuro-brl.html>

Pérez, A. (2018). *La Industria 4.0 se instala lentamente en España*. *Directivos y Empresas* – 17/12/2018. Recuperado de <https://www.directivosyempresas.com/la-industria-40-se-instala-lentamente-en-espana/>

Protección Laboral (2017). <<Industria y PRL 4.0: retos y oportunidades>>. 19/06/2017 – Jornada Foment del Treball "PRL 4.0, el sector de la automoción a la vanguardia". Recuperado de <https://www.interempresas.net/Proteccion-laboral/Articulos/212268-Industria-y-PRL-40-retos-y-oportunidades.html>

Red Hat (s.f.). ¿Qué es el cloud computing? Recuperado de <https://www.redhat.com/es/topics/cloud>

Rodal, E. (2018). *Sensórica y metrología en la Industria 4.0*. Recuperado de <https://www.podcastindustria40.com/sensorica-metrologia-industria/>

Rodal, E. <<Tecnologías de Industria 4.0 para la prevención de riesgos laborales>>. *Podcast Industria 4.0* – 06/11/2018. Recuperado de <https://www.podcastindustria40.com/riesgos-laborales-industria/#comments>

Rodríguez, L. <<SMARTOBS 4.0: DIGITALIZAR LA SEGURIDAD BASADA EN LA ORGANIZACIÓN DENTRO DE LA INDUSTRIA 4.0>>. *Prevenblog*. 02/01/2019. Recuperado de <http://prevenblog.com/smartobs-4-0-digitalizar-la-seguridad-basada-la-organizacion-dentro-la-industria-4-0/>

Rotman, D. (2017). <<"El ritmo implacable de la automatización" (y el futuro del empleo)>>. *MIT Technology review*. Recuperado de <https://www.technologyreview.es/s/6783/el-ritmo-implacable-de-la-automatizacion-y-el-futuro-del-empleo>

Sánchez, B. (2018). *"La tecnología no está destruyendo empleos, está sustituyendo perfiles"*. *El País*. 17/12/2018. Recuperado de https://elpais.com/economia/2018/12/17/actualidad/1545051966_735535.html

Sandri, P. <<Los avances tecnológicos impulsan la productividad en las explotaciones agrícolas>>. *La Vanguardia*. 23/03/2019. Recuperado de <https://www.lavanguardia.com/economia/20190323/461193526701/la-digitalizacion-llega-al-campo.html>

Wattanajantra, A. (2018). *Industria 4.0: invierte en ella si quieres crecer más (e-book)*. Recuperado de <https://www.sage.com/es-es/blog/industria-4-0-invierte-en-ella-si-quieres-crecer-mas/>

INDUSTRIA 4.0.

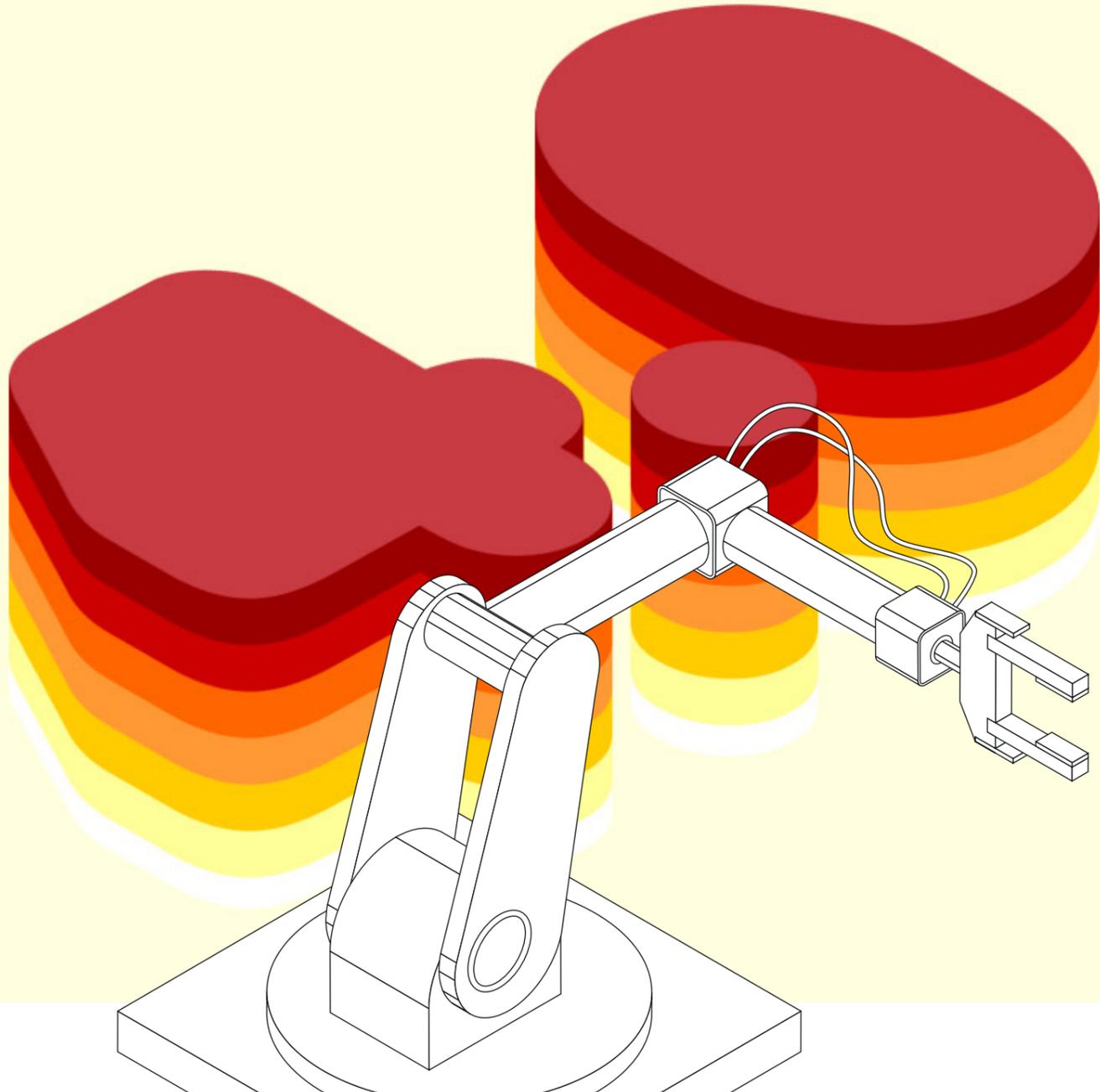
CASOS PRÁCTICOS

VIDEOGRAFÍA

Revolución Industrial 4.0. Gran documental alemán de DW-TV. Recuperado el 25/03/2019 de https://www.youtube.com/watch?v=cB_u7XngpY8

Niño-Becerra, Santiago (2017). Ponencia de 07/12/2017. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=HQISXr-liYw>

González, B. (2018). *Industria 4.0: una revolución para las personas.* Recuperado el 10/05/2019 de <https://www.youtube.com/watch?v=a0Ycxn-bZak>



GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO DE TRABAJO, MIGRACIONES Y SEGURIDAD SOCIAL

FINANCIADO POR:



FUNDACIÓN ESTATAL PARA LA PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES, F.S.P.

COD.ACCIÓN AT2018-0079

