

FURN5.0

Manual para facilitar la adopción de prácticas de Industria 5.0 en la industria del mueble de la UE

Guía para promover una fabricación inteligente centrada
en las personas, sostenible y resiliente

© AMBIT 2026
Av. Generalitat, 66 - 43560
La Sénia (Tarragona) SPAIN
Tel. +34 977 57 01 22
ambitcluster.org

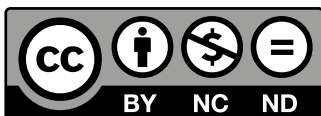
Esta publicación ha sido elaborada con el apoyo financiero de la Unión Europea.

El proyecto ha sido financiado a través de la convocatoria de la Comisión Europea: Apoyo al Diálogo Social (SOCPL-2023-SOC-DIALOG). Referencia del Acuerdo de Subvención: 101145616.

El apoyo de la Comisión Europea para la producción de esta publicación no constituye una aprobación de su contenido, que refleja únicamente las opiniones de los autores, y la Comisión no puede ser considerada responsable de ningún uso que pueda hacerse de la información contenida en la misma.

Esta guía fue elaborada con la contribución de un equipo multidisciplinar de expertos: Alessandra Cecchini, Francesco Balducci, Valentina Vedovi - Manifaktura S.r.l. (Aplicación: 7) | Alessandro Fumagalli, Anna Pellizzari, Claudia Reder - Materially (Aplicación: 4) | Alfredo Ferrer Marco, Gonzalo Ruiz Manzanares - Kampal Data Solutions (Aplicación: 15) | Amaia Castelruiz Aguirre (Aplicación: 8-9), Imanol Ordoñez Zaragoza (Aplicación: 5, 6), Ivan Arakistain Markina (Aplicación: 10, 11) - TECNALIA | Héctor Zapata Cebrián - Tetravol S.L. (Aplicación: 2) | Inmaculada Soler Ramos - Sciling (Aplicación: 12, 13, 14) | Manuel Vinagre Ruiz, Raúl Zaragoza Sacristán - LEITAT (Aplicación: 1) | Ramon Morera i Cuatrecasas - PRODUKTIA (Aplicación: 3) | Ricardo García Bahamonde (Introducción).

Bajo la dirección y supervisión técnica del equipo AMBIT: Julio Rodrigo Fuentes, Massimiliano Rumignani, Francesc Reolid Sanz, Jaisiel Madrid Sánchez, Lluís Ferrés Solé, Joaquim Solana Monleón, y con aportaciones de los socios del proyecto FEDERLEGNOARREDO y EFIC. Diseño: srbeardman.com



No comercial - Sin obras derivadas 4.0 Internacional
(CC BY-NCND 4.0). creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.es

Debe citar la fuente de forma adecuada, proporcionar un enlace a la licencia e indicar si se han realizado cambios. Puede hacerlo de cualquier forma razonable, pero no de manera que sugiera que el licenciante le respalda a usted o a su uso. No se permiten modificaciones ni usos comerciales. No puede utilizar el material con fines comerciales.

Si remezcla, transforma o crea a partir del material, no puede distribuir el material modificado.

Agradecimiento 5

Una introducción aplicada 7

Aplicaciones de la tecnología de la Industria 5.0

1	Interacción humano-robot (HRI) en la industria del mueble	16
2	Realidad extendida en los procesos de diseño y prototipado de productos	22
3	Aprovechamiento de la realidad extendida para la formación y la mejora de las habilidades del personal en la industria del mueble	28
4	Funcionalidades inteligentes aplicadas al sector del mueble	34
5	Optimizar los procesos de desarrollo de productos con la adopción de tecnologías de gemelos digitales	40
6	Aumentar la seguridad y la productividad de los procesos de fabricación, minimizando al mismo tiempo su impacto medioambiental, mediante la adopción de técnicas de simulación dentro de los gemelos digitales	50
7	Trazabilidad de los productos en el sector del mueble a través del Pasaporte Digital de Producto (DPP)	58
8	Ciencia de datos aplicada a la fabricación de mobiliario	66
9	Interoperabilidad entre humanos y máquinas	74
10	AIoT para la fabricación inteligente	82
11	La trayectoria del IoT y la conectividad	90
12	IA generativa para el diseño personalizado y prototipado rápido	96
13	Sistemas de gestión del conocimiento basados en IA	104
14	Optimización de los procesos de marketing y ventas con IA generativa: automatización y personalización de contenidos.	112
15	Toma de decisiones inteligentes en el sector del mueble mediante la correlación de datos y el análisis basado en IA	120

Estado del arte de la Industria 5.0 y recomendaciones de los stakeholders

-	Informe sobre la Industria 5.0 en la fabricación en la UE	127
-	Informe sobre el nivel de madurez de la Industria 5.0 en la industria del mueble de la UE	128
-	Necesidades competenciales y recomendaciones para los stakeholders del sector del mueble	129

Anexos

-	A1: Herramienta de autoevaluación para la Industria 5.0	132
-	A2: Testimonios de empresas	134
-	A3: Informe sobre los resultados de la prueba piloto de la herramienta de autoevaluación online	140

Agradecimientos

Nos gustaría dar las gracias a nuestras compañeras de FURN5.0: Chiara Terraneo, Giorgia Von Berger y Greta Maravai, de FederlegnoArredo, y Gabriella Kemendi y Nicole Gaglioti, de EFIC. Nos han proporcionado información y conocimientos relevantes que han inspirado y respaldado el desarrollo de esta guía y las diversas actividades del proyecto.

Agradecemos al personal de la Comisión Europea su apoyo durante todo el proceso del proyecto.

Nos gustaría agradecer las importantes contribuciones de los expertos externos en Industria 5.0 que han colaborado en la elaboración de esta guía:

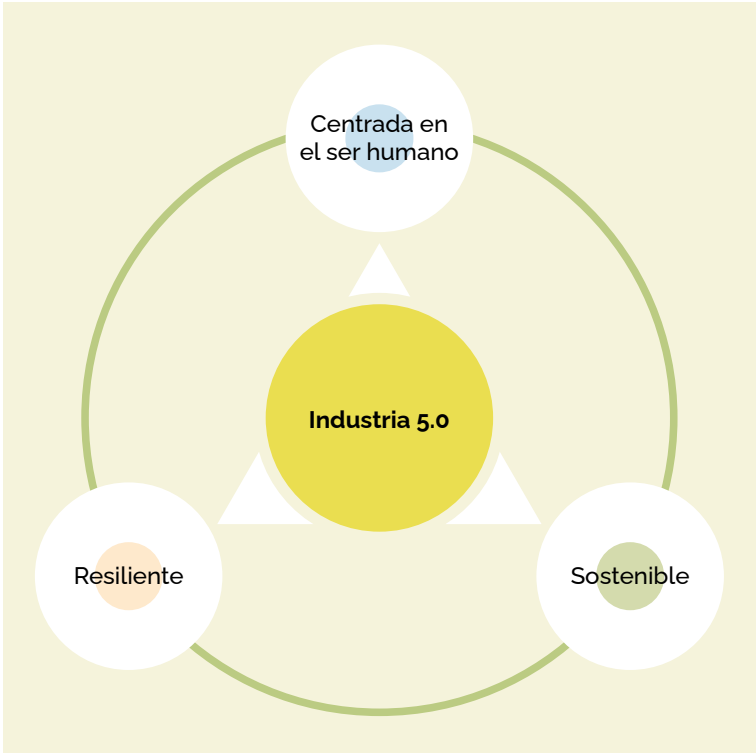
Alessandra Cecchini, Alessandro Fumagalli, Alfredo Ferrer Marco, Amaia Castelruiz Aguirre, Anna Pellizzari, Claudia Reder, Francesco Balducci, Gonzalo Ruiz Manzanares, Héctor Zapata Cebrián, Imanol Ordoñez Zaragoza, Inmaculada Soler Ramos, Iván Arakistain Markina, Manuel Vinagre Ruiz, Ramón Morera i Cuatrecasas, Raúl Zaragoza Sacristán, Ricardo García Bahamonde y Valentina Vedovi.

También queremos dar las gracias a todos los expertos que contribuyeron a la revisión de las tarjetas FURN5.0 y participaron en el taller de expertos, quienes, con sus comentarios y aportaciones multidisciplinares y complementarios, ayudaron a construir una mejor comprensión y un enfoque más práctico de la Industria 5.0 en el sector del mueble. Además de los expertos mencionados anteriormente, queremos dar las gracias a:

Alba Tomàs, Albert Graçon Padilla, Alessio Gnaccarini, Àlex Jiménez, Anaïs Le Corvec, Andrea Berra, Antonio Torrente Ortiz, Dermot O'Donnovan, Emilio Arasa, Giada Fioretti, Gil Arasa, Heiner Strack, Irene Pellecchia, Javier Portolés, Jeroen Doom, Joan Ortega, Jordi Sort, Juan Carlos Alonso, Juan Sala Martínez, Leonardo Cavo, Marco Denni, Matteo Bottenghi, Mattia Calogero, Nathalie Bekx, Rebecca Squeri, Ricardo García Bahamonde, Ruben Sagone, Santiago Pérez de la Hoz, Stefano Santoni, Vittorio Riponi y Xavier Pi i Palomés.

La implementación del proyecto FURN5.0 solo ha sido posible gracias a la financiación de la convocatoria de propuestas de la CE «Apoyo al diálogo social» (SOCPL-2023-SOC-DIALOG).

1



La Industria 5.0 y el futuro inteligente del mueble

La Industria 5.0 representa la próxima evolución de la fabricación moderna, y va más allá de los objetivos tradicionales de eficiencia y productividad para adoptar un enfoque más **centrado en las personas, sostenible y resiliente**. En términos sencillos, la Industria 5.0 consiste en *utilizar tecnologías avanzadas de manera que empoderen a los trabajadores, beneficien a la sociedad y respeten el medio ambiente*. Este capítulo introductorio explica lo que significa la Industria 5.0 para el sector del mueble, las tecnologías clave que la hacen posible y una serie de aplicaciones relevantes que se presentan más adelante en el informe. Este manual FURN5.0 ofrece a los ejecutivos y técnicos de la industria del mueble herramientas prácticas y validadas para la transición estratégica a la Industria 5.0, abordando el reto crítico de atraer y retener el talento, al tiempo que se mejora el bienestar de los trabajadores. A través de ejemplos prácticos, los ejecutivos y técnicos de la industria obtendrán una visión clara del futuro inteligente de la industria del mueble y aprenderán medidas concretas que pueden implementar para impulsar la digitalización y la competitividad de la industria.

¿Qué es la Industria 5.0 en el sector del mueble?

La Industria 5.0 es un nuevo paradigma industrial formulado por la Comisión Europea que «*va más allá de la eficiencia y la productividad como únicos objetivos*» de la fabricación. En su lugar, **sitúa el bienestar de los trabajadores en el centro de la producción y persigue objetivos sociales y medioambientales más amplios**, complementando el marco existente de la Industria 4.0. En esencia, la Industria 5.0 se basa en tres pilares principales: **el enfoque centrado en el ser humano, la sostenibilidad y la resiliencia** (véase la figura 1). FURN5.0 promueve el bienestar de los trabajadores, la mejora de la seguridad y el desarrollo de las habilidades necesarias. Este enfoque centrado en el ser humano refuerza el diálogo social crítico para una transición industrial socialmente justa en la UE. Esto significa que las fábricas del futuro no solo serán inteligentes y automatizadas, sino que también estarán diseñadas en función de las necesidades de las personas, serán ecológicamente responsables y capaces de soportar perturbaciones.

1 Los tres pilares fundamentales de la Industria 5.0

En primer lugar, la Industria 5.0 en el sector del mueble se **centra en las personas**. En lugar de tratar la tecnología como un sustituto de las personas, potencia las habilidades y la creatividad humanas. Los robots colaborativos se encargan de las tareas repetitivas o peligrosas; las interfaces intuitivas, como la RA/RV, hacen que la formación, la configuración y la resolución de problemas sean más claras y rápidas; y las herramientas de conocimiento ayudan a los trabajadores a acceder y compartir sus conocimientos. El resultado son lugares de trabajo más seguros y limpios y puestos más

atractivos para los nuevos talentos, lo que favorece la mejora de las competencias y la inclusión de toda la plantilla.

Basándose en la digitalización de la Industria 4.0, la Industria 5.0 replantea la adopción en torno al bienestar de los trabajadores, la calidad del trabajo y la colaboración significativa entre humanos y máquinas, al tiempo que permite la personalización masiva guiada por la artesanía y el diseño. Estas ventajas centradas en el ser humano se conectan de forma natural con objetivos más amplios: operaciones resilientes a través de decisiones basadas en datos y sistemas interoperables, y sostenibilidad a través de la reducción de residuos, la elección de materiales más inteligentes y la transparencia del ciclo de vida (por ejemplo, pasaportes digitales de productos). El panorama político europeo, reflejado en iniciativas como FURN5.0, fomenta esta transición, no solo promoviendo tecnologías habilitadoras, sino también apoyando el diálogo social, el desarrollo de competencias y una visión atractiva de la fabricación moderna. En resumen, la Industria 5.0 alinea la tecnología avanzada con mejores puestos de trabajo, productos mejores y más sostenibles y un crecimiento responsable, situando a las personas en el centro y reforzando al mismo tiempo la competitividad y el rendimiento medioambiental.

En segundo lugar, la Industria 5.0 en el sector del mueble también está alineada con **la sostenibilidad** (por ejemplo, el diseño circular y la eficiencia de los recursos). Iniciativas europeas como el Pacto Verde y el nuevo Pacto Industrial Limpio, la Brújula de la Competitividad y otras normativas están impulsando a los fabricantes de muebles a reducir los residuos y documentar la huella medioambiental de los productos. En la Industria 5.0, la tecnología se convierte en un medio para alcanzar estos objetivos: por ejemplo, utilizando **datos y sensores para controlar el uso de energía y materiales**, o adoptando **materiales y procesos circulares** para minimizar el impacto medioambiental. En resumen, la Industria 5.0 ofrece una «*visión de la industria que (...) utiliza las nuevas tecnologías para proporcionar prosperidad más allá del empleo y el crecimiento, respetando al mismo tiempo los límites de producción del planeta*». Para las empresas de muebles, esto podría significar diseñar productos para que sean duraderos y reciclables, utilizar materiales de origen biológico y aprovechar los sistemas inteligentes para optimizar la producción de forma respetuosa con el medio ambiente.

Por último, la **resiliencia** —el tercer pilar— es muy relevante para la fabricación de muebles en un mundo globalizado y pospandémico, y se extiende más allá de las paredes de las fábricas hasta el territorio en el que operan las empresas. Desarrollar la resiliencia significa una mayor flexibilidad en la producción, cadenas de suministro transparentes y diversificadas, y una mano de obra ágil y en continuo proceso de mejora de sus competencias. También significa afianzar el valor a nivel local: reforzar las redes de proveedores regionales, acortar las rutas logísticas y fomentar la simbiosis industrial (por ejemplo, servicios compartidos, ciclos circulares de materiales y comunidades energéticas). La Industria 5.0 fomenta la revisión de las cadenas de valor y las prácticas energéticas no solo para resistir las crisis, sino también para desarrollarse conjun-

tamente con el ecosistema local, lo que es precisamente el efecto de competitividad que destaca desde hace tiempo la teoría de los clústeres (formulada por Michael Porter), según la cual los vínculos profundos entre empresas, instituciones y talento aumentan la productividad y la innovación. En el sector del mueble, esto se traduce en capacidades como el cambio rápido de línea de productos, la formación cruzada de equipos con habilidades digitales y el uso de plataformas digitales para abastecerse y vender, dando prioridad a los socios

regionales; también incluye el mapeo de la procedencia, el desarrollo de opciones de segunda fuente en las cercanías y el aprovechamiento de las organizaciones de clústeres para compartir pruebas, formación y acceso al mercado. El resultado es un sector más resistente a las perturbaciones —y más competitivo— porque está integrado, es colaborativo y se regenera localmente.

En general, la Industria 5.0 en el sector del mueble alinea la innovación tecnológica con un amplio espectro de habilidades y capacidades humanas —creatividad, artesanía, juicio crítico, resolución de problemas, colaboración, adaptabilidad y aprendizaje continuo— junto con la responsabilidad medioambiental, para que el sector pueda prosperar económica, social y ecológicamente.

Tecnologías habilitadoras que impulsan la Industria 5.0

La Industria 5.0 se basa en un conjunto de **tecnologías** avanzadas que hacen posible su visión centrada en el ser humano y sostenible. Muchas de estas tecnologías son evoluciones de las herramientas de la Industria 4.0, que ahora se aplican de forma más inteligente, colaborativa y empática, situando así las necesidades, el bienestar y la creatividad humanos en el centro de la innovación industrial. Según la Comisión Europea, las tecnologías clave que sustentan la Industria 5.0 incluyen

«la interacción personalizada entre humanos y máquinas, las tecnologías inspiradas en la naturaleza y los materiales inteligentes, los gemelos digitales y la simulación, las tecnologías para la transmisión/almacenamiento/análisis de datos, la inteligencia artificial y las tecnologías para la eficiencia energética y la autonomía». En la práctica, las siguientes áreas tecnológicas son especialmente relevantes en el contexto de la fabricación de muebles:



Interacción colaborativa entre humanos y máquinas

Una característica distintiva de la Industria 5.0 es que los seres humanos y las máquinas trabajan juntos a la perfección. Esto incluye el uso de **robots colaborativos (cobots)** que operan codo con codo con los trabajadores en la planta de producción. A diferencia de los robots industriales tradicionales, que permanecen detrás de vallas de seguridad, los cobots están diseñados con sensores y límites de fuerza para que puedan compartir el espacio de trabajo con las personas de forma segura. Se encargan de tareas pesadas, repetitivas o ergonómicamente difíciles, como levantar paneles pesados, lijar grandes superficies o realizar perforaciones precisas, lo que **mejora la seguridad y la eficiencia de los trabajadores**. Es fundamental destacar que estos robots son «*colaborativos y cognitivos*», lo que significa que pueden adaptarse a las intenciones humanas y proporcionar información (por ejemplo, utilizando la inteligencia artificial para interpretar las acciones o los comandos de voz de un trabajador). Junto con la robótica, **las interfaces avanzadas entre humanos y máquinas**, como la realidad aumentada (RA) y la realidad virtual (RV), están empoderando a los trabajadores de la industria del mueble. La RA/RV puede superponer información digital al mundo real o simular entornos virtuales, lo que resulta «*útil para tareas de formación, mantenimiento y diseño*» en la fabricación. Por ejemplo, un nuevo montador de muebles podría llevar gafas de RA que muestren las instrucciones de montaje paso a paso, o un diseñador de productos podría utilizar la RV para recorrer un prototipo virtual de un nuevo mueble. Estas

interfaces intuitivas facilitan a los empleados la interacción con máquinas y procesos complejos, encarnando el ideal de la Industria 5.0 de «*interacción individualizada entre humanos y máquinas*».



Materiales inteligentes y sostenibles

La Industria 5.0 también adopta **materiales inteligentes e inspirados en la naturaleza** para innovar en los productos y reducir el impacto medioambiental. Los materiales «inteligentes» pueden reaccionar a su entorno, por ejemplo, tejidos que cambian sus propiedades con la temperatura o compuestos de madera con sensores integrados. En el caso de los muebles, esto podría significar **funcionalidades inteligentes integradas en las piezas** (como una mesa que puede cargar dispositivos o ajustar la altura automáticamente, o sillas que controlan la postura). También incluye materiales de origen biológico y **materiales circulares** (reciclables, recursos renovables) que se ajustan a los objetivos de sostenibilidad. Mediante el uso de materiales avanzados, los fabricantes de muebles pueden crear productos más duraderos, personalizables o respetuosos con el medio ambiente. Esta área tecnológica a menudo se solapa con la innovación en el diseño: los ingenieros están experimentando con **la biomimética** (aprender de los diseños de la naturaleza) para crear materiales para

muebles que sean ligeros pero resistentes, o con recubrimientos autorreparables que prolonguen la vida útil del producto. Aunque estas «tecnologías inspiradas en la naturaleza y materiales inteligentes» pueden no ser tan visibles como los robots o la inteligencia artificial, son una parte crucial del impulso de la Industria 5.0 hacia la innovación sostenible. Una empresa de muebles que adopte la Industria 5.0 podría explorar, por ejemplo, **compuestos similares a la madera fabricados con fibras recicladas o tejidos inteligentes** que respondan a las necesidades de los usuarios, combinando así la artesanía tradicional con la tecnología de la nueva era.



Gemelos digitales y simulación

Un gemelo digital es una **réplica virtual de un producto físico, un proceso o una fábrica completa**. La Industria 5.0 aprovecha los gemelos digitales y la simulación avanzada para optimizar la producción y predecir resultados sin necesidad de realizar costosos ensayos y errores en el mundo real. En el sector del mueble, los gemelos digitales pueden suponer un cambio revolucionario. Imagine un modelo digital de un mueble que se actualiza en tiempo real a medida que se fabrica el producto, lo que permite a los ingenieros probar ajustes de forma virtual o prever las necesidades de mantenimiento. Del mismo modo, las fábricas pueden tener gemelos digitales de sus líneas de producción para simular cambios en el flujo de trabajo o integrar una nueva máquina en el software antes de hacerlo en la planta de producción. Una aplicación especial relevante para el objetivo de sostenibilidad de la Industria 5.0 es **la simulación de los impactos ambientales y sociales**. Antes de implementar cambios en los materiales o procesos, las empresas pueden utilizar software para modelar cómo estos cambios afectarán a su huella de carbono, la producción de residuos o incluso la ergonomía de los trabajadores. El proyecto FURN5.0 destaca las tecnologías para *la «simulación y medición del impacto medioambiental y social»*, subrayando la importancia de utilizar herramientas digitales para impulsar la sostenibilidad en el diseño y la producción. La adopción de la tecnología de gemelos digitales permite a los fabricantes de muebles ser más **proactivos y basarse en datos**, resolviendo problemas de forma virtual (como modificar un diseño para utilizar menos material) y garantizando resultados óptimos en términos de eficiencia y sostenibilidad.



Conectividad y trazabilidad de datos

En la Industria 5.0, **los datos son el tejido conectivo** que une todas las partes de la cadena de valor. Basándose en el IoT (Internet de las cosas) de la Industria 4.0, las fábricas de muebles emplearán redes de sensores y dispositivos inteligentes —en máquinas, almacenes e incluso en los productos entregados— para recopilar datos en tiempo real. El objetivo es crear un bucle de retroalimentación continuo para mejorar

y aumentar la transparencia. El uso **del IoT y el big data para recopilar y analizar información en tiempo real puede mejorar considerablemente la gestión de los recursos y la toma de decisiones**. Por ejemplo, los sensores de una línea de producción pueden realizar un seguimiento del consumo energético y, a partir de los análisis, sugerir formas de ahorrar energía o programar el mantenimiento en los momentos óptimos. Otro aspecto crítico es **la interoperabilidad**, que significa que diferentes máquinas y sistemas de software comparten datos de forma fluida en toda la fábrica y la cadena de suministro. La Industria 5.0 promueve *la «interoperabilidad de datos y sistemas»* para que todas las partes interesadas (desde los proveedores de materiales hasta los puntos de venta) puedan conectarse en un ecosistema digital. Una iniciativa concreta en Europa que ejemplifica la transparencia basada en datos es el **Pasaporte Digital de Producto (DPP)**. En esencia, un DPP es un registro digital que acompaña a un producto y contiene información detallada sobre sus materiales, origen, fabricación e instrucciones para el final de su vida útil. En un futuro próximo, las empresas de muebles estarán obligadas a proporcionar estos datos para cada producto a fin de cumplir con la normativa de sostenibilidad. El simple escaneo de un código QR en un mueble podría revelar toda su «historia de vida», lo que permitiría prácticas de economía circular como un reciclaje más fácil y un abastecimiento responsable. En nuestro contexto, **la trazabilidad de los productos a través de un DPP es una aplicación clave** que garantiza la transparencia de cada etapa de la vida útil de un mueble. Esto no solo ayuda al medio ambiente, sino que también añade valor a los consumidores que quieren saber cómo se fabricaron sus muebles. En general, las infraestructuras de datos robustas, desde los sensores IoT en la planta de producción hasta las plataformas en la nube que agregan big data, son tecnologías fundamentales que permiten la naturaleza *inteligente, conectada y transparente* de la Industria 5.0.



Inteligencia artificial y automatización

La IA es el motor que da sentido a todos los datos y la complejidad de los sistemas de la Industria 5.0. En un marco centrado en el ser humano, la inteligencia artificial actúa como una herramienta de apoyo para la toma de decisiones y la creatividad humanas. Existen dos grandes categorías de aplicaciones de IA: *la IA analítica y la IA generativa*. La IA analítica se refiere al uso de algoritmos de aprendizaje automático para detectar patrones, predecir resultados y apoyar la toma de decisiones. Para un fabricante de muebles, la IA analítica podría aplicarse a la previsión de la demanda, el control de calidad o la optimización de procesos; por ejemplo, un sistema de IA que analiza los datos de producción para predecir fallos en las máquinas o señalar defectos en los materiales (mejorando la resiliencia y la calidad). Una de las aplicaciones descritas en el manual FURN5.0 se centra en *el «análisis de IA y el análisis de patrones»*, analizando cómo la IA puede examinar grandes conjuntos de datos para encontrar tendencias que los humanos podrían pasar por alto. La IA generativa, por otro lado, implica sistemas de IA que pueden crear nuevos contenidos

o diseños. Se trata de un área en auge con perspectivas interesantes no solo para el diseño y la comercialización de muebles, sino también para la eficiencia organizativa. Imagine una IA que pueda generar cientos de variaciones de diseño de muebles personalizados basados en las preferencias del cliente o producir rápidamente prototipos en un entorno virtual, algo que podría acelerar enormemente la fase de diseño. Esta «IA generativa para el diseño personalizado y la creación rápida de prototipos» es una de las aplicaciones que se presentan en este proyecto. Del mismo modo, la IA generativa puede aprovecharse para mejorar la gestión operativa y la eficiencia, por ejemplo, racionalizando y creando nuevas formas de gestión del conocimiento, automatizando la documentación y mejorando la interacción con los clientes. Por ejemplo, un sistema de conocimiento impulsado por IA podría permitir a los empleados consultar una base de datos en lenguaje natural (como un asistente de IA que conoce las normas de diseño de la empresa y los proyectos anteriores). En ventas y marketing, las herramientas de IA generativa pueden crear automáticamente contenidos de marketing personalizados o visualizaciones de diseño de interiores para los clientes, mejorando la experiencia del cliente. El denominador común es que la IA, cuando se utiliza de forma responsable, amplía las capacidades humanas, ya sea la creatividad en el diseño o la eficiencia en la producción, en lugar de sustituir el papel del ser humano. La Industria 5.0 hace hincapié en «un enfoque centrado en el ser humano para las tecnologías digitales, incluida la IA», garantizando que las soluciones de IA se desarrollen teniendo en cuenta el bienestar y el empoderamiento de los trabajadores.



Energía sostenible y autonomía

Completan el conjunto de tecnologías las innovaciones en **eficiencia energética, energías renovables y sistemas autónomos**. Aunque no son exclusivas del sector del mueble, estas tecnologías son fundamentales para alcanzar el pilar de la sostenibilidad de la Industria 5.0. Esto puede incluir desde la instalación de paneles solares y sistemas inteligentes de gestión energética en las fábricas para reducir su huella de carbono, hasta la exploración de la logística autónoma (como carretillas elevadoras autónomas o drones de repar-

to) que puede aumentar la resiliencia de las operaciones. La tecnología centrada en la energía no figuraba como una sección independiente en el manual FURN5.0, pero sustenta el contexto más amplio: en última instancia, muchas de las mejoras de la Industria 5.0 (incluidas las máquinas eficientes, los procesos optimizados mediante IA y el uso de gemelos digitales para reducir los residuos) contribuyen al **ahorro de energía y a una producción más ecológica**. La estrategia europea de Industria 5.0 destaca explícitamente la importancia de las «tecnologías para la eficiencia energética, las energías renovables, el almacenamiento de energía y la autonomía» como parte de este modelo industrial futuro. En una fábrica de muebles, por ejemplo, esto podría manifestarse en la adopción de sistemas inteligentes de climatización e iluminación que respondan a las condiciones en tiempo real, o en el uso de la energía obtenida de los procesos de producción para alimentar otras operaciones. Se hace hincapié en que la tecnología debe ayudar a minimizar la huella medioambiental de la fabricación, logrando así *la sostenibilidad* no solo a través de los materiales, sino también a través de la forma en que alimentamos y gestionamos nuestras fábricas.

En resumen, las tecnologías habilitadoras de la Industria 5.0 forman un conjunto de herramientas interconectadas.

La robótica colaborativa y la RA/RV se centran en el aspecto *humano*, los materiales inteligentes y las tecnologías limpias apuntan a *la sostenibilidad*, y los gemelos digitales, el IoT y la IA garantizan *la resiliencia* y la inteligencia. Es importante destacar que muchas de estas tecnologías ya están surgiendo en empresas avanzadas en la actualidad (como señala un informe de 2024, «ya están presentes en empresas muy avanzadas en el camino de la digitalización»). Sin embargo, la Industria 5.0 prevé su adopción en todo el sector manufacturero de una manera integrada y centrada en las personas. Para las empresas de muebles que se embarcan en este viaje, comprender estas tecnologías es el primer paso. Sin embargo, investigaciones recientes muestran que existe una **brecha de conocimiento**: en promedio, *el 50 % de las empresas de muebles de la UE encuestadas admitieron saber poco sobre las tecnologías de la Industria 5.0 (con algunas tecnologías con hasta un 70 % de bajo conocimiento)*. Aquí es donde los materiales educativos del proyecto FURN5.0 se convierten en recursos útiles, ya que ayudan a salvar esa brecha ilustrando lo que estas innovaciones significan en la práctica.

Qué encontrará en este manual: descripción general de las aplicaciones.

El núcleo del manual del proyecto FURN5.0 es una recopilación de **aplicaciones de la Industria 5.0** —estudios de casos concisos y prácticos u hojas informativas—, cada una de las cuales destaca una aplicación específica de la tecnología de la Industria 5.0 en el sector del mueble. Estas aplicaciones están diseñadas para ser fáciles de leer e informativas, de modo que los ejecutivos de empresas de fabricación de muebles, los empleados o cualquier otro lector interesado puedan comprender rápidamente cómo funciona una tecnología determinada y qué ventajas ofrece. Este capítulo introductorio

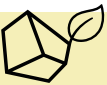
ofrece un resumen de las secciones del manual, explicando los tipos de contenidos que se tratan y cómo navegar por ellos.

Las aplicaciones están organizadas por ámbito tecnológico, en consonancia con las categorías de tecnologías habilitadoras mencionadas anteriormente. Esta agrupación temática ayuda a los lectores a conectar temas relacionados y a tener una visión más amplia. Los principales ámbitos y sus aplicaciones asociadas son los siguientes:



Interacción humano-máquina y robótica

El contenido de este dominio muestra cómo la fabricación de muebles puede centrarse más en las personas gracias a *la robótica colaborativa y las interfaces inmersivas*. Por ejemplo, una aplicación específica se centra en **la interacción entre humanos y robots (HRI)** (n.º 1) en fábricas de muebles, y muestra cómo *los robots colaborativos («cobots»)* pueden ayudar a los trabajadores en tareas como el montaje o el acabado de superficies. Otra aplicación abarca el uso de **la realidad extendida (XR)** (n.º 2), es decir, la realidad aumentada y la realidad virtual, en el diseño de productos y la creación de prototipos. También hay una aplicación sobre **el aprovechamiento de la XR para la formación y la mejora de las habilidades del personal** (n.º 3) en la industria del mueble. A través de estos ejemplos, los lectores verán cómo los operadores pueden trabajar *codo con codo con máquinas inteligentes*: desde el uso de gafas de RA para visualizar un nuevo diseño de cocina en 3D antes de su construcción, hasta la programación de un cobot simplemente guiándolo a través de un movimiento (en lugar de una codificación compleja). La conclusión es que las tecnologías de la Industria 5.0 pueden hacer que el entorno de la fábrica sea más interactivo, intuitivo y seguro para las personas.



Materiales inteligentes y funcionalidades

En este ámbito, una de las aplicaciones está dedicada a **las funcionalidades inteligentes aplicadas al sector del mueble** (n.º 4), explorando materiales avanzados y tecnologías integradas que dotan al mobiliario de nuevas capacidades. Por ejemplo, podría mostrar prototipos de mobiliario inteligente, como una **mesa que integra carga inalámbrica y sensores**, o el uso de **materiales con memoria de forma** que permiten que los componentes se autoajusten. El contenido destacará cómo los materiales inteligentes pueden añadir valor (muebles que se adaptan a los usuarios o al entorno) y mejorar la sostenibilidad (materiales que duran más o son más fáciles de reciclar). Al revisar esta aplicación, los ejecutivos y técnicos de la industria comprenderán el concepto de *«materiales inteligentes»* en la Industria 5.0 y cómo la ciencia de los materiales es tan importante como las ciencias de la computación en la construcción del futuro del mobiliario.



Gemelos digitales y simulación

Hay dos aplicaciones que entran en este ámbito y que ilustran el poder de la virtualización y la modelización. La primera se refiere a **los gemelos digitales de productos y procesos** (n.º 5) y explica cómo la creación de un espejo digital de un mueble o de toda una línea de producción puede ayudar en el diseño,

las pruebas y el mantenimiento. La segunda trata sobre **las tecnologías de simulación y medición del impacto medioambiental y social** (n.º 6) en la fabricación de muebles. Esta aplicación es especialmente innovadora: muestra herramientas que pueden simular un proceso (como el acabado de una mesa) y calcular sus emisiones de carbono o incluso su impacto ergonómico en los trabajadores. Los lectores aprenderán cómo las simulaciones digitales pueden orientar la toma de decisiones hacia configuraciones de producción más sostenibles y ergonómicas. En conjunto, estas aplicaciones hacen hincapié en una idea clave de la Industria 5.0: *«medir dos veces, cortar una vez»*, es decir, utilizar modelos digitales para perfeccionar los procesos y productos de forma virtual, ahorrando tiempo y recursos en el mundo real.



Integración y trazabilidad de datos

Este ámbito abarca la columna vertebral basada en datos de la Industria 5.0 en el sector del mueble. Varias aplicaciones lo abordan desde diferentes ángulos:

- **Trazabilidad de los productos mediante el Pasaporte Digital de Producto (DPP)** (n.º 7): una de las aplicaciones introduce el concepto de pasaporte digital de producto para muebles. Detalla cómo un sistema DPP puede realizar un seguimiento de un mueble desde la materia prima hasta el final de su vida útil, almacenando información como el origen de la madera, los adhesivos utilizados, la huella de carbono y las instrucciones de reciclaje. Esto está directamente relacionado con las próximas normativas de sostenibilidad de la UE y supone una herramienta práctica para el cumplimiento y la transparencia.
- **Procesamiento de datos para procesos de aprendizaje** (n.º 8): esta aplicación examina cómo las empresas pueden convertir los datos brutos en conocimientos útiles en la Industria 5.0, donde las fábricas, las máquinas y los sistemas generan grandes cantidades de datos; en esta sección se analizan métodos como el aprendizaje automático o el análisis de datos que *aprenden* de los datos de producción para optimizar las operaciones (por ejemplo, analizando los datos de la línea de producción para identificar ineficiencias o entrenando modelos de IA para predecir problemas de calidad). Destaca que no basta con recopilar datos, sino que hay que procesarlos y *aprender* de ellos para lograr una mejora continua.
- **Interoperabilidad de datos y sistemas** (n.º 9): esta aplicación aborda el reto de integrar diversos sistemas y equipos informáticos para que se comuniquen de forma eficaz. En muchas empresas de muebles, el software de diseño, los sistemas de ejecución de la fabricación, las bases de datos de inventario, etc., pueden estar aislados. La aplicación abarcará estrategias o normas de interoperabilidad (como el uso de formatos de datos comunes o plataformas de IoT) para lograr una fábrica más conectada, convirtiéndose así en una lanzadera hacia la Industria 5.0, donde todo está vinculado en un ecosistema digital.
- **Integración del IoT y los sensores en la producción y los productos**: Dos aplicaciones estrechamente relacionadas se centran en la conexión en red de sensores, una a **nivel de la cadena de fabricación** (n.º 10) y otra a **nivel del producto**

(n.º 11). La primera muestra cómo la integración del IoT en el proceso de producción (la planta de fabricación) permite la supervisión en tiempo real y una automatización más inteligente. Por ejemplo, los sensores de la maquinaria pueden permitir el mantenimiento predictivo, anticipando las averías antes de que se produzcan, lo que mejora la resiliencia. La segunda aborda **el IoT en los propios productos de mobiliario**. Esto podría abarcar desde mobiliario de oficina inteligente que se ajusta a las preferencias ergonómicas hasta mobiliario doméstico conectado que interactúa con los dispositivos de los usuarios. Al agrupar estos temas, los lectores pueden apreciar todo el alcance de la conectividad: desde los procesos internos hasta la experiencia del usuario final, los datos fluyen hacia arriba y hacia abajo en la cadena de valor. En general, las secciones de este conjunto de datos/trazabilidad demuestran cómo **la información se vuelve tan importante como el producto físico** en la Industria 5.0, lo que permite la trazabilidad, la toma de decisiones más inteligente y nuevos servicios.



Aplicaciones de inteligencia artificial

Los contenidos incluidos en este dominio profundizan en **las innovaciones impulsadas por la IA** en la industria del mueble. Cuatro aplicaciones ilustran distintos casos de uso de la IA:

- **IA generativa para el diseño personalizado y la creación rápida de prototipos** (n.º 12): esta aplicación analiza cómo los algoritmos generativos pueden crear variaciones de diseño o incluso prototipos visuales rápidamente. Por ejemplo, una IA podría generar docenas de diseños de sillas basándose en las instrucciones de un diseñador o incluso en los comentarios de los consumidores, lo que aceleraría considerablemente el proceso de iteración. Podría incluir ejemplos de diseños de muebles generados por IA o cómo se puede combinar la impresión 3D con la IA para crear prototipos rápidamente.
- **Sistemas de gestión del conocimiento basados en IA** (n.º 13): aquí se centra la atención en el uso de la IA para capturar y organizar el conocimiento dentro de una empresa de muebles. Esto podría significar una base de datos inteligente que utilice consultas en lenguaje natural (permitiendo a los empleados hacer preguntas como «¿Cómo se resolvió el problema de tapicería de este modelo el año pasado?» y obtener respuestas de registros anteriores), o chatbots con IA que ayuden a formar al personal nuevo respondiendo a preguntas técnicas. Esto muestra la IA como una herramienta de apoyo para retener la experiencia y orientar a los empleados, en consonancia con la filosofía centrada en el ser humano.
- **Optimización del marketing y las ventas con IA generativa** (n.º 14): Esta aplicación revisa el lado orientado al cliente y muestra cómo la IA puede personalizar y automatizar el contenido. Los minoristas y fabricantes de muebles a menudo necesitan producir catálogos, visualizaciones de habitaciones o textos de marketing; la IA generativa puede automatizar parte de esto, creando materiales de marketing personalizados para diferentes públicos o diseños de habitaciones interactivos para los clientes en tiempo real. Esto ejemplifica cómo, incluso más allá de la planta de producción, la IA

puede añadir valor a la industria del mueble al mejorar la interacción con los clientes y dar rienda suelta a la creatividad en el marketing.

- **Análisis de IA y análisis de patrones** (n.º 15): La última aplicación de la IA se refiere al uso de la IA para el análisis de datos y el apoyo a la toma de decisiones. Abarca el uso de análisis avanzados o aprendizaje automático para encontrar patrones en conjuntos de datos complejos, como tendencias en las preferencias de los consumidores, patrones en el rendimiento de las máquinas o cuellos de botella en la cadena de suministro, y para apoyar a los directivos en la toma de decisiones estratégicas. Mediante la implementación de esta IA analítica, las empresas de muebles pueden avanzar hacia estrategias basadas en datos, lo que hace que el negocio sea más resistente y capaz de responder a los cambios (un resultado clave de la Industria 5.0).

Al explorar estas aplicaciones centradas en la IA, los lectores comprenderán cómo **la inteligencia artificial sirve como una herramienta versátil en la Industria 5.0**, desde el diseño creativo hasta operaciones comerciales más inteligentes, siempre con el objetivo de complementar las habilidades humanas y mejorar la productividad de manera sostenible.

Manual FURN5.0: estructura del contenido

El contenido del manual FURN5.0 está estructurado en torno a los cinco ámbitos tecnológicos indicados anteriormente:

2 Manual FURN5.0 Estructura del contenido

La siguiente tabla resume las aplicaciones mencionadas anteriormente (numeradas) incluidas en cada ámbito tecnológico.

3 Manual de aplicaciones FURN5.0

El contenido sigue un **orden lógico que comienza con las tecnologías de interacción entre humanos y máquinas, pasa por la infraestructura digital y culmina en la IA**. Dentro de cada ámbito, las secciones individuales abordan aplicaciones específicas tal y como se describe.

Esta clasificación tiene dos ventajas:

Refleja la estructura de las tecnologías de la Industria 5.0 presentadas anteriormente, reforzando la comprensión del lector al agrupar temas relacionados (por ejemplo, después de leer sobre robots colaborativos y RA/RV en la introducción, el lector encontrará inmediatamente la sección correspondiente en la sección HMI).

Destaca las **interconexiones** entre las secciones. Los lectores interesados en un aspecto concreto (por ejemplo, la conectividad) pueden encontrar fácilmente todas las secciones relacionadas con los datos, obteniendo así una visión global de cómo la trazabilidad, la interoperabilidad y el IoT contribuyen colectivamente a un ecosistema conectado de la Industria 5.0.

Algunas aplicaciones abarcan múltiples ámbitos (por ejemplo, un cobot utiliza la IA para la visión, o una herramienta de diseño de IA también puede ser una forma de interacción entre humanos y máquinas). En tales casos, la clasificación se basa en el enfoque principal de la sección. El orden propuesto no es la única forma de organizar el contenido, pero proporciona un flujo claro y pedagógico desde las innovaciones tangibles en la planta de producción (robots, materiales) hasta las innovaciones digitales e intangibles (datos, IA).

Resumen

Este capítulo introductorio tiene como objetivo ayudar a los lectores a navegar por las aplicaciones del manual FURN5.0. El manual describe lo que significa la Industria 5.0, especialmente para los fabricantes de muebles, e identifica las tecnologías clave que permiten esta transformación. En resumen, **la Industria 5.0 se centra en integrar la tecnología avanzada con un toque humano y un enfoque respetuoso con el medio ambiente**: es la fábrica de muebles donde los artesanos trabajan junto a cobots, donde el diseño se acelera gracias a la IA, pero se inspira en la naturaleza y la sostenibilidad, y donde cada producto lleva consigo un pasaporte de su trayectoria sostenible. Las quince aplicaciones incluidas en el manual ilustran estos conceptos con ejemplos concretos y casos de uso.

Al presentar las aplicaciones de forma estructurada (agrupadas por ámbito), los lectores pueden encontrar fácilmente los temas que les interesan y comprender cómo encaja cada pieza en el panorama general de la Industria 5.0. Tanto si se trata del director de una empresa de muebles o un técnico que evalúa una estrategia de innovación, como de un empleado curioso por el futuro de su trabajo o simplemente un entusiasta del diseño inteligente, hay algo que aprender en cada sección. **La era de la Industria 5.0 en el sector del mueble está amaneciendo** y promete un futuro en el que la tecnología y la artesanía unirán sus fuerzas para crear una industria del mueble más inteligente, más sostenible y más centrada en las personas.

En última instancia, el proyecto FURN5.0 tiene como objetivo dotar a las partes interesadas de los conocimientos y las herramientas necesarios para afrontar esta transición. Al comprender las ideas expuestas en estas secciones, los ejecutivos del sector estarán mejor preparados para participar en la configuración de un «futuro inteligente para el mobiliario».

¡Bienvenidos a la Industria 5.0!

2

Estructura de contenidos del manual de FURN5.0

1	Interacción humano-máquina
2	Materiales inteligentes
3	Gemelos digitales y simulación
4	Integración de datos & IoT
5	Inteligencia Artificial

3

Aplicaciones de FURN5.0

1	Interacción Humano-Robot (HRI) en la industria del mueble
2	Realidad Extendida (XR)
3	Aprovechamiento de la XR para la formación y la mejora de las habilidades del personal
4	Funcionalidades inteligentes aplicadas al sector del mueble
5	Gemelos digitales de productos y procesos
6	Tecnologías para la simulación y medición del impacto social y medioambiental
7	Trazabilidad de producto mediante el Pasaporte de Producto Digital (DPP)
8	Procesamiento de datos para procesos de aprendizaje
9	Interoperabilidad de datos y sistemas
10	Integración de IoT y Sensor en la cadena de fabricación, producción y productos
11	Integración de IoT y Sensor en productos
12	IA Generativa para diseños personalizados y prototipado rápido
13	Sistemas de gestión del conocimiento basados en IA
14	Optimización de marketing y ventas con IA Generativa
15	Análisis de IA y patrones

Interacción humano-robot (HRI) en la industria del mueble

1

1



2



3



4



Dificultad de implementación: **Baja**Viabilidad económica: **Media-Alta**

Interacción humano-robot (HRI) en la industria del mueble



Descripción

En la transición hacia la Industria 5.0, la interacción entre humanos y robots evoluciona más allá de la colaboración física para abarcar la interacción cognitiva, el control intuitivo y el empoderamiento humano en tiempo real. En el sector de la fabricación de muebles, esto implica robots y sistemas de inteligencia artificial diseñados para adaptarse a las necesidades, habilidades e intenciones humanas, en lugar de exigir a los trabajadores que se adapten a la máquina.

1 *El brazo colaborativo de Techman Robot realiza operaciones de atomillado guiadas por su sistema de visión artificial integrado para el montaje automatizado. Fuente: Techman Robot*

En vista de ello, el primer enfoque de la robótica hacia la Industria 5.0 es que debe ser colaborativa con los seres humanos.

Los robots colaborativos son aquellos que cumplen con las normas ISO10218 e ISO TC 15066. Se trata de robots diseñados para limitar su fuerza y energía de impacto. A diferencia de los robots industriales tradicionales (que suelen operar detrás de vallas de seguridad), los cobots incorporan sensores de fuerza y funciones de limitación de movimiento para poder compartir de forma segura un espacio de trabajo con las personas. Algunas de las características más relevantes a tener en cuenta con estos robots son la capacidad de carga útil, el alcance y la repetibilidad para facilitar tareas pesadas que requieren precisión.

La robótica colaborativa es necesaria, pero no suficiente para satisfacer las demandas de la robótica para la Industria 5.0. La robótica debe estar equipada con la capacidad de razonamiento inteligente, lo que garantiza que pueda proporcionar al ser humano un conocimiento continuo de la situación ambiental. La robótica cognitiva aprovecha el contexto actual de la IA como tecnología emergente para interpretar las acciones humanas, los datos ambientales y el contexto de producción, lo que permite comportamientos adaptativos (por ejemplo, ajustar la fuerza de accionamiento en función de la dureza del material o la detección de defectos, al tiempo que se informa al ser humano).

En este momento, es pertinente reconocer la importancia de la información no invasiva, junto con el suministro de información ambiental completa y las intenciones de la máquina a los seres humanos. Estrategias como Looming proporcionan a los operadores una visualización de los planes de movimiento del robot, los movimientos próximos y las intenciones (proyecciones de luz en el espacio de trabajo), lo que garantiza que siempre sepan lo que el robot está a punto de hacer, reduciendo así la incertidumbre y el estrés.

2 *El robot colaborativo UR5 de Universal Robots probando la estrategia Looming. El ser humano puede observar las proyecciones de luz en el suelo para conocer la intención del movimiento del robot. Fuente propia.*

Otra estrategia para la interacción entre robots y humanos es la integración de la IA conversacional. Los modelos de procesamiento del lenguaje natural permiten a los operadores plantear preguntas al robot, dar instrucciones o solicitar explicaciones en lenguaje hablado natural, lo que facilita un control intuitivo y accesible. Este enfoque garantiza que los operadores estén siempre al tanto de las próximas acciones del robot, lo que minimiza la incertidumbre y el estrés.

La interacción entre humanos y robots también implica dotar al operador de las habilidades y capacidades necesarias para controlar el robot. Esto se consigue simplificando los controles del robot. Se trata de la generación automática de trayectorias del robot a partir de formatos visuales de una pieza o del mueble montado. Se trata de una solución eficaz para las operaciones de tratamiento de superficies, en las que la trayectoria se genera automáticamente a partir de un archivo CAD.

3 *Simulación de un sistema automático de generación de trayectorias que programa rutas. Fuente: OnRobot*

Otro enfoque que podría adoptarse es facilitar el acceso a la programación de procesos. La programación por bloques es un método visual y guiado para planificar la secuencia de tareas que debe ejecutar el robot. Esta metodología permite a los operadores sin formación específica generar programas que el robot es capaz de interpretar y ejecutar.

4 *Programación de robots basada en bloques con terminales de programación KUKA. Fuente: KUKA.*



Aplicación

La robótica colaborativa y cognitiva tiene una aplicación directa en el sector de la fabricación de muebles debido a la gran libertad de movimiento que ofrecen los 6 ejes (estándar), la carga que pueden manejar (5-10 kg) y su repetibilidad. Al mismo tiempo, ofrecen una mayor seguridad para el trabajador, ya que pueden controlarlo desde una cierta distancia en la que no están expuestos a condiciones peligrosas o sucias. Algunas tareas en la industria del mueble en las que se puede aplicar la robótica colaborativa:

- **Fresado de madera:** El fresado robotizado ofrece un alto grado de flexibilidad en comparación con otras formas de automatización del fresado. Estrategias como Looming pueden aportar mayor seguridad y confianza a la interacción entre humanos y robots. Por otro lado, la configuración del fresado puede ser más fácil de manejar para el operador si se puede programar visualmente.
- **Lijado y tratamiento de superficies:** La gran ventaja de utilizar robots para el lijado es la uniformidad del acabado superficial que proporcionan. La robótica colaborativa permite programar la trayectoria del robot mediante enseñanza y el robot moverá el medio abrasivo sobre la superficie del material de la misma manera cada vez.

Interacción humano-robot (HRI) en la industria del mueble

Estas tareas se pueden realizar de manera más eficiente con procesos de generación automática de trayectorias de herramientas que recorren la superficie de la pieza introduciendo el CAD de la misma.

9 *El robot CR5 de Dobot-Robots, equipado con un cabezal lijador, realiza un lijado adaptativo de superficies mediante un control de fuerza constante. Fuente: Dobot-Robots.*

- Pintura y recubrimiento: Los robots de pintura son una opción perfecta para mejorar la eficiencia de la tarea de pintar muebles. Al igual que en la tarea de lijado, la trayectoria del robot para pintar se puede generar automáticamente a partir del CAD de la superficie que se va a pintar.

10 *Robot colaborativo de Universal Robots realizando una tarea de recubrimiento en polvo sobre una estructura metálica. Fuente: Universal Robots*

- Montaje de componentes: los cobots pueden ayudar a sujetar, alinear o accionar elementos de fijación. En la práctica, los cobots pueden encargarse de pasos repetitivos (por ejemplo, la inserción de clavijas o el montaje de bisagras), mientras que los humanos realizan los ajustes precisos. Los marcos de planificación avanzada son prometedores para las líneas de montaje mixtas de humanos y robots en las fábricas de muebles. Mediante la guía por voz basada en comandos secuenciales en lenguaje natural, se podría mejorar la eficiencia y la ergonomía del montaje de muebles.

11 *Cobot de Omron con sistema de visión integrado para la inspección automática de calidad, centrado principalmente en la detección de anomalías. Fuente: sitio web de Omron, caso de uso de UNIKA.*

- Inspección: Los robots pueden integrarse con sistemas de visión, escáneres de ultrasonidos y otros sensores. Esto acelera el proceso de inspección de los muebles.
- Escalado dimensional: Una gran ventaja de utilizar robots para la fabricación de muebles es su amplio espacio de trabajo. Se puede aumentar el tamaño del espacio de trabajo de casi cualquier robot simplemente añadiendo ejes externos. Esto resulta muy útil cuando se trabaja con muebles de gran tamaño, ya que facilita el aumento de escala y, por lo tanto, reduce los tiempos en comparación con otras formas de automatización.
- Paletización: Ya existen soluciones de paletización en las que interactúan humanos y robots colaborativos, lo que proporciona mayor seguridad y precisión en la recogida y colocación. Los marcadores visuales proyectados en el área de trabajo proporcionan al operador mayor confianza y seguridad.

12 *Robot KUKA con brazo para la manipulación de materiales de madera*

a las propias mesas de trabajo. El controlador del robot también suele ser de tamaño reducido en comparación con los controladores industriales. La mayoría de los fabricantes ofrecen acceso a tutoriales para el autoaprendizaje, pero también proporcionan formación sobre la puesta en marcha. El entorno de programación de un robot colaborativo para realizar operaciones sencillas, como movimientos y acciones de recogida y colocación, es muy fácil de usar.

Además, los robots colaborativos se programan de forma estándar mediante demostración, moviendo el robot con la mano hasta los puntos de interés. A continuación, el robot repite los movimientos. Por encima de todo, la mayoría cuenta con sistemas de programación gráfica, que se alejan de la programación tradicional basada en texto y simplifican el proceso. La mayoría de los robots colaborativos tienen un ecosistema de hardware/software similar a una tienda de aplicaciones para teléfonos móviles. Se compra una pieza de hardware concreta (por ejemplo, una pinza), se monta en el robot, se descarga el software de un repositorio y se instala directamente, y el robot ya está listo para funcionar. No es necesario configurar nada, el sistema lo hace automáticamente.

■ Viabilidad económica: Media-Alta

La viabilidad económica de implementar robots colaborativos en la industria de fabricación de muebles es media-alta, debido a su equilibrio entre el coste inicial y los beneficios operativos. Con precios que oscilan entre los 25.000€ y los 50.000€, los cobots pueden automatizar tareas repetitivas sin necesidad de dedicar recursos de seguridad (jaulas de seguridad, elementos de seguridad activos, etc.) exclusivamente a su funcionamiento, lo que mejora la productividad y reduce las lesiones laborales. Su facilidad de programación y su flexibilidad para adaptarse a diferentes procesos los hacen rentables a medio plazo, especialmente en entornos de producción variables o personalizados.

Se considera que un robot industrial cuesta un 33 % por el robot, un 33 % por los periféricos y elementos adicionales, y un 33 % por la programación y la puesta en marcha. Un robot colaborativo puede reducir la necesidad de periféricos y programación. Se estima una reducción del 27,5 % cuando se utiliza la robótica colaborativa.

■ Factores humanos

La integración de robots colaborativos (cobots) en la fabricación de muebles transforma significativamente la forma en que los trabajadores humanos interactúan con la tecnología, las tareas y entre ellos. Aunque los cobots están diseñados para funcionar de forma segura cerca de los seres humanos, es habitual que los trabajadores muestren reticencias iniciales, a menudo debido a la falta de familiaridad, los riesgos percibidos o la preocupación por la pérdida de puestos de trabajo. Para abordar estas preocupaciones es necesario establecer una comunicación transparente, realizar demostraciones prácticas y explicar claramente cómo los cobots apoyan (y no sustituyen) las funciones humanas. Desde un punto de vista psicológico, los cobots deben percibirse como compañeros de equipo útiles y no como máquinas intrusivas. Los trabajadores que se sienten involucrados en su implementación y



Aspectos de implementación

■ Dificultad de implementación: Baja

El ecosistema de la mayoría de los robots colaborativos está diseñado para una implementación rápida y sencilla. Dado que estos robots suelen ser pequeños, a menudo se fijan

pueden influir en la forma en que se integran los cobots son más propensos a aceptar y adoptar la tecnología.

La confianza se fomenta mediante un comportamiento coherente de los cobots, una retroalimentación clara (por ejemplo, señales visuales o auditivas) y zonas de seguridad bien definidas. Es importante destacar que los cobots deben cumplir con las normas de seguridad, como la ISO 10218 y la ISO/TS 15066, que definen los requisitos para una interacción física segura y las limitaciones de fuerza en la colaboración entre humanos y robots. La interacción regular y el traspaso gradual de tareas ayudan a los trabajadores a familiarizarse y a ganar confianza con el tiempo.

Al descargar tareas físicamente intensivas o repetitivas, los cobots reducen la fatiga, previenen lesiones musculoesqueléticas y permiten que los trabajadores mayores o con menor capacidad física sigan contribuyendo activamente. Sin embargo, estas ventajas ergonómicas deben reforzarse con un diseño adecuado de los puestos de trabajo. Los entornos colaborativos deben diseñarse conjuntamente con la participación de los operadores para garantizar la comodidad, el flujo de tareas y la visibilidad. Una distribución mal planificada puede crear confusión o problemas de seguridad.

En última instancia, los cobots tienen más éxito cuando se consideran no como sustitutos, sino como facilitadores de un entorno de trabajo más equilibrado, seguro y satisfactorio.

Factores medioambientales

La implementación de robots colaborativos (cobots) en la industria de fabricación de muebles plantea importantes consideraciones medioambientales, tanto a nivel del espacio de trabajo como a lo largo del ciclo de vida del producto. En cuanto a las condiciones de trabajo inmediatas, el espacio físico es un factor crítico: los cobots requieren suficiente espacio libre para una interacción humana segura y para acceder a las herramientas y los materiales. Las soluciones de montaje compactas y flexibles (suelo, mesa, techo) ayudan a optimizar la distribución en talleres con limitaciones de espacio. La iluminación y la visibilidad también desempeñan un papel fundamental, especialmente en el caso de los cobots que

utilizan sistemas de visión, en los que una iluminación estable mejora la precisión y reduce el desperdicio de material debido a errores de inspección o reelaboraciones. El polvo del procesamiento de la madera, junto con la alta humedad o temperatura, puede afectar a los sensores y las juntas, lo que requiere protección o mantenimiento preventivo. Desde una perspectiva de ciclo de vida, los impactos ambientales de los cobots abarcan varias etapas. La extracción de materiales para metales (por ejemplo, aluminio y acero) y elementos de tierras raras (como el neodimio) conlleva una elevada huella ecológica. La fase de fabricación es intensiva en consumo energético, mientras que en la fase de uso los cobots pueden mejorar la eficiencia de los recursos al reducir desperdicios y habilitar flujos de trabajo just-in-time. Sin embargo, la robótica impulsada por IA suele depender de centros de datos e infraestructuras en la nube, que también consumen cantidades significativas de energía y agua. Además, al final de su vida útil, los cobots contribuyen a los residuos electrónicos; su complejo diseño mecatrónico puede dificultar el desmontaje y el reciclaje.

En el lado positivo, la integración de robótica cognitiva basada en IA permite una planificación del movimiento más precisa y un comportamiento adaptativo, lo que minimiza movimientos innecesarios, reduce el consumo energético y mejora el aprovechamiento de materiales. Para lograr un despliegue verdaderamente sostenible, son esenciales los avances en procesadores energéticamente eficientes, chips neuromórficos y la optimización de la IA en el borde (edge AI), con el fin de reducir la huella ambiental de los sistemas robóticos inteligentes.

Alineación con certificaciones y normativas

La robótica colaborativa está regulada principalmente por las normas ISO 10218-1/2 e ISO/TS 15066, que establecen los requisitos de seguridad para robots industriales y colaborativos. La norma ISO 10218 define las directrices generales para el diseño y la operación seguros, mientras que la ISO/TS 15066 complementa estos requisitos para aplicaciones colaborativas, especificando los límites de fuerza, presión y contacto seguro entre robot y persona.

La instalación de un robot colaborativo requiere una certificación global, que incluye el robot, las herramientas y el software. Existen empresas especializadas en certificar el uso de cobots conforme a la normativa vigente, realizando mediciones físicas y verificando que no se superen los límites permitidos.

5



6



7



8



Interacción humano-robot (HRI) en la industria del mueble



Soluciones



Célula de lijado automatizada

Mirka + UniversalRobots

Finlandia / Dinamarca ↔

Una solución flexible de lijado basada en cobots diseñada para el acabado de superficies en la producción de madera y muebles. El sistema integra a la perfección la lijadora eléctrica de Mirka con los brazos colaborativos de Universal Robots, lo que ofrece movimientos programables y repetibles. Admite el cambio rápido de herramientas, el control de presión ajustable y la compatibilidad con varios tipos de papel de lija, lo que lo hace ideal para superficies de muebles planas y curvas.



Interfaz NoCode para la programación del ensamblaje robótico

YK-Robótica

Italia ↔

Esta solución robótica de encolado y dosificación está optimizada para procesos de ensamblaje de madera y muebles. Cuenta con una interfaz NoCode orientada a objetos que permite una programación sencilla, intuitiva y flexible de las células robóticas. Tanto los desarrolladores como los operadores de máquinas pueden crear y modificar programas sin necesidad de tener experiencia previa en codificación, lo que permite una rápida adaptación a nuevas geometrías de productos o adhesivos.



Manipulación robótica de materiales para muebles

Dexterity

Estados Unidos ↔

Dexterity ofrece robots impulsados por IA para tareas complejas de manipulación de materiales, como la recogida, paletización y clasificación de componentes de muebles voluminosos. Estos robots operan de forma segura junto a los seres humanos, se adaptan en tiempo real a entornos impredecibles y requieren un esfuerzo de integración mínimo. Sus brazos diestros y sus sistemas de percepción manipulan con precisión artículos irregulares o frágiles.



Programación Robótica Impulsada por IA

RoboDK

Canadá ↔

RoboDK es una potente plataforma de programación y simulación sin conexión para robots industriales. Permite a los usuarios importar modelos CAD, definir trayectorias de herramientas y generar programas para robots sin interrumpir la producción. Entre sus aplicaciones se incluyen la soldadura, el fresado, la pintura, la inspección y la recogida

y colocación, con funciones mejoradas con IA para la optimización de trayectorias y la prevención de colisiones.



Asistente Robótico Inteligente Multisensorial (MAiRA) para el Mobiliario

Neura Robotics

Alemania ↔

MAiRA es un robot cognitivo todo en uno que combina visión artificial, inteligencia artificial, percepción ambiental y control por voz y gestos. En la fabricación de muebles, se encarga de tareas de lijado, taladrado, encolado e inspección, adaptándose a los cambios en los materiales y las formas. Permite una colaboración segura e intuitiva entre humanos y robots sin necesidad de vallas, lo que mejora la calidad y la flexibilidad en la planta de producción.



Acelerador de IA

Universal Robots (with parent company Teradyne

Robotics and Mobile Industrial Robots - MiR),

partnering with NVIDIA (Isaac™ robotics platform)

Estados Unidos ↔

Los cobots potenciados por la IA adquieren la capacidad de aprender, adaptarse y tomar decisiones informadas basadas en sus datos sensoriales, lo que les permite realizar tareas complejas como la recogida de objetos variados de contenedores. Los cobots comprenden mejor su entorno, planifican rutas óptimas y ejecutan tareas de forma segura y eficiente. Por ejemplo, la transpaleta MiR1200 puede hacer frente a los complejos requisitos de los almacenes y a entornos dinámicos utilizando LiDAR para una navegación totalmente autónoma.



Recubrimiento por pulverización de objetos de gran tamaño con cobot y cámara 3D

Cefla

Italia ↔

El iGiotto es un avanzado robot antropomórfico de recubrimiento por pulverización de 6 ejes diseñado para el acabado de elementos grandes y complejos, como puertas, marcos de ventanas y diversos componentes de muebles. Con el escáner opcional 2D/3D c-Vision, puede generar de forma autónoma trayectorias de pulverización precisas, lo que elimina la necesidad de programación manual y reduce el tiempo de configuración hasta en un 50 %. Su capacidad de pulverización en línea permite el control en tiempo real, incluyendo la ralentización o la pausa de la cinta transportadora cuando es necesario.



Ejemplos

**Alnea***Polonia*

Embalaje de muebles en cajas planas: el sistema robótico de embalaje de muebles de Alnea utiliza tecnología de visión avanzada para la recogida inteligente y el control de la trayectoria. El cobot integra reconocimiento de imágenes basado en IA para localizar piezas, adaptarse a sus posiciones y planificar rutas sin colisiones en tiempo real. Esto garantiza un embalaje eficiente y sin daños de diversos componentes de muebles, especialmente en líneas de producción variables.

**Techman Robots***Taiwán*

Cobot cognitivo para lijado: La aplicación colaborativa de lijado de Techman Robots combina inteligencia artificial, sistemas de visión y control de fuerza para adaptarse a diferentes superficies de muebles. Estos cobots identifican las formas de los objetos, ajustan la presión de lijado de forma dinámica y ejecutan trayectorias precisas. Su visión inteligente integrada los hace ideales para tareas automatizadas de acabado de madera en la producción de muebles.

**Pickle Robot***Estados Unidos*

Despaletización robótica con inteligencia artificial: Pickle Robot ofrece despaletización robótica con inteligencia artificial para cargas no estructuradas, como cajas de muebles. El sistema utiliza la percepción en tiempo real para identificar, agarrar y mover artículos mixtos de manera eficiente. Sin necesidad de diseños predefinidos, permite una descarga flexible y autónoma, optimizando la mano de obra y el flujo operativo en la logística de muebles.

**CMA Robotics***Italia*

Acabado automatizado de madera: CMA Robotics ha implementado sistemas robóticos avanzados para el pintado automatizado de componentes de muebles de madera, incluyendo sillas, mesas y paneles. Estos sistemas utilizan tecnología de visión 3D para identificar y pintar con precisión diversas formas, mejorando la calidad del acabado y la eficiencia de la producción en la industria del mueble.

**Medienos Era***Lituania*

Automatización del embalaje personalizado: Medienos Era, un fabricante lituano de muebles de madera maciza, implementó la solución RoboCut desarrollada por Industrial Robotics Company. Este sistema robótico permite la producción interna de embalajes de cartón personalizados, lo que reduce los residuos y mejora la eficiencia logística. La tecnología garantiza una calidad constante y una mayor flexibilidad en el manejo de productos de diferentes dimensiones.

**Becker Romania (subsidiaria de la empresa alemana Becker Brakel)***Rumanía*

Tareas de montaje: adopción de dos robots colaborativos (UR10) que trabajan en tándem para realizar tareas de dispensación de pegamento y recogida y colocación en la línea de fabricación de madera moldeada, con operadores humanos trabajando junto a los dos robots colaborativos. La configuración se controla mediante el teach pendant y se ha adoptado el programa predefinido CircleMove para la programación; se han definido variables específicas de la aplicación para interactuar con los operadores, por ejemplo, para avisarles cuando es necesario cambiar el adhesivo. ⇄

**Industrial Robotics***Lituania*

Carpintero robótico: La solución para la fabricación de componentes de madera de Industrial Robotics utiliza una célula RoboMill de 6 ejes equipada con cambiadores automáticos de herramientas para taladrar, fresar, ranurar y remachar. Este sistema robótico flexible maneja piezas complejas de marcos de madera. Su configuración programable permite la producción de lotes pequeños y geometrías variadas, lo que reduce la dependencia de mano de obra cualificada. Cuando se crean proyectos CAD/CAM, el operador solo tiene que introducir el número de pedido y la cantidad, cargar las piezas en bruto en la cinta transportadora e iniciar el sistema. A continuación, el carpintero robótico ejecuta las tareas de forma autónoma.

2



Dificultad de implementación: **Media**Viabilidad económica: **Media-Alta**

Realidad extendida en los procesos de diseño y prototipado de productos



Descripción

La realidad extendida (XR) abarca todo el espectro de tecnologías inmersivas, incluyendo la realidad virtual (VR), la realidad mixta (MR) y la realidad aumentada (AR). En el contexto del diseño y la creación de prototipos de muebles, la tecnología XR permite la interacción con modelos tridimensionales digitales tanto en entornos virtuales como físicos, lo que proporciona una experiencia muy realista. Esta tecnología se basa en la integración de hardware especializado (auriculares, controladores, sensores) y software para crear entornos simulados o superponer información digital sobre entornos del mundo real.

La realidad extendida (XR) representa un cambio de paradigma. Antes de su aparición, el diseño de objetos tridimensionales, como los muebles, siempre se realizaba a través de interfaces planas, ya fuera con lápiz y papel o con ratón y pantalla. Ahora es posible diseñar muebles directamente en tres dimensiones, verificando de forma instantánea y precisa las dimensiones, la funcionalidad y la ergonomía.

Durante la fase de conceptualización, la XR permite a los diseñadores visualizar un prototipo a escala real con gran fidelidad, evaluando su ergonomía, estética y funcionalidad antes de pasar a la producción física. También permite la rápida iteración de múltiples variantes de diseño, lo que reduce los costes y acorta los plazos de desarrollo. Los usuarios pueden caminar virtualmente alrededor de un modelo de silla, comprobar sus proporciones o incluso simular sentarse para probar la comodidad de la forma.

Por otro lado, la realidad aumentada permite interactuar con objetos virtuales en el espacio físico. En el diseño de muebles a medida, los clientes pueden utilizar un dispositivo móvil o gafas de realidad aumentada para seleccionar acabados, colores o dimensiones mientras ven la pieza superpuesta en su propio entorno. Esto eleva el nivel de cocreación, ya que el cliente participa activamente en el proceso de diseño y creación de prototipos, ajustando los

parámetros en tiempo real y visualizando inmediatamente el resultado.

La XR se integra de forma natural con otros facilitadores digitales, como los gemelos digitales o el Internet de las cosas (IoT). Por ejemplo, los datos de los sensores (materiales, tensión, resistencia) pueden obtenerse y visualizarse en tiempo real en un modelo 3D inmersivo. Esto favorece la toma de decisiones basada en datos, minimiza los errores y promueve la sostenibilidad al evitar la necesidad de prototipos físicos en múltiples iteraciones.

En definitiva, la realidad extendida ofrece ventajas tangibles al sector del mueble: prototipos más rápidos y precisos, mayor personalización de los productos en función de las preferencias de los clientes y un proceso de diseño altamente flexible y colaborativo. Todo ello se traduce en una reducción de los residuos, tiempos de desarrollo más cortos y una experiencia más satisfactoria para el usuario final. La XR, gracias a sus capacidades de manipulación inmersiva y virtual, es una herramienta clave en la transformación digital del sector del mueble, impulsándolo hacia modelos de negocio centrados en la innovación, la eficiencia y la responsabilidad medioambiental.



Aplicación

La realidad extendida tiene un impacto decisivo en el proceso de diseño y creación de prototipos de muebles, ya que ofrece una plataforma inmersiva para visualizar, iterar y validar ideas rápidamente sin depender únicamente de prototipos físicos. Su mayor valor reside en la capacidad de recrear espacios de trabajo virtuales en los que los equipos de diseño, los clientes y otras partes interesadas pueden examinar un modelo 3D muy detallado y realista. En primer lugar, las simulaciones inmersivas mediante realidad virtual permiten evaluar eficazmente las características formales y estéticas. Los muebles cobran vida en un espacio virtual a escala real, ofreciendo perspectivas imposibles de conseguir con los dibujos 2D tradicionales. Esto permite realizar ajustes

5



6



Realidad extendida en los procesos de diseño y prototipado de productos

tempranos en la ergonomía o las dimensiones sin consumir materiales ni recursos en prototipos físicos.

La XR también permite la cocreación directa con los clientes.

Mediante la RA, se puede superponer un prototipo digital en el entorno del usuario, como una sala de estar o una oficina, donde se pueden modificar los colores, las texturas o las configuraciones estructurales. De esta manera, el cliente define activamente el producto, ve al instante los cambios y evalúa cómo encaja en la estética y el espacio disponible. Esta dinámica aumenta la satisfacción y reduce las devoluciones y los errores de producción. Otras características, como la retroalimentación física, las diferencias en las texturas físicas de los materiales e incluso los olores de la madera y otros materiales, siguen siendo un problema por resolver para lograr la inmersión más completa y abordar más factores de decisión que no son necesariamente objetivos desde el punto de vista de la ingeniería, sino más bien relacionados con las percepciones emocionales.

Otra aplicación clave es la validación funcional en las primeras etapas. El prototipo virtual puede someterse a «pruebas de uso» simuladas para analizar su comportamiento bajo diferentes condiciones de carga, tensión o movimiento. Cuando se integra con herramientas de análisis de datos y sensores (gemelos digitales), se obtienen lecturas más precisas para las pruebas estructurales, lo que mejora la calidad y la seguridad del diseño final.

La colaboración es otro factor fundamental. Ingenieros, diseñadores y proveedores pueden conectarse simultáneamente a un entorno de realidad virtual compartido para debatir y revisar aspectos del prototipo en tiempo real, independientemente de su ubicación. Esta comunicación fluida agiliza en última instancia la toma de decisiones, evita malentendidos y fomenta la creatividad colectiva.

Por último, la XR tiene un impacto significativo en la optimización de recursos en los procesos de innovación de productos, ya que minimiza la necesidad de múltiples prototipos físicos. Mientras que los prototipos físicos tradicionales cuestan entre 2000 y 15 000 dólares por cada iteración de un mueble, la implementación de la XR reduce este coste entre un 60 % y un 80 %, con un periodo de amortización que suele ser de entre 8 y 12 meses para las empresas de muebles de tamaño medio. La reducción del tiempo de desarrollo es, de media, del 30-50 %, según estudios de casos del sector. Cada iteración virtual es un paso concreto hacia la versión final, con un menor uso de materiales, lo que no solo favorece la sostenibilidad medioambiental, sino que también alivia la presión económica durante las fases iniciales del diseño de muebles.



Aspectos de implementación

■ Dificultad de implementación: Media

La adopción de la XR para el diseño y la creación de prototipos requiere una inversión inicial en equipos (cascos, software especializado) y formación del personal. Aunque la tecnología está madura, su integración en las rutinas diarias de la empresa puede implicar cambios organizativos y culturales. Es necesario actualizar los flujos de trabajo y coordinar a los equipos multidisciplinares (diseñadores, ingenieros, desarrolladores). Sin embargo, la curva de aprendizaje se aplana con el tiempo: los conocimientos básicos de RV suelen adquirirse en 2 o 3 semanas, los flujos de trabajo de diseño avanzados en 2 o 3 meses y la integración completa del equipo en 4 o 6 meses, con un coste de formación de entre 1500 y 3000 dólares por diseñador. Las soluciones comerciales suelen ofrecer un apoyo integral y las mejores prácticas adaptadas a las pymes.

■ Viabilidad económica: Media-Alta

A pesar de la inversión en hardware y formación, la reducción de errores y prototipos físicos justifica rápidamente el gasto. Al acortar los ciclos de desarrollo y permitir una mayor personalización, las empresas pueden optimizar los inventarios, reducir los costes de reelaboración y responder rápidamente a las demandas de los clientes. El valor añadido de las experiencias interactivas acelera la toma de decisiones y mejora la satisfacción del cliente. A medio plazo, el retorno de la inversión se ve reforzado por unas ventas más específicas y una reducción de los residuos.

■ Factores humanos

La integración de las tecnologías XR en los procesos de diseño y creación de prototipos afecta significativamente a la forma en que los equipos de trabajo de la industria del mueble colaboran y operan. En primer lugar, su adopción satisfactoria depende de la formación continua y la mejora de las competencias digitales: los diseñadores, ingenieros y operadores de planta deben adquirir las competencias necesarias para manejar los dispositivos inmersivos con confianza y eficacia. Esta curva de aprendizaje ayuda a reducir la resistencia, genera confianza y permite una integración más fluida de las herramientas XR en las rutinas diarias de innovación.

Además, la RV y la RA fomentan una mayor colaboración al proporcionar un lenguaje compartido, visual e interactivo. Esto reduce las barreras de comunicación entre departamentos, alineando a los equipos en torno a prototipos visuales y comentarios en tiempo real. Como resultado, los trabajadores se involucran más y se sienten parte del proce-

so creativo, al ver cómo sus aportaciones se materializan directamente en el entorno virtual.

Sin embargo, el uso de la XR también plantea consideraciones ergonómicas y sanitarias. El uso prolongado de entornos inmersivos puede provocar fatiga ocular, desorientación o mareos, por lo que es esencial definir protocolos de uso claros, como establecer descansos entre sesiones de XR. También es importante tener en cuenta que el mareo es una barrera común para la implementación que afecta inicialmente al 15-25 % de los usuarios. Del mismo modo, la RA requiere que los usuarios gestionen su atención entre los elementos físicos y virtuales, lo que exige medidas de seguridad específicas para evitar la sobrecarga cognitiva o los accidentes.

Cuando se aplica con un enfoque centrado en las personas, la realidad extendida puede impulsar el aprendizaje, el compromiso y el bienestar, siempre que se aborden adecuadamente los aspectos ergonómicos, cognitivos y organizativos para garantizar un entorno de trabajo seguro e inclusivo.

■ Factores medioambientales

La aplicación de la XR en la industria del mueble ayuda a reducir el consumo de materiales y la generación de residuos, ya que la mayoría de las pruebas y validaciones se realizan de forma virtual. Ya no es necesario producir prototipos físicos para cada iteración o variante de producto, lo que reduce la huella de carbono asociada al transporte de componentes y a la eliminación de piezas desechadas.

Además, la capacidad de crear conjuntamente con los clientes de forma remota reduce la necesidad de reuniones presenciales y muestras físicas. Esto se traduce en menos emisiones y un menor impacto logístico. Además, los sistemas de análisis de datos integrados en XR, como los gemelos digitales y las herramientas de simulación, permiten diseñar muebles con criterios de ecodiseño y eficiencia energética, optimizando el uso de materias primas y minimizando los residuos.

Por otro lado, desde una perspectiva del ciclo de vida, los dispositivos compatibles con la XR incluyen materiales y componentes de alto impacto (por ejemplo, visores montados en la cabeza (HMD), sensores, controladores y, en ocasiones, ordenadores externos o teléfonos inteligentes), que contienen una mezcla de plásticos, metales, elementos de tierras raras (REE) y circuitos electrónicos complejos. Estos componentes implican procesos de extracción y fabricación muy intensivos desde el punto de vista medioambiental. Esta carga medioambiental se ve agravada por la corta vida útil de muchos dispositivos de consumo compatibles con la XR, que a menudo se sustituyen en un plazo de 2 a 3

años debido a los rápidos avances tecnológicos. En la fase de uso, los requisitos de energía varían según el sistema, pero el uso continuo de HMD y unidades de procesamiento de alta gama puede dar lugar a un consumo energético acumulado significativo a lo largo del tiempo. Al final de su vida útil, los dispositivos compatibles con XR se suman al creciente problema de los residuos electrónicos, ya que utilizan componentes como baterías de litio, pantallas LED y sensores que pueden ser peligrosos si no se manipulan correctamente.

En resumen, la XR podría ofrecer un balance medioambiental positivo si se implementa de forma consciente, manteniendo un enfoque global en el ahorro de recursos y el diseño sostenible.

■ Alineación con certificaciones y normativas

Los proyectos de XR en el diseño de muebles deben ajustarse primero a los marcos de gestión horizontales: la norma ISO 45001 establece el sistema de salud y seguridad en el trabajo que regula la ergonomía de los cascos, la duración de las sesiones y el deber general de diligencia; el RGPD de la UE regula todos los datos personales recopilados durante las sesiones inmersivas, desde las cuentas de usuario hasta cualquier rastro biométrico, y exige una evaluación del impacto en la protección de datos cuando el seguimiento ocular o el mapeo espacial pueden revelar rasgos sensibles; por su parte, la norma ISO 14001 extiende la misma disciplina del ciclo de vida al rendimiento medioambiental, garantizando que la creación de prototipos virtuales compense realmente la huella de materias primas, energía y residuos electrónicos de los dispositivos XR.

Partiendo de esa base, los fabricantes de muebles deben consultar la norma ISO/IEC 23053:2022 para la arquitectura general del sistema XR/IA y la serie IEEE 2048 para la taxonomía de dispositivos, la latencia, los formatos multimedia y la seguridad de la interfaz de usuario; juntas proporcionan un lenguaje común para proveedores y auditores. En el lugar de trabajo, la guía de formación virtual de la OSHA considera que la formación inmersiva solo es «adecuada» cuando mejora de forma demostrable la concienciación sobre los peligros, lo que refuerza la necesidad de realizar revisiones de riesgos antes de su implementación. Por último, el hardware que se envía a la UE debe cumplir las directivas sobre radio, compatibilidad electromagnética y baja tensión, y llevar la marca CE; los archivos técnicos deben documentar el cumplimiento de las normas anteriores.

Realidad extendida en los procesos de diseño y prototipado de productos



Soluciones



VR Sketch

Software Barroco

Multinacional ↔

Complemento de realidad virtual colaborativa para SketchUp que permite a varios usuarios diseñar y editar modelos 3D en un entorno inmersivo. Acelera la validación y reduce los errores de diseño al proporcionar una visualización a escala real en tiempo real. Está destinado al trabajo conjunto entre ingenieros y creativos.



Gravity Sketch

Grupo Gravity Sketch

Reino Unido ↔

Software profesional centrado en el modelado 3D inmersivo. Integra curvas NURBS y herramientas intuitivas en entornos de realidad virtual o realidad aumentada, lo que permite la co-creación en tiempo real. Se utiliza en la industria del mueble para generar prototipos y validar geometrías complejas antes de la fabricación final.



Enhance

Enhance XR

España ↔

Plataforma para desarrollar soluciones de comercio electrónico de muebles utilizando tecnología 3D y RA. Permite a los usuarios personalizar muebles de forma interactiva y en tiempo real.



Moblo

MYTIforge

Francia ↔

Software multiplataforma diseñado para generar modelos básicos de muebles para su visualización en realidad virtual y realidad aumentada (solo para dispositivos móviles). Permite el modelado básico a partir de bloques editables, así como la generación de bibliotecas de materiales. Su interfaz es sencilla y ágil, pero carece de capacidades multiusuario.



ShapesXR

ShapesXR Inc.

Dinamarca ↔

Plataforma colaborativa de diseño en realidad virtual que permite a equipos multidisciplinares crear y repetir prototipos de muebles en tiempo real. Cuenta con herramientas especializadas de medición ergonómica, capacidades de análisis de tensión de materiales y simulación biomecánica. Es compatible con múltiples cascos de realidad virtual (Meta Quest, HTC Vive, Pico) y ofrece exportación directa a software de fabricación, incluyendo programación CNC y preparación para impresión 3D.



Ejemplos

**Bakken & Bæck***Noruega*

Technocarpenenter – Sculpting Furniture in VR: Un proyecto experimental que utiliza IA y gestos naturales en un entorno de realidad virtual para esculpir muebles únicos. Los usuarios dan forma a sus ideas con movimientos de las manos, que el sistema traduce en modelos 3D listos para imprimir o fabricar, fomentando la cocreación y la innovación.

**Paolo de Jesus y XR+***Alemania-Francia*

Thinking Woman's Chair: Una iniciativa del WORTH Partnership Project que propone una mecedora diseñada para su fabricación mediante CNC. Incluye instrucciones basadas en realidad aumentada que guían a los usuarios a través del proceso de montaje. La experiencia inmersiva fomenta la participación y la personalización, ofreciendo un enfoque más humano y creativo para el desarrollo de muebles.

**Damiano Latini & Nicholas Baker***Italia*

Esta empresa ha adoptado la realidad virtual en su proceso de diseño conceptual y creación de prototipos. Un caso destacado es la «Super Chair», desarrollada con el diseñador Nicholas Baker, modelada íntegramente en 3D utilizando realidad virtual antes de crear cualquier prototipo físico.

**Matt Antes & Cullan Kerner***Estados Unidos*

Silla 1: Prototipo de silla fabricada con PETG reciclado, diseñada en realidad virtual para permitir la creación rápida de prototipos y ajustes virtuales antes de su fabricación sostenible mediante impresión 3D industrial. Diseñada con Gravity Sketch.

**UIMAGE ApS***Dinamarca*

Umage Augmented Reality: aplicación de realidad aumentada para la creación conjunta y la creación de prototipos virtuales de interiores. Su sitio web cuenta con una función de realidad aumentada que permite a los usuarios ver las lámparas y los muebles de UIMAGE a escala real en sus propios hogares antes de comprarlos.

**Roche Bobois***Francia*

Mah Jong 3D: aplicación móvil que permite a los usuarios crear y personalizar digitalmente una composición de sofás Mah Jong, eligiendo configuraciones de módulos y aplicando diversos tejidos (entre ellos, Jean Paul Gaultier, Kenzo Takada, Missoni, etc.), para luego visualizar el resultado en 3D y RA.

**IKEA***Suecia*

En 2017, IKEA lanza IKEA Place, una aplicación que facilita la toma de decisiones de compra desde casa, permite inspirarse y probar muchos productos, estilos y colores diferentes en entornos reales con solo deslizar el dedo por tu dispositivo Apple.

**Natuzzi Italia***Italia*

Natuzzi Augmented Store: El mayor fabricante de muebles de Italia ha implementado una solución XR integral denominada «Augmented Store» en colaboración con Microsoft y Hevolus Innovation. Mediante el uso de Microsoft HoloLens 2, los clientes acceden a una versión digitalizada de su propia casa en realidad virtual para visualizar y personalizar los muebles de Natuzzi. El concepto de tienda aumentada combina la inmersión en realidad virtual con la visualización del hogar en realidad aumentada y se ha implantado en más de 1000 establecimientos de Natuzzi en todo el mundo.

Aprovechamiento de la realidad extendida para la formación y la mejora de las habilidades del personal en la industria del mueble

3

1



2



Dificultad de implementación: **Media**Viabilidad económica: **Alta**

Aprovechamiento de la realidad extendida para la formación y la mejora de las habilidades del personal en la industria del mueble



Descripción

La realidad extendida (XR) abarca un conjunto de tecnologías inmersivas que fusionan el mundo físico y el digital. Incluye tres ramas principales: realidad virtual (VR), realidad aumentada (AR) y realidad mixta (MR), cada una de las cuales ofrece distintos grados de inmersión e interacción.

Realidad Virtual (VR)

La realidad virtual sumerge por completo a los usuarios en un entorno digital tridimensional mediante el uso de cascos o gafas especiales. Esta tecnología es especialmente adecuada para simular talleres de carpintería o líneas de producción de muebles, ya que permite adquirir habilidades complejas en un entorno seguro y controlado. Los operarios pueden ensayar movimientos específicos, manejar herramientas virtuales y seguir procedimientos paso a paso sin riesgos físicos ni desperdicio de material. La interacción dentro del entorno simulado permite replicar ejercicios de la vida real, incluida la evaluación del rendimiento basada en los aciertos y los errores. La formación basada en la realidad virtual resulta muy valiosa tanto para la instrucción inicial como para la mejora de las competencias o el reciclaje profesional en procesos mecánicos o automatizados. Estudios del sector han demostrado que la formación con RV mejora significativamente la retención de conocimientos (hasta un 80 %) y acelera la adquisición de habilidades en comparación con los métodos tradicionales. Además, permite registrar métricas de progreso, identificar errores comunes y adaptar el contenido de la formación al ritmo de aprendizaje individual de cada trabajador. ¹

Realidad Aumentada (AR)

La realidad aumentada superpone información digital al entorno del mundo real, accesible a través de gafas inteligentes transparentes o dispositivos móviles. Es especialmente valiosa en los procesos de montaje, mantenimiento y control de calidad, donde la precisión en tiempo real es esencial. Las instrucciones paso a paso se pueden proyectar directamente sobre los componentes de los muebles o la maquinaria, guiando al

operador a través de las tareas con indicaciones contextuales. Gracias a las cámaras integradas, los formadores o expertos técnicos pueden proporcionar asistencia remota viendo el campo de visión del trabajador y enviando apoyo visual sincronizado. La RA también permite la interacción con modelos 3D anclados dentro del espacio de trabajo físico, lo que mejora la comprensión de las estructuras, los componentes o las secuencias operativas. Además, facilita la autoformación en el puesto de trabajo, ya que se puede acceder a los recursos didácticos directamente en el entorno de trabajo sin interrumpir las actividades de producción. Por otra parte, la RA permite actualizar de forma fácil y rápida los contenidos didácticos de forma digital, lo que reduce la necesidad de manuales impresos y permite una difusión más rápida de los cambios en los procesos. ²

Realidad Mixta (MR)

La realidad mixta representa una convergencia avanzada de la realidad virtual y la realidad aumentada, lo que permite integrar objetos virtuales interactivos en el entorno físico en tiempo real. A diferencia de la realidad virtual, la realidad mixta no aísla al usuario, sino que mejora el entorno circundante con contenido digital contextual. Se utiliza a través de dos tipos principales de dispositivos: cascos ópticos transparentes (por ejemplo, HoloLens) y cascos opacos equipados con cámaras externas (por ejemplo, Meta Quest 3, Apple Vision Pro). La RM permite a los operadores trabajar con maquinaria real mientras reciben instrucciones virtuales superpuestas en su campo de visión. Las instrucciones pueden incluir resaltar áreas específicas, mostrar esquemas de montaje o emitir alertas de seguridad visuales. En contextos de diseño y supervisión, la RM permite la validación de prototipos, la verificación dimensional y la revisión colaborativa en tiempo real sin interrumpir los flujos de trabajo de producción. La elección de las gafas depende del nivel de detalle requerido y de la naturaleza de la tarea, que puede ir desde la supervisión ligera hasta la simulación técnica avanzada. La MR también mejora la colaboración a distancia, ya

3



4



5



6



Aprovechamiento de la realidad extendida para la formación y la mejora de las habilidades del personal en la industria del mueble

que permite a varios usuarios interactuar con el mismo modelo digital desde diferentes lugares simultáneamente.

En conjunto, estas tres tecnologías ofrecen una amplia gama de soluciones de formación adaptables a diversos perfiles profesionales dentro de la industria del mueble (desde operarios de planta hasta diseñadores técnicos) con un fuerte impacto en la eficiencia, la seguridad y la estandarización de los procesos. ³



Aplicación

La industria del mueble, caracterizada por procesos altamente manuales y artesanía especializada, está adoptando cada vez más las tecnologías de realidad extendida (XR) como herramientas clave para la formación de la mano de obra y el desarrollo continuo de habilidades técnicas.

La realidad virtual (RV) permite simular entornos de trabajo reales, como talleres de carpintería, cadenas de montaje o configuraciones de maquinaria CNC, sin necesidad de materiales físicos. Mediante el uso de cascos de RV, los trabajadores pueden practicar tareas complejas, como el montaje de muebles, el uso de herramientas eléctricas o la programación de maquinaria automatizada, en un entorno totalmente inmersivo y seguro. Esto reduce los riesgos laborales. Las empresas que han adoptado la formación con RV han registrado reducciones de hasta el 70 % en las lesiones laborales, ya que los trabajadores pueden practicar de forma segura operaciones de alto riesgo de forma virtual. También minimiza el consumo de recursos y acorta las curvas de aprendizaje.

La realidad aumentada (RA) resulta especialmente eficaz en tareas de montaje y mantenimiento. A través de gafas inteligentes transparentes o dispositivos móviles, los trabajadores pueden visualizar instrucciones paso a paso superpuestas directamente sobre los componentes físicos. Esto facilita el aprendizaje en tiempo real sin necesidad de supervisión constante y aumenta la precisión en operaciones repetitivas o de alta precisión. En el sector del mueble, esto es especialmente aplicable al montaje de estructuras complejas, procedimientos de control de calidad y ajustes personalizados.

La realidad mixta (MR) va un paso más allá al permitir que los elementos virtuales interactúen con el entorno físico. Por ejemplo, un aprendiz puede ver un modelo 3D de un mueble proyectado sobre una superficie real, manipularlo virtualmente y comprender mejor su estructura antes de su construcción física. Además, la MR basada en vídeo (Video See-Through) puede simular escenarios operativos completos, como la gestión de una línea de producción, lo que permite la interacción directa entre entornos reales y digitales.

Estas tecnologías pueden resultar especialmente eficaces en los siguientes procesos:

- Formación en el uso de maquinaria CNC y herramientas especializadas.
- Montaje e instalación de componentes modulares.
- Control de calidad respaldado por instrucciones guiadas.

- Diseño y personalización de productos para la fabricación bajo demanda.

Los diseñadores industriales pueden aprovechar la realidad virtual para iterar rápidamente prototipos en 3D, evaluar las proporciones, los materiales y las funcionalidades de los productos de mobiliario en entornos inmersivos, evitando así la necesidad de maquetas físicas. Esta visualización avanzada también permite la revisión colaborativa de los modelos antes de la validación técnica. ⁴

En el entorno de la planta, los instructores pueden utilizar la RA para estandarizar los procedimientos proyectando instrucciones visuales directamente en la estación de trabajo, lo que garantiza una formación práctica y coherente para las tareas de montaje, corte o mecanizado. Esto resulta especialmente beneficioso para la incorporación de nuevos trabajadores o la gestión de las rotaciones internas del personal, ya que permite a los operarios seguir cada paso directamente sobre los componentes reales. ⁵

Por su parte, la MR resulta especialmente ventajosa para los perfiles técnicos intermedios y los responsables de producción. Estos profesionales pueden interactuar con modelos digitales de líneas de montaje, identificar cuellos de botella o sugerir mejoras en los procesos sin interrumpir las operaciones reales. La MR también se puede utilizar para validar configuraciones de productos personalizadas antes del montaje físico. ⁶



Aspectos de implementación

■ Dificultad de implementación: Media

La integración de la XR en la industria del mueble es factible, aunque requiere inversión en hardware, software y formación de los empleados. La RV para la formación de los trabajadores es relativamente fácil de adoptar utilizando las soluciones existentes en el mercado, pero se vuelve más compleja cuando se requieren soluciones personalizadas y no genéricas específicas para cada empresa. La RM y la RA pueden presentar mayores retos de implementación que la RV debido a la necesidad de sincronización con el entorno real. Deben tenerse en cuenta los recursos dedicados a la preparación de activos y simulaciones para que los sistemas sean rentables a medio plazo. Al igual que con cualquier economía de escala, el impacto de estos avances y actualizaciones metodológicas en las operaciones es uno de los mayores factores de riesgo a la hora de adoptar nuevas herramientas, ya sean físicas o digitales.

■ Viabilidad económica: Alta

El uso de la XR en el sector del mueble puede reducir significativamente los costes de diseño y producción, minimizar los errores y prevenir accidentes laborales. Las empresas que adoptan la MR, la AR y la VR para la formación y la mejora de

las competencias pueden lograr importantes ganancias en la eficiencia de los procesos, lo que puede justificar la inversión inicial (especialmente para las empresas con altos volúmenes de producción y rotación de personal). El coste de algunos dispositivos es relativamente bajo y su implementación es sencilla utilizando soluciones estándar ya existentes.

■ Factores humanos

La adopción de la realidad aumentada y la realidad virtual (RA/RV) en la industria del mueble introduce una serie de factores humanos críticos que influyen en el éxito de su implementación.

Una consideración importante es la curva de aprendizaje del usuario relacionada con las tecnologías inmersivas, especialmente para los trabajadores que no están familiarizados con los visores de realidad virtual (HMD), la navegación espacial o la interacción basada en gestos. Sin la formación y la exposición suficientes, los empleados pueden sentirse desorientados o reacios a interactuar con entornos virtuales.

Las molestias, el cansancio o la ciberenfermedad, especialmente en entornos de realidad virtual, pueden suponer un reto para el uso prolongado, sobre todo si no se abordan adecuadamente la ergonomía o la calibración. Esto subraya la necesidad de contar con hardware de alta calidad y diseño ergonómico, así como con protocolos de uso personalizados (por ejemplo, duración de la sesión, postura al sentarse, ajustes visuales).

El compromiso de los trabajadores es otro factor fundamental. Si los empleados perciben la RA/RV como algo ajeno a las necesidades operativas reales o como un simple «experimento tecnológico», su motivación para adoptarla puede disminuir. Por el contrario, cuando los trabajadores se involucran desde el principio, por ejemplo, en la creación de contenidos o en la prueba de escenarios, su aceptación aumenta significativamente.

La confianza en el contenido virtual también es fundamental. Las simulaciones inexactas o mal contextualizadas reducen la confianza y pueden llevar a los trabajadores a volver a los métodos tradicionales. Mantener una alta fidelidad en las imágenes y la interacción mejora no solo la inmersión, sino también la confianza del usuario en el valor de la tecnología.

Además, las soluciones de RA/RV deben ser inclusivas. Las soluciones deben tener en cuenta las diferentes capacidades físicas y cognitivas de los usuarios, como las personas con discapacidad visual o con destreza reducida. Esto incluye ajustar el tamaño de la fuente, la complejidad de la interfaz y los modos de interacción (por ejemplo, control por voz o por manos).

Por último, la implementación de la RA/RV requiere un cambio cultural. Fomentar la experimentación, crear entornos digitales para la práctica y promover el aprendizaje entre compañeros ayuda a reducir la ansiedad y a aumentar la confianza. Los directivos desempeñan un papel clave al enmarcar las herramientas inmersivas como ayudas para el trabajo en lugar de sistemas de vigilancia del rendimiento. Con un diseño y una estrategia de implantación centrados en las personas, las tecnologías de RA/RV pueden convertirse en potentes

facilitadores del empoderamiento de los trabajadores, el aprendizaje operativo y los entornos conscientes de la salud.

■ Factores medioambientales

La adopción de tecnologías XR para la formación, el perfeccionamiento y el reciclaje profesional en la industria del mueble puede contribuir de manera significativa a la sostenibilidad medioambiental, siempre que se implemente desde una perspectiva de uso responsable. Una de las principales ventajas medioambientales de la XR en el aprendizaje industrial radica en su capacidad para sustituir el uso intensivo de materiales físicos por entornos virtuales inmersivos. Los trabajadores pueden formarse en tareas de diseño, creación de prototipos, montaje o mantenimiento sin consumir recursos reales como madera, herrajes, adhesivos o revestimientos. A través de simulaciones interactivas, se pueden cometer errores, repetir procesos y evaluar múltiples escenarios sin generar residuos ni agotar las materias primas.

El uso de la XR en la formación técnica también permite planificar mejor las operaciones de la planta y el taller, optimizando los flujos de trabajo y el uso de la maquinaria, las herramientas y los espacios de producción. Esto puede reducir los desplazamientos innecesarios, minimizar el consumo de energía y disminuir las emisiones derivadas de las actividades de formación presenciales logísticas o descentralizadas, que a menudo implican desplazamientos entre centros o intervenciones in situ por parte de personal técnico especializado.

También es importante tener en cuenta la huella medioambiental de la infraestructura necesaria para las soluciones de XR. La producción y el mantenimiento de cascos, sensores, controladores y servidores implican el uso de plásticos, metales y materiales electrónicos con un alto impacto medioambiental (es decir, materias primas críticas, elementos de tierras raras, etc.) y, a menudo, son difíciles de reciclar al final de su vida útil, lo que contribuye a un impacto ecológico nada desdeñable. Además, el procesamiento gráfico intensivo y la transferencia continua de datos pueden provocar un aumento del consumo de energía durante su uso si no se gestionan mediante estrategias eficientes de recursos. Asimismo, el renderizado basado en la nube, los entornos multijugador, la sincronización de datos en tiempo real y los entornos mejorados con IA requieren el apoyo de centros de datos y computación periférica, que son grandes consumidores de electricidad y agua.

■ Alineación con certificaciones y normativas

Las tecnologías XR aplicadas al sector del mueble deben ajustarse a las normas de seguridad laboral, como la ISO 45001, permitiendo una formación realista en identificación de peligros y prevención de riesgos, y garantizando entornos de trabajo seguros incluso en simulaciones virtuales. Estas tecnologías también pueden contribuir al cumplimiento de las normas medioambientales, como las certificaciones FSC o PEFC, al permitir sistemas de trazabilidad digital y la visualización de los ciclos de vida de los materiales. Además, la formación técnica basada en XR puede ayudar a reforzar el cumplimiento de las normas de calidad y las regulaciones de prevención de riesgos laborales.

Aprovechamiento de la realidad extendida para la formación y la mejora de las habilidades del personal en la industria del mueble



Soluciones



Transmisión XR para carpintería

Grupo Felder

Austria ↔

Uso de XR para formar a los operadores en el manejo de máquinas CNC, reduciendo la curva de aprendizaje y mejorando la eficiencia de la producción.



Formación SimLab XR para muebles

SimLab Soft

Alemania ↔

Simulador de montaje de muebles basado en realidad virtual y realidad aumentada, que permite a los operadores recibir formación práctica antes de manipular materiales físicos.



Simulador de carpintería en realidad virtual

UP360

Canadá ↔

Simulador de realidad virtual que permite a los trabajadores practicar el uso de herramientas y técnicas de carpintería en un entorno seguro y controlado.



Formación para pintores con SimSpray VR

VRSim, Inc

Estados Unidos ↔

Simspray ofrece formación fácil de usar sobre pintura y recubrimientos basada en simulación. Enseñe procesos HVLP, sin aire o sin aire asistido. Ahorre tiempo, reduzca los residuos y acelere la formación con tecnología de realidad virtual inmersiva.



Guías de Dynamics 365 para la formación de técnicos en madera

Microsoft

Estados Unidos ↔

Aplicación de realidad mixta para guiar la formación y el flujo de trabajo de los trabajadores/estudiantes en maquinaria real en el entorno laboral. Las indicaciones holográficas y tridimensionales guían a los técnicos mientras realizan sus tareas con materiales y maquinaria físicos. El desarrollo de contenidos internos a medida es fácil y rápido; el software es compatible con diferentes cascos de realidad extendida.



KIT-AR - KIT-Asistencia e información

KITARPortugal

Reino Unido ↔

Un conjunto de herramientas industriales de realidad aumentada destinadas a proporcionar instrucciones paso a paso en 3D y análisis de procesos.



Simuladores de realidad virtual para formación profesional

VRFP

España ↔

Simulador diseñado para enseñar el uso correcto de la maquinaria para trabajar la madera, con el que los alumnos aprenden a identificar las partes de una sierra ingletadora, una sierra de mesa y una sierra de cinta, así como las funciones de cada una de estas herramientas.



Ejemplos

**Fologram***Australia*

Demostración de carpintería en realidad mixta: un proyecto de RA y RV diseñado para mejorar el montaje de componentes prefabricados en carpintería y construcción. A través de la plataforma Twinbuild, los aprendices de carpintería pueden montar estructuras de madera complejas utilizando orientación virtual y asistencia en tiempo real.

**Laboratorio de Tecnología de Interfaz Humana (HITLab) - Universidad de Ciencias Aplicadas****Howest***Bélgica*

WoodcraftVR es una aplicación educativa de realidad virtual disponible para Meta Quest, donde los usuarios pueden aprender técnicas básicas de carpintería y trabajar virtualmente con herramientas manuales en un taller simulado.

**Innoarea Projects S.L.***España*

VR es un proyecto de realidad virtual desarrollado para formar a profesionales del sector de la madera y el mueble en el uso de maquinaria específica. Permite simular entornos industriales de forma segura y mejora la formación técnica a través de escenarios inmersivos.

**Grupo SCM***Italia*

SCM Maestro Smartech AR es un dispositivo inalámbrico de realidad aumentada que permite a sus técnicos ayudar al cliente de manera eficiente, incluso a distancia, mediante: transmisión de vídeo en directo en primera persona a técnicos remotos; manos. ▶

**Academia Artwood***Italia*

Formación en realidad mixta para estudiantes de carpintería en ArtwoodAcademy. Un proyecto de realidad mixta, desarrollado con Dynamics 365 Guides y Hololens2, para la formación práctica en el uso de maquinaria para trabajar la madera, como CNC y encoladoras de cantos. Siguiendo instrucciones en vídeo, texto y holográficas en 3D, los técnicos pueden utilizar la maquinaria en tiempo real: las indicaciones y las instrucciones guían a los estudiantes en la realización de procedimientos estándar, mantenimiento ordinario y resolución de problemas. ▶

**JYSK***Dinamarca*

En 2023, la cadena de tiendas de muebles JYSK lanzó «The Right Sales Attitude» (La actitud correcta en las ventas), una herramienta de formación virtual realista basada en WebVR que sumerge al personal de las tiendas en situaciones interactivas y lúdicas con clientes para mejorar sus habilidades de venta y atención al cliente.

**CETEM-UE***España*

XR4Crafts. Desarrollo de material formativo utilizando realidad extendida (XR) junto con guantes hápticos para simular procesos de fabricación y construcción tales como: carpintería, pintura de paredes, construcción de techos e instalación de suelos flotantes.

4

1



2



3



4



Dificultad de implementación: **Media**Viabilidad económica: **Media-Alta**

Funcionalidades inteligentes aplicadas al sector del mueble



Descripción

Los materiales inteligentes, también conocidos como materiales sensibles o reactivos, son soluciones de ingeniería cuyas propiedades pueden cambiar de forma controlada cuando se exponen a estímulos externos como tensión mecánica, presión, humedad, campos eléctricos o magnéticos, luz, temperatura o sustancias químicas específicas.

En mobiliario y diseño, mejoran la funcionalidad y la adaptabilidad, optimizan el rendimiento y favorecen soluciones sostenibles.

Estos materiales se pueden clasificar en tres grupos principales en función de sus características estructurales y operativas, cada uno de los cuales aporta ventajas distintas a la evolución del mobiliario.

El primer grupo de materiales inteligentes son los obtenidos mediante **estructuras diseñadas**. Esta categoría abarca todos aquellos materiales con estructuras «inteligentes» que están diseñados para reaccionar mejor a las tensiones mecánicas, por ejemplo, en textiles, espumas o compuestos; o a la luz, como en superficies manipuladas mediante grabado láser de moldes para controlar la reflexión y la transmisión de la luz. Otros ejemplos son las estructuras textiles para asientos; las espumas diseñadas (con memoria, drenantes, etc.) y otras soluciones de acolchado; y todos los **metamateriales**, materiales diseñados artificialmente para tener propiedades que provienen de su estructura interna en lugar de su composición química. Los metamateriales pueden obtenerse mediante estructuras impresas en 3D, con el fin de reforzar, reducir el peso y sustituir los materiales de acolchado espumados.

Una segunda categoría es la de los **materiales conductores**. Estos pueden incorporar circuitos integrados o impresos que facilitan la integración de los muebles en la infraestructura más amplia del hogar inteligente. Mediante la incorporación de tintas, películas o placas de circuitos conductores, los muebles pueden servir como componentes interactivos, actuando como interfaces de control, estaciones de carga o nodos de adquisición de datos, lo que mejora la comodidad y

la participación del usuario en un entorno doméstico tecnológicamente integrado. Por ejemplo, las mesas de oficina y las encimeras pueden transformarse en superficies de control integrando propiedades conductoras en materiales típicamente no capacitivos, como la madera o las losas de cerámica.

La conductividad también ayuda a crear una «infraestructura» para sensores y actuadores, proporcionando una respuesta dinámica al tacto, como la retroalimentación háptica, lo que permite que los muebles respondan a las entradas ofreciendo sensaciones táctiles que pueden mejorar las experiencias en escenarios de realidad virtual o relajación.

Por último, el grupo más amplio de **recubrimientos y aditivos funcionales** es quizás el que presenta las características más interesantes para la industria del mueble. Abarca desde materiales verdaderamente inteligentes que tienen una respuesta activa y reversible a los estímulos externos, como los materiales de cambio de fase, hasta materiales que presentan funcionalidades pasivas con valor añadido, como las superficies antihuellas.

Estos recubrimientos y aditivos pueden proporcionar protección, decoración y mejora funcional a los sustratos y ofrecen una serie de características interesantes, como hidrofobicidad, protección contra manchas, resistencia a los arañazos, propiedades antiestáticas, comportamiento termocrómico, fotoluminiscencia, propiedades de autorreparación, control de la luz y la temperatura, propiedades antibacterianas, tacto suave, color, efectos estéticos especiales y muchas más.

Los aditivos se incorporan habitualmente durante el proceso de formulación para mejorar las propiedades del material. Los aditivos inteligentes pueden contribuir a funciones avanzadas como la regulación de la temperatura y el secado rápido. Los materiales de cambio de fase (PCM), por ejemplo, regulan la temperatura en tapicerías y ropa de cama cambiando de estado de forma reversible para absorber y liberar calor, evitando así el sobrecalentamiento. El carbón activado integrado en los tejidos proporciona absorción de olores y secado rápido. La nanotecnología mejora la superficie del carbón activado, facilitando la rápida dispersión y evaporación de la humedad. Los recubrimientos se aplican a la superficie del material, donde se adhieren al sustrato. Con frecuencia, los recubrimientos pueden aportar beneficios tanto funcionales como estéticos a las superficies. Por ejemplo, un recubrimiento puede proporcionar un acabado hidrófobo, ultramate y suave al tacto, así como capacidades de autorreparación para microarañazos.

1 *Electrónica flexible que permite la funcionalización (interruptores suaves, sensores) de superficies de tela, cuero y chapas. Fabricante: Loomia* ↔

2 *Ilustración de las posibles características de una superficie táctil inteligente (imagen Materially).*

3 *Pigmentos y tintes termocrómicos de Olikrom* ↔

4 *Espuma de poliuretano de cambio de fase Thermofresh de Pelma* ↔

5 *Sistema de tejido absorbente de contaminantes theBreath®* ↔



Funcionalidades inteligentes aplicadas al sector del mueble



Aplicación

Las aplicaciones prácticas de los materiales inteligentes en el diseño de muebles abarcan una amplia gama de ámbitos y ofrecen soluciones innovadoras que mejoran la funcionalidad, la comodidad, la estética y la sostenibilidad.

En **asientos, tapicerías y ropa de cama**, los materiales inteligentes se utilizan principalmente para mejorar la comodidad y la ergonomía. Estos materiales están diseñados para sostener el cuerpo y redistribuir el peso de manera eficiente, o para reducir la necesidad de rellenos convencionales. En el sector de la ropa de cama, se utilizan espumas reguladoras de la temperatura que incorporan materiales de cambio de fase en los colchones para absorber y liberar calor y mantener una temperatura ideal para dormir.

Aunque aún no está ampliamente disponible, el desarrollo de **absorbedores acústicos inteligentes** es muy prometedor para el futuro. Estos materiales innovadores serán capaces de ajustar sus propiedades de absorción de forma dinámica en respuesta al entorno sonoro circundante y podrían contribuir a la creación de un interior acústico inteligente.

Otro aspecto del bienestar general en interiores está relacionado con **la calidad del aire interior**. Los productos multicapa con estructura tipo sándwich contienen elementos interiores ocultos que atrapan los contaminantes de los sistemas de calefacción o los productos químicos. La versatilidad de estos productos permite su aplicación en edificios comerciales y residenciales, contribuyendo a crear un hábitat más saludable. Están diseñados para combinar elementos funcionales con una superficie decorativa y personalizable, y son adecuados para su uso como separadores de ambientes, cortinas y revestimientos de muebles. Los materiales inteligentes también se utilizan para mejorar **la interacción y la conectividad** en el hogar, en oficinas, comercios y entornos públicos. Las superficies multifuncionales con sensores integrados se aplican a mesas y encimeras de cocina para ofrecer controles intuitivos y sensibles al tacto para la iluminación y los multimedia, integrando a la perfección la tecnología en el mobiliario cotidiano.

En **el sector minorista** del mueble, las estanterías inteligentes con sensores de presión integrados pueden supervisar el inventario en tiempo real y adaptar la iluminación o la disposición de los productos en función del movimiento

de los clientes. En **los espacios públicos**, las instalaciones interactivas, con superficies sensibles o una estética dinámica, pueden atraer a los usuarios de forma significativa, enriqueciendo el entorno.

En el caso de los muebles **de exterior**, los revestimientos hidrófobos repelen el agua y las manchas, lo que facilita la limpieza y mejora la durabilidad, algo especialmente importante en entornos muy transitados o expuestos. En los muebles **de cocina**, los acabados hidrófobos y oleófobos no solo simplifican el mantenimiento, sino que también aumentan la longevidad de las superficies, lo que reduce los costes de mantenimiento.

En el diseño **de iluminación**, las superficies inteligentes transparentes diseñadas estructuralmente pueden modular la transmisión de la luz, reducir el deslumbramiento y adaptarse dinámicamente a las diferentes necesidades de iluminación, tanto para aplicaciones residenciales como comerciales.

Desde un punto de vista **estético**, los materiales inteligentes ofrecen belleza y funcionalidad. Los recubrimientos antihuellas mantienen la claridad en los acabados brillantes o metálicos, mientras que las superficies micro o nanoestructuradas pueden crear efectos de cambio de color que convierten los muebles estáticos en piezas visualmente dinámicas.

La sostenibilidad también es un punto clave. Al mejorar la durabilidad y reducir la necesidad de reemplazos, los materiales inteligentes ayudan a disminuir el impacto ambiental. Los polímeros autorreparables, por ejemplo, pueden reparar de forma autónoma arañazos, grietas o pequeños desgarros, lo que prolonga la vida útil del producto y reduce los residuos. Esto se ajusta a los principios de la economía circular y favorece prácticas de diseño más sostenibles.

Desde una perspectiva más futurista, las estaciones de trabajo con materiales piezoeléctricos **capaces de recolectar energía** podrían convertir la energía mecánica generada al escribir o moverse en energía eléctrica, que podría utilizarse para hacer funcionar dispositivos integrados o cargar aparatos electrónicos, lo que aportaría eficiencia energética directamente al espacio de trabajo.

6 *Cama con dosel en la que las funciones interactivas relacionadas con el entretenimiento, la salud y el bienestar se controlan a través de una aplicación (Hi-interiors).* ☞

7 *Alfombrilla de escritorio con revestimiento antibacteriano enriquecido con grafeno (Deskpad ☞ Secondo Piano de Giulio Iacchetti para Danese Milano, revestimiento de grafeno de Directa Plus) ☞*



Aspectos de implementación

■ Dificultad de implementación: Media

La integración de materiales inteligentes en el diseño de muebles exige conocimientos especializados en ciencia e ingeniería de materiales. Los fabricantes deben invertir en investigación y desarrollo para comprender plenamente las propiedades y el comportamiento de estos materiales avanzados. Adaptar los procesos de producción, garantizar la durabilidad y mantener la seguridad de los usuarios puede



resultar complicado. Si bien algunas soluciones están listas para su aplicación inmediata, otras requieren pasos de fabricación adicionales. Los materiales conductores, que a menudo forman parte de sistemas más amplios, deben integrarse cuidadosamente con las tecnologías del Internet de las cosas y de control doméstico para garantizar una comunicación y una funcionalidad fluidas.

■ Viabilidad económica: Media-Alta

Los costes de incorporar materiales inteligentes suelen ser más elevados debido a los gastos de investigación y desarrollo y al coste de los materiales. Sin embargo, en muchos casos la diferencia de precio en el producto final no es tan significativa (por ejemplo: nano-superficies reparables y antihuellas frente a laminados estándar). Además, a medida que avanza la tecnología y aumenta la producción, se espera que los costes disminuyan, mejorando la viabilidad económica.

Por último, las soluciones inteligentes, como la RFID para la logística, pueden resultar rentables a largo plazo.

■ Factores humanos

La integración de materiales inteligentes en el diseño de muebles tiene un impacto significativo tanto en los usuarios finales como en la mano de obra involucrada en la fabricación.

Para los usuarios, los muebles que se adaptan a las necesidades individuales mejoran la comodidad y la ergonomía, lo que se traduce en un mayor bienestar y satisfacción. Características como las superficies autorreparables y los revestimientos fáciles de limpiar reducen los esfuerzos de mantenimiento, lo que contribuye a una mejor experiencia del usuario.

Estas funciones son intuitivas, lo que permite a los usuarios adoptarlas fácilmente.

La creciente integración de los dispositivos tecnológicos de comunicación en nuestra vida cotidiana probablemente impulse una mayor oferta de muebles inteligentes y conectados e interiores domóticos. Sin embargo, la introducción de dispositivos electrónicos y sensores integrados puede requerir apoyo para garantizar un uso eficaz y seguro.

A la hora de evaluar la integración de materiales inteligentes, es importante tener en cuenta que el sector del mueble y la tapicería es tradicionalmente conservador, y que los usuarios pueden mostrarse reacios a la complejidad o a los cambios en sus interacciones habituales con los objetos.

La aplicación de principios de diseño centrados en el usuario puede facilitar esta transición y promover una aceptación más amplia.

La colaboración entre diseñadores, ingenieros y personal de producción es cada vez más importante para garantizar que la implementación de materiales inteligentes se ajuste a las intenciones del diseño y a las capacidades de fabricación. Para los trabajadores del sector, la adopción de materiales inteligentes requiere una mejora de las competencias para manejar nuevos materiales y tecnologías.

Los programas de formación deben abarcar conocimientos técnicos y aspectos relacionados con la colaboración y la seguridad, fomentando un entendimiento común entre los departamentos.

Además, es posible que sea necesario actualizar los protocolos de seguridad en el lugar de trabajo para hacer frente a cualquier nuevo riesgo asociado a estos materiales.

La participación temprana de los trabajadores, la integración de nuevos perfiles más digitales y una comunicación clara sobre el propósito y los beneficios de los materiales inteligentes pueden reducir la resistencia y aumentar el compromiso en el proceso de transformación.

■ Factores medioambientales

En términos generales, la mayoría de los materiales inteligentes utilizan materiales más escasos y son más complejos de fabricar, lo que requiere más energía y recursos, lo que a menudo se traduce en una mayor huella medioambiental en comparación con los materiales convencionales. Debido a su intrincada composición, como el uso de aditivos químicos, recubrimientos o su condición de materiales especializados, como las aleaciones con memoria de forma, muchos materiales inteligentes no son actualmente compatibles con los flujos de reciclaje establecidos. Los materiales conductores utilizados para integrar la electrónica forman parte de sistemas completos, compuestos por múltiples componentes, como placas de circuitos, cables conectados a soportes flexibles, juntas soldadas, adhesivos, costuras y capas aislantes, lo que complica aún más el reciclaje.

Además, los productos que contienen dichos componentes eléctricos o electrónicos pueden clasificarse como RAEE (residuos de aparatos eléctricos y electrónicos) y es posible que deban separarse, tratarse y eliminarse como tales.

Por otro lado, algunos materiales inteligentes pueden ayudar a reducir el consumo energético y las emisiones de carbono operativas de las viviendas, por ejemplo, proporcionando una sensación de mayor frescor a los colchones mediante PCM sin necesidad de aire acondicionado, pero debe verificarse el balance global.

La realización de un análisis del ciclo de vida (ACV) puede proporcionar información valiosa sobre el impacto global de la extracción, la fabricación, la eliminación y el consumo de energía asociados a cada material inteligente específico.

■ Alineación con certificaciones y normativas

Actualmente no existen normativas específicas para los materiales inteligentes en muebles. Sin embargo, los productos deben cumplir con las directivas generales de seguridad (GPSR), químicas (REACH, RoHS) y eléctricas (LVD, EMC) si incorporan componentes electrónicos. Organismos de normalización como ISO, CEN, IEC y ASTM están desarrollando marcos para sistemas inteligentes en otros sectores, que pueden extenderse al mobiliario. Los diseñadores deben evaluar la seguridad, la durabilidad y el impacto medioambiental de los materiales, y garantizar el cumplimiento de la normativa al integrar sensores, iluminación o funciones de recolección de energía.



Soluciones



Estructuras reticulares y materiales espumados (estructuras de ingeniería)

EcoLattice

Reino Unido / India ↔

Estructuras reticulares y materiales espumados personalizables que se crean mediante procesos avanzados de fabricación aditiva utilizando TPU reciclado. Dependiendo del tipo de polímero utilizado, estas estructuras ligeras y transpirables pueden ser flexibles o rígidas, duras o blandas, y su compleja estructura también puede contribuir a la absorción del sonido. Entre sus aplicaciones se incluyen la amortiguación, los revestimientos para accesorios de mobiliario y la iluminación.



Superficie táctil (conductiva)

Loxone

Austria / Global ↔

La superficie táctil es un botón invisible que permite integrar elementos de control táctil directamente en muebles y superficies rígidas, transformando así encimeras, mesas y otras superficies interiores y exteriores en elementos inteligentes para controlar funciones domóticas como la iluminación, el sonido, el sombreado, la calefacción y la refrigeración.



Textiles inteligentes personalizados (conductores)

Embro GmbH

Alemania ↔

Textiles inteligentes personalizados, creados mediante tecnología de bordado para integrar conductores eléctricos en sustratos textiles. Entre sus aplicaciones se incluyen sensores de presión y movimiento, elementos calefactores, LED e interfaces táctiles, lo que hace que estos textiles sean adecuados para su uso en muebles y otros sectores.



Tempotest Home® (Revestimientos funcionales y aditivos)

Parà

Italia ↔

Tejidos para muebles con acabado hidrófobo y resistente a los rayos UV que también facilita la eliminación de sustancias oleosas. Recientemente, el acabado se ha actualizado y ahora está libre de sustancias perfluoroalquílicas y polifluoroalquílicas (PFAS), que actualmente están siendo evaluadas por el programa REACH para su restricción en la UE.



Textiles inteligentes con regulación de temperatura (recubrimientos funcionales y aditivos)

Outlast Technologies GmbH

Alemania ↔

Tejidos inteligentes avanzados que incorporan materiales de cambio de fase (PCM) microencapsulados que gestionan de forma proactiva el calor y la humedad. Desarrollada originalmente para la NASA, esta tecnología absorbe, almacena y libera el exceso de calor corporal, manteniendo un microclima estable. Los estudios indican una reducción potencial de la sudoración de hasta un 48 %, lo que conduce a un sueño más reparador.



Ejemplos

**Arper***Italia*

El diseño esencial de la mesa se ve aún más resaltado por Fenix, un material de superficie ultramate que recubre el tablero. El laminado combina una serie de características que responden a los sentidos visuales (baja reflectividad de la luz, aspecto ultramate), táctiles (tacto suave) con propiedades de bajo mantenimiento (resistente al agua, acabado antihuellas) y la posibilidad de reparación térmica de microarañazos superficiales.

**TPBtech***Australia*

Una superficie multifuncional que contiene una placa de inducción invisible. La superficie de porcelana cerámica altamente resistente está respaldada por una capa de aluminio que disipa el calor y contiene un sistema de control táctil integrado en la superficie de la placa de inducción. Se puede utilizar como superficie para cortar, cocinar y emplatar, y también puede convertirse en una mesa.

**Cassina***Italia*

La cama está equipada con materiales que favorecen el bienestar. La purificación del aire se consigue mediante el uso del tejido theBreath®, una tecnología patentada que captura y descompone los contaminantes para favorecer la circulación natural de aire limpio; mientras que el confort acústico se obtiene gracias a la inclusión de paneles fonoabsorbentes Soundfil®, fabricados con un material reciclado e higiénico, capaz de disminuir las frecuencias de sonido vibratorias.

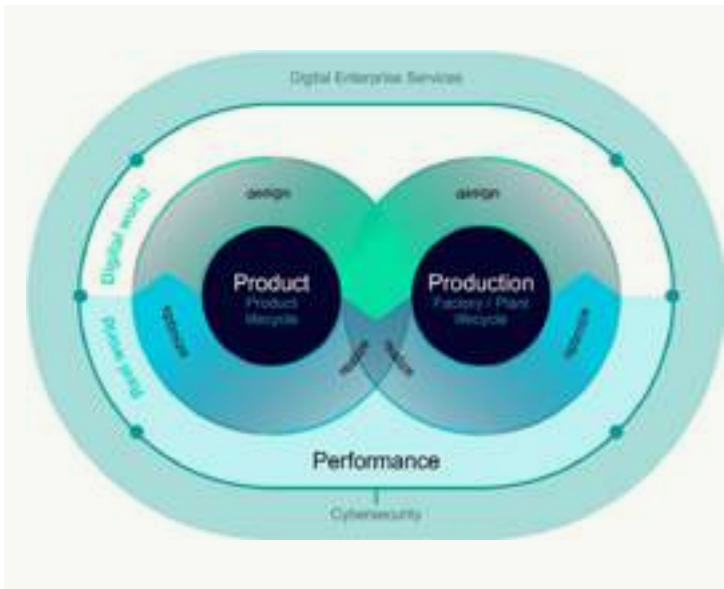
**Bauformat***Alemania*

El fabricante de cocinas incorpora materiales inteligentes, como superficies autorreparables, laminados termorreactivos y acabados antimicrobianos. Estos materiales responden a estímulos como la temperatura y la humedad, lo que mejora la durabilidad y la higiene de los muebles de cocina. Además, integran tecnologías como la iluminación automatizada y soluciones de almacenamiento inteligentes, lo que optimiza la funcionalidad y la eficiencia del espacio culinario.

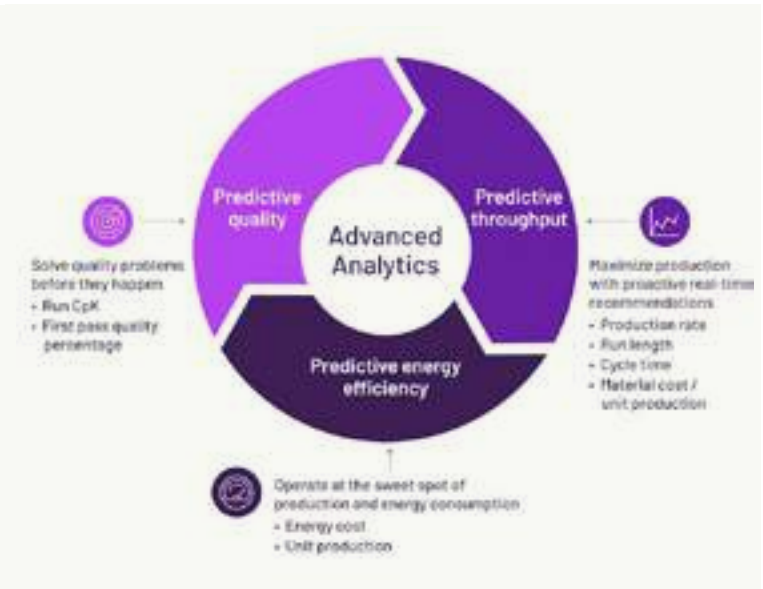
Optimizar los procesos de desarrollo de productos con la adopción de tecnologías de gemelos digitales



1



2



Dificultad de implementación: **Media**

Viabilidad económica: **Alta**

Optimizar los procesos de desarrollo de productos con la adopción de tecnologías de gemelos digitales



Descripción

Las empresas viven o mueren en función de su capacidad para desarrollar y lanzar nuevos productos. En este contexto, las organizaciones buscan mejorar sus capacidades de desarrollo de productos digitales, considerando estas tecnologías como una vía para acelerar los ciclos de diseño e ingeniería, al tiempo que se reducen los costes mediante la optimización de los procesos de I+D.

Los enfoques de desarrollo de productos digitales también están evolucionando rápidamente, apoyándose en los avances en potencia de cálculo, métodos analíticos e inteligencia artificial. Estos avances han dado lugar a la aparición de los gemelos digitales (**DT, Digital Twins**): réplicas digitales de productos actuales o futuros capaces de simular todas las características de sus homólogos físicos. Interactuar con un producto o modificarlo en un entorno virtual puede ser más rápido, sencillo y seguro que hacerlo en el mundo real.

1 *Fabricación flexible y eficiente (SRC ↔)*

Los responsables del desarrollo de productos esperan que los DT aceleren los procesos de desarrollo y mejoren los resultados, al tiempo que reducen los costes. La implementación de DT en la industria del mueble mejora el diseño y el prototipado mediante la creación de réplicas virtuales de los productos, lo que permite a los fabricantes probar y perfeccionar los diseños, reducir el desperdicio y acortar los plazos de desarrollo. Al integrar datos en tiempo real procedentes de dispositivos IoT y sensores, los DT optimizan los procesos de producción, posibilitando el

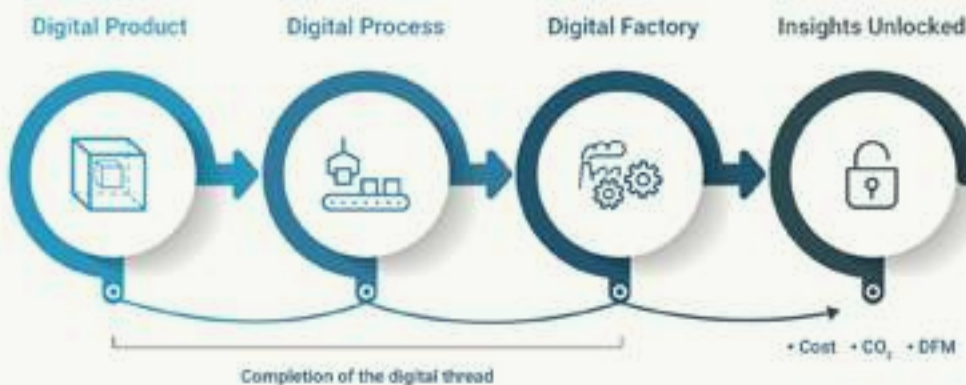
mantenimiento predictivo y minimizando los tiempos de inactividad. Asimismo, permiten la simulación y predicción de escenarios, ayudando a las empresas a anticipar problemas y evaluar distintas soluciones antes de realizar cambios en el mundo real. Además, los DT fomentan la sostenibilidad al reducir el consumo de materiales y energía mediante pruebas virtuales eficientes y procesos de optimización.

Por el contrario, una empresa con una plataforma sólida de gemelos digitales puede llevar a cabo simulaciones completas del producto en un entorno virtual antes de que cualquier diseño propuesto sea aprobado por el cliente. Dado que las máquinas complejas suelen incorporar una combinación de componentes existentes y de nuevo diseño, las empresas pueden mantener una biblioteca de modelos de gemelos digitales de los componentes clave y combinarlos con los modelos de las nuevas piezas para crear el gemelo digital completo. Este gemelo puede utilizarse para presentar la solución propuesta al cliente y verificar que el nuevo diseño satisface sus necesidades. Posteriormente, los modelos de gemelos digitales de los nuevos componentes pueden añadirse a la biblioteca, quedando disponibles para futuros proyectos con requisitos similares.

2 *Procesos de análisis de datos dentro de los DT (SRC ↔)*

En conjunto, los DT ofrecen a los fabricantes de mobiliario una herramienta poderosa para mejorar la precisión del diseño, optimizar la producción, involucrar a los clientes y promover la responsabilidad medioambiental. La adopción de esta tecnología posiciona a las empresas

Connecting Digital Twins = Seamless Digital Thread



3

Optimizar los procesos de desarrollo de productos con la adopción de tecnologías de gemelos digitales

para prosperar en un mercado cada vez más competitivo y concienciado con la sostenibilidad.

No obstante, la construcción de una plataforma de gemelos digitales no es un proceso sencillo. Por ello, un programa de gemelos digitales exitoso constituye un esfuerzo de gestión del cambio, que requiere el compromiso y apoyo de la alta dirección, así como un equipo sólido de gestión del programa encargado de supervisar hitos, desarrollar nuevos procesos y apoyar su adopción en toda la organización.

3 Hoja de ruta digital de fabricantes y fábricas (SRC ↔)

Para superar estos posibles obstáculos, las empresas pueden adoptar un enfoque por fases para la adopción de gemelos digitales. Las tres primeras fases abordan los retos tecnológicos de la selección de la plataforma, el diseño de la arquitectura y la integración: **Inteligencia competitiva y alcance**, en la que la organización evalúa las soluciones disponibles y estima su valor potencial; **Diseño de la arquitectura y definición del stack de software**, que implica seleccionar los componentes de software necesarios y definir la arquitectura del sistema; y **Desarrollo de software**, en la que la organización desarrolla los procesos y capacidades necesarios para construir, integrar y lanzar su plataforma de gemelos digitales. Las fases posteriores se centran en la transformación organizativa necesaria para dar soporte a los nuevos procesos y prácticas de trabajo.



Aplicación

Los DT en el sector del mueble pueden aplicarse de diferentes maneras, dependiendo de las necesidades específicas de los fabricantes, diseñadores e incluso usuarios finales. Tienen la capacidad de **revolucionar la industria del mueble** al hacer que la fabricación sea más inteligente, mejorar la experiencia del cliente, optimizar el diseño de los productos y promover la sostenibilidad. A continuación se presentan algunas aplica-

ciones clave que podrían aplicarse, todas ellas clasificadas según su finalidad:

Aplicación de fabricación inteligente y optimización de procesos

Los DT pueden simular y optimizar los procesos de producción de muebles para reducir los residuos, mejorar la eficiencia y predecir posibles fallos en la maquinaria. Teniendo esto en cuenta, una fábrica de muebles podría integrar un DT en su línea de producción para analizar el rendimiento en tiempo real y detectar cuellos de botella en diferentes procesos, como el corte, el montaje o el pintado (entre otros). Para ello, es esencial el uso de sensores IoT para supervisar el uso de la materia prima y el rendimiento de las máquinas, evitando averías antes de que se produzcan. Además, la implementación de simulaciones basadas en IA ayuda a reducir los residuos al sugerir patrones de corte más eficientes para los paneles de madera. Esta aplicación podría suponer una reducción del 15-30% en el desperdicio de material y una mejora del 10-20% en la velocidad de producción gracias al análisis de datos en tiempo real y al mantenimiento predictivo.

4 Aplicación de fabricación inteligente y optimización de procesos

Aplicación de prototipado virtual y personalización

Los DT permiten a los diseñadores de muebles y a los clientes crear prototipos virtuales, probar diferentes configuraciones y personalizar los muebles antes de su producción física. Teniendo esto en cuenta, una empresa especializada en mobiliario de oficina podría crear un DT de escritorios y sillas personalizables que permitiera a sus clientes ajustar las dimensiones, los materiales y los colores en un entorno virtual. El DT simula entonces la ergonomía basándose en los datos del usuario, lo que garantiza que el mobiliario se adapte a las necesidades del usuario final antes de su producción, y el módulo de RV/RA permite visualizar en tiempo real cómo quedará el mobiliario personalizado en una oficina o en un



hogar. Esta aplicación podría acortar el ciclo de desarrollo del producto al reducir la creación de prototipos físicos y aumentar la satisfacción del cliente con diseños personalizados y validación ergonómica.

5 Aplicación de prototipado virtual y personalización

Aplicación de mantenimiento predictivo

Los DT pueden supervisar el rendimiento de la maquinaria inteligente o industrial en tiempo real y predecir las necesidades de mantenimiento. Por ejemplo, una empresa que fabrica estaciones de trabajo inteligentes puede integrar sensores en sus células de producción para realizar un seguimiento de los patrones de uso, la integridad estructural y las vibraciones del motor. El DT analiza estos datos para detectar signos de desgaste, lo que le permite pronosticar cuándo es necesario realizar el mantenimiento o la sustitución de componentes específicos. Este enfoque proactivo ayuda a los responsables de las instalaciones a abordar los problemas antes de que se produzcan fallos, lo que reduce el tiempo de inactividad inesperado y los costes de mantenimiento.

6 Concepto clave del mantenimiento mediante sensores (SRC↔)

Seguimiento sostenible de materiales y economía circular

Los DT ayudan a realizar un seguimiento de los materiales a lo largo de todo el ciclo de vida de los muebles, lo que favorece la fabricación sostenible y las iniciativas de economía circular. Un ejemplo de ello podría ser una marca de muebles sostenibles que crea DT de todos sus productos y realiza un seguimiento del origen de la madera, los tejidos y los componentes metálicos. Junto con esto, y apoyándose en la integración de la tecnología IoT, los usuarios podrían comprobar el grado de reciclabilidad de cada componente y, cuando el mueble llegara al final de su ciclo de vida, el gemelo digital sugeriría reutilizar o reciclar piezas específicas, evitando así los residuos. Esta aplicación podría contribuir a los objetivos de Ecodiseño y sostenibilidad, y permitiría modelos de «mobiliario como servicio», en los que los clientes podrían actualizar piezas en lugar de sustituir productos completos.

7 Concepto de Pasaporte Digital de Producto (SRC↔)



Aspectos de implementación

Dificultad de implementación: Media

La adopción de DT en la fabricación sostenible ofrece importantes ventajas, pero también plantea retos. Entre los principales obstáculos se encuentra la integración de los parámetros de producción y sostenibilidad en un modelo unificado, que permita tomar decisiones basadas en datos y equilibrar la eficiencia y la responsabilidad medioambiental. Además, la escalabilidad y la preparación de la mano de obra son fundamentales, lo que requiere empleados cualificados y una formación rentable, algo que los DT pueden facilitar mediante simulaciones virtuales. Los fabricantes también se enfrentan a la complejidad de conectar todos los procesos y máquinas, además de a las preocupaciones sobre la precisión, la seguridad y la privacidad de los datos.

Para superar estos obstáculos, un enfoque gradual que comience con la simulación de procesos y se amplie con el tiempo puede reducir el riesgo. Además, fomentar una cultura de innovación y mejorar las habilidades de los empleados es esencial para una implementación exitosa. La integración de datos y la interoperabilidad entre diversos sistemas y equipos heredados siguen siendo un desafío importante para la implementación a gran escala de los DT.

Viabilidad económica: Alta

La implementación de la tecnología de gemelos digitales (DT) requiere una importante inversión inicial en sensores, dispositivos IoT, software, infraestructura y personal cualificado, lo que puede suponer una barrera de entrada. Sin embargo, a pesar de los elevados costes de capital iniciales (CAPEX), los beneficios a largo plazo, como el ahorro en costes operativos,

Figure 1: Evolution of maintenance



6

Optimizar los procesos de desarrollo de productos con la adopción de tecnologías de gemelos digitales

la mejora de la eficiencia y el aumento de los ingresos, suelen traducirse en un fuerte retorno de la inversión (ROI).

Centrarse en áreas como la optimización de activos, el mantenimiento predictivo y la eficiencia operativa es clave para maximizar el valor de la tecnología de gemelos digitales.

La adopción de la tecnología de gemelos digitales en la fabricación sigue estando limitada a **las grandes empresas** con suficientes recursos financieros y técnicos. La complejidad y la escala de la implementación hacen que sea difícil para las pequeñas y medianas empresas (pymes) implementar los gemelos digitales de manera eficaz. Si bien las capacidades de simulación y las mejoras en la gestión de la producción que ofrecen los gemelos digitales son significativas, el panorama actual del mercado muestra que su uso generalizado sigue concentrándose en los líderes del sector.

Factores humanos

La adopción de la tecnología de gemelos digitales suele requerir cambios organizativos y una transformación cultural. La resistencia al cambio, el analfabetismo digital o el escaso conocimiento de sus ventajas pueden impedir su adopción satisfactoria. Para garantizar la continuidad, los empleados deben mejorar sus habilidades y salvar la brecha digital sin interrumpir las operaciones.

Por lo tanto, los DT no deben entenderse como sustitutos de los trabajadores, sino como facilitadores de tareas más inteligentes y con mayor valor añadido. Están surgiendo nuevas trayectorias profesionales en la intersección de la colaboración entre humanos y máquinas, como los operadores de gemelos digitales, los analistas de inteligencia de procesos y los diseñadores de simulación XR. Los trabajadores pasan de ser operadores tradicionales a cocreadores en entornos híbridos, responsables de supervisar la automatización, tomar decisiones basadas en datos y ajustar los procesos.

En conclusión, la fábrica del futuro no pretende sustituir a los seres humanos, sino mejorar sus capacidades. A medida que las máquinas se encargan de las tareas rutinarias, los trabajadores humanos adquieren un papel central en la orientación, adaptación y mejora de los sistemas inteligentes. El reto consiste en dotar a las personas de las habilidades, la mentalidad y los sistemas de apoyo adecuados para prosperar en esta realidad laboral aumentada.

Factores medioambientales

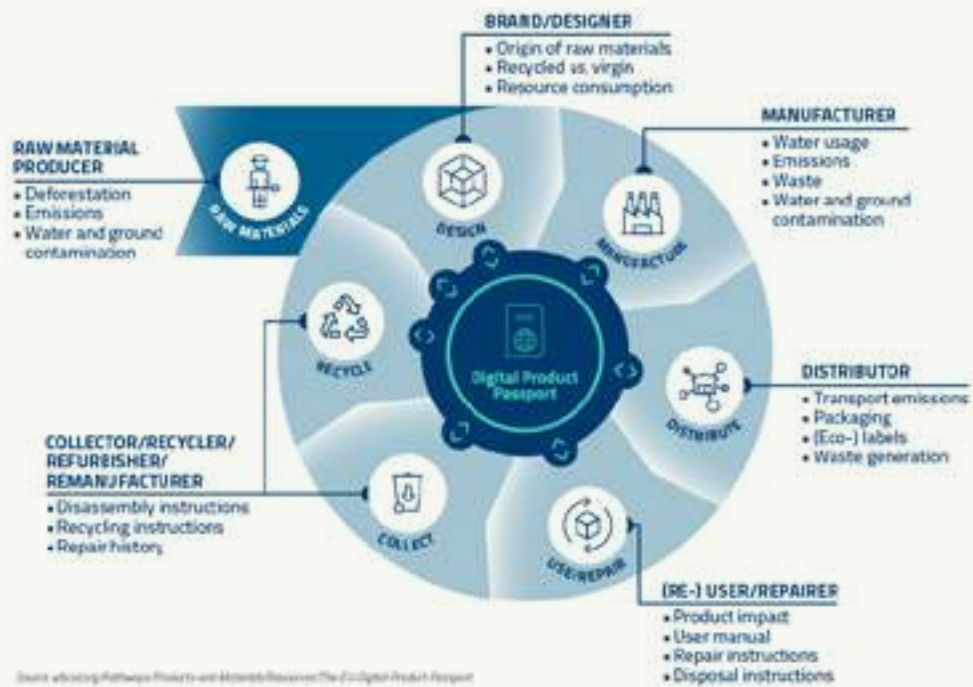
La implementación de DT reduce la huella de carbono al optimizar el consumo de energía, minimizar los residuos y mejorar la eficiencia en la fabricación de muebles, ya que pueden utilizarse principalmente para simular procesos de fabricación que conducen al ahorro de energía y recursos, la prevención de residuos, la reducción de las pruebas físicas y la optimización de las rutas logísticas, lo que reduce las emisiones de CO₂ y otros impactos ambientales.

Junto con esto, los DT pueden entenderse como un facilitador del mantenimiento predictivo, lo que prolonga la vida útil de los equipos y reduce las intervenciones innecesarias. Todas estas aplicaciones de los DT podrían contribuir a reducir significativamente el impacto medioambiental, garantizando que los procesos de fabricación se ajusten a las especificaciones y normativas medioambientales. Además, al implementar una DT en la fabricación, se deben tener en cuenta varios factores medioambientales. Entre ellos se incluyen el consumo energético derivado del procesamiento de datos y el hardware, el consumo energético e hídrico de los centros de datos y las infraestructuras, y el uso de recursos (uso de materiales escasos), especialmente en lo que respecta a la eficiencia de los materiales y los residuos electrónicos. Además, los fabricantes deben centrarse en optimizar la sostenibilidad de la cadena de suministro, gestionar el almacenamiento de datos de manera eficiente y garantizar que la DT contribuya a la reducción de residuos y a la optimización energética en la producción. El cumplimiento de la normativa medioambiental, las evaluaciones del ciclo de vida y la aplicación de criterios de ecodiseño también son aspectos clave para minimizar el impacto medioambiental de la DT.

Otro aspecto es la conectividad a través de dispositivos del Internet de las cosas (IoT), la computación en la nube y el análisis de datos en tiempo real. La fabricación y el mantenimiento de las redes de sensores utilizadas para recopilar datos de telemetría, como acelerómetros, sensores térmicos y etiquetas RFID, tienen un impacto medioambiental en términos de materiales y energía. Estos dispositivos suelen utilizar elementos de tierras raras, baterías de litio y semiconductores especializados, cuya extracción y procesamiento contribuyen de manera significativa a las emisiones de gases de efecto invernadero, **al consumo de energía**, a la contaminación del agua y a los residuos tóxicos **y, en general, son difíciles de reciclar al final de su vida útil.**

Alineación con certificaciones y normativas

La implementación de una DT en una fábrica implica el cumplimiento de varias normativas y estándares relacionados con la seguridad de los datos (ISO/IEC 27001, Marco de Seguridad del IIC), la privacidad (RGPD), la ciberseguridad (NIST), la interoperabilidad (IEC 62264 / ISA-95), impacto medioambiental (Acuerdo de París y objetivos de cero emisiones netas, ISO 14001) y requisitos específicos del sector (CCPA, Ley de IA, ISO 50001). Estas normas y estándares son fundamentales para garantizar la privacidad de los datos, la ciberseguridad, la eficiencia energética y las prácticas de fabricación sostenibles.



Optimizar los procesos de desarrollo de productos con la adopción de tecnologías de gemelos digitales



Soluciones



Gemelo digital para la fabricación

TWINZO

Eslovaquia ↔

Twinzo es una plataforma de gemelos digitales 3D en tiempo real y mobile-first, diseñada para proporcionar visibilidad integral de las operaciones de fabricación y logística. Permite crear réplicas digitales vivas de instalaciones —como fábricas, almacenes o incluso ciudades completas— integrando datos de sensores IoT, sistemas RTLS (Real-Time Location Systems) y métricas operativas en un entorno 3D interactivo accesible desde smartphones, tabletas o equipos de escritorio.



Gemelo digital para la fabricación

Siemens

Alemania ↔

Siemens Xcelerator es una plataforma empresarial digital integral que ayuda a las empresas a optimizar el diseño de productos, la fabricación y las operaciones mediante una potente combinación de software, hardware y servicios. En el sector del mueble, permite la creación de gemelos digitales detallados de productos y líneas de producción, facilita diseños personalizados y modulares, e incorpora herramientas de simulación de fábricas, integración IoT y desarrollo low-code. Con soluciones como Teamcenter (PLM), Tecnomatix (optimización de procesos) y MindSphere (analítica para fábricas inteligentes), impulsa la eficiencia, reduce residuos y acelera la innovación desde el concepto hasta el cliente final.



Gemelo digital para la fabricación

Microsoft

Estados Unidos ↔

Azure Digital Twins es una plataforma de Microsoft que permite crear modelos digitales completos de entornos reales, como edificios, fábricas o cadenas de suministro completas. Utiliza un lenguaje de modelado abierto (DTDL) para definir entidades, relaciones y comportamientos, lo que la hace idónea para la simulación de sistemas complejos en tiempo real. En industrias como la fabricación de muebles o el retail, permite modelar flujos de trabajo, layouts de tiendas, seguimiento de activos mediante IoT y analítica avanzada orientada a la optimización y la sostenibilidad. Su integración con el ecosistema Azure garantiza escalabilidad, seguridad e inteligencia avanzada.



Gemelo digital para la fabricación

Bentley's Systems

Estados Unidos ↔

La plataforma iTwin de Bentley, reconocida principalmente en infraestructuras e ingeniería, ofrece también potentes capacidades para el modelado y la simulación de entornos industriales y de fabricación. Permite crear gemelos digitales ricos y en tiempo real que integran datos de diseño (BIM/CAD), sensores y sistemas operativos en una vista unificada. En fabricación, posibilita la visualización de layouts de planta, la monitorización del rendimiento de equipos, la simulación de procesos y la optimización de operaciones a lo largo del ciclo de vida de los activos.



Gemelo digital para la fabricación

PTC INC

Estados Unidos ↔

ThingWorx, desarrollada por PTC, es una plataforma robusta de IoT industrial y gemelos digitales diseñada para conectar, analizar y optimizar activos y operaciones físicas. Permite crear representaciones digitales en tiempo real de productos, máquinas o líneas completas de producción, integrando datos de sensores, sistemas empresariales (ERP/PLM) y entradas de usuario. Destaca en mantenimiento predictivo, monitorización remota y optimización del rendimiento, e integra realidad aumentada mediante Vuforia para formación, soporte y visualización avanzada.



Software de simulación de réplica digital B SOLID para CNC

BIESSE

Italia ↔

B-SOLID es un software de simulación de réplicas digitales para máquinas CNC que permite diseñar programas de mecanizado específicos, ejecutar simulaciones 3D realistas, verificar velocidades, selección de herramientas y estimar tiempos de ejecución. Incluye detección de colisiones en entornos virtuales, evitando impactos entre el cabezal de la máquina y la mesa de trabajo.



Software de gemelo digital para máquinas CNC

SIEMENS

Alemania ↔

Siemens NX, combinado con Sinumerik One, permite desarrollar un gemelo digital completo del sistema CNC, simulando con alta precisión el comportamiento de la máquina. Esta tecnología ha sido adoptada por CMS (grupo SCM) en su plataforma híbrida CMS Kreator, permitiendo validar trayectorias, prevenir colisiones y optimizar procesos antes de la ejecución física. Integra además MindSphere y Edge Computing para monitorización en tiempo real y mantenimiento predictivo.



Diseño de muebles sostenible mediante gemelos digitales

AMUEBLA

España ↔

En el proyecto AMUEBLA, desarrollado junto a SANCAL y AIDIMME, los gemelos digitales se utilizan para validar normativas y diseños sostenibles antes de la fabricación física, demostrando su valor para el cumplimiento regulatorio y la sostenibilidad en el sector del mueble.



Circularise

Circularise

Países Bajos ↔

Plataforma basada en blockchain para la trazabilidad del origen de materiales, su ciclo de vida y reciclabilidad, orientada a la fabricación circular.



Dassault Systèmes DELMIA

Dassault Systèmes

Francia ↔

Permite la simulación y optimización avanzada de procesos de fabricación, ayudando a los productores de mobiliario a optimizar los flujos de producción, gestionar de forma eficiente los recursos y reducir los tiempos de inactividad operativa..



SAP Predictive Asset Insights

SAP

Alemania

Solución orientada al mantenimiento predictivo que utiliza datos IoT y analítica basada en machine learning para anticipar las necesidades de mantenimiento de activos inteligentes, incluidos sistemas y componentes de mobiliario conectados.



Autodesk Configurator 360

Autodesk

Estados Unidos ↔

Plataforma web de configuración 3D que permite crear modelos de mobiliario personalizables mediante la integración de diseño CAD paramétrico, facilitando la personalización masiva y la visualización avanzada del producto.



Topsolid Wood

TopSolid

Francia ↔

Software CAD/CAM integrado, específicamente diseñado para la industria de la madera, que permite la gestión integral del proyecto desde el diseño hasta la producción. Ofrece modelado 3D ilimitado, funciones de mecanizado personalizables e integración fluida con sistemas CAM y optimizadores de corte, incrementando la productividad de profesionales y fabricantes del sector. functions, and seamless integration with CAM and cutting optimisers, boosting productivity for woodworking professionals and manufacturers.



Optimizar los procesos de desarrollo de productos con la adopción de tecnologías de gemelos digitales



Ejemplos



Twingo

Eslovaquia



Los operarios logísticos se desplazan por la instalación en busca de materiales que entregar o embalajes vacíos que retirar de la línea, a menudo de forma aleatoria o siguiendo ciclos predefinidos. Esta práctica genera con frecuencia periodos de inactividad en la producción a lo largo del día debido a la falta de materiales, lo que se traduce en tiempos muertos acumulados. Además, existe un problema habitual de uso desigual de los conductores, con algunos sobrecargados mientras otros realizan actividades no productivas, como el uso del teléfono móvil.



Siemens

Alemania



DMG MORI, uno de los principales fabricantes mundiales de máquinas-herramienta, ofrece el primer gemelo digital integral (end-to-end) de una máquina-herramienta en el marketplace de Siemens Xcelerator. Desarrollada en estrecha colaboración con Siemens, esta innovación pionera representa un hito para la industria, al tratarse de una solución escalable y adaptable a las necesidades específicas de cada cliente.



Visual Components

Finlandia



Los clientes actuales demandan productos personalizados sin renunciar a precios competitivos, lo que supone un reto para los fabricantes, ya que la variedad de producto incrementa la complejidad productiva. La personalización masiva surge como solución, tal y como ocurre en sectores como el automotriz o el del mobiliario de baño. Empresas como MBFZ toolcraft GmbH, especializadas en tecnologías avanzadas y soluciones robóticas turnkey, ayudan a los fabricantes a gestionar esta complejidad y a escalar la personalización de forma eficiente.



Siemens

Alemania



Girsberger ha optimizado sus procesos de fabricación mediante la adopción de tecnologías de gemelos digitales, que le permiten probar y optimizar las operaciones de corte de madera de forma offline utilizando el gemelo digital de la máquina. Este enfoque reduce tiempos, evita intentos fallidos y previene colisiones antes de la ejecución física.



Dassault Systemes

Francia



Ensayos virtuales con PowerFLOW: La cocina se ha convertido en un espacio central en los hogares modernos, utilizado no solo para cocinar, sino también para socializar, trabajar o comer. Estudios recientes, como el Global Kitchen Study del Silestone Institute, muestran cómo el diseño de cocinas evoluciona hacia espacios abiertos y multifuncionales. Mediante ensayos virtuales con PowerFLOW, es posible analizar y optimizar diseños antes de su fabricación, mejorando la funcionalidad, la ergonomía y la experiencia del usuario.



Digitiza Designs

Estados Unidos



En el sector del mobiliario, las mediciones precisas son esenciales y, a diferencia de otros productos de comercio electrónico, los muebles suelen requerir evaluación presencial por textura, confort y estilo. Para superar estas limitaciones, Rooms To Go desarrolló modelos digitales de mobiliario extremadamente realistas que permiten a diseñadores de interiores evaluar virtualmente la decoración, lograr el equilibrio estético deseado y materializar sus propuestas creativas con mayor precisión.



Beamo

República de Corea



Caso de aplicación de gemelos digitales en el sector hotelero: la plataforma de gemelos digitales de Beamo utiliza cámaras de 360 grados y teléfonos inteligentes para crear réplicas virtuales, lo que le permite encontrar aplicaciones más allá de los sectores tradicionales. Un hotel implementó con éxito esta tecnología con fines de marketing y representación. Se logró un ahorro de costes, una reducción de los gastos en datos y una mejora del flujo de trabajo y la documentación. Las versátiles aplicaciones de la tecnología de gemelos digitales siguen evolucionando, lo que pone de manifiesto su impacto positivo en diferentes sectores.



Denodo Technologies

Estados Unidos



Un caso práctico sobre virtualización de datos y tiempo real: describe cómo CITY Furniture aprovechó el éxito de un sistema de datos en tiempo real para ventas y lo extendió a varios departamentos. El viaje comienza con un ingeniero de software y un mainframe de IBM y termina con una iniciativa de democratización de datos. Hay muchas paradas interesantes a lo largo del camino: una capa de streaming, un almacén de datos en la nube de IBM, una miscelánea de almacenes de datos, una estructura de datos y virtualización de datos.



Cetem

España



Un gemelo digital para muebles permitirá adelantar las pruebas de prototipos para cumplir con las normativas industriales y legales: AMUEBLA ha presentado una solicitud para un proyecto innovador junto con AIDIMME, CETEM, ARVET y la empresa SANCAL, cuyo objetivo es mejorar el diseño del prototipo mediante simulaciones de gemelos digitales para el cumplimiento legal e industrial antes de su fabricación, reduciendo también los costes derivados del incumplimiento de la norma.



-
China



Se aplicó un modelo de taller gemelo digital al proceso de embalaje en la fabricación de muebles modulares para mejorar la integración con los sistemas de información. Implementado en la empresa W, identificó ineficiencias, propuso optimizaciones y, mediante simulaciones y pruebas reales, aumentó la eficiencia de la línea de embalaje en un 20 % y redujo la mano de obra en 5-6 trabajadores. El modelo respalda la fabricación inteligente y las actualizaciones del sistema.



Hamon

Francia



Modernización de maquinaria obsoleta: En el proyecto de modernización de una máquina utilizada para cortar tablonos de madera con dimensiones y calidad uniformes, se ha implementado un gemelo digital (por parte del integrador de sistemas Actemium, basándose en el software Emulate 3D Dynamic Digital Twin de Rockwell Automation) para desarrollar y probar los nuevos programas de automatización fuera de línea, optimizar el código del programa y anticipar posibles problemas antes de las pruebas con la máquina real. Se ha logrado una reducción significativa del tiempo de inactividad.



Simplan

Alemania



Simulación Digital Twin para analizar los procesos de producción: El software Plant Simulation de Siemens es utilizado por Nolte-Möbel, un fabricante alemán de muebles, para optimizar sus complejos flujos de trabajo de preproducción. El software crea un gemelo digital del entorno de producción, integrando datos reales de Excel para un modelado preciso. Nolte lo utiliza para simular escenarios de planificación y variaciones de procesos sin interrumpir las operaciones en curso. La herramienta proporciona una visibilidad completa del flujo de materiales y la utilización de los recursos.



FlexSim Software Products, Inc.

Estados Unidos



Modelado gemelo del proceso de fabricación de muebles personalizados con FlexSim: estudio basado en simulación de la producción de muebles personalizados en serie utilizando el software FlexSim 3D en una empresa polaca. Analiza cómo el aumento de los volúmenes de producción afecta a la carga de trabajo de las máquinas y a la eficiencia del sistema. Las recomendaciones incluyen la incorporación de equipos y la optimización del flujo de materiales para permitir una producción escalable y eficiente, lo que permitiría multiplicar por diez la capacidad actual.



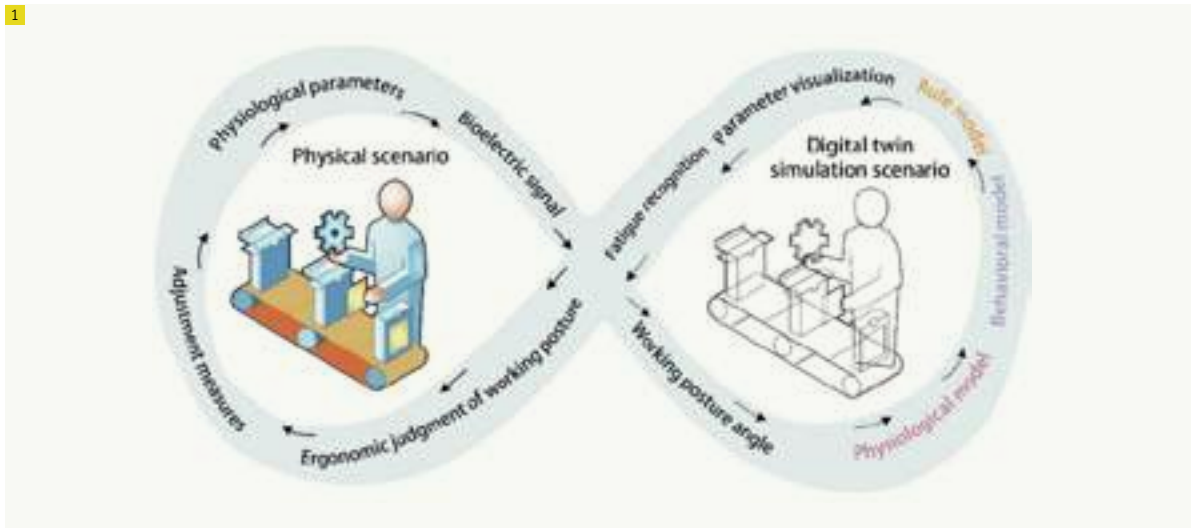
Girsberger Holding S.A.

Suiza



Optimización de la producción de muebles con un gemelo digital: Girsberger, una empresa de muebles, optimiza el corte de madera utilizando un gemelo digital para evitar colisiones y mejorar la eficiencia de la producción. Esta aplicación práctica ayuda a ilustrar las capacidades de ThingWorx de una manera tangible y fácil de entender.

Aumentar la seguridad y la productividad de los procesos de fabricación, minimizando al mismo tiempo su impacto medioambiental, mediante la adopción de técnicas de simulación dentro de los gemelos digitales



Dificultad de implementación: **Media**Viabilidad económica: **Alta**

Aumentar la seguridad y la productividad de los procesos de fabricación, minimizando al mismo tiempo su impacto medioambiental, mediante la adopción de técnicas de simulación dentro de los gemelos digitales



Descripción

Los gemelos digitales (DT) se están volviendo esenciales para impulsar la sostenibilidad en el sector manufacturero en constante evolución. Sus capacidades predictivas ayudan a reducir el tiempo de inactividad, prolongar la vida útil de los equipos y minimizar los residuos mediante el mantenimiento proactivo y la mitigación de riesgos. Al integrar datos en tiempo real de sensores y máquinas, los DT crean réplicas virtuales precisas de los sistemas físicos, lo que permite a los fabricantes simular escenarios, optimizar procesos e identificar problemas sin interrumpir la producción. De este modo, la comparación continua entre los datos en tiempo real y los datos obtenidos de la simulación puede ser utilizada por el software para mejorar la comprensión del DT sobre el problema del mundo real, lo que da lugar a **simulaciones más precisas** y contribuye enormemente a la sostenibilidad de los procesos de fabricación.

Además, en la era de la Industria 5.0, el enfoque centrado en el ser humano en la fabricación es fundamental. Teniendo en cuenta el envejecimiento de la población activa y el creciente número de mujeres que acceden a puestos de trabajo tradicionalmente dominados por los hombres, es fundamental incorporar esta diversidad en el diseño ergonómico de los sistemas y entornos, al tiempo que se adaptan los lugares de trabajo para que se ajusten a todas las personas.

Teniendo esto en cuenta, el uso de DT junto con la **simulación ergonómica** ha contribuido recientemente a aumentar tanto la seguridad como la productividad en el lugar de trabajo.

1 Enfoque de gemelo digital para la simulación de ergonomía humana (SRCE)

El campo de la ergonomía ha evolucionado en las últimas décadas hasta incluir simulaciones en entornos 3D y técnicas de inteligencia artificial para estimar los trastornos musculoesqueléticos (TME) relacionados con el trabajo. Gracias a los avances en la velocidad de simulación y las interfaces intuitivas, el tiempo necesario para desarrollar simulaciones ergonómicas se ha reducido drásticamente, lo que las ha hecho más prácticas. El análisis ergonómico tradicional implicaba el uso de tablas MTM y reglas genéricas para incorporar factores de seguridad y heurística con el fin de garantizar la seguridad en el trabajo. Este enfoque a menudo dificultaba la evaluación de tareas únicas u obligaba a los ingenieros a pecar por exceso de precaución y optar por soluciones costosas para garantizar la seguridad. Para reducir esta brecha, el enfoque DT del diseño y la gestión de procesos ha puesto a disposición de los ingenieros mejores herramientas y más rápidas que nunca, ya que DT permite evaluar la ergonomía desde una perspectiva física y cognitiva.

La **simulación ergonómica física** consiste en evaluar el entorno ergonómico físico, lo que implica observar el alcance del operador, evaluar las tensiones y esfuerzos que soporta el cuerpo, medir las kilocalorías consumidas para determinar la fatiga y analizar las posturas y los movimientos utilizando herramientas basadas en la observación, como RULA (Rapid Upper Limb Assessment), REBA (Rapid Entire Body Assessment), OWAS (Ovako Working Posture Analysing System) y OCRA (Índice de Acciones Repetitivas Ocupacionales). A la hora de evaluar el alcance, las simulaciones facilitan el cambio de la antropometría del maniquí en la simulación para garantizar que tanto la mujer más pequeña como el hombre más grande puedan realizar una tarea con facilidad. Basándose en un estándar o peso específico elegido, la simulación puede configurarse para evaluar la posición del cuerpo durante una tarea. Las simulaciones también pueden utilizarse para evaluar la accesibilidad para una tarea específica, determinando el tiempo de ciclo y comprobando que la postura del trabajador se mantiene en un estado aceptable durante toda la tarea.

2 Ergonomía física en los procesos de fabricación (SRCE)

Los movimientos y posturas de los maniqués suelen estar determinados por los datos obtenidos mediante dispositivos ópticos o sensores inerciales instalados en el cuerpo de la persona rastreada en situaciones reales. Aunque son robustos, estos sistemas son costosos, tienen limitaciones de configuración y resultan difíciles de utilizar en entornos de trabajo reales para realizar simulaciones fiables y realistas. El aprendizaje automático, y en particular las técnicas de aprendizaje profundo, permiten reconocer las articulaciones del cuerpo humano a partir de videos capturados por cámaras RGB y evaluar directamente los índices ergonómicos o apoyar las simulaciones.

La **simulación ergonómica cognitiva** analiza el aspecto mental de una tarea. A menudo, esto se refiere a las señales visuales que se proporcionan a un trabajador para ayudarle a realizar sus tareas y minimizar el estrés mental relacionado con su trabajo. El campo de la ergonomía cognitiva está adoptando el concepto de DT para permitir a los trabajadores experimentar un entorno de trabajo antes de que se construya, ya que se ha demostrado de alguna manera que una ergonomía cognitiva deficiente provoca tensión cognitiva: interrupciones (por ejemplo, conversaciones, ruidos y elementos en movimiento, etc.); interrupciones (por ejemplo, compañeros de trabajo que piden ayuda, tecnologías de interacción y notificaciones, información que falta o decisiones que bloquean la continuidad del trabajo, etc.); sobrecarga de información (por ejemplo, multitarea, supervisar y observar varias cosas al mismo tiempo, cambiar de tarea mientras se trabaja, etc.).

3 Fuentes de tensión cognitiva en los procesos de fabricación (SRCE)

Aumentar la seguridad y la productividad de los procesos de fabricación, minimizando al mismo tiempo su impacto medioambiental, mediante la adopción de técnicas de simulación dentro de los gemelos digitales



Aplicación

Es bien sabido que los DT desempeñan un papel fundamental en la reducción del impacto medioambiental de la fabricación, ya que mejoran la sostenibilidad en todos los procesos. Permiten optimizar los recursos mediante el análisis del uso de materiales, los residuos y los datos energéticos para identificar ineficiencias. A través de simulaciones virtuales, los DT ayudan a reducir el consumo de energía sin comprometer la calidad de la producción. Por ejemplo, los gemelos digitales permiten crear prototipos virtuales realistas que replican productos o procesos, lo que reduce la necesidad de prototipos físicos costosos y que requieren mucho tiempo. Esto permite identificar y corregir defectos durante la fase de diseño, lo que reduce los costes de material, mano de obra y tiempo, así como el consumo de energía. Las modificaciones se pueden probar rápidamente, lo que acelera el desarrollo y el tiempo de comercialización, al tiempo que mejora la calidad del producto final.

También contribuyen a la reducción de residuos al permitir el mantenimiento predictivo y prolongar la vida útil de los equipos. Además, las DT facilitan los modelos de producción circulares, como el reciclaje y la refabricación, al optimizar los flujos de materiales y la recuperación de recursos. Teniendo esto en cuenta, las DT también podrían utilizarse para simular el comportamiento de los trabajadores con el fin de mejorar la seguridad, la velocidad y la eficiencia en la fabricación. La respuesta es sí, pero surgen dificultades a la hora de replicar los movimientos humanos y la ergonomía.

Un reto importante es lograr representaciones precisas de los movimientos humanos, teniendo en cuenta la precisión de los sensores y las limitaciones del modelado biomecánico. Los problemas de latencia y sincronización de los datos también dificultan la capacidad de respuesta en tiempo real, lo que crea discrepancias entre los movimientos simulados y los reales. La integración de diversas fuentes de datos y tecnologías añade complejidad debido a los problemas de compatibilidad y las limitaciones de interoperabilidad. Las preocupaciones éticas y de privacidad relacionadas con la recopilación y el procesamiento de datos sobre los movimientos humanos ponen aún más de relieve la necesidad de medidas de protección que salvaguarden los derechos individuales.

4 Gemelos digitales para la evaluación ergonómica en procesos de fabricación

La simulación de la interacción entre humanos y robots requiere algoritmos avanzados de modelado y control para lograr una colaboración fluida. Los problemas de escalabilidad, la falta de estandarización y la ausencia de buenas prácticas dificultan aún más su adopción, lo que subraya la necesidad de contar con directrices para todo el sector. Abordar estos retos mediante técnicas avanzadas de modelado, aprendizaje automático, aprendizaje profundo, integración de datos mejo-

rada y marcos éticos es esencial para liberar todo el potencial de los DT en la simulación humana.

Además, los DT podrían utilizarse para visualizar a toda la plantilla en diferentes escenarios, mostrando cómo rendirían mejor los empleados en condiciones específicas y permitiendo una planificación precisa de los recursos. La representación virtual de cada empleado permite una supervisión predictiva, lo que garantiza que los problemas se anticipen y se resuelvan de forma proactiva.

5 *Gemelos digitales para el control y la planificación del personal*
Los DT ofrecen un potencial transformador para la gestión de la plantilla, ya que permiten a las organizaciones simular y optimizar las decisiones relacionadas con los empleados antes de su implementación. Mejoran las previsiones con predicciones precisas y basadas en datos sobre la dotación de personal, reducen los riesgos en los cambios organizativos y respaldan la planificación estratégica. Al mapear las habilidades y el rendimiento en tiempo real, las empresas pueden asignar los recursos de forma más eficaz, crear trayectorias profesionales personalizadas, optimizar la programación y adaptarse rápidamente a las demandas cambiantes.

En general, los DT aumentan la eficiencia, garantizan una mejor alineación de funciones y favorecen el desarrollo continuo y la agilidad de la plantilla. En pocas palabras, los DT ayudan a las organizaciones a prepararse para acontecimientos inesperados, como cambios en la demanda de mano de obra, rotación de personal o nuevos proyectos. Pueden considerarse herramientas para anticipar desarrollos a largo plazo e identificar riesgos y oportunidades. A diferencia de los modelos fijos, los DT utilizan información en tiempo real para representar la plantilla de forma dinámica, simulando las reacciones del equipo ante situaciones como cambios en la carga de trabajo o revisiones de horarios.



Aspectos de implementación

■ Dificultad de implementación: Media

La implementación de la simulación de procesos de fabricación, especialmente en lo que respecta a la ergonomía, plantea retos como la integración de datos en tiempo real, la necesidad de conocimientos técnicos especializados y la resistencia del personal. Las barreras relacionadas con las personas incluyen el escepticismo hacia las herramientas digitales, la falta de conciencia sobre la ergonomía y el temor a la vigilancia o la evaluación del trabajo. Además, los gerentes pueden dar prioridad a la productividad sobre la ergonomía. Para superar estos retos es necesario establecer una comunicación clara, una planificación inclusiva, formación y demostrar el valor de la ergonomía tanto para la seguridad como para la eficiencia. Una implementación cuidadosa y gradual con el software y los recursos adecuados puede contribuir al éxito de la adopción.

■ **Viabilidad económica: Alta**

Las barreras económicas pueden afectar significativamente a la adopción de tecnologías de simulación ergonómica, especialmente para los fabricantes pequeños y medianos, debido a los elevados costes iniciales de software, hardware, formación y consultoría. Estas empresas suelen dar prioridad a la productividad a corto plazo frente a los beneficios ergonómicos a largo plazo, que pueden ser más difíciles de cuantificar financieramente. Sin embargo, con una planificación estratégica, una comunicación clara de los beneficios a largo plazo y una implementación gradual, la simulación puede conducir en última instancia a operaciones más seguras, eficientes y rentables. El despliegue completo de un gemelo digital para el control total del proceso sigue siendo un reto importante. Requiere **una parametrización exhaustiva, la integración de sistemas y una alineación continua de los datos**, lo que puede exigir una inversión considerable de tiempo, conocimientos y recursos financieros. Por lo tanto, las empresas deben **priorizar las áreas de implementación** en función del impacto potencial, comenzando por los procesos de alto consumo o alto riesgo.

■ **Factores humanos**

Un factor humano clave en la simulación ergonómica es la aceptación y el compromiso de los usuarios. Los trabajadores y los directivos pueden mostrarse reacios a utilizar herramientas digitales si estas se perciben como intrusivas, controladoras o diseñadas principalmente para evaluar el rendimiento en lugar de como ayudas de apoyo. Este escepticismo se intensifica cuando se introducen tecnologías como la captura de movimiento o la realidad virtual sin una explicación clara de su finalidad y sus ventajas. Una implementación exitosa requiere no solo una comprensión básica de las herramientas y los principios ergonómicos, sino también programas de formación e incorporación bien estructurados. La alfabetización digital varía mucho según las funciones: los operadores, ingenieros y supervisores pueden tener diferentes niveles de familiaridad con las plataformas avanzadas, lo que crea una adopción desigual si no se aborda.

Otro escollo surge cuando las simulaciones son desarrolladas exclusivamente por equipos técnicos, sin la participación de quienes realizan las tareas. Este enfoque descendente suele dar lugar a modelos que pasan por alto las sutilezas de los flujos de trabajo o los retos del taller. Establecer procesos participativos en los que los trabajadores contribuyan al diseño, las pruebas y la validación garantiza la precisión, refuerza la implicación y mejora la aceptación. Una comunicación clara sobre los objetivos, las

ventajas y las limitaciones también fomenta la confianza y la colaboración.

Por último, hay que gestionar las cuestiones éticas. Los empleados pueden temer la vigilancia, el uso indebido de sus datos personales o la pérdida de autonomía cuando se registran y analizan sus movimientos. La mala interpretación de los datos puede socavar la confianza. Por lo tanto, las organizaciones deben establecer políticas transparentes que regulen el uso de los datos, obtener el consentimiento informado y garantizar prácticas de manejo seguras. Abordar las cuestiones de privacidad de forma proactiva y promover la transparencia crea un entorno basado en la confianza en el que la tecnología se considera una herramienta colaborativa diseñada para apoyar a los trabajadores, en lugar de amenazarlos.

■ **Factores medioambientales**

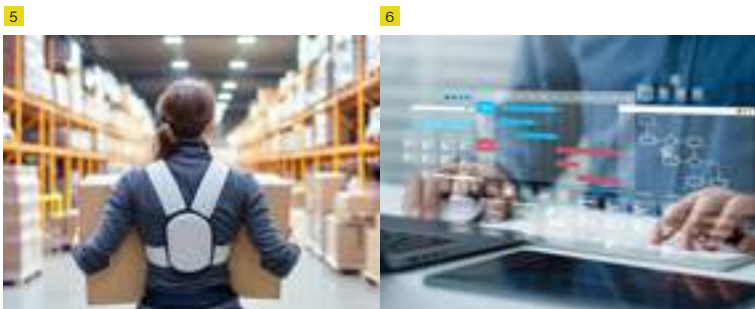
Los factores ambientales también influyen en la precisión y la utilidad de las simulaciones ergonómicas. El diseño de las instalaciones debe modelarse de forma realista para garantizar la eficacia de las evaluaciones. Condiciones como la iluminación, la temperatura, la humedad y el ruido pueden afectar significativamente al confort y al rendimiento de los trabajadores. Un entorno inadecuado puede aumentar el estrés, reducir la concentración y aumentar los riesgos ergonómicos. La inclusión de estas variables en las simulaciones DT proporciona una comprensión más holística de las condiciones del lugar de trabajo.

La sostenibilidad es otra consideración esencial. Los propios DT consumen recursos: el procesamiento de datos, el hardware y las infraestructuras de apoyo, como los centros de datos, requieren una cantidad significativa de energía y agua, al tiempo que utilizan materiales escasos que contribuyen a la generación de residuos electrónicos. La gestión eficiente del almacenamiento de datos y la aplicación de principios de ecodiseño ayudan a reducir el impacto medioambiental. Las evaluaciones del ciclo de vida y el cumplimiento de normativas como la ISO 14001 son fundamentales para minimizar la huella de los DT.

La conectividad añade nuevos retos. Los DT dependen de dispositivos IoT, computación en la nube y análisis en tiempo real. La fabricación y el mantenimiento de redes de sensores (acelerómetros, sensores térmicos, etiquetas RFID) conllevan costes materiales y energéticos. Estos dispositivos suelen utilizar elementos de tierras raras, baterías de litio y semiconductores, cuya extracción y procesamiento generan emisiones de gases de efecto invernadero, contaminación del agua, residuos tóxicos y dificultades de reciclaje.

■ **Alineación con certificaciones y normativas**

La implementación de un gemelo digital (DT) en la fabricación requiere el cumplimiento de normas clave, entre ellas la ISO/IEC 27001:2022 para la seguridad de los datos, el RGPD (2016) para la privacidad, la NIST (2018) para la ciberseguridad, la norma ISO 14001:2015 para el impacto medioambiental, la norma ISO 50001:2018 para la gestión energética y la norma ISO 45001:2018 para la seguridad en el lugar de trabajo. La ergonomía y la interoperabilidad se abordan en las normas ISO 9241 (2019), EN 1335:2020 e IEC 62264 (2013), que garantizan operaciones sostenibles, seguras y eficientes.



Aumentar la seguridad y la productividad de los procesos de fabricación, minimizando al mismo tiempo su impacto medioambiental, mediante la adopción de técnicas de simulación dentro de los gemelos digitales



Soluciones



Fabricación centrada en las personas

Siemens

Alemania ↔

Tecnomatix es un completo paquete de software de fabricación digital desarrollado por Siemens Digital Industries Software. Permite a los fabricantes planificar, simular y optimizar digitalmente los procesos de producción, facilitando la transformación de ideas innovadoras en productos tangibles. Al integrar datos en tiempo real de diversas disciplinas de fabricación, ayuda a sincronizar la ingeniería de productos, la ingeniería de fabricación, la ejecución de la producción y la ingeniería de servicios, maximizando así la eficiencia de la fabricación.



Modelado humano digital en ergonomía virtual

Dassault Systèmes

Francia ↔

DELMIA ayuda a los ingenieros de fabricación a diseñar lugares de trabajo seguros y eficientes de forma virtual para evitar costosos errores en el mundo físico. Nuestro software Virtual Ergonomics permite a los diseñadores e ingenieros superar los problemas de postura mediante la simulación de la interacción humana y el comportamiento ergonómico entre un producto y un sistema desde las primeras etapas del proceso de diseño. Los diseñadores de productos y los ingenieros de fabricación pueden resolver los problemas ergonómicos de forma virtual lo antes posible para aumentar el bienestar de los empleados, reducir los costes de las lesiones relacionadas con el trabajo y aumentar la productividad en el mundo real. Además, pueden tomar decisiones rápidas y eficientes para alcanzar sus objetivos de diseño, proporcionando orientación relevante a los diseñadores de productos y lugares de trabajo, incluso a aquellos con pocos conocimientos de ergonomía.



Software de prevención de riesgos laborales basado en inteligencia artificial.

Siali Technologies

España ↔

Safe es la plataforma que automatiza el EHS de su empresa anticipándose a cualquier accidente para mejorar la seguridad de sus empleados. Es una herramienta activa en la prevención de riesgos. Detecta y alerta en tiempo real sobre todas las situaciones potencialmente peligrosas, como la falta de EPI, vías obstruidas o la velocidad de los vehículos, para tomar medidas antes de que se conviertan en graves.



Gemelo Digital Ergonómico

Moovency

Francia ↔

KIMEA es una innovadora solución ergonómica de gemelos digitales diseñada para evaluar y prevenir los trastornos musculoesqueléticos (TME) en entornos laborales. Mediante el uso de cámaras con sensor de profundidad, como Microsoft Kinect, KIMEA captura datos esqueléticos en 3D de los trabajadores que realizan tareas. A continuación, estos datos se procesan mediante algoritmos avanzados para corregir posibles oclusiones e imprecisiones, lo que garantiza un análisis preciso incluso en entornos industriales complejos. El sistema crea un gemelo digital en tiempo real del operador, convirtiendo automáticamente los gestos y posturas en indicadores ergonómicos. Esto permite un análisis dinámico de los riesgos de TME, lo que permite a las organizaciones priorizar las intervenciones de manera eficaz y aplicar estrategias de prevención específicas.



Análítica inteligente de seguridad

Soter

Estados Unidos ↔

SoterAI, la primera plataforma basada en inteligencia artificial que ofrece a los responsables de EHS una visibilidad del riesgo y una capacidad predictiva sin precedentes. La plataforma analiza de forma segura datos de seguridad empresariales complejos y procedentes de múltiples fuentes para identificar riesgos emergentes y predecir posibles incidentes antes de que se produzcan. Proporciona la información útil que necesita para mitigar los riesgos de forma proactiva, garantizar el cumplimiento normativo en todas las instalaciones y optimizar su estrategia global de EHS para obtener resultados empresariales cuantificables..



Soluciones digitales cognitivas para líderes de la industria

Cognitwins

Estados Unidos ↔

CogniTwins ayuda a aprovechar el poder de los gemelos digitales cognitivos, los hilos y los enjambres para transformar con éxito el negocio actual y crear nuevas líneas de productos, soluciones y servicios inteligentes preparados para el futuro.



DT para el análisis del ciclo de vida de los activos industriales

Hexagon

Suecia ↔

HxGN SDx2 es una plataforma nativa en la nube desarrollada por Hexagon para gestionar todo el ciclo de vida de los activos industriales. Integra visualizaciones 2D/3D en tiempo real, datos de ingeniería y operativos, lo que permite un mantenimiento predictivo, una mayor seguridad y decisiones basadas en datos. Basada en Microsoft Azure, es compatible

con entornos de gemelos digitales para la eficiencia y la sostenibilidad industriales.



HEGO

Emoj

Italia ↔

El Body Tracker de Emoj, denominado HEGO, es un sistema no invasivo basado en inteligencia artificial diseñado para supervisar en tiempo real la postura y los movimientos de los trabajadores. Evalúa los riesgos ergonómicos analizando diversas posiciones y ángulos corporales, como la flexión de la cabeza y el torso, los movimientos de los brazos y los ángulos de las articulaciones. El sistema calcula índices ergonómicos internacionales como REBA, RULA y OCRA, lo que proporciona una evaluación detallada del riesgo de trastornos musculoesqueléticos (TME). Tanto las empresas como los ergonomistas pueden acceder a los datos a través de un panel de control, lo que permite intervenciones proactivas y ajustes personalizados del lugar de trabajo. El Body Tracker, que cumple totalmente con el RGPD, mejora la seguridad y la ergonomía en el lugar de trabajo sin necesidad de equipos intrusivos.



Sustainable Manufacturing

Institute of Industrial Technologies and Automation

(ITIA) – National Research Council (CNR)

Italia ↔

El proyecto «Fabricación sostenible», liderado por ITIA-CNR y en el que participan socios importantes como el Politécnico di Milano y la Università Politecnica delle Marche, tiene como objetivo desarrollar tecnologías y metodologías habilitadoras para el diseño sostenible de productos y fábricas a lo largo de todo el ciclo de vida del producto. Promueve el ecodiseño, el uso eficiente de los recursos y la producción centrada en las personas. Las aplicaciones abarcan la formulación de polímeros, las ecofábricas y la desmanufactura. Entre las innovaciones clave se incluyen sistemas energéticamente eficientes, ropa de trabajo equipada con sensores, interfaces multimodales intuitivas y realidad aumentada para la supervisión de fábricas. El proyecto también desarrolla nuevos modelos de negocio para la fabricación circular. Con el apoyo de una amplia red de empresas, refuerza el liderazgo italiano en sistemas de fabricación sostenibles y de alto rendimiento. Durante el proyecto, se prestó especial atención a la prueba de diferentes herramientas de evaluación ergonómica integradas con el DT de las fábricas participantes, con el fin de identificar posibles aplicaciones para reducir los TME, mejorar el diseño de los bancos de trabajo y, en general, la sostenibilidad industrial.



Health and safety training through Digital Twin

PREVU3D

Canadá ↔

Prevu3D es un software de gemelos digitales que permite visualizar activos en 3D, lo que facilita el monitoreo en tiempo real de su estado operativo y datos históricos. La plataforma ofrece modos de navegación inmersivos, desde recorridos hasta vistas CAD desde arriba, lo que mejora la visibilidad y la coordinación entre equipos. Su avanzado escaneo 3D y procesamiento de mallas facilitan la planificación de la capacidad y simulan cambios de diseño sin necesidad de presencia física. Prevu3D también permite a las organizaciones mejorar la formación de los empleados mediante pruebas inmersivas en escenarios 3D, lo que ayuda a priorizar la seguridad y minimizar los riesgos operativos.

Aumentar la seguridad y la productividad de los procesos de fabricación, minimizando al mismo tiempo su impacto medioambiental, mediante la adopción de técnicas de simulación dentro de los gemelos digitales



Ejemplos



Ford

Estados Unidos



La ergonomía se une a la ingeniería inmersiva: el trabajo en la cadena de montaje no es fácil. Fabricar un vehículo cada 60 segundos requiere estirarse, alcanzar, levantar, tirar y empujar constantemente. Al llevar el seguimiento del movimiento y la simulación a un nuevo nivel en la ingeniería inmersiva, Ford Motor Co. está obteniendo grandes beneficios gracias a los análisis ergonómicos, que han reducido drásticamente las lesiones en el montaje. Como ventaja adicional, la calidad ha mejorado.



BMW Group

Austria



Reducción del consumo energético del ciclo de vida de los motores de automóvil con Plant Simulation: los fabricantes de automóviles suelen fabricar la mayoría de las piezas y componentes básicos de sus motores internamente. El cárter, el cigüeñal, la culata y las bielas se tornean, fresan, taladran, rectifican y pulen en sofisticadas líneas de producción y transferencia en plantas como BMW Motoren GmbH, la mayor planta de motores del Grupo BMW, situada en Steyr, Austria, a unas tres horas en coche de la sede central de Múnich, Alemania.



Electrolux

Estados Unidos



Planificación mundial de fábricas y flujos de materiales en 3D: gracias a las buenas posibilidades de visualización de Tecnomatix, puedo mostrar a la dirección una fase temprana de la planificación que hace que los procesos sean plausibles. La tecnología 3D ayuda a verificar los conceptos de montaje, así como a seleccionar proveedores de soluciones de automatización, y proporciona información que antes no tenía.



KONE

Finlandia



En busca de una herramienta de simulación 3D y planificación de diseños: KONE decidió que era el momento de buscar una solución que no solo les ayudara a planificar y diseñar nuevas soluciones de producción, sino que también mejorara su comunicación con las partes interesadas durante el proceso de planificación y desarrollo.



Volkswagen

Alemania



La herramienta «humano virtual» mejora la ergonomía: la ergonomía solía ser una palabra extraña que significaba poco para las empresas, pero hoy en día puede tener un gran impacto en los niveles de productividad. Imaginemos que se ignora la ergonomía de un puesto de trabajo: los resultados podrían ser desastrosos. Consideremos este escenario: a un trabajador le cuesta alcanzar una conexión de tornillos concreta y, por lo tanto, le resulta difícil apretarlos. La cadena de montaje continúa a un ritmo implacable y al trabajador le cuesta seguir el ritmo, lo que hace que su posición, ya de por sí incómoda, sea aún más dolorosa al intentar seguir trabajando. El resultado podría ser que toda la cadena de producción se detuviera, algo que ninguna empresa puede permitirse. En algunas situaciones, podría incluso ser imposible cumplir con los plazos de entrega.



CETEM

España



El gemelo digital detecta dónde mejorar la seguridad de los muebles y propone rediseños para nuevos prototipos: El sistema predictivo basado en inteligencia artificial para el ensayo de muebles contribuirá a la eficiencia y la productividad del sector español del mueble y permitirá ahorrar costes, pero no sustituirá a los ensayos físicos tradicionales, necesarios para las certificaciones nacionales e internacionales de productos a través de laboratorios acreditados.



University of Campania Luigi Vanvitelli

Italia



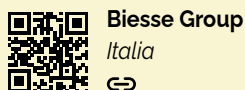
Gemelo digital para supervisar la ergonomía durante la producción manufacturera: En la era de las fábricas inteligentes, en lo que respecta a la ergonomía relacionada con los procesos de producción, el gemelo digital (DT) es la clave para establecer modelos novedosos de supervisión del rendimiento de las actividades laborales manuales, capaces de proporcionar resultados casi en tiempo real y de apoyar el proceso de toma de decisiones para mejorar las condiciones de trabajo. El objetivo de este artículo es proponer un marco metodológico que, mediante la implementación de un gemelo digital humano, respalde la supervisión y la toma de decisiones en relación con el rendimiento ergonómico de las líneas de producción manuales. Se presenta un estudio de caso, realizado en un laboratorio, para demostrar la aplicabilidad y la eficacia del marco propuesto. Los resultados muestran cómo es posible identificar los problemas operativos de un puesto de trabajo manual y cómo es posible proponer y probar soluciones de mejora.

**KITT4SME***Italia*

Salud, seguridad y ergonomía para la fábrica del futuro centrada en las personas: el proyecto, financiado por la convocatoria abierta de tipo A de KITT4SME (n.º 952119), consistió en el desarrollo de una herramienta de evaluación ergonómica basada en la inteligencia artificial aplicada en Salvarani, un fabricante de maquinaria agrícola con sede en Reggio Emilia. El sistema de IA analizaba los movimientos y las posturas de los trabajadores en tiempo real, calculando automáticamente índices de riesgo ergonómico como REBA y RULA. Los resultados demostraron que la evaluación basada en IA no solo era comparable a los métodos tradicionales que utilizan maniqués virtuales y observaciones de expertos, sino que, en algunos casos, era incluso más precisa y coherente. La herramienta permite una supervisión continua y no invasiva, lo que ofrece una solución escalable para mejorar la ergonomía del lugar de trabajo en entornos industriales.

**Biesse Group and Università Politecnica delle Marche***Italia*

El proyecto Intelligence 5.0, llevado a cabo por la Università Politecnica delle Marche y Biesse (un fabricante líder de maquinaria para el procesamiento de muebles), abordó la creciente necesidad de mantenimiento predictivo y diagnóstico en el sector mecatrónico, aprovechando las tecnologías de la Industria 4.0. Estos servicios, aunque prometedores, a menudo se han infrautilizado debido a su complejidad, la falta de experiencia y la incertidumbre de los beneficios. El proyecto desarrolló una nueva generación de máquinas «autoconscientes», que integran Digital Twin, IA, gestión del conocimiento y realidad aumentada. Estos sistemas recopilan datos en tiempo real, los procesan mediante modelos cognitivos y sugieren estrategias óptimas de mantenimiento y producción. Un enfoque centrado en el usuario garantizó la alineación con las necesidades operativas reales. El resultado: mayor fiabilidad de las máquinas, reducción del tiempo de inactividad y decisiones más inteligentes en materia de diseño, funcionamiento y logística.

**Biesse Group***Italia*

Gemelo digital para el sector de la madera y el mueble: Biesse Group utiliza B_SOLID, un software de gemelo digital que simula máquinas CNC para trabajar la madera en 3D. Permite realizar pruebas virtuales de los procesos de mecanizado, lo que evita errores, optimiza las trayectorias de las herramientas y mejora la eficiencia de la producción. Esta innovación mejora la calidad del producto, reduce los residuos y facilita

el mantenimiento predictivo en la industria del mueble y la madera.

**TuMeke Ergonomics***Estados Unidos*

Plataformas basadas en IA para la evaluación de riesgos: la plataforma basada en IA de TuMeke permite supervisar en tiempo real la postura y los movimientos en el lugar de trabajo mediante visión artificial, identificando automáticamente los riesgos ergonómicos. Centraliza los datos de múltiples sitios en un panel unificado, lo que elimina las inconsistencias y permite una evaluación estandarizada. El sistema proporciona alertas instantáneas sobre comportamientos peligrosos (como levantamientos inseguros o movimientos repetitivos), lo que permite intervenir a tiempo. Acelera las evaluaciones de riesgos hasta 20 veces en comparación con los métodos tradicionales y reduce las lesiones hasta en un 68 %, lo que mejora la seguridad en el lugar de trabajo.

**BMW Group***Alemania*

Innovadora simulación humana en 3D para planificar y formar para la producción futura: la planta de BMW Group en Ratisbona utiliza una avanzada tecnología de «simulación humana en 3D» integrada en el gemelo digital de la fábrica para planificar con años de antelación la producción de la nueva generación de vehículos NEUE KLASSE. Esta simulación digital reproduce fielmente no solo el entorno de la fábrica y las líneas de montaje, sino también los movimientos y las tareas de los operarios, lo que permite realizar análisis ergonómicos y optimizar los flujos de trabajo. Los operarios también pueden formarse desde el principio utilizando gafas de realidad virtual que les sumergen en un entorno virtual realista, lo que mejora la eficiencia y la seguridad a

Trazabilidad de los productos en el sector del mueble a través del Pasaporte Digital de Producto (DPP)



Dificultad de implementación: **Alta**
Viabilidad económica: **Media**

Trazabilidad de los productos en el sector del mueble a través del Pasaporte Digital de Producto (DPP)



Descripción

La trazabilidad de los productos se refiere a la capacidad de rastrear el origen, el historial y el movimiento de un producto y sus componentes a lo largo de toda la cadena de valor. Es un factor clave para la producción sostenible, el cumplimiento normativo y la transparencia para el consumidor. En este contexto, el Pasaporte Digital de Producto (DPP) surge como una herramienta fundamental para estructurar y compartir datos relacionados con los productos a lo largo de su ciclo de vida. El DPP es un elemento fundamental del Reglamento de la UE sobre Ecodiseño para productos sostenibles (ESPR), cuyo objetivo es mejorar la transparencia, la circularidad y la sostenibilidad. Aunque el DPP no es una tecnología en sí misma, su implementación se basa en un conjunto de herramientas digitales que permiten compartir datos de forma estructurada, segura y en tiempo real.

Un elemento fundamental del DPP son las tecnologías habilitadoras que permiten identificar de forma única cada producto físico y conectarlo digitalmente a información verificada. Entre ellas se incluyen:

Códigos QR, códigos de barras, etiquetas RFID o NFC, que actúan como soportes de datos integrados en el producto para garantizar un acceso seguro a su identidad digital.

Plataformas basadas en la nube, que gestionan y almacenan de forma segura datos estructurados del ciclo de vida.

Las tecnologías blockchain, que pueden proporcionar integridad, transparencia y autenticación de los datos.

Los sistemas de gemelos digitales, que crean una representación virtual de cada producto, proporcionan información sobre qué es, quién tiene el control sobre él, dónde se encuentra geográficamente a lo largo de la cadena de suministro y se actualizan continuamente con datos sobre materiales, procesos y métricas de sostenibilidad.

Estas tecnologías permiten la recopilación segura y el intercambio controlado de una amplia gama de información, como el origen de las materias primas, los detalles de fabricación, la huella de carbono, el contenido reciclado, el cumplimiento de las normas de seguridad, las instrucciones de reparación y las opciones al final de la vida útil.

1 DPP - Intercambio de información

Los consumidores, los reguladores y los actores de la cadena de suministro pueden acceder a datos seleccionados al instante escaneando un código o interactuando con una interfaz digital.

2 DPP - Tecnología de códigos QR

El ESPR define los requisitos mínimos para la implementación del DPP, incluyendo un identificador único del producto, interoperabilidad con otros sistemas, precisión y verificación de datos, y niveles de acceso diferenciados. Una copia de seguridad

debe ser almacenada de forma segura por un proveedor tercero de confianza, y el DPP debe permanecer disponible durante toda la vida útil del producto.

3 DPP - Requisitos básicos

En sectores como el del mueble, donde los materiales y componentes suelen proceder de diversas fuentes, las tecnologías que permiten la DPP ofrecen un marco sólido para gestionar la trazabilidad. Facilitan el cumplimiento de la legislación de la UE, incluidos el Reglamento sobre la seguridad general de los productos (GPSR), el Reglamento sobre la deforestación de la UE (EUDR) y REACH, al tiempo que permiten un diseño de productos más sostenible y una comunicación transparente con los consumidores.

Es importante señalar que se espera que la UE publique información más detallada sobre los requisitos de los DPP en los próximos meses, en virtud de actos delegados.

En conclusión, el DPP es posible gracias a un ecosistema tecnológico que conecta los productos físicos con sus identidades digitales, lo que hace que la trazabilidad no solo sea factible, sino también fundamental para las cadenas de suministro preparadas para el futuro, circulares y conformes con la normativa.



Aplicación

Imagina escanear el código QR de una silla y descubrir al instante de dónde proceden sus materiales, cómo se fabricó, cuánto tiempo durará y cómo reciclarla al final de su vida útil.

4 DPP - Aplicación al sector del mueble

Esta es la promesa del Pasaporte Digital de Producto (DPP) en el sector del mueble. Diseñado para mejorar la sostenibilidad, la transparencia y la trazabilidad, el DPP se está convirtiendo en una herramienta esencial para las empresas que adoptan los principios de la economía circular y una mayor responsabilidad medioambiental.

5 DPP - Trazabilidad e innovación

6 DPP - ACV y circularidad

Trazabilidad de los materiales y transparencia en la producción

Con el DPP, cada mueble se convierte en una historia documentada. Los materiales pueden rastrearse hasta fuentes gestionadas de forma responsable o recicladas, y su huella medioambiental se hace visible. Con un simple escaneo, los consumidores pueden acceder a los detalles del origen, las cadenas de suministro y los datos de producción. También revela cuánto CO₂ se generó durante la fabricación y qué componentes pueden reciclarse o reutilizarse.

Trazabilidad de los productos en el sector del mueble a través del Pasaporte Digital de Producto (DPP)

Certificaciones, normas y cumplimiento normativo

El DPP puede incluir certificaciones relevantes relacionadas con la calidad, la seguridad y el rendimiento medioambiental de los productos, como materiales de bajas emisiones o resistencia al fuego. En el contexto de la evolución de la normativa europea, el pasaporte respalda el cumplimiento legal, reduce el riesgo y mejora la credibilidad de las empresas en materia de informes de sostenibilidad.

Medición de la sostenibilidad y el impacto medioambiental

Las empresas pueden utilizar el DPP para supervisar y comunicar el rendimiento medioambiental de sus productos. Esto incluye datos sobre el consumo de energía, las emisiones de carbono e indicadores de circularidad, como la reciclabilidad o la compostabilidad. Hacer visible esta información favorece la compra informada y refuerza los valores medioambientales de la marca.

Mantenimiento, garantía y cuidado del producto

Los consumidores pueden acceder fácilmente a las instrucciones de cuidado, los manuales y los detalles de las piezas de repuesto. Con el tiempo, se puede añadir al pasaporte el historial de reparaciones y los registros de mantenimiento, convirtiéndolo en una herramienta dinámica para el mantenimiento predictivo. Esto ayuda a prolongar la vida útil del producto y fomenta la reparación en lugar de la sustitución prematura.

Guía para la gestión del fin de la vida útil y el reciclaje

El DPP proporciona instrucciones claras para el desmontaje e identifica los materiales, lo que facilita la separación de los componentes para su reciclaje. Esto simplifica los procesos de recogida, aumenta la eficiencia del reciclaje y favorece la gestión circular de los recursos.

Apoyo al diseño circular y a los modelos de negocio basados en la reutilización.

Al mantener un registro digital trazable de la vida útil de un producto, el DPP apoya modelos de negocio innovadores, como el arrendamiento, los programas de recompra, la reventa de muebles usados y el reacondicionamiento. El pasaporte se puede actualizar cada vez que se repara o modifica un producto, lo que preserva su valor y usabilidad a lo largo de múltiples ciclos de vida.

Atraer a los consumidores mediante información transparente

La transparencia refuerza la confianza de los consumidores. El DPP ofrece acceso instantáneo a información verificada sobre la composición, el origen y la sostenibilidad de los productos. Esto permite a los clientes tomar decisiones conscientes y responsables, y favorece un cambio hacia patrones de consumo más éticos.

Optimización de la planificación del inventario y la producción

Cuando se integra en sistemas digitales como las plataformas ERP, el DPP mejora el flujo de datos entre departamentos. La información precisa y en tiempo real sobre cada producto ayuda a optimizar el inventario, alinear la producción con la

demanda y reducir el desperdicio en las operaciones logísticas y de la cadena de suministro.



Aspectos de implementación

■ Dificultad de implementación: Alta

La implementación del Pasaporte Digital de Producto (DPP) en el sector del mueble es incierta y compleja. Requiere evaluar diversas tecnologías (por ejemplo, blockchain, ecosistemas de servicios de datos), garantizar la interoperabilidad e integrar el DPP en los sistemas existentes. La estructura del sector plantea retos adicionales: hay muchas pequeñas y medianas empresas (pymes) con distintos niveles de preparación digital y una cadena de suministro muy fragmentada en la que intervienen numerosos proveedores y subcontratistas. También son esenciales un control de acceso eficaz, la seguridad de los datos y los mecanismos de verificación.

■ Viabilidad económica: Media

La viabilidad económica del Pasaporte Digital de Producto (DPP) en el sector del mueble puede considerarse media, ya que los costes iniciales relacionados con la adopción de nuevas tecnologías, la formación del personal y las actualizaciones de los sistemas informáticos son significativos, especialmente para las pymes. Sin embargo, a medio y largo plazo, el DPP ofrece claras ventajas económicas: mayor eficiencia, acceso a mercados impulsados por la sostenibilidad, mejora de la imagen de marca y reducción de residuos. Los modelos de cadena de suministro colaborativa y los incentivos públicos pueden mejorar aún más la sostenibilidad económica de la iniciativa.

■ Factores humanos

La implementación del Pasaporte Digital de Producto (DPP) en el sector de la madera y del mueble implica algo más que innovación tecnológica, exige una transformación centrada en las personas. Los trabajadores desempeñan un papel fundamental en esta transformación, y su capacidad para adaptarse, aprender y participar activamente en los nuevos sistemas es un factor decisivo para el éxito del DPP.

Para satisfacer estas nuevas exigencias, los profesionales deben desarrollar una amplia gama de habilidades digitales. Entre ellas se incluyen la competencia tecnológica, la concienciación sobre la seguridad de los datos y una base sólida en herramientas TIC, manejo de datos y procesos de documentación digital.

Sin embargo, dominar la tecnología es solo una parte de la ecuación.

El cambio a los procesos digitales también requiere habilidades sociales como la adaptabilidad, el pensamiento analítico, la colaboración y la comunicación eficaz, que son fundamentales para fomentar la alineación entre los flujos de trabajo digitales y las prácticas del mundo real. Una consideración

humana clave es la necesidad de promover una mentalidad de aprendizaje continuo.

A medida que evolucionan las herramientas y los sistemas digitales, los trabajadores deben recibir apoyo a través de iniciativas accesibles de formación, tutoría y aprendizaje entre pares, especialmente aquellos que puedan estar menos familiarizados con las tecnologías digitales.

Fomentar el aprendizaje continuo garantiza que todos puedan participar con confianza en la innovación, en lugar de quedarse atrás.

También es importante abordar los aspectos emocionales y psicológicos del cambio. La digitalización puede generar incertidumbre, resistencia o ansiedad, especialmente si la transformación se percibe como algo impuesto desde arriba, excesivamente técnico o desconectado de las necesidades cotidianas. Por eso es fundamental crear una cultura organizativa inclusiva y que ofrezca apoyo. Los empleados deben participar en el proceso de transición, sentirse escuchados y tener la sensación de que pueden influir, ser reconocidos y tener oportunidades de crecimiento.

En última instancia, el éxito del DPP depende no solo de las herramientas introducidas, sino también de la formación, la implicación y la capacitación que se brinde a las personas para que las utilicen como parte de su función en constante evolución dentro de la organización.

■ Factores medioambientales

La introducción del Pasaporte Digital de Producto (DPP) en el sector de la madera y del mueble supone un paso importante hacia una mayor sostenibilidad medioambiental. Esta herramienta digital permite recopilar, rastrear y compartir información detallada sobre el ciclo de vida de un producto, desde la obtención de la materia prima hasta su producción, distribución, uso y fin de vida útil.

En este contexto, los factores medioambientales desempeñan un papel fundamental, ya que influyen directamente en el diseño, la fabricación y la eliminación de los productos. A través del DPP, las empresas pueden supervisar y comunicar indicadores medioambientales clave, como la huella de carbono, el consumo energético, la reciclabilidad de los materiales, la presencia de sustancias químicas peligrosas y los niveles de circularidad.

Estos datos no solo permiten evaluar mejor el impacto medioambiental de un producto, sino que también fomentan prácticas más responsables y estrategias de diseño respetuosas con el medio ambiente.

Además, el DPP promueve la transparencia y la rendición de cuentas en toda la cadena de valor, desde los fabricantes hasta los consumidores, lo que permite tomar decisiones de compra más informadas y orientadas a la sostenibilidad. También mejora la gestión del fin de la vida útil al facilitar el acceso a la información sobre los materiales y componentes, lo que facilita la reutilización, el reciclaje o la eliminación adecuada. Sin embargo, la sostenibilidad medioambiental de los propios sistemas DPP también debe evaluarse de forma crítica, teniendo en cuenta la infraestructura digital, la gestión de datos y las dependencias de hardware que sustentan su implementación.

Los DPP se basan en identificadores específicos de cada producto, como etiquetas RFID, códigos QR y sensores IoT integrados, que están vinculados a bases de datos en la nube y a sistemas de información centralizados o blockchain. La fabricación de estos identificadores y etiquetas digitales implica el uso de plásticos, chips de silicio, antenas y, en algunos casos, baterías. Esto suscita preocupaciones sobre el uso de recursos, los residuos electrónicos y los materiales tóxicos, especialmente cuando los DPP se implementan a gran escala en millones de productos.

Además, la infraestructura de datos que sustenta los DPP, como los servidores o las plataformas en la nube, conlleva un uso significativo de recursos y una gran demanda de energía y agua. Los sistemas DPP basados en cadenas de bloques, aunque ofrecen transparencia e inmutabilidad de los datos, han sido criticados por su alto consumo energético. Incluso los enfoques basados en la nube o híbridos implican operaciones continuas de transmisión, almacenamiento y seguridad de datos, lo que contribuye al impacto medioambiental de las cadenas de suministro digitales.

■ Alineación con certificaciones y normativas

El DPP en el sector del mueble debe ajustarse a la normativa de la UE, como el **Reglamento sobre Ecodiseño de productos sostenibles (ESPR)**, el **Reglamento REACH (incluidas las restricciones sobre el formaldehído)**, el **Reglamento sobre seguridad general de los productos (GPSR)**, el **Reglamento de la UE sobre la deforestación (EUDR)** y los **criterios de contratación pública ecológica (GPP)**.

El **mercado CE** puede ser aplicable en función del tipo de producto. Los programas voluntarios como **FSC**, **PEFC**, **EU Ecolabel** y **EPD** favorecen la transparencia y resultan muy útiles cuando se integran en el DPP para la comunicación sobre sostenibilidad y cumplimiento normativo.

Referencias a la normativa de la UE:

- Reglamento sobre Ecodiseño de productos sostenibles (ESPR): ➡
- Reglamento REACH (incluidas las restricciones sobre el formaldehído): ➡
- Reglamento sobre seguridad general de los productos (GPSR): ➡
- Reglamento de la UE sobre la deforestación (EUDR): ➡
- Criterios de contratación pública ecológica (GPP): ➡

5

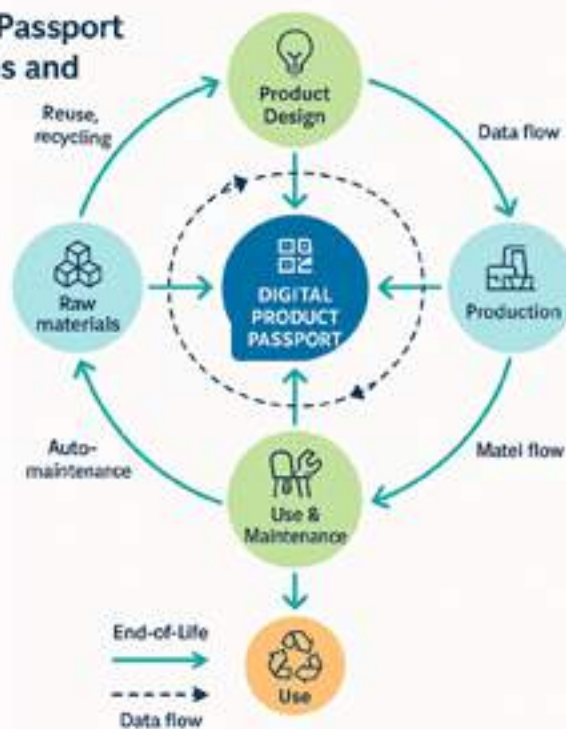


How the Digital Product Passport supports traceability and innovation in furniture sector



6

How the Digital Product Passport connects lifecycle phases and supports circularity



7

Trazabilidad de los productos en el sector del mueble a través del Pasaporte Digital de Producto (DPP)



Soluciones



Blockchain

EZ Lab

Italia ↔

EZ Lab desarrolló la plataforma Made in Block para crear pasaportes digitales para productos de mobiliario, utilizando tecnología blockchain para garantizar la trazabilidad y la inmutabilidad de los datos a lo largo de toda la cadena de producción. Al escanear un código QR en el producto, se obtiene acceso a detalles sobre la producción, el origen de las materias primas y las certificaciones de sostenibilidad, lo que garantiza la transparencia y favorece la preparación para el futuro cumplimiento del ESPR (Reglamento sobre Ecodiseño de productos sostenibles).



Código QR

ScanTrust

Suiza ↔

ScanTrust ofrece una solución basada en códigos QR para apoyar la implementación del Pasaporte Digital de Producto (DPP). La plataforma permite a los fabricantes vincular cada producto a un código QR dinámico, seguro y rastreable que conecta con un perfil digital que contiene información detallada sobre el origen de los materiales, la sostenibilidad, el proceso de producción, las instrucciones de uso, la reparación, la reutilización y el reciclaje.



NFC (Comunicación de campo cercano)

Smartrac (Avery Dennison)

Países Bajos ↔

Smartrac, parte del grupo Avery Dennison, ofrece soluciones NFC (Near Field Communication) para rastrear productos y mejorar la interacción con los consumidores. Su tecnología NFC se utiliza para crear experiencias personalizadas y proporcionar información detallada sobre los productos, como su origen, autenticidad y datos de sostenibilidad. Las etiquetas NFC permiten a los consumidores interactuar fácilmente con los productos a través de sus teléfonos inteligentes, accediendo a contenidos exclusivos o información adicional con solo acercar su dispositivo al producto.



Plataforma basada en la nube

WOOD.BE

Bélgica ↔

WOOD.BE, en colaboración con TripleR.io, está desarrollando FurniPASS, un Pasaporte Digital de Producto diseñado específicamente para el sector del mueble. El proyecto, que forma parte de la iniciativa belga «BBBC 2023», tiene como objetivo crear un prototipo funcional que se ajuste a los próximos requisitos del ESPR. FurniPASS se dirige a las partes interesadas de toda la cadena de valor (fabricantes, recicladores, consumidores e instituciones) e incluye actividades como el mapeo de la cadena de suministro, directrices de ecodiseño y pruebas en un entorno de demostración. El proyecto se desarrollará entre 2024 y mediados de 2026. ↔



Gemelo digital

HARTING

Alemania ↔

Cada vez son más los ámbitos de la vida que se están electrificando y los sectores que se están interconectando de forma inteligente. Para lograr una verdadera neutralidad climática, las empresas también deben examinar críticamente los componentes de sus productos. Aquí es donde entra en juego HARTING: el gemelo digital es la clave para determinar la información sobre la sostenibilidad de un producto en el contexto de la digitalización. El DPP enriquece el gemelo digital con datos completos sobre cada componente del producto y lo hace trazable.



Ejemplos



Tonin Casa

Italia



Tonin Casa, una marca italiana de muebles con más de 45 años de experiencia, ha adoptado un Pasaporte Digital de Producto integrado con tecnología blockchain para mejorar la transparencia y la trazabilidad. Esta iniciativa respalda el compromiso de la empresa con la auténtica artesanía Made in Italy y la prepara para las próximas regulaciones de sostenibilidad de la UE. Durante el Salone del Mobile, productos como la silla Lisa mostraron todo su proceso de producción a través de códigos QR, lo que permitió a los usuarios acceder a información detallada sobre los materiales, la seguridad y el origen.



System 180 GmbH

Alemania



System 180 es una empresa alemana que diseña y fabrica muebles para espacios de trabajo y de vida contemporáneos. Como parte del proyecto ya finalizado «Detección de objetos asistida por IA para aumentar la eficiencia de los recursos», la empresa contribuyó al desarrollo de un modelo de economía circular mediante la mejora de la eficiencia de los recursos en la producción de muebles. El proyecto se centró en la implementación de tecnologías de visión artificial para la detección y clasificación de los componentes de los muebles y su estado. Un resultado clave fue la integración de estos datos a nivel de objeto en el Pasaporte Digital de Producto (DPP), lo que permitió una trazabilidad más precisa, un mayor potencial de reutilización y una mejor toma de decisiones basada en datos a lo largo del ciclo de vida del producto.



NORNORM

Dinamarca



NORNORM es un servicio tecnológico de alquiler circular de mobiliario que minimiza el desperdicio de recursos con soluciones adaptables a las necesidades cambiantes de los espacios de trabajo. El Circular Passport de NORNORM utiliza códigos QR en cada mueble, lo que permite a los usuarios acceder a las especificaciones del producto, los datos de la huella de carbono y el historial de uso del artículo, así como informar de cualquier incidencia. Esta herramienta mejora el servicio al cliente al permitir la notificación de incidencias y respalda el

compromiso de la empresa con la circularidad mediante un seguimiento transparente del ciclo de vida. ➡



Revestimientos protectores AkzoNobel

Países Bajos



AkzoNobel Protective Coatings ha introducido una solución de trazabilidad segura para combatir la falsificación y mejorar la comunicación digital con los clientes. Cada envase de pintura cuenta con un código QR único y seguro que permite verificar al instante la autenticidad del producto a través de un smartphone. Al escanearlo, los usuarios son dirigidos a un espacio digital específico donde pueden acceder a fichas técnicas de productos específicas para cada región, documentos de seguridad e instrucciones de aplicación. Un panel de control centralizado realiza un seguimiento de las interacciones en tiempo real, lo que ofrece información sobre el comportamiento y las preferencias de los clientes. Al pasar de la documentación en papel a la digital, el sistema no solo mejora la transparencia y la experiencia del usuario, sino que también reduce el impacto medioambiental y favorece el cumplimiento de la normativa.



Proyecto R-evolve de la UE

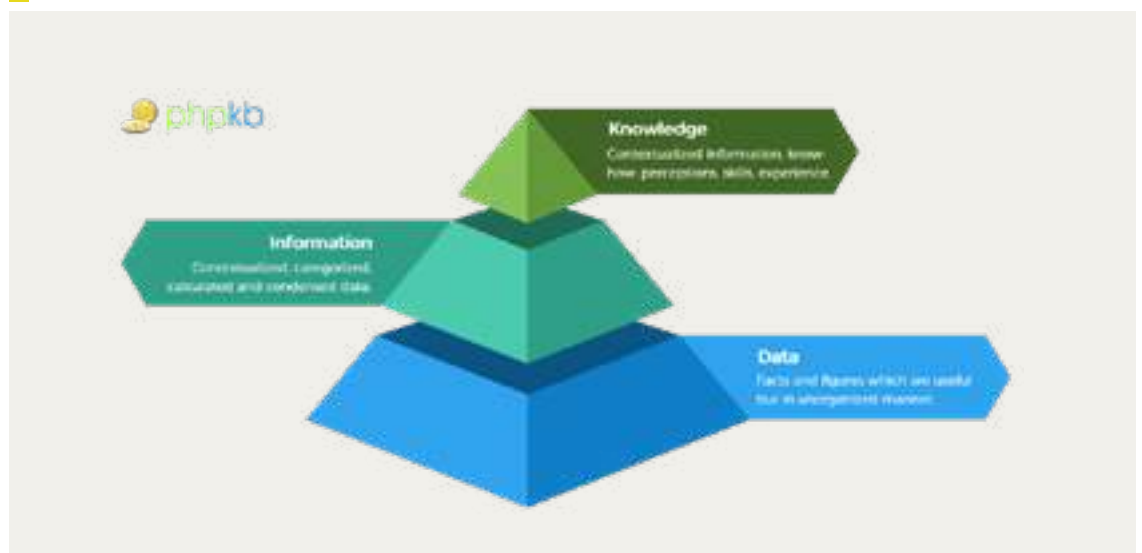
Italia



R-evolve es un proyecto Horizon financiado por la UE que tiene como objetivo acelerar la transición hacia una economía circular en el sector europeo del mueble. La iniciativa busca integrar modelos de negocio circulares, diseño sostenible, el uso de materiales de origen biológico o reciclados y herramientas digitales como el Pasaporte Digital de Producto (DPP). «R-evolve» involucra a toda la cadena de suministro del mueble, incluidos los consumidores privados, empresariales y públicos, y pone en marcha nueve proyectos piloto con fabricantes, minoristas y proveedores de servicios de toda Europa para probar las innovaciones propuestas. Para garantizar un impacto duradero, «R-evolve» tiene previsto desarrollar directrices prácticas, materiales de formación y una comunidad de prácticas para facilitar el intercambio de conocimientos y de buenas prácticas sobre la transición circular entre los distintos actores de la cadena de suministro, coordinada por FederlegnoArredo.



1



Dificultad de implementación: **Baja-Media**Viabilidad económica: **Media-Alta**

Ciencia de datos aplicada a la fabricación de muebles



Descripción

La ciencia de datos se refiere al análisis de datos para extraer conocimientos que las empresas pueden utilizar para tomar decisiones basadas en datos. Hoy en día, las empresas generan grandes cantidades de datos en cada etapa del proceso: desde las primeras fases del diseño del producto hasta la fabricación, pasando por todas las interacciones con clientes y proveedores. El análisis de estos datos puede ayudar a las empresas a obtener información sobre sus procesos y mejorar su rendimiento, tomar decisiones empresariales fundamentales e impulsar la innovación.

1 El camino de los datos al conocimiento ↔

Algunos de los datos generados por las empresas del sector de la fabricación de muebles incluyen: datos de la cadena de suministro, diseño y materiales de los productos, costes de producción, ventas y datos de los clientes. Además, las tecnologías del IoT pueden recopilar información adicional en tiempo real, como datos medioambientales (temperatura, niveles de ruido, contaminación o calidad del aire) o supervisión del proceso de fabricación (consumo de energía o agua, uso y estado de la maquinaria, detección de fallos y errores y métricas de eficiencia).

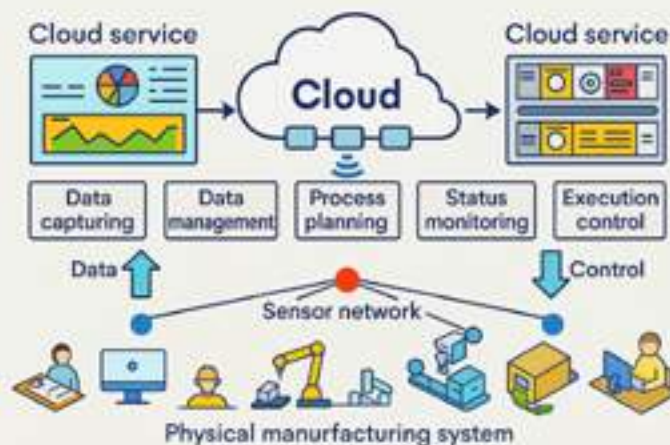
2 Arquitectura del sistema de fabricación basado en la nube
Mediante las técnicas de análisis adecuadas, se puede extraer información significativa de los datos. Cabe señalar que, independientemente del tipo de análisis aplicado, es importante garantizar la calidad de los datos introducidos, que deben

cumplir las siguientes características: precisión (cuán correctos o libres de errores son los datos), integridad (cantidad de datos que son correctos o completos), fiabilidad (coherencia de los datos con otras fuentes fiables), relevancia (si los datos son útiles y adecuados para la tarea) y actualidad (los datos están actualizados).

Una vez garantizada la calidad de los datos, su análisis puede ayudar a las empresas a tomar decisiones en muchos ámbitos diferentes. Dependiendo del resultado deseado, pueden ser necesarias diferentes técnicas analíticas. Estas técnicas pueden incluir análisis estadístico, procesamiento de datos, visualización de datos o algoritmos de inteligencia artificial.

3 Marco conceptual para la fabricación inteligente de muebles basado en tecnología impulsada por big data (Fuente: autor)

El sector de la fabricación de muebles puede beneficiarse del procesamiento de datos a lo largo de todo su ciclo de vida: diseñando y desarrollando nuevos productos alineados con las tendencias y necesidades de los clientes, midiendo la eficacia de las campañas y comprendiendo mejor el comportamiento y las preferencias de los clientes para aplicar estrategias más eficaces de fidelización y retención de clientes; pronosticando la oferta y la demanda, lo que permite planificar la producción en función de la demanda de los clientes y optimizar la logística y el transporte de los productos; garantizando la calidad de los productos fabricados mediante la supervisión en tiempo real del proceso de fabricación; aplicar algoritmos de detección de fallos para anticipar averías en las máquinas y evitar roturas, lo que conduce a un mantenimiento predictivo; o reducir el consumo de energía



Ciencia de datos aplicada a la fabricación de muebles

mediante algoritmos de gestión energética, reprogramando y optimizando los procesos.

Más allá de optimizar las operaciones y el diseño de productos, los datos también pueden aprovecharse para mejorar el desarrollo de la fuerza laboral mediante la formación basada en datos. Este enfoque representa otra aplicación estratégica de la ciencia de datos dentro de las organizaciones. Mediante el análisis de las métricas de rendimiento de los empleados, los datos de análisis del trabajo, las restricciones financieras y las aportaciones de las partes interesadas, las empresas pueden diseñar programas de formación específicos, eficientes y alineados con los objetivos empresariales. La formación basada en datos permite a los equipos de desarrollo humano identificar las carencias de habilidades, supervisar el progreso en tiempo real y evaluar la eficacia de las intervenciones formativas. No se trata solo de mejorar el contenido, sino de tomar decisiones más inteligentes y basadas en pruebas que conecten los resultados del aprendizaje directamente con el rendimiento empresarial.



Aplicación

Como se ha indicado anteriormente, existen muchas formas de aplicar las tecnologías de procesamiento de datos en el sector del mueble. Las fuentes de datos disponibles pueden combinarse y explotarse mediante diversas técnicas y proporcionar a las empresas mejoras en diferentes áreas. Entre estos avances se incluyen:

- Aplicaciones destinadas a **optimizar la eficiencia operativa del proceso de fabricación** mediante la supervisión basada en el IoT, el análisis de datos y la automatización. Estas tecnologías pueden utilizarse para la supervisión

continua y detallada de los procesos de producción, la detección de comportamientos anómalos, la mejora de la ciberseguridad industrial y el establecimiento de estrategias de mantenimiento predictivo para minimizar los tiempos de inactividad, aumentar la productividad y la calidad, y reducir los costes de mantenimiento y los residuos.

4 Tipos de mantenimiento (Fuente:)

- Aplicaciones para **optimizar la cadena de suministro de fabricación y distribución**. La previsión de ventas es fundamental para anticipar la demanda de los clientes finales y comerciales. El análisis de datos permite identificar los productos más vendidos, las tendencias del mercado y el comportamiento de los clientes con el fin de prever esta demanda futura. La información procedente de los sistemas ERP y las políticas de ventas también puede analizarse para identificar las tendencias de los clientes. Para que estas previsiones sean precisas, es necesaria la colaboración entre los equipos de ventas, marketing, operaciones y logística. Una vez obtenidas, las previsiones pueden aplicarse para optimizar los inventarios, evitando tanto la escasez como el exceso de existencias, y minimizar los costes de fabricación. En combinación con el mantenimiento predictivo de los equipos y las aplicaciones de control de calidad, se pueden identificar posibles problemas para evitar retrasos. De manera similar, cuando se combinan con algoritmos de optimización de rutas, pueden ayudar a optimizar la logística y la entrega, minimizando los costes de transporte y distribución.

5 Planificación de la cadena de suministro mediante análisis predictivo

- Aplicaciones relacionadas con la **sostenibilidad y la reducción de residuos**, que incluyen el procesamiento de datos para evaluar automáticamente el impacto medioambiental asociado a las diferentes etapas del ciclo de vida de los productos, o la huella de carbono de los productos. También pueden referirse a un análisis de los patrones

3



de generación de residuos, identificando oportunidades para reducir los residuos y aumentar el reciclaje.

- Aplicaciones relacionadas con el **control de calidad y la inspección**, basadas en datos de imágenes y sensores, procesados mediante aprendizaje automático (ML). Estas tecnologías pueden ayudar a detectar automáticamente irregularidades y defectos en los productos, garantizando la calidad del producto antes de su distribución.
- 6 **Diagrama esquemático del sistema de detección de defectos**
- Aplicaciones relacionadas con el **diseño y la creación de prototipos de productos**. Los **algoritmos de diseño generativo** pueden ayudar a los diseñadores a generar múltiples opciones basadas en instrucciones y reglas establecidas por ellos mismos, proporcionando nuevos enfoques de modelado. Estas tecnologías también permiten generar nuevos diseños basados en otros anteriores, inspirados en la naturaleza, utilizando formas complejas o modelando productos personalizados. Pueden proporcionar una amplia gama de resultados, permitiendo la modificación de parámetros como los materiales, las dimensiones o la funcionalidad.
- **Aplicación para mejorar el marketing y la experiencia del cliente**. El análisis de datos se puede aplicar a los perfiles de los clientes para realizar recomendaciones personalizadas de productos, adaptar las campañas de marketing y, en general, mejorar el servicio al cliente. El procesamiento del lenguaje natural (NLP) y las tecnologías de chatbot ofrecen la posibilidad de proporcionar asistencia al cliente las 24 horas del día, los 7 días de la semana.



Aspectos de implementación

Dificultad de implementación: Baja/Media

Dada la amplia naturaleza de las soluciones relacionadas con el procesamiento de datos en la fabricación, es difícil evaluar su dificultad de implementación. En general, existen tecnologías estables que proporcionan buenas soluciones para mejorar diferentes aspectos del proceso con poca dificultad. Si la solución implica algoritmos de inteligencia artificial, una de las principales dificultades radica en proporcionar al sistema datos suficientemente precisos para entrenar los algoritmos.

Viabilidad económica: Media-Alta

El coste relacionado con la implementación de la solución dependerá de las licencias de software, los costes de desarrollo o personalización y, especialmente, de las diferentes necesidades de hardware (que pueden ir desde dispositivos IoT de bajo coste hasta robótica o maquinaria automatizada). En cada caso, se debe realizar un análisis de viabilidad económica para evaluar los beneficios económicos y las reducciones de costes conseguidos (mediante la optimización del mantenimiento, la minimización de existencias, etc.) y calcular el retorno de la inversión de la implementación.

Factores humanos

Las tecnologías de procesamiento de datos pueden suscitar ciertas preocupaciones entre los trabajadores, como el temor por sus puestos de trabajo y cuestiones relacionadas con la privacidad. Los trabajadores pueden temer que estas nuevas tecnologías, como la automatización o la inteligencia artificial, pongan en peligro sus puestos de trabajo. Sin embargo, estas tecnologías también pueden crear nuevas oportunidades

4



Ciencia de datos aplicada a la fabricación de muebles

laborales, como la operación y el mantenimiento de nueva maquinaria o la comprensión y el aprovechamiento del análisis de datos. Para fomentar una transición fluida, es fundamental comunicar de forma proactiva que estas herramientas están diseñadas para apoyar, y no para sustituir, la experiencia humana. Los programas de formación pueden ayudar a los trabajadores a adaptarse a las nuevas oportunidades y mitigar los desplazamientos laborales.

En lo que respecta a la privacidad, el uso del análisis de datos implica la recopilación y el procesamiento de grandes cantidades de datos, que pueden incluir información personal de los trabajadores. Es fundamental garantizar que la información recopilada se maneje de forma ética y de conformidad con la normativa de privacidad. Comprender claramente qué información se recopila, cómo se va a utilizar y cuál es el propósito de dicho análisis también será beneficioso para la aceptación de estas soluciones. La transparencia, el consentimiento informado y el cumplimiento del RGPD son pilares esenciales de la gobernanza ética de los datos.

Al mismo tiempo, las tecnologías de procesamiento de datos también pueden mejorar las condiciones de trabajo al aumentar su seguridad mediante la predicción de posibles peligros y la prevención de accidentes mediante la supervisión de las instalaciones. También pueden mejorar la ergonomía y reducir el esfuerzo físico mediante la automatización u optimización de tareas de alto riesgo o repetitivas.

En resumen, la implementación exitosa de las tecnologías de procesamiento de datos depende no solo del despliegue técnico, sino también de la creación de confianza digital, la protección de los derechos de los trabajadores y la incorporación de un diseño centrado en el ser humano en todos los sistemas y flujos de trabajo.

Factores medioambientales

Existen varios factores medioambientales que favorecen la adopción de tecnologías de procesamiento de datos en el sector.

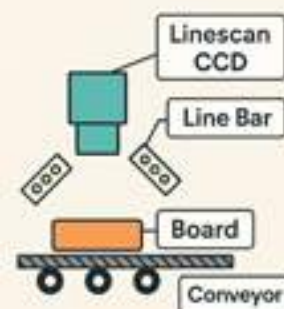
Por ejemplo, estas tecnologías pueden mejorar la eficiencia de los recursos consumidos. Las tecnologías de procesamiento de datos tienen la capacidad de optimizar el uso de los materiales, reducir los residuos y minimizar la huella de

carbono de los procesos de fabricación. El análisis de los datos de producción permite identificar las áreas en las que se pueden utilizar los recursos de forma más eficiente. Además, la supervisión de la maquinaria y las plantas de producción permite una mejor gestión del consumo energético, lo que aumenta su eficiencia y reduce las emisiones de gases de efecto invernadero.

Estas tecnologías también respaldan la implementación del Ecodiseño, evaluando el impacto de los diferentes procesos a lo largo de todo el ciclo de vida de los productos y materiales, y de los principios de la economía circular, realizando un seguimiento a lo largo de toda la cadena de suministro y facilitando sus procesos de reciclaje y suprarreciclaje. Los residuos también se pueden gestionar de manera más eficiente mediante la identificación de las fuentes y los tipos de residuos generados, para optimizar las actividades de reciclaje y eliminación.

Por último, las tecnologías de procesamiento de datos pueden ayudar a los fabricantes a cumplir con la normativa medioambiental, simplificando y generando automáticamente informes sobre diversos parámetros e indicadores medioambientales, y apoyando los procesos de certificación medioambiental y el cumplimiento de las normas industriales.

Sin embargo, en el núcleo del procesamiento de datos se encuentra una infraestructura física de servidores, dispositivos de almacenamiento, equipos de red y sistemas de refrigeración, ubicados en su mayoría en centros de datos centralizados o periféricos. Estas instalaciones requieren una cantidad significativa de electricidad y agua para funcionar, no solo para alimentar las tareas informáticas, sino también para mantener la refrigeración y garantizar la redundancia. La fase de fabricación del hardware también conlleva un coste medioambiental considerable durante la extracción y el refinado de los materiales utilizados (metales, tierras raras, etc.) y los componentes (electrónica, etc.). Además, los rápidos ciclos de obsolescencia del hardware informático (a menudo de 3 a 5 años) agravan la generación de residuos electrónicos,








muchos de los cuales no se reciclan adecuadamente debido a su complejidad.

Una de las aplicaciones del procesamiento de datos que más energía consume es la inteligencia artificial y el aprendizaje automático, pero un área de impacto cada vez mayor es el almacenamiento y la redundancia de datos. Esta información almacenada pero no utilizada contribuye a la carga de los servidores y al consumo de energía sin añadir valor.

■ Alineación con certificaciones y normativas

Existen varias normativas y certificaciones que se aplican a la industria de la fabricación de muebles y que pueden estar relacionadas con las tecnologías de procesamiento de datos.

Por ejemplo:

- Pueden ayudar a los fabricantes a cumplir con las certificaciones y normativas medioambientales, como el Reglamento sobre productos sostenibles de la UE (ESPR ) y generar pasaportes digitales de productos (DPP)
- El Reglamento general de protección de datos (GDPR ) debe tenerse en cuenta a la hora de gestionar la información de los clientes o los trabajadores
- Las normas de ciberseguridad ayudan a mantener la integridad de los datos y a prevenir violaciones de la seguridad. (Serie de normas ISA/IEC 62443 - ISA ) (Directiva NIS2: nuevas normas sobre ciberseguridad de las redes y los sistemas de información | Configurando el futuro digital de Europa ) (Ley de Ciberresiliencia | Configurando el futuro digital de Europa 71



Soluciones



Mantenimiento predictivo de maquinaria industrial

DRIBIA

España ⇄

Detección de comportamientos anómalos en maquinaria basada en el aprendizaje automático con el objetivo de aumentar la productividad, reducir los residuos, mejorar la calidad del producto y reducir el tiempo y los costes asociados a las reparaciones, el mantenimiento, las interrupciones y las paradas de las máquinas. El sistema puede identificar condiciones que no son óptimas o que pueden provocar paradas de las máquinas.



Sistema de gestión de almacenes

Software TESY

Italia ⇄

TLog es un software WMS que controla todas las entidades fundamentales del entorno del almacén. Supervisa la recepción, carga y entrega de productos, mejora el rendimiento de la gestión del almacén con un etiquetado inteligente de productos y ubicaciones, gestiona las prioridades y agiliza los procesos, y maximiza la eficiencia de los operarios guiándolos en la recogida de materiales.



Optimización de la cadena de suministro

AIMMS

Países Bajos ⇄

La aplicación SC Navigator para el diseño de redes de suministro permite visualizar la cadena de suministro actual, optimizar los flujos y simular escenarios teniendo en cuenta los cambios en la demanda, las interrupciones en las ubicaciones y los modos de transporte. La herramienta tiene como objetivo optimizar los costes, los niveles de servicio y la huella de carbono.



Fabricación bajo demanda y automatización de la cadena de suministro

LectraFrancia

⇄

Lectra ofrece Furniture On Demand, una solución integral para automatizar los procesos de producción y la cadena de suministro en el sector del mueble. Conecta los componentes de la sala de corte, automatiza los flujos de trabajo y permite la toma de decisiones basada en datos para mejorar la eficiencia y el crecimiento. La plataforma favorece la personalización y la sostenib-

ilidad al optimizar el uso de materiales y permitir una fabricación flexible y bajo demanda.



Preprocesamiento de datos en tiempo real e interconectividad

Node-RED / Flowfuse

Estados Unidos ⇄

Node-RED / Flowfuse aborda los principales retos del IoT industrial proporcionando un entorno visual basado en flujos que simplifica la integración, la gestión y la automatización de los dispositivos conectados. Permite la recopilación fluida de datos de diversos sensores, el análisis en tiempo real en el borde, la traducción de protocolos y la conectividad segura a la nube, lo que facilita el rápido desarrollo de soluciones escalables y fáciles de mantener.



Formación basada en datos para un aprendizaje personalizado

Rapl

Estados Unidos ⇄

Rapl es una plataforma de formación basada en datos diseñada para acelerar el desarrollo de la plantilla mediante un aprendizaje personalizado y basado en el rendimiento. Mediante el uso de algoritmos y análisis, identifica las carencias en las habilidades y ofrece contenidos específicos adaptados a las necesidades individuales. Los responsables de formación y desarrollo obtienen información en tiempo real sobre el progreso de los alumnos, lo que les permite intervenir de forma precisa y eficaz. Rapl transforma la formación corporativa, pasando de presentaciones pasivas a experiencias de aprendizaje dinámicas y cuantificables. El resultado: una adquisición más rápida de habilidades, un mejor rendimiento y un equipo preparado para el futuro.



Ejemplos

**SIMON***España*

GOIA es una herramienta diseñada a medida para la predicción de la demanda de los clientes. Combina la predicción con la inteligencia artificial, utilizando herramientas de «analista en el bucle» para tener en cuenta la experiencia y la capacidad de juicio de los operadores. Esto mejora la calidad y la confianza en los resultados, así como la capacidad de adaptación a problemas inesperados.

**Blum***Austria*

Blum fabrica sistemas de bisagras, elevadores y guías, así como las herramientas de montaje adecuadas para la industria de la fabricación de armarios y muebles. Craftsman ha desarrollado una infraestructura de big data para múltiples casos de uso en análisis predictivo y control de calidad, con el fin de mejorar el proceso de toma de decisiones basado en datos, la planificación de la producción y la obtención de información relevante para la cadena de suministro.

**Moldeados ABI***Canadá*

La solución de gestión de inventario MRPeasy ayudó a ABI Mouldings a adaptarse a un aumento aproximado del 75 % en el volumen de producción en un periodo de unos dos años. La aplicación resultó ser una ayuda crucial tanto en la gestión de la cadena de suministro, los pedidos y el inventario, como en la planificación anticipada de la producción.

**IKEA***Suecia*

IKEA Kreativ utiliza inteligencia artificial y computación espacial para transformar las fotos de los usuarios en modelos de habitaciones en 3D editables. Permite la visualización personalizada de los productos, admite el diseño generativo para la planificación de interiores y mejora la experiencia del cliente y la eficacia del marketing, reduciendo los residuos derivados de la creación de prototipos físicos y alineándose con las tendencias de personalización digital.

**Unilin (+ Robovision)***Bélgica*

El Grupo Unilin utiliza sistemas de visión basados en inteligencia artificial para detectar defectos sutiles en placas laminadas a altas velocidades (100/min), automatizando el control de calidad, aumentando el rendimiento y mejorando la eficiencia. Los modelos de aprendizaje profundo mejoran continuamente al aprender de nuevos datos sobre defectos y patrones, son fáciles de reentrenar y admiten una implementación escalable en diferentes productos y líneas.

**Amcor***Suiza*

Amcor, líder mundial en el desarrollo y la producción de envases responsables, ya estaba recopilando una gran cantidad de datos de sus 23 instalaciones con un sistema SCADA tradicional. Sin embargo, la falta de visibilidad, estandarización y automatización impedía a la empresa sacar el máximo partido a esos datos. Con el fin de mejorar el rendimiento de la línea, Amcor creó un conjunto de sistemas de ejecución de la fabricación en el borde utilizando AVEVA System Platform para permitir a los equipos medir y realizar un seguimiento constante de los datos de producción. Se trata de un excelente ejemplo de cómo aprovechar mejor los datos recopilados transformándolos en información significativa.



Dificultad de implementación: **Baja/Media**Viabilidad económica: **Media-Alta**

Interoperabilidad entre humanos y máquinas






Descripción

La digitalización de la industria manufacturera implica tecnologías como el Internet de las cosas (IoT), la inteligencia artificial (IA) y el big data. Para que las empresas puedan aprovechar al máximo las oportunidades que ofrecen estas tecnologías, es necesario implementar interfaces ágiles y fáciles de usar.

1 *Pantallas táctiles para la fabricación. Creador: Leif Juergensen | Crédito: Leif Juergensen Copyright: Leif Juergensen.*

La implementación de esta digitalización plantea varios retos:

- **Conectividad:** el entorno presenta fuentes de datos heterogéneas, incluyendo dispositivos, maquinaria o sistemas heredados, lo que da lugar a la necesidad de combinar diferentes protocolos y formatos para permitir la interoperabilidad. Para abordar este reto, las normas de interoperabilidad y las tecnologías habilitadoras, como OPC UA (Arquitectura Unificada), MQTT, LwM2M y las API REST, desempeñan un papel fundamental.
- **Coste:** la transformación digital conlleva importantes inversiones iniciales en tecnologías, licencias de software, infraestructura, desarrollos y personal especializado.
- **Escalabilidad:** los sistemas digitales deben ser capaces de hacer frente a las crecientes demandas, en términos de requisitos, datos o cargas de procesamiento.
- **Interacción con los seres humanos:** Las interfaces humano-máquina (HMI) y las tecnologías de visualización son fundamentales para la transformación digital de las organizaciones, ya que constituyen el punto de conexión entre los usuarios y las tecnologías. Debe garantizarse la fiabilidad de estas HMI (mediante redundancia, mecanismos a prueba de fallos y principios de diseño de UI/UX) para lograr interacciones coherentes y sin errores en los flujos de trabajo críticos.
- **Ciberseguridad:** a medida que los sistemas están cada vez más interconectados, se vuelven más vulnerables a las violaciones de datos, los accesos no autorizados o las interrupciones del sistema. Normas de ciberseguridad (como ISA/IEC 62443 (Serie de normas ISA/IEC 62443 - ISA ) , la directiva NIS2 (Directiva NIS2: nuevas normas sobre ciberseguridad de las redes y los sistemas de información | Configurando el futuro digital de Europa ) o la Ley de Ciberresiliencia (Ley de Ciberresiliencia | Configurando el futuro digital de Europa )) permiten mitigar estos riesgos y proteger tanto los datos como los sistemas.

En este último aspecto, la Industria 5.0, basada en tecnologías de digitalización, presenta un enfoque más centrado en el ser humano, con tres pilares básicos: seguridad, fiabilidad y diseño centrado en el ser humano. El objetivo es facilitar la

colaboración inteligente entre humanos y máquinas, combinando la inteligencia y la creatividad humanas con máquinas eficientes, inteligentes y precisas.

2 *Pilares de la Industria 5.0*

Según la Unión Europea, la Industria 5.0 «ofrece una visión de la industria que va más allá de la eficiencia y la productividad como únicos objetivos y refuerza el papel y la contribución de la industria a la sociedad». También «sitúa el bienestar del trabajador en el centro del proceso de producción y utiliza las nuevas tecnologías para proporcionar prosperidad más allá del empleo y el crecimiento, respetando al mismo tiempo las limitaciones de los recursos del planeta».

En relación con las HMI y la interoperabilidad entre humanos y tecnologías, las interfaces deben diseñarse para que sean intuitivas y fáciles de usar. Los operadores deben poder interactuar sin problemas con sistemas cada vez más complejos. La experiencia del usuario (UX) y los diseños centrados en el usuario (UCD) sitúan a los usuarios en el centro del diseño de la interfaz. Por ejemplo, los marcos ágiles de UX permiten realizar ajustes rápidos en el diseño basándose en los comentarios de los usuarios, lo que permite a los operadores participar en la fase de diseño de la HMI. Estos diseños centrados en el operador minimizan la curva de aprendizaje, reducen el tiempo de formación y aumentan la productividad de los trabajadores.

En el caso de la supervisión y el control de los procesos de fabricación, las HMI proporcionan a los operadores información en tiempo real sobre el funcionamiento de las máquinas, las líneas de producción o los sistemas. El software de visualización garantiza que todos los datos que se recopilan se presenten en un formato inteligible, completo y procesable. Estas interfaces visuales pueden incorporar algoritmos de IA para ayudar a los operadores en sus procesos de toma de decisiones, analizando grandes cantidades de datos y proporcionando información que, combinada con su experiencia, puede ser utilizada por los operadores para tomar las decisiones finales.

3 *Interacción humano-máquina: programación del comportamiento de los robots*

Por último, en lo que respecta al diseño ergonómico de las interfaces para garantizar la comodidad y la seguridad de los trabajadores, existe una amplia gama de interfaces físicas que pueden aplicarse para reducir el esfuerzo físico, como pantallas táctiles, comandos de voz y controles gestuales. Estas tecnologías también promueven la accesibilidad y la inclusión en la fuerza laboral al adaptarse a los usuarios con discapacidades visuales, motoras o auditivas, garantizando la igualdad de acceso a los sistemas digitales.

Interoperabilidad entre humanos y máquinas



Aplicación

El uso de las plataformas de visualización y HMI adecuadas puede mejorar la eficiencia, la seguridad y la productividad del proceso de fabricación.

Diseño colaborativo

En el contexto de la Industria 5.0 y la interacción humano-máquina, el diseño colaborativo desempeña un papel fundamental en el desarrollo de interfaces humano-máquina (HMI) intuitivas y eficientes. Este enfoque implica que múltiples agentes trabajen juntos en tiempo real para crear conjuntamente interfaces que sean funcionales, ergonómicas y se ajusten a las necesidades de los usuarios. Al compartir conocimientos y opiniones a lo largo del proceso de diseño, los equipos pueden garantizar que los sistemas resultantes favorezcan la productividad, la seguridad y la satisfacción de los usuarios.

4 Interfaces humano-máquina para el diseño colaborativo [↔ Detalles de la licencia](#)

Monitorización en tiempo real e histórico

Durante el proceso de producción, las HMI pueden minimizar el tiempo de inactividad y optimizar la eficiencia de la producción. En situaciones en las que es fundamental minimizar la latencia, la integración de tecnologías de computación periférica permite una toma de decisiones más rápida. Permiten la visualización de datos en tiempo real (supervisión del rendimiento de la maquinaria o seguimiento de las métricas de producción) y el control de la maquinaria (ajuste de la configuración según sea necesario). La visualización de los datos relevantes (recogidos por los sistemas de supervisión y procesados por algoritmos de análisis de datos), presentados a los operadores en un formato fácil de usar y completo, les permite seguir correctamente el proceso de producción, actuar en función de la información presentada y tomar decisiones informadas. Esta información se puede aplicar a:

- Mejorar la eficiencia del proceso de fabricación.
- Reducir los residuos generados durante el proceso de fabricación.
- Realizar operaciones de control de calidad y detec-

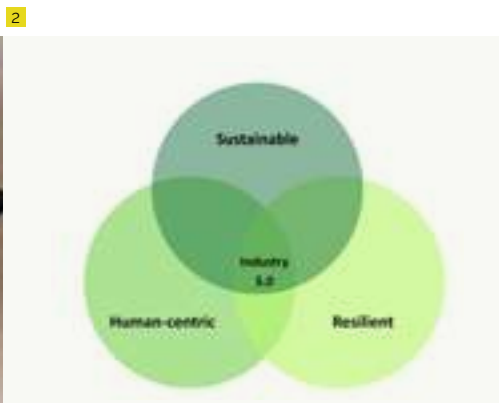
tar defectos en una fase temprana del proceso.

- Identificar los cuellos de botella y optimizar los flujos de trabajo de producción, para mejorar la eficiencia de las operaciones y reducir el tiempo de inactividad.
- Supervisar y gestionar el consumo energético, contribuyendo a prácticas de fabricación más sostenibles y reduciendo la huella de carbono de las operaciones.
- Realización de operaciones de mantenimiento remoto basadas en notificaciones de alarmas y problemas, e integración de herramientas de chat y funciones para compartir pantalla, con el fin de permitir la colaboración entre los operadores in situ y los técnicos remotos para resolver rápidamente los problemas.

Colaboración entre humanos y robots

Las HMI facilitan la colaboración entre humanos y robots (colaboración humano-robot, HRC) al proporcionar interfaces que permiten a los operadores programar y controlar fácilmente los sistemas robóticos. El objetivo no es sustituir a los trabajadores humanos, sino enfatizar la importancia de la cooperación y la complementariedad aprovechando sus respectivas fortalezas. Por un lado, los humanos pueden aplicar el razonamiento basado en la experiencia, reaccionar ante problemas inesperados y emitir juicios basados en información incompleta o ambigua. Físicamente, los seres humanos pueden realizar tareas manuales complejas y precisas, así como aquellas que requieren destreza. Por otro lado, los robots y las máquinas pueden realizar tareas pesadas, funcionar de forma continua y ejecutar tareas repetitivas con una calidad constante. Además, pueden trabajar en entornos peligrosos, como entornos tóxicos o bajo temperaturas extremas. No obstante, la HRC plantea varios retos, entre ellos los riesgos de seguridad y la ergonomía. Debe garantizarse una interacción segura cuando los robots y los seres humanos comparten el mismo espacio, mediante la supervisión de la posición, la prevención de colisiones, las paradas de emergencia y las medidas de protección. También deben diseñarse interfaces intuitivas y ergonómicas para minimizar la fatiga, reducir los riesgos y mejorar la comodidad del usuario.

5 Dependencias en la colaboración entre humanos y robots. [↔ Detalles de la licencia](#). Creadores: Jeshwitha Jesus Raja, Meenakshi Manjunath, Philipp Kranz, Fabian Schirmer, Marian



Daun. Derechos de autor: © 2023 Los derechos de autor de este artículo pertenecen a sus autores. Uso permitido bajo la licencia Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0). ➔

Formación y desarrollo de habilidades

Las HMI intuitivas minimizan la curva de aprendizaje y facilitan el uso de maquinaria compleja por parte de los nuevos operadores mediante pantallas táctiles interactivas, ayudas visuales e instrucciones paso a paso. También pueden incorporar tutoriales interactivos y simulaciones que proporcionan una experiencia de formación práctica. Se pueden configurar entornos virtuales para realizar prácticas antes de que los operadores manejen el equipo real, lo que aumenta su confianza. Las HMI también pueden realizar un seguimiento del rendimiento de los operadores durante la formación, identificando las áreas que necesitan un mayor desarrollo.

6 Simulación de realidad virtual



Aspectos de implementación

■ Dificultad de implementación: Baja/Media

La dificultad de implementación de las HMI para la industria del mueble es baja si se tienen en cuenta las soluciones ya disponibles en el mercado, como el diseño de interfaces fáciles de usar para que los operadores controlen maquinaria compleja. Sin embargo, para aplicaciones más cercanas a la Industria 5.0, aún quedan varios retos por afrontar: la madurez del desarrollo y los costes de implementación de las tecnologías, el diseño centrado en las personas de los productos y procesos, los niveles de cualificación actuales de los trabajadores o las cuestiones de seguridad que plantea la personalización del análisis de las HMI y el aumento de la recopilación de datos.

■ Viabilidad económica: Media-Alta

La viabilidad económica del desarrollo de las HMI para la industria del mueble depende del tipo de solución y de los costes de inversión asociados, que pueden variar considerablemente, especialmente si se tiene en cuenta la adquisición de nuevos componentes de hardware. No obstante, las nuevas soluciones HMI pueden mejorar la productividad y la eficiencia del proceso de fabricación, lo que ayuda a superar estos costes iniciales. Por este motivo, el proceso de toma de decisiones requiere una planificación financiera cuidadosa y un análisis del retorno de la inversión.

■ Factores humanos

Un principio fundamental de la Industria 5.0 es situar al ser humano en el centro del progreso tecnológico mediante interfaces intuitivas, supervisión asistida y mejoras en ergonomía, comodidad y seguridad. Las interfaces humano-máquina (HMI) ofrecen múltiples ventajas, ya que crean entornos de trabajo más accesibles y menos exigentes. Facilitan la incorporación, reducen las curvas de aprendizaje y favorecen la contratación de talento con competencias digitales. El personal existente puede mejorar sus habilidades mediante la formación en interfaces digitales, interpretación de datos y colaboración con sistemas automatizados.

Aunque pueda surgir la preocupación de que la robótica y la nueva maquinaria puedan reducir la plantilla, el objetivo de la Industria 5.0 no es la sustitución, sino una colaboración significativa entre las capacidades humanas y la precisión de las máquinas. Esta sinergia permite a las organizaciones combinar la creatividad y el criterio con la consistencia y la velocidad de la automatización, optimizando las operaciones y contribuyendo a crear entornos de producción sostenibles y centrados en las personas.

■ Factores medioambientales

En la fabricación de muebles, las HMI ofrecen ventajas medioambientales. Optimizan la maquinaria, reducen el consumo energético y la huella de carbono, al tiempo que mejoran la

4



6



precisión, el control y la eficiencia del mantenimiento, lo que reduce los residuos. La mejora en la recopilación y el análisis de datos también ayuda a supervisar el impacto y garantizar el cumplimiento de la normativa. En conjunto, estas prácticas favorecen una producción sostenible y responsable.

Los retos siguen ahí. El hardware de las HMI incluye pantallas, sensores, procesadores, cámaras y, en ocasiones, dispositivos biométricos o neuronales. Estos dependen de tierras raras, metales preciosos y plásticos de ingeniería, cuya extracción consume mucha energía, emite contaminantes y es difícil de reciclar. La fabricación suele implicar salas blancas, fabricación de precisión y circuitos multicapa, todos ellos procesos que consumen muchos recursos. A medida que las HMI se vuelven más sofisticadas, su reparación, reutilización y reciclaje se hacen más difíciles.





Desde el punto de vista operativo, las HMI consumen poca energía en comparación con los centros de datos o la robótica, pero su integración en sistemas siempre activos genera un uso continuo en modo de espera. Las HMI basadas en voz y visión suelen depender del procesamiento en tiempo real y la inteligencia artificial basada en la nube, lo que vincula su huella a infraestructuras externas como los centros de datos.

Otra preocupación es la corta vida útil y las altas tasas de sustitución, especialmente en productos electrónicos de consumo como teléfonos inteligentes, tabletas y dispositivos portátiles, que suelen sustituirse cada dos o tres años. Los diseños no modulares dificultan el desmontaje y la recuperación de materiales valiosos, lo que aumenta los residuos electrónicos.

Es esencial equilibrar los beneficios humanos y medioambientales de las HMI con sus costes materiales y energéticos. El diseño sostenible, los ciclos de vida más largos y las prácticas circulares pueden maximizar el papel de las HMI en el avance de la Industria 5.0, al tiempo que se promueve la responsabilidad medioambiental.

■ Alineación con certificaciones y normativas

Existen varias normativas y certificaciones que se aplican a las HMI utilizadas en el proceso de fabricación de muebles, como, por ejemplo:

- El almacenamiento y el tratamiento de la información personal por parte de las HMI deben cumplir con el Reglamento General de Protección de Datos (RGPD )
- Las HMI también deben cumplir con las normas y regulaciones de ciberseguridad para garantizar la protección de los datos y evitar violaciones de seguridad (como ISA/IEC 62443 (Serie de normas ISA/IEC 62443 - ISA ) , para proteger los sistemas de control industrial; Directiva NIS2 (Directiva NIS2: nuevas normas sobre ciberseguridad de las redes y los sistemas de información | Configurando el futuro digital de Europa ) , normativa de la UE sobre infraestructuras críticas; o Ley de Ciberresiliencia (Ley de Ciberresiliencia | Configurando el futuro digital de Europa ) , normas de ciberseguridad para productos digitales vendidos en Europa).





Soluciones



Interfaces Humano-Máquina

Schneider Electric

Francia ↔

Fáciles de instalar, configurar y manejar, las HMI de Schneider Electric proporcionan una forma sencilla y eficaz de conectar sistemas, recopilar datos y presentar información de forma comprensible. Adecuadas para sectores como la fabricación de muebles, ofrecen una amplia gama de soluciones, desde los terminales gráficos más pequeños hasta los PC industriales.



HMI/Scada System

Beijer Electronics

Suecia ↔

Soluciones HMI avanzadas para mejorar la experiencia del usuario, sistemas de automatización escalables para aumentar la eficiencia y reducir los costes, y sólidas herramientas de digitalización, que garantizan un valor a largo plazo y adaptabilidad en todos los sectores. Ofrecen soluciones personalizables basadas en iX para aplicaciones industriales y soluciones HMI basadas en web con widgets intuitivos para el diseño de interfaces de usuario, integración perfecta y soluciones compatibles con dispositivos móviles.



A-Sphere HMI Platform

Alphagate

Alemania ↔

La plataforma HMI A-Sphere (conocida desde 2025 como RANA) ofrece una solución personalizable para la industria de la maquinaria. A-Sphere permite crear fácilmente interfaces humano-máquina sin necesidad de conocimientos de programación. Es independiente del PLC e integra a la perfección diversos sistemas. Compatible con la inteligencia artificial y la realidad aumentada (RA), permite a las empresas integrar fácilmente innovaciones como el mantenimiento basado en la inteligencia artificial o la formación con apoyo de la realidad aumentada.



AVEVA InTouch HMI

Aveva

Gran Bretaña ↔

AVEVA InTouch HMI es un potente software de visualización que ayuda a los operadores a optimizar las interacciones con los sistemas de automatización industrial. La edición Unlimited ofrece licencias ilimitadas, cumplimiento normativo, informes de turnos y análisis avanzado de procesos con un historial

preciso, lo que mejora el rendimiento en los procesos industriales y de fabricación.



Infonet

Mirmit

España ↔

Infonet es un software de gestión industrial para el sector del mueble. Permite supervisar en tiempo real la productividad en todo tipo de estaciones de trabajo, tanto manuales como automatizadas, cubriendo procesos que van desde la transformación hasta la manipulación. Supervisa la productividad en tiempo real, identifica cuellos de botella, optimiza los flujos de trabajo y mejora la eficiencia. Ofrece una trazabilidad completa de los pedidos, las actividades de los operadores y los movimientos de inventario, con una personalización flexible y una fácil integración a través de API.



Sistema de guía para máquina cortadora de paneles para el operador

Homag Group AG

Alemania ↔

IntelliGuide es un sistema modular de asistencia al operador para sierras divisoras de paneles, que cuenta con software interactivo, señales LED, cámaras y proyecciones láser para guiar a los operadores paso a paso, evitar errores y optimizar el flujo de trabajo. Mejora la ergonomía, la seguridad y la eficiencia, adaptándose de forma inteligente a las acciones del operador y facilitando una interacción intuitiva entre el ser humano y la máquina.



Ejemplos



Bona

Suecia



Bona AB suministra productos para la instalación, el mantenimiento y la renovación de suelos de madera. Bona se decantó por una solución de automatización de Beijer Electronics con paneles de operador HMI para controlar la maquinaria utilizada en su proceso de fabricación. Se eligió el sistema de control remoto por su velocidad, las ventajas de su sencilla configuración y la fiabilidad asociada a sus potentes funciones de diagnóstico.



Glaston

Finlandia



Glaston es un proveedor líder de tecnologías y servicios de procesamiento de vidrio para diversas industrias, como la del mueble. Se desarrolló una solución HMI orientada al usuario, con una integración perfecta de las máquinas para una mayor eficiencia, un diseño UX/UI fácil de usar para un funcionamiento sencillo y una rápida incorporación, y el desarrollo de aplicaciones con funciones como el análisis de procesos y la asistencia para el mantenimiento para facilitar las operaciones.



Fecken-Kirfel

Alemania



Desarrollo de una interfaz gráfica de usuario (HMI) web innovadora y de alta calidad gráfica. El desarrollo de la HMI debía realizarse dentro de la empresa. El WebIQ Designer de Smart-HMI permite crear interfaces de usuario dinámicas 100 % basadas en web con poco código, simplemente arrastrando y soltando. La herramienta se utilizó para el desarrollo interno, mientras que Smart HMI solo proporcionó asistencia selectiva.



Nowy Styl

Polonia



La fábrica de Nowy Styl produce miles de componentes de mobiliario únicos por turno, lo que requiere soluciones HMI avanzadas como powerTouch de Homag y un MES robusto como Wood Factory de Homag. Los operadores utilizan las HMI para supervisar la producción, gestionar los datos de las piezas, supervisar la automatización y adaptarse rápidamente a los cambios, lo que garantiza una fabricación eficiente y personalizada.



Cadorin

Italia



Cadorin ha implementado la línea de mecanizado SCM «celaschi tmc», que cumple totalmente con los estándares de la Industria 4.0. Esta solución incluye un sistema HMI que simplifica la interacción del operador y proporciona un control en tiempo real de los datos de producción. Permite un procesamiento muy flexible, adaptado a las necesidades de fabricación artesanales pero avanzadas de Cadorin. La integración mejora la trazabilidad, la eficiencia y la precisión. Esta colaboración refleja un compromiso compartido con la artesanía sostenible y de alta calidad.



Ardis Perform + Silva

Bélgica



La entrada del blog ARDIS sobre Silva destaca cómo la implementación de PERFORM transformó la gestión de la producción. Cada estación de trabajo cuenta ahora con una pantalla interactiva con listas de tareas actualizadas en tiempo real, lo que garantiza una comunicación clara, incluso para los que no son hablantes nativos. La interfaz humana permite a los gerentes asignar, reimprimir de forma interactiva bajo demanda y reordenar las prioridades de las tareas de forma remota, lo que reduce el caos y mejora la coordinación en toda la planta de producción.

10

1



Dificultad de implementación: **Media**
 Viabilidad económica: **Media**

AloT para la fabricación inteligente



Descripción

La AloT, o inteligencia artificial de las cosas, es la integración de las tecnologías de inteligencia artificial (IA) con la infraestructura del Internet de las cosas (IoT). Esta combinación mejora las capacidades de los dispositivos IoT al permitirles analizar datos en el borde, tomar decisiones y aprender de la experiencia sin intervención humana. La computación en el borde es un paradigma de computación distribuida que acerca las capacidades computacionales a la fuente de datos, como los dispositivos IoT o los usuarios, para reducir la latencia y mejorar el rendimiento. La AloT, junto con la computación periférica, tiene como objetivo crear operaciones de IoT más eficientes, mejorar las interacciones entre humanos y máquinas y mejorar la gestión y el análisis de datos.

1 Gráfico del valor comercial de los datos basados en IoT e IA
 Los componentes clave de la AloT son los siguientes:

- **Dispositivos IoT:** sensores, actuadores y otros dispositivos que recopilan, procesan y transmiten datos.
- **Conectividad:** abarca las redes y los protocolos que permiten a los dispositivos IoT comunicarse entre sí y con los sistemas centrales.
- **Procesamiento de datos:** los algoritmos de IA procesan los datos recopilados por los dispositivos IoT para extraer información significativa.
- **Computación en la nube:** proporciona la infraestructura necesaria para almacenar y procesar grandes volúmenes de datos.

- **Computación periférica:** facilita el procesamiento de datos cerca de la fuente de generación de datos, lo que reduce la latencia y el uso del ancho de banda.

2 Ejemplo de una red IoT (Fuente: HMS Networks)

La AloT ya ha dado lugar a numerosas aplicaciones industriales. Un ejemplo es el control autónomo de las instalaciones de producción. Otras áreas son la optimización logística o la gestión del mantenimiento predictivo.

A pesar de su prometedor potencial, uno de los principales retos es la interoperabilidad. Muchas empresas utilizan dispositivos y plataformas IIoT (Internet industrial de las cosas) de diferentes fabricantes, que no siempre son totalmente compatibles entre sí. Esto complica la implementación de soluciones AloT integradas y requiere interfaces y protocolos estandarizados. Una plataforma AloT bien elegida facilita la integración de nuevos dispositivos, permite un fácil escalado y admite la adaptación flexible de una estrategia IoT. También permite la integración con otros sistemas y tecnologías, como los sistemas ERP o CRM, incorporando así las tecnologías IIoT a los procesos empresariales existentes.

Otro aspecto crítico es la preparación de los datos. En los entornos de IoT, la calidad de los datos suele ser inferior a lo que las empresas suponen. La aplicación de la IA a datos preparados de forma inadecuada produce modelos deficientes que no ofrecen los resultados esperados. Por lo tanto, es fundamental preparar y enriquecer los datos de forma adecuada para su análisis utilizando una plataforma de IoT fiable.

Al mismo tiempo, están surgiendo tendencias interesantes que darán forma al ecosistema AloT en los próximos años. Una de estas tendencias es el uso de la IA generativa, que no

2



solo analiza datos, sino que también genera nuevos diseños o propuestas de optimización. Otra tendencia es la integración de las tecnologías 5G, que permiten una conectividad ultrarrápida y fiable. Esto es especialmente importante para aplicaciones que requieren un gran ancho de banda o una baja latencia, como los vehículos autónomos o los controles en tiempo real.

A pesar de su potencial, la integración de la IA en la fabricación plantea retos, entre los que se incluyen una importante inversión inicial, la necesidad de contar con trabajadores cualificados para desarrollar y mantener los sistemas de IA, y las preocupaciones sobre la privacidad y la seguridad de los datos. Además, existe el reto de integrar las tecnologías de IA con las infraestructuras de tecnologías de la información (TI) y tecnologías operativas (TO) existentes. Las TI se refieren al uso de sistemas informáticos para procesar, almacenar e intercambiar información, mientras que las TO incluyen los sistemas que supervisan y controlan los dispositivos físicos, los procesos y las infraestructuras en entornos industriales. A medida que la tecnología AIoT sigue evolucionando, se espera que sus aplicaciones en la fabricación se amplíen aún más, lo que podría dar lugar a fábricas totalmente autónomas y a una producción altamente personalizada a gran escala. El desarrollo continuo de la AIoT también probablemente hará que se haga mayor hincapié en la colaboración entre humanos y máquinas, aprovechando las fortalezas de ambos para lograr resultados óptimos.

3 **Mini PC industriales** (Fuente: Beckhoff)



Aplicación

La AIoT (Inteligencia Artificial de las Cosas) en la fabricación potencia capacidades avanzadas para la adquisición de datos y el procesamiento inteligente. Al combinar la conectividad del IoT con el análisis impulsado por la IA, permite la toma de

decisiones en tiempo real basada en datos que transforma las operaciones industriales.

4 **Importancia de la IA en la fabricación** (Fuente: Orange mantra)

Mantenimiento predictivo: la AIoT puede predecir fallos en los equipos antes de que se produzcan mediante el análisis de los datos de los sensores integrados en la maquinaria. Este enfoque ofrece la ventaja de reducir el tiempo de inactividad y los costes de mantenimiento, al tiempo que prolonga la vida útil de los equipos.

5 **Monitorización de datos para el mantenimiento predictivo** (Fuente: Adobe Stock)

Optimización de la cadena de suministro: la AIoT puede realizar un seguimiento de los productos en tiempo real, predecir la demanda y optimizar los niveles de inventario. Gracias a estas capacidades, mejora la visibilidad de la cadena de suministro, reduce los costes y mejora los plazos de entrega.

Gestión energética: la IA ayuda a optimizar el uso de la energía en las instalaciones de fabricación mediante el análisis de datos de diversas fuentes para identificar ineficiencias y sugerir mejoras. Por ejemplo, la IA puede optimizar el funcionamiento de los sistemas de climatización en función del número de personas que hay en un edificio, las condiciones meteorológicas y las necesidades específicas del proceso de fabricación, lo que reduce considerablemente los costes energéticos. Los sistemas AIoT pueden supervisar y controlar el uso de la energía en las instalaciones industriales para reducir el consumo energético, disminuir los costes y apoyar las iniciativas de sostenibilidad.

6 **Panel de control del software de gestión energética** (Fuente: Elytics)

Control de calidad: La AIoT puede automatizar la inspección de productos mediante algoritmos de visión artificial y aprendizaje automático. Esta automatización mejora la calidad de los productos y reduce la necesidad de mano de obra para la inspección manual.

Seguridad y protección: la AIoT puede mejorar la seguridad en el lugar de trabajo mediante la supervisión de las condiciones ambientales y la detección de situaciones peligrosas. Esta

3



4



implementación reduce el riesgo de accidentes y garantiza el cumplimiento de las normas de seguridad.

Diseño y fabricación inteligentes: la IA facilita el proceso de diseño mediante software de diseño generativo, que puede generar una amplia gama de alternativas de diseño basadas en criterios específicos, como materiales, métodos de fabricación y requisitos de rendimiento. Esto no solo acelera el proceso de diseño, sino que también permite una mayor personalización, lo que permite a los fabricantes satisfacer más fácilmente los requisitos específicos de los clientes. Además, la AIoT permite la supervisión y optimización en tiempo real de los procesos de fabricación. Esta implementación aumenta la eficiencia, reduce los residuos y mejora la calidad del producto.



Aspectos de implementación

Dificultad de implementación: Media

Garantizar la precisión, la seguridad y la privacidad de los datos es fundamental para el éxito de las iniciativas de AIoT. Uno de los retos más importantes a los que se enfrenta la adopción de la AIoT es garantizar la privacidad y la seguridad de los datos. Las enormes cantidades de datos generados por los dispositivos IoT incluyen información confidencial, como transacciones financieras y datos operativos de infraestructuras críticas. Además, para aprovechar todo el potencial de la AIoT es necesario un cambio en la cultura organizativa. Los responsables de la toma de decisiones deben adoptar estrategias basadas en datos y fomentar un entorno de innovación y mejora continua. También es fundamental invertir en la formación y la mejora de las competencias de los empleados

para que puedan utilizar eficazmente las tecnologías de AIoT y lograr una implementación satisfactoria.

Para que la adopción de la AIoT sea más fluida y menos intimidante, un enfoque práctico consiste en empezar poco a poco y ampliar gradualmente. La simulación ofrece un punto de entrada manejable y de bajo riesgo que, con el tiempo, puede conducir a la integración perfecta de los gemelos digitales en las operaciones de fabricación.

Viabilidad económica: Media

La implementación de tecnología AIoT a gran escala suele requerir una inversión significativa en sensores, dispositivos IoT, software, infraestructura y personal cualificado. Sin embargo, algunas de las soluciones tecnológicas descritas representan un coste de implementación muy bajo para las pymes.

Factores humanos

La adopción de la tecnología AIoT suele requerir cambios organizativos significativos y un cambio hacia una cultura laboral basada en los datos y orientada a la innovación. La resistencia al cambio, la falta de concienciación o las dudas a la hora de adoptar nuevas tecnologías pueden obstaculizar su implantación. Sin embargo, está claro que los empleados deben cerrar la brecha de habilidades digitales, reconocer los beneficios prácticos de la AIoT en sus funciones y mejorar sus habilidades sin interrumpir la continuidad del flujo de trabajo ni el bienestar de los empleados.

La AIoT puede mejorar la eficiencia, la toma de decisiones y la experiencia del cliente, y transformar la forma en que los seres humanos interactúan con su entorno. Por ejemplo, la AIoT puede automatizar tareas repetitivas como la introducción de datos y la programación, lo que libera a los empleados para que se centren en trabajos más estratégicos. También puede analizar grandes cantidades de datos para

5



6



ayudar a las empresas a tomar decisiones informadas, detectar patrones y proporcionar predicciones precisas. Los fabricantes pueden reforzar el valor de la AloT ante las partes interesadas destacando ventajas como la mejora de la calidad de los productos, la reducción de los costes energéticos, el aumento de la eficiencia operativa y la mejora de la seguridad en las condiciones de trabajo. Entre los factores clave para el éxito de la adopción de la AloT se encuentran el firme apoyo de la dirección, la inversión en gestión del cambio e infraestructura digital, y la capacidad de adaptación de la plantilla.

La comunicación transparente y los procesos de diseño participativos también son esenciales para aumentar la aceptación y la confianza en los sistemas de AloT. Los trabajadores deben participar activamente en el diseño conjunto de herramientas inteligentes que afectan a sus tareas diarias, y las consideraciones éticas, especialmente las relacionadas con la privacidad de los datos y la toma de decisiones algorítmica, deben abordarse desde el principio. En conclusión, la AloT no sustituirá a los trabajadores humanos, pero aquellos que dominen las herramientas de AloT podrán superar en rendimiento a los que no lo hagan. A medida que la automatización se haga cargo de las tareas repetitivas, los trabajadores humanos se centrarán cada vez más en guiar, ajustar y optimizar estos sistemas inteligentes. El cerebro humano sigue siendo uno de los sistemas más avanzados y eficientes para procesar información. Aunque la IA puede analizar conjuntos de datos masivos y detectar patrones a velocidades increíbles, no posee la comprensión sutil e intuitiva que tienen los humanos. Nos destacamos por comprender el contexto, leer entre líneas y establecer conexiones perspicaces a partir de información limitada, capacidades que siguen estando fuera del alcance incluso de los sistemas de IA más potentes.

■ Factores medioambientales

La integración de la AloT en la fabricación de muebles ayuda a reducir la huella de carbono al disminuir el consumo de energía, agua y recursos, minimizar los residuos, mejorar la logística y aumentar la eficiencia general. También contribuye a reducir las tareas repetitivas del personal y les permite centrarse en actividades más valiosas. Además, la AloT permite el mantenimiento predictivo, lo que prolonga la vida útil de los equipos y reduce las intervenciones innecesarias. Estas aplicaciones pueden reducir significativamente el impacto medioambiental, garantizando que los procesos de fabricación se ajusten a las normas y regulaciones medioambientales. Sin embargo, el AloT también tiene un impacto medioambiental significativo debido a su dependencia de la electrónica integrada, los grandes volúmenes de datos, los modelos de aprendizaje automático y la conectividad persistente. A nivel de dispositivos, los sistemas AloT implican miles de millones de sensores, microcontroladores, actuadores y procesadores periféricos interconectados. Estos

componentes suelen ser pequeños, pero su gran volumen genera una carga medioambiental considerable. Por lo general, contienen elementos de tierras raras, metales pesados y plásticos de ingeniería, cuya extracción y refinado tienen un gran impacto medioambiental. Muchos dispositivos AloT también tienen limitaciones energéticas y están diseñados para una vida útil limitada, lo que aumenta su contribución a los residuos electrónicos. La huella de fabricación se ve agravada por la integración de hardware compatible con la IA. Estos chips implican procesos de fabricación complejos y de alto consumo energético, así como frecuentes ciclos de obsolescencia tecnológica.

En cuanto a los datos, los sistemas AloT generan y procesan grandes volúmenes de datos. Aunque la computación periférica reduce la latencia y los requisitos de ancho de banda, muchas arquitecturas AloT siguen dependiendo de la computación en la nube para la agregación de datos, el almacenamiento a largo plazo y el entrenamiento de modelos complejos. Como resultado, la AloT contribuye al aumento del consumo de energía y agua de los centros de datos durante su uso.

Los modelos de IA utilizados en aplicaciones de AloT, en particular los algoritmos de aprendizaje profundo para la visión, el procesamiento del lenguaje natural o la detección de anomalías, pueden requerir un gran consumo de energía para su entrenamiento.

■ Alineación con certificaciones y normativas

La implementación de una AloT en una fábrica implica el cumplimiento de varias normativas y estándares relacionados con la seguridad de los datos, la interoperabilidad, el impacto medioambiental y los requisitos específicos del sector. A continuación se indican algunas consideraciones normativas clave:

Ley de Resiliencia Cibernética (CRA): La CRA introduce requisitos obligatorios de ciberseguridad para los productos con elementos digitales, que abarcan tanto el hardware como el software, incluidos los dispositivos AloT.

- Medidas de seguridad obligatorias: Los fabricantes deben implementar medidas de seguridad a lo largo de todo el ciclo de vida del producto, desde su diseño hasta su retirada del servicio.
- Notificación de vulnerabilidades: Las empresas están obligadas a notificar las vulnerabilidades explotadas a las autoridades en un plazo de 24 horas y a proporcionar información actualizada completa en un plazo de 72 horas.
- Actualizaciones de seguridad: Los dispositivos deben recibir actualizaciones de seguridad durante un mínimo de cinco años, a menos que la vida útil prevista del producto sea inferior.
- Sanciones por incumplimiento: Los productos que incumplan la normativa pueden ser prohibidos en el mercado de la UE, con multas de hasta 15 millones

de euros o el 2,5 % de la facturación global.

IIC (Industrial Internet Consortium): Marco de seguridad: define las mejores prácticas de seguridad para el IoT industrial y los gemelos digitales.

Ley de IA (UE): regula la toma de decisiones basada en IA en entornos industriales.

Pacto Verde de la UE y Mecanismo de Ajuste en Frontera del Carbono: requiere la supervisión digital de la huella de carbono en las operaciones industriales.



Soluciones



Mantenimiento predictivo basado en IA integrada para motores eléctricos industriales

Advantech
Taiwán ⇄

El mantenimiento predictivo de motores eléctricos evita costosas averías mediante la monitorización de vibraciones y temperaturas. Dispositivos como el WISE-2410, con ARM Cortex-M4, LoRa y computación periférica, analizan los datos integrados para prolongar la vida útil de la batería hasta 2 años. Con protección IP66, es adecuado para motores, bombas, sistemas de climatización y mucho más, para una monitorización eficiente e inalámbrica del estado.



Dispositivos industriales (sencillos) de conectividad IoT para PLC y maquinaria.

HMS Networks
Suecia ⇄

Los productos de comunicación industrial de HMS conectan millones de PLC, robots y dispositivos a software y sistemas remotos. Su familia de dispositivos EWON permite un acceso remoto seguro y sencillo a los PLC sin necesidad de cortafuegos ni reenvío de puertos, incluso en China. Compatible con múltiples marcas de PLC, EWON conecta los datos industriales con los usuarios remotos a través de redes Wi-Fi o celulares.



PC industriales ultracompactos sin ventilador y OpenVINO

Open VINO (Intel)
Estados Unidos ⇄ ⇄

Los PC industriales ultracompactos y escalables combinan la máxima potencia de cálculo en el formato más compacto actual con una amplia gama de opciones para su instalación en el armario de control. Son ideales para el control, la visualización y la comunicación, por ejemplo, en la nube. Ofrecen potencia de cálculo para una amplia gama de tareas de automatización y visualización. Debido a su impresionante potencia de cálculo en relación con su tamaño, estos PC son especialmente adecuados para su uso en aplicaciones de Industria 4.0, por ejemplo, como pasarela IoT.

Los PC industriales se utilizan para ejecutar marcos y software avanzados de IA, como OpenVINO. Se trata de un kit de herramientas de software de código abierto para optimizar e implementar modelos de aprendizaje profundo. Permite a los programadores desarrollar soluciones de IA escalables y eficientes con relativamente pocas líneas de código.



DeviceWISE® IA

Telit Cinterion
Estados Unidos ⇄

Al incorporar la IA al IoT, la plataforma admite la inspección visual con algoritmos avanzados y técnicas de aprendizaje profundo, la optimización basada en datos para una calidad uniforme del producto, con recopilación y análisis de datos para el mantenimiento predictivo. Al admitir sistemas sin código o con poco código, la plataforma permite la optimización de procesos (además, la mejora del consumo energético puede suponer un ahorro de costes).



Asus Ebs-4U: Smart Replenishment

ASUS
Taiwán ⇄

La solución Smart Replenishment de ASUS IoT y Macnica DHW utiliza inteligencia artificial y reconocimiento de imágenes para automatizar la reposición de productos perecederos sin código de barras. Funciona las 24 horas del día, los 7 días de la semana, proporciona visibilidad del stock en tiempo real, elimina las comprobaciones manuales y mejora la eficiencia. La plataforma integral combina el hardware y los análisis de ASUS IoT con la interfaz de usuario de Macnica para facilitar una implementación escalable en las tiendas.



Pasarela de computación periférica todo en uno AIoT-5G-G06

Trugemtech
China ⇄

El TruGem AIoT-5G-G06 es un gateway de computación periférica 5G AIoT (inteligencia artificial de las cosas) todo en uno para montaje en rack 1U, diseñado para integrarse fácilmente en armarios estándar de salas de ordenadores. Esta unidad integra la funcionalidad AIoT con capacidades de procesamiento de datos de alto rendimiento, lo que la hace adecuada para escenarios de computación IoT de nivel industrial y empresarial. Admite el análisis de datos en tiempo real y la toma de decisiones automatizada en el borde, lo que reduce la latencia y minimiza la necesidad de viajes de ida y vuelta a la nube. El TruGem AIoT-5G-G06 está diseñado para su uso en entornos que requieren capacidades continuas de procesamiento de datos, supervisión y respuesta cerca de la fuente de datos.



Ejemplos



Interior Works

Polonia



Gestión del rendimiento de los activos: los usuarios pueden mejorar el rendimiento al estar continuamente informados sobre cómo los activos están cumpliendo los KPI. Además, los usuarios pueden ver si los KPI existentes siguen teniendo sentido. Con las aplicaciones de gestión del rendimiento integradas directamente en la plataforma AIoT, los usuarios reciben alertas automáticas cada vez que se produce una desviación y pueden responder rápidamente a cualquier comportamiento anómalo. Los datos en tiempo real y la información proporcionada por las máquinas les permiten perfeccionar los KPI para sacar el máximo partido al rendimiento de las máquinas. Esto se traduce en un uso más eficaz de los activos y en tiempos de producción más rápidos.



Pressac Communications Ltd.

Reino Unido



Seguimiento y gestión del consumo energético: la sostenibilidad se está convirtiendo rápidamente en una prioridad empresarial para los fabricantes debido a la demanda de los consumidores y a unas normativas más estrictas. Por ello, cabe esperar un cambio estratégico hacia operaciones más limpias y ecológicas, como el uso de energías renovables, materiales reciclables, la reducción de emisiones, el embalaje excesivo y el consumo de agua. El consumo energético se minimiza utilizando las opciones más eficientes desde el punto de vista energético para los activos conectados. El seguimiento y la gestión del consumo energético con AIoT en las plantas de fabricación puede ayudar a identificar patrones y reducir las fugas energéticas anómalas, realizar un seguimiento de los picos de energía, investigar formas de reducir el desperdicio energético y comprender mejor la forma en que cada activo industrial contribuye al consumo energético global.



Grupo CPCON

Estados Unidos



Gestión del inventario y la cadena de suministro: una plataforma AIoT integrada mejora la gestión del inventario y la previsión de recursos en todas las plantas de fabricación. Al aprovechar el análisis en tiempo real, mejora la transparencia de la cadena de suministro, automatiza las decisiones y aumenta la resiliencia. Las herramientas basadas en IA ayudan a anticipar interrupciones, gestionar inventarios complejos y mejorar la eficiencia, lo que en última instancia conduce a un mejor

control de calidad de los proveedores, una mejor experiencia del cliente y un mejor rendimiento empresarial.



Prohan

Polonia



Sistema de visión artificial para la detección temprana de defectos: La detección temprana de defectos en la línea de producción es fundamental para los fabricantes de muebles de madera que utilizan maderas duras. Con una solución basada en visión artificial y algoritmos de aprendizaje automático, es posible identificar huecos, grietas y fisuras en los paneles inmediatamente después del paso de encolado, en una fase en la que la velocidad de la máquina hace que los defectos sean indetectables para el ojo humano. ⇄



Axiomtek

Taiwán (sede central)



Los robots de servicio con IA integrada de Axiomtek combinan IA, nube, big data y biometría para la detección, la toma de decisiones y el control autónomo. Equipados con ordenadores periféricos de alto rendimiento como eBOX ⇄, IPC ⇄, sistemas AIE ⇄ y módulos de sistema ⇄, ofrecen E/S flexibles, un diseño compacto y personalización. Axiomtek también ofrece servicios de diseño a medida para mejorar la productividad, reducir los costes y acelerar la implementación.



Fanuc

Japón



Los robots colaborativos con inteligencia artificial utilizados en la carpintería automatizan tareas como el lijado, el fresado y la manipulación, lo que mejora la precisión, la calidad y la seguridad al minimizar la exposición humana al polvo y a los riesgos. Con la integración de AIoT, los robots inspeccionan la calidad en tiempo real, aprenden de los resultados y optimizan los procesos, lo que aumenta la productividad y permite operaciones de fabricación más inteligentes, adaptables y eficientes.



1



Dificultad de implementación: **Baja**

Viabilidad económica: **Alta**

La trayectoria del IoT y la conectividad



Descripción

El IoT, o Internet de las cosas, es una red de objetos físicos —«cosas»— equipados con sensores, software y otras tecnologías que les permiten conectarse e intercambiar datos con otros dispositivos y sistemas a través de Internet. Básicamente, se trata de conectar objetos cotidianos a Internet, lo que les permite recopilar, compartir y actuar sobre los datos. Pero el IoT no se limita al hardware y la conectividad. El IoT permite muchos servicios básicos nuevos y está transformando los hogares en ecosistemas inteligentes y configurando la forma en que las empresas centran su negocio.

1 *El IoT está transformando los hogares en ecosistemas inteligentes (Fuente: Codiant)*

A continuación se detallan los elementos clave para el IoT:

- **Objetos conectados:** el IoT abarca una amplia gama de dispositivos domésticos u objetos conectados, desde aparatos como termostatos, sistemas de iluminación y asistentes de voz hasta dispositivos portátiles y sistemas de seguridad domésticos inteligentes. Estos dispositivos forman la capa física del ecosistema del IoT e interactúan con los usuarios y el entorno.
- **Sensores:** Estos dispositivos están equipados con sensores integrados que recopilan datos de su entorno (como temperatura, humedad, movimiento, luz, niveles de CO₂ u ocupación). Estos datos sin procesar constituyen la base de las aplicaciones sensibles al contexto que permiten la automatización y el control inteligentes.
- **Pasarelas y comunicación:** los datos recopilados por los sensores se transmiten a través de protocolos de comunicación como Wi-Fi, Zigbee, Bluetooth, LoRaWAN o NB-IoT. Las pasarelas actúan como intermediarios que agregan y preprocesan estos datos antes de enviarlos a la nube o a servidores locales.
- **Procesamiento y análisis de datos:** una vez transmitidos, los datos se procesan en la nube o en el borde. Los algoritmos de inteligencia artificial y aprendizaje automático analizan la información para detectar patrones, predecir el comportamiento de los usuarios y permitir la automatización.
- **Sistemas de control e interfaces:** Los usuarios interactúan con el ecosistema IoT a través de paneles de control que proporcionan control, supervisión y configuración de dispositivos en tiempo real.
- **Servicios y aplicaciones:** En última instancia, el IoT permite una amplia gama de servicios, como el mantenimiento predictivo, la optimización energética, la supervisión de la salud y la mejora del confort y la seguridad.

A medida que la tecnología del Internet de las cosas (IoT) se integra cada vez más en los sistemas cotidianos, los estilos de vida y las empresas, se genera una mayor necesidad de

ciberseguridad. La tecnología de ciberseguridad para los dispositivos del Internet de las cosas (IoT) es fundamental debido al creciente número de dispositivos conectados y a los datos confidenciales que manejan. Los dispositivos IoT, que van desde electrodomésticos inteligentes hasta sensores industriales, suelen ser vulnerables a las amenazas cibernéticas debido a su limitada capacidad de procesamiento, la falta de funciones de seguridad integradas y la complejidad de los ecosistemas IoT. A continuación se presentan las principales tecnologías y prácticas de ciberseguridad diseñadas para proteger los dispositivos IoT.

2 *Tipos de dispositivos IoT (Fuente: Istock)*

A partir de agosto de 2025, las nuevas normativas europeas exigirán que todos los equipos IoT (incluidos los dispositivos que utilizan Wi-Fi o Bluetooth) cumplan con estrictas normas de ciberseguridad. Los fabricantes deben garantizar la seguridad de los dispositivos durante todo el ciclo de vida del producto, lo que incluye la divulgación clara de vulnerabilidades, periodos de soporte definidos y el uso de contraseñas únicas o definidas por el usuario para evitar riesgos relacionados con las credenciales predeterminadas. Las funciones de seguridad, como el arranque seguro, la validación del firmware, la autenticación basada en PKI y la autenticación multifactor (MFA) opcional, ayudarán a proteger contra el acceso no autorizado.

3 *Dispositivos IoT en el hogar (Fuente: AdobeStock)*

Proteger tanto los datos como las conexiones de red es fundamental para garantizar la seguridad de los dispositivos inteligentes. Esto significa garantizar que la información enviada entre dispositivos sea privada y que nadie pueda leerla ni modificarla. Estas protecciones son especialmente importantes para los dispositivos IoT que suelen encontrarse en los hogares inteligentes, donde las herramientas de seguridad, como las conexiones protegidas y las actualizaciones de software, ayudan a mantener los sistemas actualizados y seguros.

4 *Ecosistema IoT doméstico Smarthub (Fuente: AEOTEC)*

5 *Panel de control del IoT (Fuente: AdobeStock)*



Aplicación

El IoT está transformando nuestro entorno al permitir nuevas formas de gestionar los activos, mejorar la eficiencia y proporcionar una mejor comprensión a través del análisis de datos. Las aplicaciones del IoT incluyen, entre otras, las siguientes:

- **Hogares inteligentes:** asistentes de voz, aspiradoras automáticas, termostatos y actuadores.
- **Monitorización medioambiental:** temperatura y humedad, calidad del aire interior (CO₂, COV, etc.).
- **Seguridad:** cámaras inteligentes, sensores de movimiento

La trayectoria del IoT y la conectividad

y cerraduras que proporcionan supervisión y alertas en tiempo real, mejorando la seguridad del hogar.

- **Dispositivos de medición:** contadores inteligentes para electricidad, agua y gas incluidos, que podrían instalarse además de los gestionados por las empresas proveedoras.
- **Electrodomésticos inteligentes:** los electrodomésticos habilitados para el IoT, como frigoríficos, hornos y lavavajillas inteligentes, se pueden controlar de forma remota y ofrecen funciones como sugerencias de recetas y pedidos automáticos.
- **Dispositivos portátiles:** pulseras de actividad, relojes inteligentes y otros dispositivos relacionados con la salud y el bienestar.
- **Edificio inteligente:** control de ocupación y flujo de personas, control de acceso y ahorro energético, entre otras aplicaciones.
- **Coches conectados:** ocupación de aparcamientos, control remoto y citas de autoservicio son algunas de las aplicaciones.
- **Localización y seguimiento:** tanto de personas como de mercancías.

6 Controlador térmico y panel de control móvil (Fuente: EVEHOME)

Más allá de las funciones individuales de los dispositivos, los sistemas IoT permiten la supervisión, recopilación y procesamiento continuos de datos en tiempo real, lo que permite obtener información predictiva y un comportamiento adaptativo. Estos dispositivos suelen interactuar con plataformas basadas en la nube o unidades de computación periféricas que analizan los datos de los sensores y toman decisiones autónomas o activan alertas. Los sistemas de control y las aplicaciones móviles ofrecen a los usuarios un acceso centralizado para configurar, gestionar y visualizar las operaciones de IoT de forma remota. Esta comunicación bidireccional entre los dispositivos conectados y las infraestructuras de control facilita entornos más receptivos y favorece la automatización, la eficiencia energética y la seguridad.



Aspectos de implementación

■ Dificultad de implementación: Baja

Los dispositivos electrónicos IoT de consumo deben ser fáciles de instalar y manejar, tanto para el integrador como para el usuario final. A veces, los fabricantes priman la comodidad

o la seguridad. Sin embargo, no debería ser necesario elegir entre una cosa u otra. Garantizar la precisión, la seguridad y la privacidad de los datos es esencial para el éxito de las iniciativas de sensores en red. Es fundamental contar con medidas de ciberseguridad robustas para proteger la información confidencial y evitar el acceso no autorizado. Los requisitos normativos obligarán a los fabricantes a centrarse en la ciberseguridad y, sin duda, podrán mantener baja la dificultad de implementación.

■ Viabilidad económica: Alta

La implementación a gran escala de la tecnología de sensores en red suele requerir una inversión significativa en sensores, dispositivos IoT, software, infraestructura y personal cualificado. Sin embargo, para implementaciones a pequeña y mediana escala, el IoT es una tecnología ya madura con un retorno de la inversión demostrado.

■ Factores humanos

La adopción del IoT se está acelerando en los entornos de consumo, especialmente a través de dispositivos conectados a teléfonos inteligentes o controlados por voz. Estas tecnologías se están volviendo omnipresentes en la vida cotidiana, desde termostatos e iluminación inteligentes hasta sistemas de seguridad y sensores de calidad del aire.

Para los fabricantes, la integración de sensores conectados en red en muebles o interiores domésticos representa un cambio de paradigma: transforma las ventas puntuales en modelos de servicio continuos, con ingresos procedentes de servicios basados en datos, como el mantenimiento predictivo, la supervisión remota o el análisis de usuarios.

La implementación de sistemas IoT a gran escala requiere una importante transformación cultural y organizativa. Las empresas deben evolucionar hacia una mentalidad basada en los datos y fomentar la colaboración interfuncional entre los departamentos de TI, diseño de productos y atención al cliente.

Para garantizar la adopción y la facilidad de uso, el departamento de RR. HH. debe invertir en la mejora de las habilidades de los empleados en áreas como la alfabetización en datos, la interacción con la interfaz de usuario y los protocolos de ciberseguridad. Los operadores y el personal de apoyo también deben recibir formación para interpretar los datos de los sensores y responder de forma adecuada.

Además, los enfoques de diseño participativo, en los que los empleados participan en las pruebas y la mejora de los sistemas inteligentes, aumentan el sentido de pertenencia

2



3



4



5



y la aceptación. Los aspectos éticos, como la privacidad de los datos, los límites de la supervisión de los empleados y la transparencia algorítmica, deben abordarse de forma proactiva en diálogo con el personal.

En resumen, la aceptación humana, la confianza y la fluidez digital son fundamentales para el éxito de la implementación del IoT.

■ Factores medioambientales

La implementación de sensores conectados en red desempeña un papel fundamental en la reducción de la huella de carbono, minimizando los residuos y aumentando la eficiencia energética. Los dispositivos IoT pueden reducir significativamente el consumo energético doméstico al permitir la monitorización en tiempo real, la automatización y la gestión optimizada de la energía. Además, los sensores conectados en red sirven de base para el mantenimiento predictivo, lo que prolonga la vida útil de equipos como calderas o aires acondicionados y minimiza las intervenciones innecesarias. Sin embargo, su huella medioambiental está creciendo rápidamente debido a la proliferación de dispositivos electrónicos integrados, el intercambio continuo de datos y las necesidades de infraestructura.

A nivel de hardware, los dispositivos IoT incluyen sensores, microcontroladores, módulos de comunicación (por ejemplo, Wi-Fi, Bluetooth, LTE) y baterías. Estos componentes suelen estar compuestos por elementos de tierras raras, cobre, litio, cobalto y polímeros de ingeniería, todos los cuales tienen un impacto medioambiental significativo. La miniaturización y la integración de los componentes electrónicos, aunque mejoran la funcionalidad, a menudo dificultan el desmontaje y el reciclaje, lo que suscita preocupación por los residuos electrónicos (e-waste).

La fase de fabricación de los dispositivos IoT consume mucha energía, ya que implica la fabricación de semiconductores, la producción de placas de circuitos y el montaje en entornos controlados. Muchos dispositivos están diseñados para ser baratos y desechables, con una vida útil corta (de 2 a 5 años), lo que intensifica aún más su impacto medioambiental. Además, la escala global del IoT significa que incluso los pequeños impactos por dispositivo se traducen en efectos agregados sustanciales.

Durante la fase operativa, la mayoría de los dispositivos IoT consumen individualmente una cantidad mínima de energía. Sin embargo, su demanda acumulada de electricidad es significativa, especialmente cuando se escala a millones de nodos. Además de la energía necesaria para hacer funcionar los dispositivos, la transmisión de datos, el almacenamiento en la nube y el análisis requieren una infraestructura digital considerable.

Muchos sistemas IoT dependen de la nube y transmiten los datos de los sensores a servidores centralizados para su procesamiento. Esto aumenta la huella medioambiental, especialmente cuando se transmiten continuamente datos de bajo valor o redundantes.

■ Alineación con certificaciones y normativas

La implementación de sensores en red en una fábrica implica el cumplimiento de varias normativas y estándares relacionados con la seguridad de los datos, la interoperabilidad, el impacto medioambiental y requisitos específicos. A continuación se indican algunas consideraciones normativas clave:

- El requisito esencial establecido en el artículo 3, apartado 3, letra d), de la **Directiva 2014/53/UE** se aplicará a cualquier equipo radioeléctrico que pueda comunicarse a través de Internet, ya sea directamente o a través de cualquier otro equipo («equipo radioeléctrico conectado a Internet»).
- **prEN18031-1**: Radio conectada a Internet (seguridad y riesgos de red)
- **prEN18031-2**: Diversos equipos de radio (juguetes, dispositivos portátiles) (riesgos para la seguridad y la privacidad)
- **prEN18031-3**: Gestión de la moneda en radiocomunicación (riesgos financieros y de seguridad)
- **RGPD (Reglamento General de Protección de Datos - UE)**: Regula la recopilación, el tratamiento y el almacenamiento de datos, garantizando la privacidad de los datos personales e industriales.
- **ISO/IEC 27001**: Norma internacional para la gestión de la seguridad de la información.

6



La trayectoria del IoT y la conectividad



Soluciones



Plataforma de middleware Fiware

Nivid Technologies

Estados Unidos ↔

FIWARE es una plataforma de código abierto que permite desarrollar aplicaciones inteligentes usando estándares abiertos y tecnologías avanzadas. Mejora la interoperabilidad, fomenta la innovación, reduce los costes y mejora los servicios públicos. Las soluciones propias, como la plataforma de ciudad inteligente de Telefónica, se basan en el núcleo de FIWARE, aprovechando sus API, modelos de datos compartidos e intercambio de datos en tiempo real para una compatibilidad perfecta.



Alineación de los productos del fabricante con el ecosistema IoT para hogares inteligentes

Fundación Open Home

Nueva Zelanda ↔ ↔ ↔

Home Assistant ↔, Google Home ↔, Apple HomeKit ↔, Tuya Home ↔, Samsung SmartThings ↔... Estas empresas no solo crean productos, sino que desarrollan marcas de ecosistemas IoT que proporcionan comodidad, seguridad y eficiencia. La interconexión entre las cosas significa que los usuarios ya no se conforman con acceder a un único producto o servicio, sino que empiezan a exigir una solución integral basada en escenarios.



Nuevos protocolos de conectividad de bajo consumo basados en IP para hogares inteligentes

Thread Group

Estados Unidos ↔

El Wi-Fi solía ser ineficaz para los dispositivos IoT alimentados por batería, pero el Wi-Fi 6 introdujo características como Target Wake Time (TWT) para reducir el consumo de energía. Esto permitió nuevos protocolos IoT sin necesidad de hardware adicional. Thread, un protocolo de malla de baja potencia, ofrece una comunicación segura y escalable. Matter, lanzado por las principales empresas tecnológicas, se basa en Thread y Wi-Fi para garantizar la interoperabilidad perfecta de los dispositivos domésticos inteligentes. ▶



Solución IoT para la seguridad en entornos domésticos y laborales

Netmamo

Francia ↔

El detector de humo inteligente Netatmo es un detector de humo autónomo con conexión Wi-Fi que envía alertas en tiempo real a tu smartphone. Cuenta con un sensor fotoeléctrico de alto rendimiento que emite una alarma de 85 dB cuando detecta humo. Con una batería de 10 años de duración, elimina la necesidad de cambiarla con frecuencia. El dispositivo también incluye una función de autocomprobación que supervisa la batería, el sensor y la conexión Wi-Fi, y le notifica cualquier problema. La instalación es sencilla y se integra perfectamente con la aplicación Home + Security, compatible con dispositivos iOS y Android.



Marco de desarrollo acelerado

Blynk Technologies Inc.

Estados Unidos ↔

Blynk es una plataforma IoT de bajo código que acelera el desarrollo de productos con creadores de aplicaciones de arrastrar y soltar, gestión de dispositivos e infraestructura en la nube. Admite la creación rápida de prototipos, hardware multiplataforma y una integración perfecta, lo que permite soluciones IoT rápidas y escalables con un mínimo de código.



Sensores y dispositivos IoT

TEKTELIC Communications

Canadá ↔

TEKTELIC diseña y fabrica dispositivos IoT compatibles con LoRaWAN® que convierten los datos ambientales y operativos en información útil. Sus sensores pueden supervisar una amplia gama de parámetros, como la temperatura, el movimiento, la calidad del aire y el estado de los equipos, tanto en entornos interiores como exteriores. Estos dispositivos se utilizan en aplicaciones tales como el seguimiento de activos, la supervisión medioambiental y la optimización del rendimiento de edificios.



Ejemplos

**Ojmar***España*

Sistemas de cierre inteligentes basados en el Internet de las cosas (IoT): OJMAR, una empresa con más de 90 años de experiencia en la fabricación de cerraduras para muebles, ha pasado de producir cerraduras mecánicas duraderas a ofrecer soluciones electrónicas basadas en el IoT. Inicialmente centrada en las ventas puntuales, ahora genera ingresos a través del mantenimiento, el software y el análisis de datos. OJMAR, que presta servicios a centros deportivos abiertos las 24 horas del día, aprovecha el IoT para el mantenimiento predictivo y los datos de los usuarios, adoptando la servitización y la transformación digital.

**Ikea***Suecia*

IoT integrado en muebles (producto y servicio): la mesa STARKVIND de IKEA tiene un filtro de aire integrado que elimina las partículas de polvo, los alérgenos y los contaminantes del aire circundante, lo que contribuye a crear un ambiente más limpio y saludable en la habitación donde se encuentra la mesa. Cuenta con un filtro de partículas que ha sido optimizado para filtrar aproximadamente el 99,5 % de las partículas en suspensión.

**Ori Living***Estados Unidos*

Apartamentos ampliables con mobiliario robótico: Fundada por Hasier Larrea, Ori Living facilita la transformación del espacio con su kit de herramientas plug-and-play, que permite a arquitectos y promotores diseñar entornos de vida más innovadores, flexibles y deseables. Ori introduce un modelo de desarrollo dinámico que se adapta mejor a las necesidades tanto de los inquilinos como de los promotores, allanando el camino para una vida adaptable e intuitiva. Respaldados por una década de innovación, miles de instalaciones en el mundo real y sus raíces en la investigación del MIT, los sistemas robóticos patentados de Ori ofrecen una solución de diseño probada. Proporcionan a los arquitectos las herramientas necesarias para crear experiencias transformadoras en el hogar y tipologías de apartamentos que amplían el espacio y se integran a la perfección en cualquier tipo de construcción.

**Morfeus (en colaboración con Cosmob)***Italia*

Soluciones inteligentes para la calidad del sueño: La marca italiana Morfeus, en colaboración con Cosmob, el Centro Tecnológico para el sector de la madera y el mueble, ha desarrollado un innovador colchón integrado con sensores avanzados para monitorizar los parámetros clave que influyen en la calidad del sueño. En concreto, los sensores integrados en el colchón registran la temperatura, la humedad y las fases del sueño, mientras que los sensores externos conectados al sistema miden los factores ambientales del dormitorio, como la temperatura, la humedad, la calidad del aire, la luminosidad y el ruido. Todos los datos recopilados se analizan y se comunican al usuario a través de una aplicación específica para teléfonos inteligentes, que ofrece consejos y sugerencias personalizadas para ayudar a mejorar la calidad del sueño.

**Autonomous***Estados Unidos*

Escritorio autónomo con tecnología de inteligencia artificial: Autonomous Desk permite ajustar automáticamente la altura para fomentar hábitos de trabajo más saludables. Durante un periodo de calibración inicial, el usuario establece manualmente las alturas preferidas para sentarse y estar de pie. El escritorio registra estos datos para establecer patrones de movimiento personalizados. Una vez configurado, el escritorio cambia entre las posiciones sentada y de pie basándose en el comportamiento aprendido del usuario, con el objetivo de reducir el tiempo sedentario a lo largo de la jornada laboral. Al detectar la presencia del usuario por la mañana, se ajusta automáticamente a la altura de pie preestablecida. Si se detecta un tiempo prolongado sentado, el sistema emite un aviso animando al usuario a ponerse de pie. La variación regular de la postura puede contribuir a mejorar la ergonomía y los resultados de salud a largo plazo.

**Eight sleep***Estados Unidos*

Colchón inteligente con sensores de IA y tecnologías de seguimiento de la salud: EightSleep Pod aprovecha el IoT y los sensores con IA para ofrecer un seguimiento de la salud en tiempo real, alertas predictivas de enfermedades y controles adaptativos de temperatura y elevación, diferenciándose por su optimización inmersiva del sueño, su monitorización vinculada al smartphone y sus ajustes automatizados para un descanso personalizado, algo imposible con los productos tradicionales.

12

1



2



3



4



Dificultad de implementación: **Media**Viabilidad económica: **Media-Alta**

IA generativa para el diseño personalizado y prototipado rápido



Descripción

Los modelos de base para la generación de imágenes representan una categoría avanzada dentro del campo de la inteligencia artificial generativa. Son el resultado de la evolución de las redes neuronales profundas (Deep Learning) y las técnicas de aprendizaje automático centradas en la generación visual. Esta tecnología permite a los usuarios optimizar y acelerar los procesos creativos, ofreciendo resultados de alta calidad. En el sector del mueble, tiene el potencial de convertirse en un asistente creativo inteligente para diseñadores, arquitectos de interiores y otras funciones relacionadas con la creación y personalización de productos. ¹

Los orígenes de la generación de imágenes basada en IA se remontan a avances clave realizados durante la última década. Comenzó en 2014 con la introducción de las redes generativas adversarias (GAN) por parte de Ian Goodfellow, seguidas de modelos como StyleGAN, BigGAN y modelos de difusión, capaces de generar rostros, imágenes y videos realistas a partir de entradas como texto, bocetos, audio o datos estructurados.

En 2021 se produjo un punto de inflexión con DALL·E 1, el primer modelo generativo multimodal de OpenAI que logró resultados viables en la transformación de texto en imagen. Esto supuso la consolidación de una tecnología que durante años había producido resultados limitados, ampliando significativamente las posibilidades del diseño, la comunicación y la ideación espacial.

En 2022, la tecnología se hizo más accesible con el lanzamiento de DALL·E 2, que ofrece una mejor calidad de salida, junto con otros modelos como Imagen (Google), Stable Diffusion (código abierto) y Midjourney. A lo largo de 2022 y 2023, surgieron nuevas técnicas, como LoRA (Low-Rank Adaptation), que permite un entrenamiento eficiente, y herramientas como ControlNet, img2img e inpainting/outpainting, que permiten un mayor control sobre la composición, los detalles y la expansión del lienzo. Plataformas como ComfyUI también ofrecen entornos visuales para trabajar con flujos de trabajo complejos en modelos como Stable Diffusion o Flux. ²

El factor clave detrás del auge de estas herramientas no es únicamente la tecnología en sí misma. Gracias a herramientas asequibles y de complejidad moderada, los usuarios ahora tienen acceso a capacidades que antes estaban limitadas al ámbito de la investigación. Además de ampliar la oferta, las nuevas herramientas y técnicas están dando lugar a una comunidad de usuarios que experimentan, adaptan y personalizan modelos para casos de uso específicos.

Ya existen múltiples soluciones comerciales basadas en estos modelos, que van desde plataformas visuales que exploran nuevos modelos de negocio a través de esta tecnología,

como Freepik o Krea AI, hasta integraciones en herramientas estándar del sector, como Autodesk Revit (con Veras) o SketchUp (con SketchUp Diffusion). Esto permite a las empresas aprovechar el potencial de la IA generativa sin alterar sus flujos de trabajo, lo que facilita su adopción y reduce la curva de aprendizaje. ³

La IA generativa de imágenes ofrece a la industria del mueble una nueva forma de explorar y visualizar conceptos en las primeras etapas del proceso creativo. Desde la creación de moodboards y prototipos hasta la simulación de materiales, permite una rápida iteración entre múltiples alternativas, lo que reduce el tiempo y los costes operativos.

Además, los modelos generativos multimodales impulsan lo que se conoce como creatividad aumentada: una colaboración fluida entre el diseñador y la inteligencia artificial. Mientras que la IA sugiere variantes visuales, ideas inesperadas o ajustes específicos, el profesional se centra en la toma de decisiones estratégicas.

Las siguientes secciones profundizarán en las aplicaciones y el impacto de esta tecnología en el sector del mueble, donde se posiciona como una herramienta de alto valor añadido que mejora la eficiencia operativa, fomenta la innovación creativa y respalda la toma de decisiones estratégicas a lo largo del proceso de diseño y creación de prototipos de productos.



Aplicación

En el sector del mueble, la IA generativa ayuda a optimizar tareas clave en el proceso de diseño y creación de prototipos de productos, como la generación de variantes visuales, la revisión de prototipos o la creación de documentación visual. Esto mejora la eficiencia operativa y facilita la toma de decisiones tanto creativas como técnicas. ⁴

Moodboards automatizados para conceptos de diseño

Estas herramientas permiten a los equipos de diseño y producto de las empresas de mobiliario generar automáticamente moodboards a partir de descripciones textuales o referencias visuales. Facilitan la síntesis de tendencias estéticas, paletas de colores y combinaciones de materiales (como madera, textiles, metales o acabados) en composiciones visuales coherentes, lo que permite a los equipos explorar las tendencias emergentes del mercado en tiempo real. También contribuyen a la identificación temprana de limitaciones técnicas o preferencias de los clientes, mejorando la coordinación entre el diseño, la producción y las ventas. Esto no solo optimiza la rentabilidad en términos de coste y tiempo, sino que también acelera la toma de decisiones creativas, lo que

IA generativa para el diseño personalizado y prototipado rápido

da lugar a resultados más acordes con las expectativas de los clientes. ⁵

Propuestas visuales durante la creación de prototipos de productos

Desde la generación inicial de bocetos digitales hasta las visualizaciones finales, estas herramientas proporcionan un apoyo visual continuo a lo largo del diseño y la creación de prototipos de nuevas soluciones de mobiliario. Los diseñadores pueden generar automáticamente múltiples variantes de productos a partir de un único concepto inicial, entrada de texto y/o imagen, lo que facilita la negociación y validación de soluciones con los clientes y los departamentos comerciales o técnicos. Esta aplicación refuerza la colaboración entre departamentos, permitiendo una comunicación clara y eficaz a través de visualizaciones de productos concretas y realistas.

Selección de materiales y acabados basada en criterios específicos

La capacidad de los modelos generativos para simular con precisión una amplia gama de materiales y acabados ofrece una ventaja significativa a los diseñadores de productos, ya que les permite trabajar según criterios técnicos, funcionales y medioambientales. Estas herramientas permiten visualizar de forma inmediata cómo se pueden aplicar diferentes materiales a un único diseño de mobiliario digital. Además, estas visualizaciones pueden enriquecerse con datos relevantes sobre variables como la huella de carbono, el rendimiento técnico o la reciclabilidad. Esto favorece la toma de decisiones informadas y permite crear propuestas que no solo son estéticamente atractivas, sino que también cumplen criterios de sostenibilidad, funcionalidad y viabilidad de fabricación.

Experiencias virtuales inmersivas para la validación de prototipos

La combinación de la IA generativa con tecnologías de visualización inmersiva, como la realidad virtual y la realidad aumentada, representa un área de aplicación emergente con un gran potencial para el sector del mueble. La creación de entornos virtuales inmersivos permite visualizar prototipos en contexto y realizar ajustes en tiempo real en los acabados o la distribución espacial. Esto facilita la toma de decisiones técnicas y estéticas ágiles y bien informadas. Los prototipos virtuales optimizan el tiempo y los costes asociados a la creación de modelos físicos y mejoran significativamente las capacidades de comunicación y negociación con los clientes y los equipos de fabricación. ⁶

Automatización de la documentación técnica visual

Las tareas repetitivas que implican la preparación de fichas técnicas visuales, planos detallados y renders finales pueden automatizarse mediante herramientas generativas. Esto permite a los diseñadores centrarse en tareas creativas de mayor valor, como el desarrollo visual de nuevas soluciones, la exploración de estilos o la personalización de propuestas para los clientes. La automatización no solo mejora la coherencia

visual y acelera la producción de documentación gráfica, sino que también amplía la capacidad del equipo para generar recursos visuales que enriquecen el proyecto y añaden diferenciación en cada fase del proceso de diseño.



Aspectos de implementación

■ Dificultad de implementación: Media

El uso de herramientas de IA generativa como Krea o VIZCOM tiene un bajo coste y permite a los equipos empezar a trabajar con prototipos visuales sin grandes obstáculos. El nivel de dificultad aumenta con los desarrollos personalizados y los entornos más especializados, como Stable Diffusion, que requieren una mayor inversión técnica y financiera. Además, la integración de estas herramientas en los flujos de trabajo existentes plantea retos dentro de las organizaciones. Por lo tanto, es esencial promover una transformación organizativa que reduzca la resistencia al cambio, forme a los equipos en el uso de estas herramientas y en la formulación de indicaciones eficaces, y fomente la experimentación creativa.

■ Viabilidad económica: Media-Alta

La inversión necesaria depende del tipo de solución: el uso de herramientas existentes implica un coste reducido, mientras que el desarrollo personalizado requiere una inversión inicial mayor. No obstante, el retorno de la inversión (ROI) puede ser significativo gracias a la aceleración de los procesos creativos y a la reducción de la necesidad de prototipos físicos de muebles, lo que disminuye la inversión en tiempo y materiales. Existen opciones flexibles, desde soluciones internas hasta servicios externos, que permiten adaptar el gasto al nivel de madurez digital y a las capacidades internas de cada empresa.

■ Factores humanos

La integración de la IA generativa en los flujos de trabajo creativos abre nuevas oportunidades para que los profesionales se centren en tareas de mayor valor. Estas herramientas automatizan tareas repetitivas, como la generación de variantes visuales o la producción de documentación gráfica, lo que libera tiempo para que los diseñadores exploren soluciones innovadoras, experimenten con estilos emergentes o adapten propuestas a contextos específicos. También permiten un diálogo fluido entre el diseñador y la máquina, en el que la IA actúa como cocreadora: sugiere, ajusta y visualiza, mientras que el ser humano toma decisiones estratégicas, selecciona las mejores opciones y las perfecciona con su criterio. Este enfoque colaborativo no solo mejora la productividad, sino

que también potencia la creatividad aplicada y la calidad general del resultado final.

Sin embargo, para integrar esta tecnología de manera eficaz, es necesario abordar varios retos. En primer lugar, las organizaciones deben fomentar un cambio cultural que posicione a la IA como un copiloto de confianza, no como un competidor. Esto incluye formación estructurada en ingeniería rápida, interpretación crítica del contenido generado y el desarrollo de la alfabetización visual para evaluar los resultados asistidos por IA.

Igualmente importante es abordar las implicaciones éticas: garantizar la transparencia sobre las capacidades y limitaciones de los modelos, aclarar la autoría de los activos generados por la IA y documentar el origen y el uso de los datos de entrenamiento.

También pueden surgir nuevas funciones, como «estrategia de diseño de IA» o «curador de indicaciones», que requieren un conjunto de habilidades híbridas que combinan la dirección creativa con los conocimientos de IA.

Por último, la comunicación abierta entre los equipos de RR.

HH., diseño y TI es clave para crear un proceso de adopción seguro y atractivo, en el que se fomente la retroalimentación, la experimentación y el aprendizaje continuo.

Una implementación responsable y centrada en las personas garantiza que la IA mejore —y no sustituya— al profesional creativo, reforzando su relevancia e impacto dentro de un proceso de diseño transformado digitalmente.

■ Factores medioambientales

Cuando se aplica al diseño de muebles e interiores, la IA generativa puede reducir significativamente el impacto medioambiental de los procesos creativos y de producción. La validación digital de conceptos, prototipos y materiales antes de la fabricación reduce los residuos causados por errores o pruebas innecesarias y evita la creación de residuos físicos. Estas tecnologías también permiten simular escenarios de uso, evaluar de forma temprana la viabilidad del diseño sostenible y optimizar los procesos de producción para reducir el consumo de energía. Además, abren nuevas vías para integrar principios de economía circular, como la modularidad, la reparabilidad y la reciclabilidad.

Sin embargo, es necesario supervisar ciertos impactos medioambientales. Según diversas fuentes, el entrenamiento de modelos avanzados puede generar más de 500 toneladas de CO₂, y los centros de datos consumen grandes volúmenes de recursos, hasta 216 millones de litros de agua a la semana

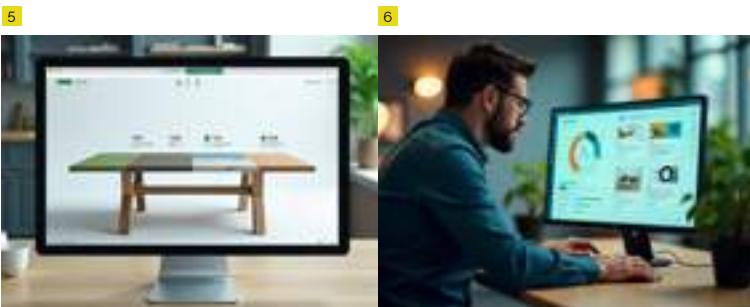
para la refrigeración. Además, la rápida obsolescencia del hardware podría generar unos 5 millones de toneladas de residuos electrónicos para 2030.

Además del consumo de electricidad y agua, la fabricación del hardware en sí, principalmente las GPU y los chips especializados en IA, requiere un gran consumo de recursos. Estos dispositivos contienen elementos de tierras raras y metales preciosos, como cobalto, oro y neodimio, lo que contribuye a la degradación del medio ambiente y a los problemas de derechos humanos asociados a la minería. Las frecuentes actualizaciones del hardware para adaptarse a modelos más grandes agravan los residuos electrónicos (e-waste) y acortan el ciclo de vida de los equipos.

En este sentido, las herramientas basadas en IA pueden contribuir al cumplimiento del Reglamento sobre Ecodiseño (UE 2024/1781), que promueve la creación de productos duraderos y sostenibles. Del mismo modo, la adopción de energías renovables en las empresas que utilizan IA, fomentada por la Directiva (UE) 2018/2001, puede reforzar aún más los beneficios medioambientales de estas soluciones. Además, la Ley de IA, que entrará en vigor en agosto de 2024, exige que se evalúe el impacto medioambiental de la IA, lo que fomenta una adopción más responsable y transparente. Para implementar estas tecnologías de forma coherente con el medio ambiente, se recomienda seleccionar herramientas con menor demanda energética, adaptar su uso a las necesidades reales y establecer métricas internas para supervisar el impacto ecológico a lo largo del tiempo.

■ Alineación con certificaciones y normativas

En el sector del mueble, la IA generativa puede ayudar a cumplir con el marcado CE mediante simulaciones digitales que verifican la conformidad antes de la producción, especialmente en productos sujetos a regulación, como muebles infantiles o artículos con componentes eléctricos. También permite generar datos precisos para las Declaraciones Ambientales de Producto (EPD), optimiza la selección de materiales y calcula la huella de carbono, lo que ayuda a las empresas a cumplir con normas como la ISO 14025 y a satisfacer los requisitos de certificación medioambiental de las licitaciones públicas y los mercados internacionales.



IA generativa para el diseño personalizado y prototipado rápido



Soluciones

40 - Generación de imágenes



OpenAI

Estados Unidos ↔

El modelo 40 de OpenAI permite generar imágenes muy realistas a partir de indicaciones de texto, bocetos o fotos de referencia. Mejora los flujos de trabajo creativos al permitir a los diseñadores visualizar rápidamente conceptos y explorar alternativas de diseño sin necesidad de recurrir al renderizado 3D tradicional o a la creación de prototipos, lo que acelera significativamente el desarrollo de ideas en las primeras fases en campos como el diseño de muebles y productos.

Generador de imágenes Midjourney



Midjourney

Estados Unidos ↔

Midjourney es un generador de texto a imagen conocido por producir imágenes estilizadas y artísticas a partir de simples entradas de texto. Es muy utilizado por diseñadores y creativos para visualizar rápidamente moodboards, atmósferas de diseño y conceptos estéticos, lo que lo convierte en una herramienta eficaz para la lluvia de ideas y la visualización temprana en industrias creativas como el diseño de muebles y el diseño industrial.

Plataforma generativa Krea.ai



Krea.ai

Estados Unidos ↔

Krea.ai ofrece una plataforma de diseño generativo que transforma bocetos, fotos o texto en imágenes refinadas y de alta calidad. Diseñada para profesionales creativos, la herramienta permite una rápida ideación visual y la generación de variantes, lo que permite a los diseñadores probar múltiples ideas de diseño de muebles en tiempo real, fomentando la innovación sin necesidad de realizar procesos de renderización manuales.

Herramienta de prototipado Vizcom Ai



Vizcom

Estados Unidos ↔

VIZCOM es una herramienta basada en inteligencia artificial diseñada para la creación de prototipos de productos mediante la generación de imágenes en tiempo real. Al convertir bocetos o texto en representaciones visuales detalladas, permite a los diseñadores iterar rápidamente sobre las formas y características de los productos. Especialmente útil en el diseño industrial y de muebles, VIZCOM tiende un puente entre la ideación inicial y la visualización refinada del concepto.



Herramienta de renderización basada en IA

Rendair

España ↔

Rendair ofrece soluciones de renderización basadas en inteligencia artificial que convierten bocetos, fotos y planos de planta en contenido visual de alta calidad. Acelera el desarrollo de productos y la planificación de espacios al ofrecer alternativas de prototipado rápidas y rentables para los profesionales del diseño de muebles e interiores.



Stable Diffusion

Estabilidad IA

Reino Unido ↔

Stable Diffusion es un modelo de generación de imágenes de código abierto que transforma texto o imágenes en visualizaciones fotorrealistas. Su flexibilidad y control lo hacen ideal para el prototipado de muebles o productos personalizados, ya que permite a los diseñadores iterar sobre estilos, materiales y formas sin necesidad de costosas herramientas de renderizado o maquetas físicas, lo que impulsa la experimentación creativa y la velocidad.



Generador de muebles

OpenArt AI

Estados Unidos ↔

OpenArt AI Furniture Generator crea imágenes realistas de muebles a partir de indicaciones de texto, fotos o bocetos. Ayuda a los diseñadores y fabricantes a visualizar rápidamente los productos, lo que reduce los costes de prototipado y agiliza el proceso creativo en el diseño de muebles, ya que permite explorar rápidamente los conceptos sin necesidad de muestras físicas.



Visualize AI Platform

Visualize AI

India ↔

Visualize AI ofrece una plataforma intuitiva para generar representaciones detalladas de productos y espacios a partir de bocetos, fotos o planos. Ayuda a los diseñadores de muebles e interiores al simplificar la creación de prototipos y acelerar la creación de contenido visual, lo que mejora la toma de decisiones y la comunicación con los clientes y las partes interesadas.



Plataforma de renderización de espacios con IA

Spacely AI


Tailandia ↔

Spacely AI se especializa en generar representaciones fotorrealistas de espacios habitables a partir de imágenes o texto, lo que ayuda a los diseñadores a visualizar diseños y disposiciones de mobiliario. Su enfoque basado en la inteligencia artificial reduce la dependencia de los métodos de represent-

ación tradicionales, lo que ahorra tiempo y costes en proyectos de diseño de interiores y arquitectura.

Agente de IA para diseño


Oda AI

 *Estados Unidos* ↔

Oda AI Agent aprovecha la inteligencia artificial para crear visualizaciones detalladas de productos y espacios a partir de diversos datos, incluidos bocetos y texto. Mejora el sector del mobiliario y los espacios habitables al agilizar los procesos de creación de prototipos y permitir la rápida iteración de conceptos de diseño.

Plataforma de generación de contenido visual


Presti AI

 *Estados Unidos* ↔

Presti AI permite generar representaciones realistas de muebles y espacios a partir de texto o imágenes, lo que ayuda a los diseñadores a crear prototipos y visualizaciones rápidamente. Su plataforma mejora los flujos de trabajo creativos al reducir la necesidad de muestras físicas y representaciones tradicionales, lo que aumenta la eficiencia en los proyectos de diseño.

Aplicación de renderizado con IA

Fermat

 *España* ↔

La aplicación basada en inteligencia artificial de Fermat produce representaciones fotorrealistas de productos y espacios a partir de bocetos, fotos o descripciones de texto. Centrada en los mercados del mobiliario y el diseño de interiores, ayuda a reducir el tiempo y los costes de prototipado, al tiempo que facilita la rápida visualización de conceptos.

Herramienta de rediseño interior sensible al contexto

Interior AI

Estados Unidos ↔

Interior AI ofrece una plataforma basada en inteligencia artificial que rediseña espacios interiores sugiriendo muebles, estilos y distribuciones basados en el contexto existente. Permite a los usuarios explorar múltiples escenarios de mobiliario al instante, lo que mejora la creatividad y la toma de decisiones en proyectos de diseño de interiores.


Asistente de diseño de interiores con IA

RoomGPT

 *Estados Unidos* ↔


RoomGPT utiliza inteligencia artificial para generar diversas alternativas de diseño de interiores basadas en las fotos de los usuarios, proponiendo nuevas distribuciones y estilos de mobiliario. Esta herramienta rápida y sencilla ayuda a propietarios y profesionales a visualizar diferentes opciones de mobiliario sin necesidad de realizar diseños manuales.

Plataforma de rediseño de interiores basada en inteligencia artificial

 *REImagine Hogar / Canadá* ↔

REImagine Home aprovecha la inteligencia artificial para ofrecer soluciones de rediseño de interiores que tienen en cuenta el contexto. Sugiere muebles, distribuciones y estilos adaptados al espacio del usuario, lo que permite explorar rápidamente múltiples escenarios de decoración y tomar decisiones de diseño informadas con el mínimo esfuerzo.

Herramienta de selección de materiales y acabados con IA

 *Polaron AI / Reino Unido* ↔

Polaron AI se especializa en la selección de materiales y acabados basada en inteligencia artificial, optimizando las opciones en función de criterios estéticos, técnicos y medioambientales. Complementa las herramientas de diseño de interiores ayudando a los profesionales a seleccionar los mejores materiales para muebles y espacios, mejorando la sostenibilidad y la calidad del diseño.

IA generativa para el diseño personalizado y prototipado rápido



Ejemplos



Kartell

Italia



Una colección de muebles diseñada por el equipo de Kartell en colaboración con IA generativa, que explora nuevas formas estéticas y funcionales a través de la co-creación entre humanos y máquinas en el diseño de productos.



Studio Snoop

Australia



Un estudio de diseño que cuenta con Tilly Talbot, una diseñadora virtual impulsada por inteligencia artificial generativa. Tilly colabora con el equipo humano en la creación de nuevas piezas de mobiliario, incluidos taburetes de carácter surrealista que fueron fabricados y expuestos en 2023 como ejemplo de co-creación entre IA y diseñadores.



StaginHome

España



Una plataforma basada en inteligencia artificial generativa que transforma imágenes reales de espacios vacíos en propuestas decoradas en múltiples estilos. Genera automáticamente tanto el mobiliario como la ambientación, ofreciendo visualizaciones realistas que permiten explorar distintas alternativas de diseño en cuestión de segundos. Es especialmente útil para experimentar con distribuciones, estilos y acabados sin necesidad de realizar renders manuales.



Juliettes Interiors

Reino Unido



Una empresa de diseño y fabricación que materializó la solicitud verbal de un cliente mediante un proceso colaborativo iniciado con conceptos generados por IA. Estos conceptos se desarrollaron posteriormente en planos técnicos y se fabricaron por artesanos especializados, dando como resultado un conjunto de comedor a medida que equilibra innovación, funcionalidad y alta calidad artesanal.



Meridiani

Italia



Una plataforma de IA generativa en desarrollo orientada al diseño de interiores. La herramienta crea visualizaciones personalizadas de espacios en tiempo real, ayudando a diseñadores y clientes a acelerar y simplificar las primeras fases del proyecto, manteniendo un fuerte enfoque en la personalización, la creatividad y la experiencia de usuario.



HC28 Cosmo

China



El sillón TWISTY MINI, diseñado por Roderick Vos para HC28 COSMO, se inspira en imágenes conceptuales generadas por IA. Su forma continua y envolvente surge de la interpretación de visuales generativos trasladados al diseño físico. Esta pieza escultórica ejemplifica el diálogo entre la inteligencia artificial y la creatividad humana, traduciendo estéticas algorítmicas abstractas en un objeto de mobiliario lúdico y ergonómico.



Paola Lenti

Italia



La colección "Alma" 2025 de Paola Lenti, co-creada con Francisco Gomez Paz, utiliza algoritmos generativos para optimizar estructuras ligeras de acero inoxidable fabricadas mediante CNC. La IA permite una personalización prácticamente ilimitada en dimensiones, elimina la necesidad de acolchados tradicionales y reduce el uso de materiales y energía, demostrando el potencial de la personalización a escala industrial, ciclos de prototipado más cortos y una fabricación más sostenible.

13

1



2



3



4



Dificultad de implementación: **Media**Viabilidad económica: **Media-Alta**

Sistemas de gestión del conocimiento basados en inteligencia artificial



Descripción

Los modelos fundacionales representan una de las innovaciones más significativas en inteligencia artificial de las últimas décadas. Antes de su aparición, desarrollar soluciones de IA capaces de procesar textos o contenidos complejos requería entrenar modelos desde cero, lo que suponía procesos costosos y largos. Gracias a su versatilidad y capacidad de adaptación, los modelos fundacionales (como GPT, PaLM o Claude) permiten a las empresas obtener resultados tangibles con una inversión inicial mucho menor que la necesaria en los desarrollos tradicionales de IA. Esto facilita la exploración de casos de uso reales sin necesidad de contar con grandes recursos desde el inicio.

Los Modelos de Lenguaje de Gran Tamaño (LLM), en particular, se han consolidado como una tecnología clave dentro del ecosistema de modelos fundacionales. Entrenados con volúmenes masivos de texto, estos modelos son capaces de comprender, procesar y generar lenguaje natural de forma similar a la humana, produciendo contenidos coherentes y adaptándose a una amplia variedad de contextos. Combinados con otras técnicas de IA, permiten interacciones rápidas, conversacionales y precisas con la documentación corporativa —independientemente de su formato—, transformando la manera en que las organizaciones gestionan, consultan y comparten el conocimiento interno. ¹

La adopción de esta tecnología en el sector del mueble y el hábitat proporciona una herramienta estratégica para optimizar la gestión documental, la formación interna y el cumplimiento normativo. Los LLM permiten extraer información clave de manuales, normativas, fichas técnicas y cualquier otro tipo de documentación, haciendo que el conocimiento organizativo sea más accesible y contextualizado. Esto no solo reduce el tiempo dedicado a la búsqueda de información, sino que también mejora la precisión en la toma de decisiones y refuerza la continuidad operativa entre equipos. ²

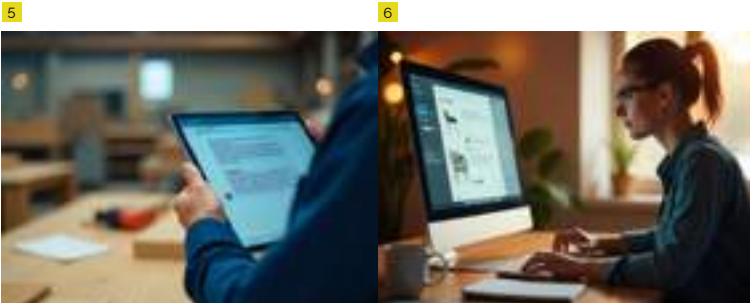
Una de las formas más potentes de aplicar esta tecnología es a través de los denominados asistentes de conocimiento: sistemas conversacionales conectados a fuentes internas

de información (bases de datos, documentación técnica, intranets o plataformas en la nube) que devuelven respuestas específicas adaptadas al contexto del usuario. Estos asistentes permiten consultar procedimientos, normativas de fabricación o especificaciones técnicas de producto sin necesidad de revisar manualmente cada fuente de información. El resultado es una experiencia fluida y natural que facilita la adopción a todos los niveles de la organización, desde operarios de planta hasta responsables de calidad o desarrollo de producto.

Estas soluciones se apoyan en infraestructuras escalables basadas en APIs y servicios en la nube, lo que facilita su integración con los sistemas existentes y su adaptación al tamaño y grado de madurez digital de cada empresa. Además, están diseñadas bajo un enfoque human-in-the-loop, en el que los usuarios interactúan con el sistema, validan sus respuestas y contribuyen a su mejora continua. Este planteamiento incrementa la fiabilidad de los resultados y garantiza que la solución se mantenga alineada con las necesidades reales del equipo, equilibrando automatización y supervisión humana. ³

Las aplicaciones en el sector del mueble son amplias y concretas: análisis documental para procesos de diseño o producción, soporte al cumplimiento normativo en certificaciones de producto, asistencia interna en flujos de control de calidad o incluso atención técnica automatizada para clientes y distribuidores. En un entorno donde la información es abundante pero fragmentada, esta tecnología se posiciona como un aliado clave para hacer el conocimiento corporativo más accesible, estructurado y verdaderamente útil.

Como veremos en los siguientes apartados, el impacto de esta tecnología va más allá de la automatización: reside en su capacidad para fomentar una cultura organizativa más conectada, eficiente y centrada en el conocimiento.



Sistemas de gestión del conocimiento basados en inteligencia artificial



Aplicación

La IA generativa aplicada a la gestión del conocimiento en el sector del mueble permite a las empresas organizar, consultar y extraer rápidamente información de documentación empresarial compleja, como procedimientos internos, manuales, protocolos de gestión de calidad o detalles sobre licitaciones públicas, lo que agiliza el trabajo de diversas funciones en todos los departamentos. ⁴

Acceso inteligente y organización del conocimiento corporativo

La IA generativa actúa como puente entre departamentos como diseño, ingeniería, producción y ventas, facilitando el acceso a documentación clave: procedimientos internos, manuales técnicos, instrucciones de montaje y mucho más. Esto mejora la transferencia de conocimientos entre equipos y acelera la incorporación de nuevos empleados, lo que resulta especialmente valioso para empresas de mobiliario con procesos complejos o alta rotación de personal. También permite a los perfiles administrativos o de gestión recuperar información sin depender del personal técnico. ⁵

Asistente de IA para sistemas de gestión de calidad

Integrado en plataformas de calidad, el asistente puede ayudar a consultar protocolos, acceder a documentación técnica, localizar incidentes similares o recuperar registros de no conformidad. De este modo, los responsables de calidad y los técnicos de planta pueden optimizar la gestión de documentos, reducir los errores y agilizar los procesos de inspección, auditoría y mejora continua.

Análisis automatizado de licitaciones y contratos

Los asistentes generativos basados en IA pueden extraer y resumir información clave de licitaciones públicas o contratos complejos, como presupuestos, plazos, requisitos técnicos o cláusulas normativas. Esta funcionalidad resulta especialmente útil para puestos como los de responsables de compras, directores comerciales o personal técnico, que necesitan evaluar rápidamente la viabilidad de una propuesta sin tener que revisar manualmente documentos extensos. ⁶

Análisis de la documentación sobre responsabilidad social corporativa (RSC)

Los sistemas de gestión del conocimiento basados en IA pueden identificar automáticamente la información relevante en documentos normativos sobre sostenibilidad o medio ambiente y sociedad. Ayudan a los departamentos de calidad, sostenibilidad o cumplimiento normativo a analizar indicadores clave relacionados con los materiales, las condiciones laborales, las emisiones, las prácticas de economía circular y mucho más. Esto facilita la elaboración de informes y ayuda a cumplir los requisitos de los clientes o de certificación.



Aspectos de implementación

■ Dificultad de implementación: Media

El nivel de dificultad depende de cómo se utilice la tecnología, y puede variar desde consultas sencillas con ChatGPT, que requieren pocos conocimientos técnicos, hasta desarrollos avanzados que implican sistemas multiagente, integración con otras tecnologías y indicaciones ajustadas. Las integraciones profundas con sistemas como ERP o CAD aumentan tanto la complejidad como el coste, y su adopción también requiere un cambio cultural, que incluye la formación del equipo y la validación por parte de personas. Para garantizar un uso seguro y eficaz, las empresas deben considerar medidas de gobernanza de datos, como el control de acceso, la anonimización y el cifrado, y adaptar los modelos al vocabulario, los flujos de trabajo y las normas de cumplimiento específicos de la industria del mueble mediante ajustes, integraciones personalizadas o documentación interna.

■ Viabilidad económica: Media-Alta

El uso de soluciones existentes en el mercado, que se conectan fácilmente con otras herramientas digitales a través de sistemas de integración estándar, ofrece un punto de entrada accesible con bajos costes iniciales. La inversión aumenta cuando se requiere un mayor grado de personalización o integración con los sistemas internos. A cambio, estas herramientas reducen significativamente el tiempo y los recursos dedicados a tareas manuales, mejoran la toma de decisiones y aumentan la eficiencia operativa. Además, el sistema es escalable y adaptable al crecimiento de la organización y a las necesidades específicas del negocio.

■ Factores humanos

La adopción de asistentes de conocimiento y herramientas de IA generativa transforma la forma en que los equipos acceden, gestionan y consultan la información interna. Al automatizar tareas repetitivas, como la búsqueda manual de documentos, la interpretación de normativas o la revisión de procedimientos, estas soluciones liberan tiempo para que los profesionales se centren en actividades de mayor valor: mejora continua, análisis de procesos, resolución de problemas complejos y toma de decisiones estratégicas. Esta redistribución del tiempo favorece una cultura más eficiente y colaborativa, en la que las personas actúan como supervisores, intérpretes y amplificadores del conocimiento de la organización. Pasan de ser «recuperadores de información» a «curadores de conocimiento», desempeñando un papel clave en la mejora de la calidad de los datos y la preparación para la toma de decisiones.

Además, al simplificar el acceso a normativas, manuales y procedimientos complejos mediante la interacción en lenguaje natural, estas herramientas mejoran la accesibilidad cognitiva y ayudan a integrar perfiles no técnicos en procesos de gestión clave.

Esto resulta especialmente valioso para incorporar a nuevos empleados o involucrar a perfiles de los departamentos de RR. HH., jurídico o de sostenibilidad en cuestiones técnicas. Aunque estas herramientas están diseñadas para ser intuitivas, su adopción eficaz requiere programas de incorporación estructurados y talleres prácticos adaptados a las diversas funciones.

Los equipos deben estar equipados con conocimientos básicos, técnicas de formulación de consultas específicas del ámbito y la capacidad de evaluar críticamente el contenido generado por la IA.

Fomentar estas competencias no solo mejora la calidad de las interacciones con el sistema, sino que también refuerza la autonomía de los usuarios, la madurez digital y la colaboración entre funciones.

Para integrar con éxito la IA generativa en los flujos de trabajo del conocimiento, es necesario un cambio cultural — impulsado por los directivos y el departamento de RR. HH. — hacia el aprendizaje continuo, la confianza en la cocreación entre humanos e IA y la alineación con los objetivos de la organización.

Los defensores dedicados de la IA, las redes de aprendizaje entre pares y la comunicación transparente sobre las capacidades y limitaciones respaldan aún más su adopción.

■ Factores medioambientales

Los asistentes de conocimiento basados en IA contribuyen a una gestión de documentos más sostenible al reducir la necesidad de imprimir manuales, informes o fichas técnicas. Las consultas digitales eliminan el uso de papel, materiales de encuadernación y soportes de almacenamiento físicos, como carpetas, discos externos o memorias USB. La centralización de la información en entornos digitales también reduce la dependencia de las impresoras y el almacenamiento físico, lo que disminuye el consumo de energía y la huella medioambiental en entornos ofimáticos e industriales. Las actualizaciones de contenido en tiempo real, el control de versiones y la eliminación de documentos obsoletos mejoran la trazabilidad y optimizan el uso de los recursos digitales.

Estas soluciones también reducen la duplicación de esfuerzos y materiales al facilitar el acceso a las normas, procedimientos o informes internos existentes, lo que ahorra tiempo y recursos en la creación de documentos. Sin embargo, es importante tener en cuenta que la ejecución de modelos de IA también aumenta el consumo de energía, tanto por los procesos de formación como por el uso continuo de la infraestructura digital.

La fase de formación de estos asistentes es uno de los aspectos más perjudiciales para el medio ambiente. La formación de un modelo de lenguaje grande (LLM) como GPT-4 implica miles de millones de parámetros y petabytes de datos de texto, lo que requiere millones de horas de GPU en entornos de computación de alto rendimiento (HPC). Este proceso consume grandes cantidades de electricidad y agua y produce importantes emisiones de carbono, especialmente cuando se alimenta con redes eléctricas dominadas por combustibles fósiles.

El hardware necesario para entrenar y ejecutar estos modelos, como GPU, TPU y servidores de apoyo, también es una fuente importante de impacto medioambiental, ya que estos componentes dependen de elementos de tierras raras y silicio de alta pureza. Además, el ritmo de innovación en el hardware de IA da lugar a ciclos de actualización cortos, lo que agrava los problemas de extracción y eliminación de recursos (residuos electrónicos).

Una vez implementados, los asistentes de IA requieren importantes recursos computacionales para atender las consultas de los usuarios en tiempo real. Estos sistemas suelen alojarse en plataformas en la nube y centros de datos, lo que contribuye al aumento de la demanda de electricidad y al impacto medioambiental del sector digital. Además, los asistentes de IA dependen del almacenamiento, la recuperación y la integración de datos en vastas bases de conocimiento, lo que aumenta aún más la demanda de infraestructura digital.

No obstante, las ventajas en términos de eficiencia, digitalización y menor dependencia de los soportes físicos ayudan a compensar parte de este impacto, especialmente cuando se siguen las mejores prácticas y las organizaciones avanzan hacia entornos tecnológicos energéticamente eficientes.

■ Alineación con certificaciones y normativas

Las soluciones generativas basadas en IA deben cumplir con el Reglamento General de Protección de Datos (RGPD) y pueden respaldar la implementación de normas como ISO 9001 (Sistemas de Gestión de la Calidad), ISO 14001 (Gestión Ambiental) e ISO 26000 (Responsabilidad Social). Promueven una gestión del conocimiento más eficiente, segura y trazable, garantizando el control de acceso, la transparencia y la alineación con los valores corporativos y los sistemas de gestión adoptados dentro del sector.

Sistemas de gestión del conocimiento basados en inteligencia artificial



Soluciones



Bidbrief – Sistema de gestión de licitaciones

Sciling

España ↔

Bidbrief es una solución desarrollada por Sciling que utiliza agentes de inteligencia artificial para analizar las especificaciones de las licitaciones y la documentación técnica. Esta herramienta puede ayudar a las empresas manufactureras a acelerar la toma de decisiones en torno a la participación en licitaciones u otros procesos de contratación pública y financiación.



Document Intelligence

SambaNova

Estados Unidos ↔

SambaNova Document Intelligence aprovecha la inteligencia artificial generativa y convencional para proporcionar acceso conversacional a documentos técnicos y operativos. Ayuda a las empresas de muebles a analizar, clasificar y consultar normativas, manuales y facturas, automatizando los flujos de trabajo de documentos y prestando apoyo al personal técnico in situ para mejorar el cumplimiento normativo y reducir el tiempo de consulta.



Procesamiento inteligente de documentos (IDP)

Appian

Estados Unidos ↔

El procesamiento inteligente de documentos de Appian combina tecnologías de inteligencia artificial para automatizar la extracción, clasificación y consulta de documentación técnica, como procedimientos operativos estándar, manuales y hojas de datos. Su integración con los sistemas empresariales mejora la eficiencia operativa, lo que permite un soporte interno más rápido y garantiza el cumplimiento normativo en la industria del mueble.



Squint.ai Copilot

Squint.ai

United States ↔

Squint.ai Copilot utiliza una combinación de IA generativa y tradicional para ofrecer interacción conversacional con documentos técnicos y operativos. Permite la recuperación y validación rápida de datos en los flujos de trabajo del sector del mueble, automatizando el análisis de documentos y proporcionando asistencia en el sitio al personal, mejorando así el cumplimiento normativo y reduciendo la carga de trabajo manual.



Eddy (AI-Powered Knowledge Management)

Document360

Reino Unido ↔

Eddy by Document360 Eddy aplica inteligencia artificial generativa y asistentes conversacionales para mejorar el acceso al conocimiento interno. Permite realizar consultas rápidas sobre documentación técnica, normativas y procedimientos, dando soporte a procesos de onboarding, resolución de incidencias y cumplimiento normativo en los sectores del mueble y la fabricación. Como resultado, optimiza la gestión del conocimiento y mejora la eficiencia operativa.



Navex AI Assistant

Navex

Estados Unidos ↔

Navex AI Assistant utiliza inteligencia artificial para agilizar el acceso a documentación relacionada con cumplimiento normativo y conocimiento interno. Ayuda a las empresas del sector del mueble a gestionar regulaciones y estándares de calidad, facilitando una resolución de incidencias más rápida, el onboarding de empleados y el cumplimiento de políticas internas mediante interacciones conversacionales basadas en IA.



AI-Powered Knowledge Platform

Sinequa

France ↔

Sinequa ofrece una plataforma de conocimiento impulsada por IA que aprovecha la inteligencia artificial generativa para proporcionar acceso rápido y contextualizado a la información corporativa. Permite a las empresas del sector del mueble consultar con agilidad documentación técnica y datos internos, acelerando la toma de decisiones y reforzando el cumplimiento normativo y el intercambio de conocimiento entre equipos.



AI Knowledge Search and Insights

Mindbreeze

Austria ↔

Mindbreeze proporciona soluciones de búsqueda inteligente y análisis de conocimiento basadas en IA, que permiten a las empresas acceder y analizar documentación técnica, normativas y procedimientos. Sus asistentes conversacionales mejoran la recuperación del conocimiento interno y dan soporte a procesos de onboarding y cumplimiento normativo en la fabricación de muebles y sectores afines.



AI Knowledge Management Platform

Zive

United States ↔

Zive integra IA generativa y herramientas conversacionales para facilitar el acceso rápido al conocimiento y a los documentos internos. Apoya a las empresas del sector del mueble mejorando la eficiencia en la recuperación de información,

ayudando en la resolución de problemas, asegurando el cumplimiento normativo y proporcionando experiencias de incorporación más fluidas.

Thron AI Knowledge Platform

Thron
Italia ↔

La plataforma de IA de THRON mejora la gestión del conocimiento al permitir el acceso inmediato a documentos corporativos, contratos y procedimientos. Sus asistentes basados en inteligencia artificial ayudan a los profesionales del sector del mueble a localizar rápidamente la información relevante, garantizando el cumplimiento normativo y apoyando la eficiencia operativa mediante una organización inteligente de los datos.

Guru Knowledge Management

Guru
Estados Unidos ↔

Guru aprovecha la inteligencia artificial y los asistentes conversacionales para mejorar el intercambio y la recuperación de conocimientos dentro de las organizaciones. Permite a las empresas de muebles acceder al instante a documentos técnicos, normativas y mejores prácticas, lo que facilita una incorporación más rápida, la resolución de problemas y el cumplimiento de los estándares de calidad.

Plataforma Work AI

Glean
Estados Unidos ↔

La plataforma Work AI de Glean utiliza IA generativa para proporcionar acceso conversacional al conocimiento empresarial. Ayuda a los profesionales del sector del mueble a encontrar rápidamente documentos, normativas y procedimientos, lo que favorece una incorporación eficiente, el cumplimiento normativo y la comunicación interna gracias a una búsqueda de información fluida.

Plataforma de IA SquirrelGPT

Squirrel
Suiza ↔

SquirrelGPT combina la inteligencia artificial generativa y el análisis de datos para mejorar la gestión del conocimiento. Ofrece a las empresas del sector del mueble acceso conversacional a la documentación interna y a información relevante, agilizando el cumplimiento normativo, el soporte técnico y la toma de decisiones al mostrar rápidamente la información relevante y contextualizada.

Gráfico dinámico de conocimientos especializados

Starmind
Suiza ↔

Starmind crea gráficos dinámicos de conocimientos especializados mediante el análisis de las comunicaciones de correos electrónicos, Jira y Teams para dirigir las preguntas internas a los expertos adecuados. Ampliamente utilizado en la fabricación y la I+D, acelera la resolución de problemas y el intercambio de conocimientos, al tiempo que garantiza el cumplimiento del RGPD, lo que beneficia a los flujos de trabajo del sector del mueble.

Plataforma Einstein 1

Salesforce
Estados Unidos ↔

Salesforce Einstein 1 integra la inteligencia artificial en los datos y flujos de trabajo de la empresa mediante herramientas de bajo código. Automatiza tareas y ofrece información personalizada, lo que mejora la eficiencia de las ventas y la gestión del conocimiento. Las empresas de muebles se benefician de procesos optimizados y una mayor interacción con los clientes gracias a la conectividad de datos impulsada por la inteligencia artificial.

Zoho CRM con Zia AI

Zoho
India ↔

Zoho CRM, con tecnología Zia AI, predice los resultados de los clientes potenciales, sugiere los momentos óptimos para contactar con ellos, genera mensajes personalizados y proporciona informes de rendimiento. Este CRM mejorado con IA ayuda a los equipos de ventas del sector del mueble a aumentar la eficiencia, reducir los costes operativos y mejorar la gestión de las relaciones con los clientes mediante la automatización basada en datos.

Marco de código abierto para el desarrollo de IA

LangChain
N/A (código abierto) ↔

LangChain es un marco de código abierto que permite a las empresas crear, personalizar e integrar aplicaciones de IA con un mayor control sobre los datos y los flujos de trabajo. Admite el desarrollo de modelos lingüísticos avanzados y herramientas de IA, lo que ayuda a las organizaciones a reducir la dependencia de un único proveedor y a fomentar la innovación interna.

Marco de trabajo de PLN de código abierto

Haystack
N/A (código abierto) ↔


Haystack es un marco de trabajo de procesamiento del lenguaje natural (NLP) de código abierto diseñado para crear sistemas escalables de búsqueda de documentos y respuesta a preguntas. Permite a las empresas crear soluciones de inteligencia artificial personalizables para la comprensión

Sistemas de gestión del conocimiento basados en inteligencia artificial

profunda de documentos, lo que reduce la dependencia de los proveedores comerciales y permite una integración a medida con la infraestructura informática existente.

Open-Source Large Language Model


LLaMA

 *N/A (Open-Source)* ⇄

LLaMA, desarrollado por Meta AI, es un modelo de lenguaje de gran tamaño de código abierto que permite a las organizaciones ejecutar capacidades avanzadas de procesamiento del lenguaje natural en su propia infraestructura. Ofrece flexibilidad, mayor privacidad de los datos y amplias opciones de personalización, reduciendo la dependencia de proveedores comerciales de IA.

Open-Source Large Language Model

Mistral

 *N/A (Open-Source)* ⇄

Mistral es un modelo de lenguaje de gran tamaño de código abierto centrado en ofrecer potentes capacidades de comprensión del lenguaje. Está orientado a empresas que buscan herramientas de IA personalizables con control total sobre sus datos y procesos, minimizando riesgos de vendor lock-in y fomentando la innovación.

Retrieval-Augmented Generation (RAG) Engine

RAGFlow

 *China* ⇄

RAGFlow es un motor de código abierto especializado en Retrieval-Augmented Generation, que permite una comprensión profunda de documentos complejos como PDFs, imágenes y bases de datos. Proporciona respuestas de IA respaldadas por citas verificables e integra fácilmente flujos de trabajo empresariales mediante APIs intuitivas, permitiendo a las empresas gestionar su conocimiento con control total sobre los datos.



Ejemplos



IKEA

Suecia

⇄

IKEA combina IA conversacional con herramientas de diseño inmersivo para mejorar la experiencia del cliente. Su asistente de IA (basado en ChatGPT) ayuda tanto a clientes como a empleados con consultas sobre productos, recomendaciones de mobiliario y asesoramiento decorativo, facilitando el acceso rápido a información técnica y comercial. De forma complementaria, IKEA Kreativ permite a los usuarios escanear sus espacios, eliminar virtualmente el mobiliario existente y colocar productos IKEA a escala real y con iluminación realista. Mediante IA, escaneo 3D y realidad aumentada, la herramienta genera modelos de estancias editables que apoyan decisiones de diseño personalizadas y realistas.



Wayfair

Estados Unidos

⇄

Asistente interno impulsado por IA generativa que ofrece respuestas inmediatas a los equipos de ventas y atención al cliente sobre productos, políticas y alternativas, mejorando la eficiencia operativa y la calidad del servicio.



Freedom Furniture - Coveo AI-Powered Merchandising Hub

Australia

⇄

Freedom Furniture utiliza el hub de merchandising basado en IA de Coveo para mejorar el descubrimiento de productos y optimizar la gestión del conocimiento. La solución combina inteligencia artificial con controles manuales, permitiendo una gestión eficiente de la información de producto y una mejor experiencia de cliente mediante búsquedas intuitivas y recomendaciones personalizadas.



Steelcase – “Onboarding AI”

Estados Unidos

⇄

Steelcase utiliza Salesforce Einstein para unificar datos procedentes de Herman Miller, Knoll y DWR. La IA recomienda productos y extrae insights entre marcas, mejorando el servicio al cliente y apoyando la toma de decisiones de merchandisers y equipos comerciales.

**Qatalog***Reino Unido*

Herramienta de gestión del conocimiento que utiliza inteligencia artificial para permitir a los equipos buscar y obtener respuestas en tiempo real a partir de todas las fuentes corporativas (por ejemplo, documentos, herramientas y aplicaciones), sin necesidad de copiar ni trasladar los datos. Funciona como un asistente conversacional que enlaza la información directamente con su fuente original, garantizando seguridad, precisión y actualización continua de los contenidos.

**Netguru Memory***Polonia*

Base de conocimiento desarrollada internamente y basada en inteligencia artificial, concebida como un repositorio centralizado para almacenar, organizar y compartir el conocimiento dentro de la empresa. La herramienta aprovecha técnicas de IA y machine learning para realizar búsquedas rápidas en grandes volúmenes de datos y generar casos de estudio asistidos por IA, tanto para uso interno como externo.

**HomeDepot***Estados Unidos*

Magic Apron es el conjunto de herramientas de IA generativa de The Home Depot diseñado para ayudar a los clientes en proyectos de mejora del hogar. Disponible en su aplicación y en su sitio web, se basa en conocimiento propietario que combina grandes conjuntos de datos con la experiencia interna de la compañía. Responde a preguntas sobre productos, resume reseñas y actúa como un dependiente digital, facilitando el acceso a información relevante y mejorando la experiencia del cliente.

Optimización de los procesos de marketing y ventas con IA generativa: automatización y personalización de contenidos

14



Dificultad de implementación: **Media**Viabilidad económica: **Media-Alta**

Optimización de los procesos de marketing y ventas con IA generativa: automatización y personalización de contenidos



Descripción

La inteligencia artificial generativa aplicada a la automatización y personalización de contenidos combina modelos de texto, imagen, audio y vídeo entrenados con grandes volúmenes de datos para generar nuevos contenidos a partir de instrucciones sencillas o datos contextuales. Estas tecnologías han evolucionado a partir de modelos básicos como GPT, Stable Diffusion y herramientas de síntesis de vídeo como Synthesia, y representan una de las áreas de desarrollo más activas en el ámbito del marketing y la comunicación digital. Sin embargo, a pesar de su potencial, estas tecnologías también plantean importantes preocupaciones. Uno de los principales retos es la calidad y la fiabilidad del contenido generado, ya que los modelos generativos son propensos a introducir imprecisiones o las llamadas «alucinaciones», es decir, resultados plausibles pero incorrectos que pueden socavar la confianza. Además, el uso de conjuntos de datos externos para entrenar estos modelos ha suscitado un debate en torno a los derechos de autor y la propiedad intelectual, especialmente cuando el contenido generado reproduce o se inspira en obras protegidas sin una atribución o licencia claras. Las empresas deben ser conscientes de que los modelos entrenados con imágenes o textos protegidos por derechos de autor pueden generar obras derivadas y exponerlas a reclamaciones por infracción.

En el contexto del sector del mueble, esta tecnología permite la generación automática de publicaciones en redes sociales, textos publicitarios, catálogos visuales, vídeos de productos y mensajes de texto o audio personalizados adaptados a diferentes perfiles de clientes, idiomas o preferencias. Herramientas como ChatGPT/DALL·E, Stable Diffusion, Runway o Synthesia pueden utilizarse para producir recursos creativos, coherentes y visualmente impactantes para campañas de marketing. Además, esta automatización permite realizar pruebas A/B a gran escala, adaptar los creativos a mercados específicos y responder rápidamente a los cambios en las tendencias o preferencias estéticas. ¹

Una de las aplicaciones más estratégicas de la IA generativa en marketing y ventas es la creación de contenido multimedia personalizado (texto, imágenes, vídeos o audio) basado en el análisis de tendencias visuales, estilos y líneas de productos. Estos sistemas están diseñados para detectar patrones estilísticos en bases de datos de productos, redes sociales, ferias comerciales o materiales internos, y traducirlos en propuestas alineadas con la identidad visual de la marca y las preferencias del público objetivo. Esto permite generar contenidos muy relevantes y adaptables a diversos contextos comerciales.

Además, la IA generativa impulsa nuevas formas de interacción con los clientes a través de contenidos comerciales en interfaces dinámicas, como experiencias inmersivas, recomenda-

ciones visuales o catálogos interactivos. Estas soluciones presentan productos, responden a preguntas frecuentes o guían a los clientes a través del proceso de toma de decisiones de una manera visual, ágil y contextualizada, enriqueciendo la experiencia en todos los canales digitales. ²

Desde una perspectiva estratégica, estas capacidades permiten a las marcas de muebles aumentar su visibilidad, establecer vínculos emocionales más fuertes con los clientes y mejorar la intención de compra mediante contenidos persuasivos, creativos y personalizados. Además, al centralizar el control del estilo y los mensajes en una única herramienta, las marcas pueden garantizar una producción coherente de materiales en múltiples formatos y canales, lo que refuerza el valor percibido de la marca. ³

Una ventaja clave de esta tecnología es su integración con herramientas estándar de marketing y ventas, como gestores de contenido, plataformas de automatización, editores visuales o CRM. Esto permite incorporar la IA generativa a los flujos de trabajo existentes dentro de los procesos comerciales de la industria del mueble, sin necesidad de cambios radicales en las estructuras actuales, manteniendo el control creativo y aprovechando al mismo tiempo el poder de la automatización. Como se muestra en las siguientes secciones, estas soluciones se están convirtiendo en herramientas clave para potenciar la creatividad en los procesos de venta, mejorar la experiencia del cliente y fortalecer la competitividad del sector del mueble en un entorno digital cada vez más dinámico.



Aplicación

La integración de la inteligencia artificial generativa en los procesos de marketing y ventas del sector del mueble permite automatizar y escalar tareas clave de forma altamente personalizada y eficiente. A continuación se detallan las principales aplicaciones:

Creación, gestión y estrategia de contenidos personalizados

Los equipos de marketing pueden generar automáticamente materiales visuales, textuales y audiovisuales adaptados a diferentes perfiles de clientes, canales y contextos comerciales. A partir de sencillas indicaciones, guías de estilo de marca o análisis visuales de líneas de estilo, tendencias de productos o campañas de la competencia, es posible crear contenidos alineados con los objetivos estratégicos de cada campaña. Esta información también puede utilizarse para redefinir el posicionamiento, ajustar las campañas en curso o identificar oportunidades de mercado antes que la competencia. Estas herramientas garantizan la coherencia visual y narrativa sin sobrecargar los recursos humanos. Sin embargo, la eficacia del contenido debe evaluarse

Optimización de los procesos de marketing y ventas con IA generativa: automatización y personalización de contenidos

continuamente mediante análisis, que aporten información para la ingeniería de indicaciones o el ajuste de modelos, con el fin de garantizar la relevancia continua de la campaña.

A pesar de la automatización de los procesos, cada optimización debe ser validada por un equipo en términos de lenguaje, coherencia visual y adhesión a los valores corporativos. El riesgo es que la carga de trabajo adicional para el control de calidad anule parcialmente el ahorro de tiempo esperado. Aunque la IA puede producir contenidos coherentes con las indicaciones y directrices, a menudo carece de la profundidad creativa, emocional o cultural que puede ofrecer un equipo humano. El riesgo es que los contenidos generados automáticamente puedan parecer «planos» o estereotipados, lo que reduce la distinción de la marca. ⁴

Automatización del flujo de trabajo de campañas y marketing

Al integrarse con plataformas de marketing por correo electrónico, CRM o redes sociales, es posible diseñar flujos de trabajo de comunicación automatizados con mensajes generados dinámicamente. La IA generativa puede redactar correos electrónicos personalizados, crear publicaciones adaptadas a cada plataforma y segmentar los mensajes en función del comportamiento de la audiencia analizado previamente. Además, los asistentes virtuales pueden ofrecer asistencia instantánea y personalizada, responder a preguntas frecuentes y guiar a los clientes a lo largo del proceso de toma de decisiones. El uso de asistentes virtuales también implica consideraciones normativas. Según el RGPD, se debe informar a los usuarios cuando interactúan con la IA, y cualquier dato personal procesado debe cumplir con los requisitos de transparencia y consentimiento.

Muchas soluciones (por ejemplo, para publicaciones en redes sociales, fichas de productos o catálogos) se basan en diseños estandarizados, lo que conlleva el riesgo de homogeneizar la comunicación visual de las marcas. Esto provocaría una pérdida de originalidad y confusión con los competidores que utilizan las mismas herramientas. ⁵

Campaña continua y optimización de contenidos

Mediante el análisis automatizado de métricas de rendimiento (porcentajes de clics, interacción, conversiones, etc.), los modelos generativos pueden sugerir ajustes en tiempo real para mejorar la eficacia de las campañas. Esto incluye sugerencias de rediseño de creatividades, modificaciones en los textos publicitarios o cambios en la frecuencia y los canales de distribución. La capacidad de realizar pruebas A/B automatizadas a gran escala mejora la toma de decisiones basada en datos y favorece el aprendizaje continuo dentro del equipo.

Aceleración de la producción de activos de marketing

La generación automática de textos publicitarios, fichas de productos, creatividades visuales y recursos audiovisuales permite ampliar la producción de contenidos sin comprometer la calidad. Esta capacidad resulta especialmente valiosa en entornos de campañas dinámicas o en mercados multilingües

y multinacionales, donde se puede automatizar la adaptación de contenidos a diferentes idiomas y regiones, manteniendo al mismo tiempo la coherencia de la marca. En lugar de sustituir a los profesionales creativos, la IA generativa se entiende mejor como una herramienta que mejora sus capacidades. La intervención humana sigue siendo esencial para guiar, supervisar y perfeccionar los resultados, garantizando la relevancia, la precisión y la alineación con los valores de la marca. La colaboración entre humanos y máquinas permite a los creadores de contenido, diseñadores y estrategas de marketing centrarse en tareas de mayor valor, combinando la automatización con la creatividad estratégica. ⁶



Aspectos de implementación

■ Dificultad de implementación: Media

La complejidad de la implementación varía en función de la solución elegida. La integración de herramientas estándar con funcionalidades preconstruidas suele ser sencilla, mientras que los desarrollos personalizados o las integraciones complejas requieren un mayor esfuerzo técnico. Además, el éxito depende de fomentar una cultura orientada a los datos y los resultados, gestionar eficazmente las fuentes de información e integrar la IA en los sistemas de marketing y ventas existentes. La adaptación de los equipos a los nuevos procesos y flujos de trabajo también supone un importante reto organizativo.

■ Viabilidad económica: Media-Alta

El coste de implementación depende del nivel de personalización e integración necesarios. Existen opciones asequibles a través de servicios basados en la nube y suscripciones SaaS, lo que permite a las empresas comenzar con inversiones moderadas. Cuanto mayor sea el grado de segmentación y automatización, mayor será el rendimiento potencial de la inversión. Sin embargo, los proyectos a gran escala o las integraciones complejas (por ejemplo, con CRM, CMS o sistemas internos) aumentarán los costes iniciales, aunque también pueden conducir a una mejora de la competitividad a largo plazo.

■ Factores humanos

La adopción de la inteligencia artificial generativa en marketing y ventas puede mejorar significativamente la experiencia laboral de los equipos al liberarlos de tareas repetitivas, como redactar contenido promocional o producir creatividades manualmente. Esta automatización permite a los profesionales centrarse en decisiones estratégicas y, sobre todo, en trabajos creativos de mayor valor, fomentando una cultura

de cocreación en la que el ser humano selecciona, valida y supervisa el contenido generado por la IA.

Este cambio mejora la satisfacción laboral y permite a los profesionales de la comunicación concentrarse en la narración de historias, la creación de marcas y la innovación en el mercado. Para garantizar la eficacia de esta transformación, es necesario respaldarla con una estrategia integral de mejora de las competencias que prepare a los equipos para utilizar estas herramientas, perfeccionar los resultados, mantener la coherencia de la marca y participar de forma proactiva en un entorno digital en constante evolución.

Esto incluye formación en ingeniería rápida, generación de contenidos éticos, adaptaciones seguras para la marca y alfabetización en datos para la optimización de campañas.

Al mismo tiempo, es importante tener en cuenta que la abundancia de contenido generado automáticamente puede provocar fatiga en la elección, reducir la relevancia del mensaje o diluir la diferenciación de la marca si no se aplica con cuidado.

Fortalecer el criterio editorial e implementar marcos de gobernanza de contenidos ayuda a filtrar los resultados y garantiza la alineación con los objetivos de la campaña.

Fomentar el compromiso crítico con el contenido generado por IA promueve una selección intencionada y protege la identidad de la marca frente a resultados genéricos o desalineados.

Del mismo modo, alinear el uso de estas tecnologías con los valores y objetivos de la organización garantiza una implementación ética, transparente y coherente con la responsabilidad social del sector.

En la práctica, esto significa involucrar a los departamentos de marketing, jurídico y de recursos humanos en la adopción de la IA, garantizar la transparencia en el uso de las herramientas y aclarar el papel de la IA en la creación de contenidos tanto a los equipos como al público.

■ Factores medioambientales

El uso de la inteligencia artificial generativa en marketing y ventas puede contribuir significativamente a la sostenibilidad operativa de las empresas de muebles. Gracias a una mejor segmentación del público y a la capacidad de generar materiales personalizados sin necesidad de sesiones fotográficas físicas, es posible reducir la producción y distribución de catálogos impresos, folletos o materiales promocionales que a menudo no se utilizan. Esta eficiencia no solo reduce el consumo de papel, embalajes y soportes físicos, sino que también

reduce el tiempo y los costes asociados a la organización de producciones complejas.

Además, presentar productos de forma virtual y generar contenido visual y audiovisual sin necesidad de desplazarse reduce la huella de carbono asociada a los viajes de negocios o a la participación en eventos promocionales, un factor especialmente relevante en un sector en el que los ciclos comerciales suelen requerir una movilidad intensa. Los flujos de trabajo digitales centralizados, a través de plataformas conectadas a herramientas como CRM o CMS, minimizan aún más la necesidad de infraestructura física y materiales, lo que favorece una estrategia de comunicación más ágil y sostenible.

Dicho esto, aunque estas ventajas son evidentes, la implementación de estas herramientas debe ser coherente y evitar el «greenwashing». En un contexto en el que las imágenes generadas por IA pueden parecer sostenibles debido a su naturaleza digital, es importante tener en cuenta el coste medioambiental que supone la infraestructura que las alimenta, especialmente en los sistemas generativos basados en la nube.

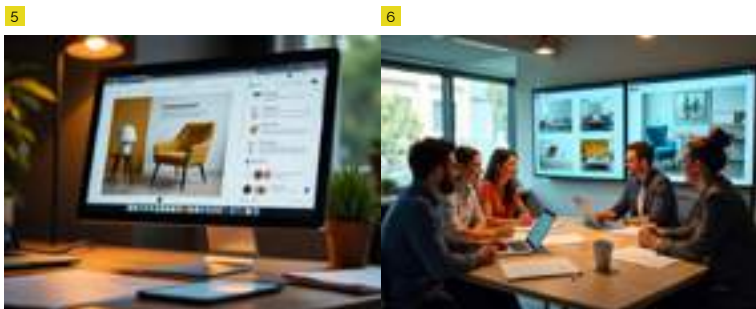
Aunque las empresas de muebles suelen utilizar soluciones de IA preentrenadas y listas para implementar, estas siguen dependiendo de grandes modelos alojados en centros de datos globales que consumen mucha energía. El entrenamiento y el funcionamiento continuo de estos modelos exigen una gran potencia computacional, con frecuentes procesos de inferencia, personalización y algoritmos de recomendación que se ejecutan a gran escala. Esto conlleva un consumo considerable de energía y agua.

El hardware también influye: las GPU, TPU y chips de IA personalizados necesarios para la generación de contenido en tiempo real se fabrican con materiales poco comunes, como cobalto o neodimio, cuya extracción conlleva riesgos medioambientales y sociales. Además, las continuas exigencias de rendimiento obligan a actualizar el hardware con frecuencia, lo que contribuye a la generación de residuos electrónicos.

Para garantizar avances reales en materia de sostenibilidad, las empresas de muebles deben dar preferencia a los proveedores de tecnología que cuenten con estrategias claras de eficiencia energética, políticas de abastecimiento responsables e informes transparentes sobre el impacto medioambiental, alineando sus esfuerzos de comunicación con acciones reales y cuantificables.

■ Alineación con certificaciones y normativas

Las soluciones de IA generativa utilizadas en marketing y ventas deben cumplir con el Reglamento General de Protección de Datos (RGPD), especialmente cuando se utilizan datos personales para la segmentación o la personalización. También deben ajustarse a los requisitos de transparencia de la Ley Europea de IA, que exige la identificación del contenido generado por IA cuando influye en las decisiones o percepciones de los consumidores. Además, debe garantizarse el respeto de los derechos de autor y la coherencia con los valores éticos y de comunicación de la empresa.



Optimización de los procesos de marketing y ventas con IA generativa: automatización y personalización de contenidos



Soluciones



Escenas hiperrealistas de estilo de vida generadas por IA

Scenes

Dinamarca ↔

Scenes aprovecha la inteligencia artificial para crear escenas hiperrealistas de estilo de vida para el sector del mueble, eliminando la necesidad de las sesiones fotográficas tradicionales. Su solución ayuda a las marcas a producir presentaciones de productos versátiles y atractivas que mejoran los materiales de marketing y los escaparates digitales de forma eficiente y rentable.



Pruebas publicitarias y evaluación de campañas basadas en inteligencia artificial

Kantar

Reino Unido ↔

La plataforma de pruebas publicitarias basada en inteligencia artificial de Kantar predice la eficacia de los videos y los anuncios publicitarios antes de su lanzamiento. Esta herramienta ayuda a los fabricantes y las marcas a optimizar sus campañas basándose en información basada en datos, lo que reduce el tiempo de validación creativa y mejora el impacto publicitario para obtener mejores resultados de marketing.



Plataforma de generación visual basada en inteligencia artificial

Presti.ai

Francia ↔

Plataforma impulsada por inteligencia artificial que genera imágenes lifestyle hiperrealistas para la presentación de productos de mobiliario. Permite a las marcas crear contenido visual de alto impacto sin necesidad de sesiones fotográficas físicas, apoyando campañas de marketing con imágenes fotorrealistas versátiles que aumentan la interacción del cliente en canales digitales.



Creación y optimización de campañas multimodales mediante IA

Typeface Arc Agents

Estados Unidos ↔

Los Arc Agents de Typeface actúan como compañeros inteligentes siempre activos que idean, crean y optimizan campañas de marketing multimodales. Garantizan que los textos y las imágenes se mantengan alineados con las directrices de marca, potenciando la creatividad y la eficacia de las campañas mediante una gestión de contenidos basada en IA.



Escenas de interiores generadas por IA

Freepik

España ↔

Freepik ofrece escenas de interiores generadas por IA, ideales para catálogos, redes sociales y campañas publicitarias. Su amplia biblioteca de visuales fotorrealistas permite a las empresas del sector del mueble crear contenidos atractivos de forma rápida, incrementando el engagement y mejorando la presentación de productos.



Generación automatizada de anuncios visuales y copy

AdCreative.ai

Francia ↔

AdCreative.ai utiliza inteligencia artificial para generar automáticamente anuncios visuales, textos promocionales y publicaciones para redes sociales adaptadas a distintos formatos y públicos objetivo. Optimiza los flujos de trabajo de marketing y permite crear campañas eficaces y atractivas de forma ágil, maximizando el impacto del contenido.



Plataforma de creación de contenidos con IA

Jasper

Estados Unidos ↔

Jasper es una plataforma impulsada por IA que automatiza la creación de textos promocionales, anuncios y contenidos para redes sociales. Ayuda a las empresas a generar copy adaptado a diferentes audiencias y formatos, mejorando la eficiencia y la creatividad del marketing de contenidos sin esfuerzo manual.



Visualización 3D y personalización de producto

Cylindo (Chaos)

Alemania ↔

Cylindo ofrece soluciones avanzadas de visualización 3D, realidad aumentada y personalización de producto en tiempo real, específicamente diseñadas para fabricantes y retailers de mobiliario. La plataforma automatiza el rendering y permite a los clientes personalizar productos (colores, acabados y materiales), mejorando la experiencia de e-commerce y aumentando las tasas de conversión.



Generación automatizada de contenidos

Contents.com

Italia ↔

Contents.com utiliza inteligencia artificial para producir de forma automática anuncios visuales y contenidos promocionales escritos. Su plataforma adapta los contenidos a distintos formatos y audiencias, permitiendo a las marcas escalar sus esfuerzos de marketing y mantener una comunicación coherente y de alta calidad de manera eficiente.

**Plataformas de alineación de marca y comunicación con IA***Jacquard**United Kingdom* ↔

Jacquard ayuda a las empresas a mantener la coherencia de sus mensajes alineando todos los contenidos de marketing con la identidad de marca. Su plataforma garantiza que anuncios, publicaciones y materiales promocionales reflejen el tono, los valores y la personalidad de la marca, favoreciendo una comunicación coherente, fiable y consistente en todos los canales.

**Plataforma de copywriting empático y personalizado***Anyword**Estados Unidos* ↔

Anyword es una plataforma de copywriting basada en IA que adapta el tono y el estilo del contenido según la audiencia, el producto y el canal de comunicación. Genera textos personalizados —desde descripciones de producto hasta mensajes publicitarios— orientados a distintos perfiles como clientes finales, arquitectos o distribuidores, maximizando el engagement y la eficacia del mensaje.

**Mensajería multilingüe para marketing y CRM***Typewise AI**Suiza* ↔

Typewise AI ayuda a los equipos de marketing y CRM a crear mensajes multilingües que ajustan tanto el tono como el contenido a diferentes audiencias y mercados. Es especialmente útil para marcas internacionales que buscan una comunicación coherente y consistente en distintos países, mejorando la experiencia del cliente y reforzando la unidad de marca.

**Automatización de la comunicación postventa***Auralis AI**Estados Unidos* ↔

Auralis AI automatiza la comunicación tras la compra mediante la generación de respuestas personalizadas, la recomendación de contenidos adaptados (cuidado del producto, combinaciones, reposiciones) y la asistencia en tiempo real a los operadores. Se integra con plataformas de CRM y e-commerce, mejorando la experiencia del cliente, reduciendo costes operativos y fomentando la fidelización.

**Generación de correos comerciales y de atención al cliente***Flowrite**Finlandia* ↔

Flowrite genera correos de ventas, seguimientos y respuestas a partir de breves indicaciones, dando soporte a los equipos de marketing y atención al cliente. Garantiza coherencia en los mensajes, ahorra tiempo y agiliza los flujos de comunicación, mejorando la rapidez y calidad de la respuesta en todos los puntos de contacto con el cliente.

Optimización de los procesos de marketing y ventas con IA generativa: automatización y personalización de contenidos.



Ejemplos



Hypotenuse AI

Estados Unidos



Hypotenuse AI es una plataforma de generación de contenidos con IA orientada al e-commerce. Permite crear descripciones de producto a gran escala, garantizando que cada texto sea único incluso para artículos muy similares. Esto responde a una necesidad clave del sector del mueble, donde los productos suelen presentarse en múltiples variantes. Living Spaces, uno de los principales retailers de muebles en Estados Unidos, utiliza esta plataforma para generar contenidos precisos, optimizados para SEO y alineados con la marca, facilitando la gestión eficiente de catálogos extensos.



Norr11

Dinamarca



La marca danesa Norr11 utilizó tecnología de generación de escenas para crear imágenes hiperrealistas de su FAVE Lounge Chair sin necesidad de sesiones fotográficas físicas. El proyecto "My FAVE Spot" permitió producir visuales coherentes con la identidad de marca, agilizando la creación de contenidos para catálogos, redes sociales y e-commerce dentro de la industria del mueble.

Renovai

Israel

Renovai ofrece un conjunto de soluciones de e-commerce basadas en IA específicamente diseñadas para el sector del mueble. Incluye búsqueda visual por similitud, generadores de combinaciones de producto, asistentes de compra personalizados y motores de recomendación, mejorando la experiencia del usuario y aumentando las tasas de conversión.



Archiproducts

Italia



Archiproducts emplea IA generativa para mejorar la búsqueda y el descubrimiento de productos, permitiendo a los usuarios encontrar mobiliario mediante consultas textuales específicas. Esta funcionalidad simplifica el proceso de selección tanto para profesionales como para consumidores, mejorando la experiencia de usuario y el nivel de compromiso.



Alias Design

Italia



Alias Design utiliza la plataforma THRON para optimizar la gestión de contenidos digitales. La solución automatiza la creación y distribución de materiales de marketing, catálogos de producto y fichas técnicas, mejorando la eficiencia operativa y la coherencia de la información.



Arper

Italia



Arper ha integrado la plataforma THRON como herramienta clave en su estrategia de comunicación B2B, mejorando la experiencia digital de clientes y partners a través de su web mediante un acceso más eficiente y estructurado a contenidos y documentación.



Lago

Italia



Lago ha implementado varias funcionalidades de la plataforma THRON para centralizar la gestión y distribución de contenidos. Gracias a ello, logró una reducción del 75 % en el número total de activos digitales, eliminando duplicidades y mejorando la trazabilidad de los contenidos.



Serax

Bélgica



Serax adoptó SAP Business AI para automatizar el procesamiento de pedidos en formato PDF. Esta implementación redujo la introducción manual de datos en un 33 %, incrementando significativamente la eficiencia operativa y permitiendo al equipo centrarse en tareas de mayor valor añadido como upselling y atención personalizada al cliente.



Anyword

Estados Unidos



Anyword es una plataforma de copywriting basada en IA que permite personalizar el tono y el estilo del contenido según la audiencia objetivo. Empresas como National Geographic y Red Bull la utilizan para generar textos que van desde descripciones de producto hasta mensajes publicitarios, adaptándose a las preferencias y emociones del público.



Amazon Personalize

Estados Unidos



Amazon Personalize emplea inteligencia artificial generativa para ofrecer recomendaciones personalizadas, contenido dinámico e interacciones adaptadas al usuario, mejorando significativamente la experiencia de cliente en entornos de e-commerce.



Softology

Reino Unido



Softology introdujo herramientas de búsqueda visual que permiten a los clientes subir imágenes (fotografías, capturas de pantalla o recortes de revistas) para encontrar productos similares dentro del catálogo. Esta funcionalidad mejora el descubrimiento de productos y aumenta el nivel de interacción y engagement del usuario.

Toma de decisiones inteligentes en el sector del mueble mediante la correlación de datos y el análisis basado en inteligencia artificial

15

1



2



Dificultad de implementación: **Media**

Viabilidad económica: **Alta**

Toma de decisiones inteligentes en el sector del mueble mediante la correlación de datos y el análisis basado en inteligencia artificial



Descripción

En la era de la Industria 5.0, la integración de analítica avanzada e inteligencia artificial (IA) en los procesos de fabricación se ha vuelto fundamental. Los Sistemas de Soporte a la Decisión (DSS) impulsados por IA y el análisis de correlación de datos permiten a los fabricantes transformar grandes volúmenes de datos heterogéneos en información accionable, apoyando la toma de decisiones informadas y mejorando la eficiencia operativa. Estos sistemas combinan típicamente analítica descriptiva para comprender qué está ocurriendo y por qué, analítica predictiva para anticipar resultados futuros y, en casos más avanzados, analítica prescriptiva para recomendar acciones óptimas. Juntas, estas capacidades permiten la toma de decisiones en tiempo real y basada en datos en toda la organización.

Los DSS impulsados por IA aprovechan algoritmos de machine learning para analizar datos provenientes de múltiples fuentes, incluyendo líneas de producción, sensores del taller, sistemas de cadena de suministro y logística, registros de control de calidad y mantenimiento, así como comentarios de clientes, devoluciones y tendencias de mercado. Al identificar patrones, anomalías y correlaciones entre estos conjuntos de datos, los DSS pueden predecir cuellos de botella en producción o fallos de equipo, optimizar la planificación de la producción y la asignación de recursos, detectar riesgos en la cadena de suministro antes de que afecten a la operación y correlacionar el desempeño del producto con el feedback de clientes para guiar mejoras de diseño. Por ejemplo, vincular parámetros de producción con quejas de clientes puede revelar las causas de problemas de calidad, mientras que correlacionar los plazos de los proveedores con la variabilidad de la demanda ayuda a mejorar la planificación de inventarios.

La implementación exitosa de DSS impulsados por IA requiere una infraestructura de datos robusta y escalable, que incluya mecanismos de recopilación de datos como dispositivos IoT, sensores, sistemas MES y ERP, almacenamiento de datos centralizado o federado como data lakes o plataformas en la nube, y herramientas avanzadas de análisis y visualización, incluyendo dashboards, alertas y simuladores de escenarios. La integración fluida de estos componentes permite monitorización y análisis en tiempo real, asegurando que las decisiones se basen en la información más actual disponible.

Una de las principales ventajas de los DSS impulsados por IA es su capacidad de adaptación. A medida que se recopilan más datos con el tiempo, los modelos de machine learning refinan continuamente sus predicciones y recomendaciones. Esto se traduce en mayor precisión en las predicciones, mejor calidad en la toma de decisiones y optimización progresiva de los procesos de fabricación y de la cadena de suministro. Estos

sistemas dejan de ser simples herramientas de reporte estático para convertirse en motores de decisión que aprenden, apoyando la excelencia operativa a largo plazo.

- 1 *Ejemplo de dashboard de predicción de cadena de suministro*
- 2 *Dashboard utilizado en fabricación de mobiliario*
- 3 *Optimización de la fabricación basada en análisis, decisiones y flujos de IA* ↔
- 4 *Ejemplo de dashboard de gestión de producción de fabricación* ↔



Aplicación

La industria del mueble, caracterizada por su amplia gama de productos y sus exigencias de personalización, puede beneficiarse significativamente del DSS basado en IA y del análisis de correlación de datos. Estas tecnologías pueden aplicarse en diversos aspectos:

Diseño y desarrollo de productos: mediante el análisis de las preferencias de los clientes y las tendencias del mercado, los fabricantes pueden diseñar productos que se ajusten a las demandas de los consumidores. La correlación de datos ayuda a comprender qué características son las más apreciadas, lo que orienta las decisiones de diseño.

Optimización de la producción: La supervisión de los datos de producción permite identificar cuellos de botella e ineficiencias. DSS puede recomendar ajustes en tiempo real, lo que mejora la productividad y reduce el desperdicio.

Gestión de la cadena de suministro: la correlación de los datos de los proveedores, los niveles de inventario y los calendarios de entrega permite una gestión proactiva de la cadena de suministro, lo que minimiza los retrasos y garantiza el cumplimiento puntual de los pedidos.

Control de calidad: El análisis de los datos de producción junto con los resultados de las inspecciones de calidad permite identificar patrones que dan lugar a defectos, lo que permite una intervención temprana y una mejora continua de la calidad del producto.

Servicio al cliente: Integrar los comentarios de los clientes con los datos de producción y ventas ayuda a comprender los niveles de satisfacción de los clientes, orientar las mejoras del servicio y fomentar la fidelidad de los clientes.

Para garantizar su implementación exitosa, es fundamental integrar los sistemas de apoyo a la toma de decisiones con las plataformas existentes de la empresa, como los sistemas ERP o CRM. Esta integración garantiza un flujo de datos fluido, recomendaciones contextuales y alineación operativa, lo que

Toma de decisiones inteligentes en el sector del mueble mediante la correlación de datos y el análisis basado en inteligencia artificial

mejora la aplicabilidad en tiempo real de la información y refuerza la toma de decisiones entre departamentos.

La implementación de estas aplicaciones requiere un enfoque colaborativo, en el que participen equipos multifuncionales para garantizar que los datos se recopilen, analicen y utilicen de forma precisa. La formación del personal para interpretar y utilizar la información obtenida del DSS también es fundamental para maximizar los beneficios de estas tecnologías.

- 5 Panel de control de Machine Metrics ↔
- 6 Gama de disciplinas clave de fabricación para un análisis de datos completo y en tiempo real.
- 7 Almacén de muebles.



Aspectos de implementación

■ Dificultad de implementación: Media

La implementación de sistemas de apoyo a la toma de decisiones basados en inteligencia artificial y análisis de correlación de datos requiere una inversión en infraestructura tecnológica y formación del personal. Sin embargo, con soluciones escalables y una planificación adecuada, los fabricantes de muebles de tamaño medio pueden adoptar con éxito estas tecnologías para mejorar sus operaciones.

■ Viabilidad económica: Alta

La adopción de estas tecnologías conduce a una mayor eficiencia, una reducción de los residuos y una mejor adaptación a las demandas de los clientes, lo que se traduce en un importante ahorro de costes y un aumento de la rentabilidad a lo largo del tiempo.

■ Factores humanos

La integración de los sistemas de apoyo a la toma de decisiones (DSS) basados en inteligencia artificial y el análisis de datos en la industria del mueble provoca un cambio fundamental en la dinámica de la mano de obra. Los empleados deben adaptarse a las nuevas tecnologías, lo que requiere un esfuer-

zo integral de mejora de las competencias para fomentar la alfabetización en materia de datos, las capacidades analíticas y la confianza en las herramientas digitales. Como resultado, los empleados pueden experimentar una mayor satisfacción laboral, pasando de un trabajo manual repetitivo a actividades más estratégicas y de mayor valor, como la interpretación de datos y la optimización de procesos.

Además, involucrar a los empleados en el proceso de implementación fomenta el sentido de pertenencia, promueve la aceptación y reduce la resistencia. Una comunicación transparente sobre los beneficios y los cambios asociados a estas tecnologías es esencial para generar confianza, alinear las expectativas y disipar la incertidumbre.

Esta transición transforma inevitablemente los perfiles laborales.

Si bien algunos puestos pueden evolucionar o quedar obsoletos, se abrirán nuevas funciones en áreas como la ciencia de datos, la supervisión de sistemas de inteligencia artificial o el mantenimiento predictivo. Las empresas deben gestionar este cambio de forma proactiva mediante estrategias específicas de reciclaje y mejora de las competencias, fomentando la adaptabilidad y preservando el compromiso y la moral de los empleados durante todo el proceso de transición.

■ Factores medioambientales

La implementación de sistemas de apoyo a la toma de decisiones (DSS) basados en inteligencia artificial y el análisis de datos contribuye a la sostenibilidad medioambiental en la industria del mueble. Al optimizar los procesos de producción, las empresas pueden reducir el desperdicio de materiales y el consumo de energía. El análisis predictivo permite una mejor previsión de la demanda, minimizando la sobreproducción y el uso de recursos asociado. Estas técnicas también minimizan los defectos de producción, reduciendo las repeticiones y contribuyendo significativamente a un proceso de fabricación más sostenible y eficiente en el uso de los recursos.

Además, estas tecnologías contribuyen al desarrollo de productos sostenibles mediante el análisis de las preferencias de los clientes en cuanto a materiales y diseños ecológicos. También facilitan el seguimiento del impacto medioambiental a lo largo de la cadena de suministro, lo que permite a las

3



4



empresas identificar áreas de mejora e implementar prácticas más ecológicas.

La incorporación de métricas de sostenibilidad en los procesos de toma de decisiones garantiza que las consideraciones medioambientales formen parte integral de las estrategias empresariales. Este enfoque no solo se ajusta a los objetivos globales de sostenibilidad, sino que también satisface la creciente demanda de los consumidores de productos respetuosos con el medio ambiente.

Sin embargo, los DSS basados en IA integran grandes volúmenes de datos estructurados y no estructurados procedentes de múltiples fuentes. Estos datos se analizan mediante algoritmos de aprendizaje automático, lo que requiere una potencia computacional considerable y contribuye a un elevado consumo de energía y agua, así como a las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI).

Paralelamente, el análisis de correlación de datos implica comparar conjuntos de datos masivos para identificar relaciones y tendencias. A medida que aumenta el volumen de datos, también lo hace la demanda de procesamiento, almacenamiento y análisis en tiempo real, especialmente cuando los modelos se actualizan o reentrenan con frecuencia. Esto supone una carga cada vez mayor para los centros de datos. El hardware utilizado, incluidas las GPU, las CPU y los aceleradores de IA especializados, requiere elementos de tierras raras, minerales de conflicto y una cantidad significativa de energía para su producción, lo que implica un impacto medioambiental relevante. Los cortos ciclos de vida de los productos y las frecuentes actualizaciones de hardware contribuyen a la generación de residuos electrónicos (e-waste).

■ Alineación con certificaciones y normativas

La implementación de sistemas de apoyo a la toma de decisiones (DSS) basados en inteligencia artificial y análisis de datos se ajusta a diversas certificaciones y normativas del sector. Por ejemplo, las normas ISO 9001 (sistemas de gestión de la calidad) e ISO 14001 (sistemas de gestión medioambiental) hacen hincapié en la mejora continua y la responsabilidad medioambiental, dos aspectos que estas tecnologías respaldan. Además, el cumplimiento del Reglamento General de Protección de Datos (RGPD) de la UE es esencial a la hora de tratar los datos de los clientes, ya que garantiza la privacidad y la seguridad de los datos en los procesos de análisis.

5



6



7



Toma de decisiones inteligentes en el sector del mueble mediante la correlación de datos y el análisis basado en inteligencia artificial



Soluciones



DataFurn

EOSC-DIHEU



Plataforma como servicio que ofrece análisis para la industria del mueble, lo que permite a los fabricantes analizar contenidos en línea, supervisar la influencia de la marca y pronosticar las tendencias en el sector del mueble.



Paneles de control de inteligencia empresarial y optimización de ventas para empresas de muebles

CPaint5

Estados Unidos ⇄

Proporciona paneles dinámicos para que las empresas de muebles analicen el rendimiento, identifiquen los productos más vendidos y optimicen las estrategias de inventario y ventas.



Plataforma unificada de datos e inteligencia empresarial para la fabricación

Microsoft Fabric Power BI

Estados Unidos ⇄

Microsoft Fabric integra la ingeniería de datos, el análisis en tiempo real y la inteligencia empresarial en una plataforma unificada. En combinación con Power BI, permite a los fabricantes visualizar los KPI, aplicar modelos de aprendizaje automático y tomar decisiones basadas en datos en todas las operaciones, el inventario y la gestión de la cadena de suministro.



ERP habilitado para IoT para la fabricación de muebles

Epicor

Estados Unidos ⇄

El ERP Kinetic de Epicor integra sensores IoT para proporcionar información en tiempo real, lo que permite tomar decisiones más inteligentes, realizar un mantenimiento predictivo y mejorar la eficiencia operativa en la fabricación de muebles.



ERP con cadena de suministro y análisis predictivo para la fabricación de muebles

Focus Softnet

India ⇄

La solución ERP de Focus Softnet optimiza los procesos de producción y distribución en la fabricación de muebles, ofreciendo una sólida gestión de la cadena de suministro y capacidades de análisis predictivo.



Plataforma de análisis avanzado basada en IA/ML para la fabricación de muebles

SAS

Estados Unidos ⇄

SAS Viya aprovecha la IA/ML (por ejemplo, ARIMA, refuerzo de gradientes, visión artificial) para la fabricación de muebles. Integra diversos datos (sensores, ventas, imágenes) para realizar previsiones precisas de la demanda, predecir la calidad mediante la detección de anomalías, supervisar el rendimiento de los activos mediante el IoT (estimación de la vida útil restante) y optimizar las cadenas de suministro mediante simulación y algoritmos avanzados.



Planificación de la producción basada en inteligencia artificial

Ima Schelling

Alemania ⇄

Soluciones de IA para optimizar la producción industrial de muebles, diseñadas para fabricantes a gran escala. Estos sistemas analizan los datos de las líneas de producción y los conectan con la planificación de pedidos, lo que permite tomar decisiones más inteligentes. Entre las ventajas se incluyen la optimización del anidamiento, la reducción del desperdicio de material y la mejora de los plazos de entrega, lo que impulsa una mayor eficiencia y productividad en todo el proceso de fabricación.



Ejemplos



RISE (Instituto de Investigación de Suecia)

Suecia



Desarrolló una herramienta de análisis de imágenes basada en inteligencia artificial para ayudar en las decisiones de renovación de muebles, mejorando la circularidad al identificar rápidamente los modelos de muebles y las piezas de repuesto necesarias.



Vaimo

Global



Utiliza análisis de datos avanzados para optimizar las operaciones minoristas de muebles, incluyendo diseños de salas de exposición, experiencias personalizadas para los clientes y análisis de sostenibilidad.



Dribia

España



GOIA de Dribia es una herramienta personalizada de previsión de la demanda basada en inteligencia artificial que combina el aprendizaje automático con la experiencia humana. Permite a las empresas anticiparse a las fluctuaciones de la demanda, optimizar los niveles de inventario y reducir los residuos, lo que favorece unas operaciones de fabricación sostenibles y eficientes.



Imperia SCM

España



Imperia ofrece una plataforma modular basada en inteligencia artificial para la planificación de la cadena de suministro. Mejora los procesos de previsión de la demanda, optimización del inventario y S&OP, proporcionando visibilidad en tiempo real y adaptabilidad a los cambios del mercado, lo que mejora la eficiencia operativa y la satisfacción del cliente.



Leverage AI

Estados Unidos



Proporciona automatización inteligente para la gestión de la cadena de suministro en la fabricación de muebles. La plataforma ofrece visibilidad en tiempo real, crea cuadros de mando para evaluar a los proveedores y automatiza las comunicaciones, lo que reduce en un 50 % el tiempo que dedican los compradores a la gestión de pedidos y proveedores.



Forma ideale

Serbia



Forma ideale adoptó diversas tecnologías de IA: diseño generativo mediante GAN para crear nuevos conceptos de mobiliario basados en datos existentes y preferencias de los clientes; integración de IA e IoT para supervisar el rendimiento de los equipos y optimizar la producción; y gestión inteligente de almacenes con vehículos autónomos para aumentar la eficiencia logística.

Estado actual de la Industria 5.0 y recomendaciones de las partes interesadas

Informe sobre la Industria 5.0 en la fabricación de la UE



Este informe (D2.1) presenta qué es la Industria 5.0, de dónde viene, dónde se encuentra y hacia dónde se dirige. El camino hacia el nuevo paradigma de la Industria 5.0 ha sido largo y articulado.

En este paradigma, los Estados europeos están lanzando programas y acciones para apoyar la transición 5.0 a diferentes velocidades con el fin de ayudar a las empresas y a los sistemas económicos a evolucionar y emprender ese camino que podría conducir a un gran desarrollo, no solo económico, sino también humano y social.

La Transición 5.0 es la transición hacia un modelo industrial avanzado y centrado en la tecnología, en el que la adopción de tecnologías digitales como el IoT, la IA y la robótica mejora la eficiencia, la sostenibilidad y la personalización de los procesos de producción.

Este cambio también requiere una revisión de las prácticas empresariales y un mayor enfoque en las necesidades humanas. En esencia, es el paso hacia una industria altamente digitalizada y orientada al futuro.

La Industria 5.0 representa una nueva forma de concebir la economía y la industria, un modelo en el que la tecnología y la humanidad se fusionan armoniosamente, creando un equilibrio entre la eficiencia y los valores humanos. Es una visión de la industria que no solo apunta a la productividad, sino también al bienestar de las personas y al respeto por el medio ambiente. A diferencia de la Industria 4.0, que se configuró como una verdadera revolución industrial y tecnológica, la Industria 5.0 es ante todo un nuevo paradigma cultural.

Por eso es fundamental ayudar a las empresas, que son las verdaderas protagonistas de este nuevo paradigma, a comprender qué camino se adapta mejor a su

modelo de negocio, partiendo de la situación actual. Se necesitarán modelos y herramientas para comprender de dónde partimos y hacia dónde queremos ir, con el fin de evitar el desperdicio de recursos y garantizar que aumentamos cada vez más la competitividad de las empresas europeas.

Vivimos en un contexto de continua evolución de los sistemas de producción, las competencias y los procesos, y la tecnología se presenta como un doble desafío: por un lado, aumenta la presión competitiva y, por otro, ofrece soluciones a los grandes retos de nuestro tiempo, como las transiciones ecológica, social y demográfica.

La clave para afrontar estos cambios radica en el desarrollo del paradigma de la Sociedad 5.0: teorizado en Japón, representa un modelo de desarrollo económico y social que coloca al ser humano en el centro de la relación sinérgica con la tecnología. Es un paso más allá del paradigma de automatización típico del mundo 4.0: el objetivo de desplegar tecnología en la sociedad 5.0 es aumentar el bienestar y la calidad de vida de las personas, situando la tecnología al servicio de los individuos y no como un sustituto de ellos.

El paradigma 5.0 es esencial para el futuro de Europa y para el éxito de las transiciones y los caminos transformadores a largo plazo impulsados por la Unión Europea.

En este sentido, existen dos palancas estratégicas principales para una transición exitosa: la innovación y las competencias, sin las cuales cualquier acción de despliegue tecnológico está destinada, si no al fracaso, a no maximizar sus beneficios.

Informe sobre el nivel de madurez de la Industria 5.0 en la industria del mueble de la UE



Este informe (D2.2) evalúa el nivel actual de preparación de la industria del mueble de la UE para su transición hacia la Industria 5.0. El sector del mueble demuestra que posee conocimientos básicos sobre algunos tipos de tecnologías que ya están teniendo un impacto en los procesos de producción y que, por su naturaleza y el tipo de productos, ya se han implementado y, por lo tanto, son mejor conocidas que otras.

Sin embargo, existen muchas tecnologías que hoy deberían explorarse en profundidad debido al impacto que pueden tener en la vida de las empresas y que, en la práctica, no se están considerando.

Esto se debe tanto a la falta de conocimiento sobre estas tecnologías como a la ausencia de un análisis profundo de su potencial y de sus posibles aplicaciones.

La encuesta dibuja un sector poco informado sobre ciertos tipos de tecnologías y más competente en otras. En términos generales, sin embargo, se evidencia una marcada falta de conocimiento sobre estas tecnologías

habilitadoras, tanto en empresas grandes como en pequeñas.

Esto pone de relieve la necesidad de que el sector dé un paso adelante en la formación sobre las tecnologías que habilitan la industria inteligente, para empezar a identificar nuevos usos y aplicaciones en un ámbito que todavía avanza lentamente hacia la transformación tecnológica observada en los últimos años.

La encuesta ha sido, sin duda, una buena oportunidad para comprender cuáles son las brechas más importantes en el conocimiento de estas tecnologías e imaginar soluciones y propuestas que puedan ayudar a las empresas a entender el potencial y las herramientas que la tecnología ofrece hoy, con el fin de dar un nuevo impulso innovador al sector del mueble.

Necesidades competenciales y recomendaciones para los actores del sector del mueble



En este informe (D5.1) se abordaron dos cuestiones fundamentales: qué competencias verdes y digitales están emergiendo actualmente en el sector europeo de la madera y el mueble—particularmente aquellas alineadas con la Industria 5.0—y dónde existen desajustes entre la demanda y la oferta; y cómo pueden las empresas del sector adoptar eficazmente los principios de Industria 5.0 cultivando las habilidades relevantes, aprovechando las nuevas tecnologías y utilizando las herramientas europeas de validación de competencias.

Nuestro análisis reveló que se está produciendo una transformación profunda. Las habilidades técnicas relacionadas con eco-diseño, análisis del ciclo de vida, robótica, gemelos digitales y analítica de datos deben complementarse ahora con competencias transversales como adaptabilidad, pensamiento sistémico, colaboración digital y conciencia de sostenibilidad. Sin embargo, la oferta sigue rezagada: la digitalización permanece desigual entre las PYMEs, las competencias verdes están poco difundidas y los sistemas de formación aún no han integrado completamente los perfiles híbridos demandados por la Industria 5.0.

Este desajuste tiene claras implicaciones para los distintos actores: los proveedores de formación deben ofrecer itinerarios de aprendizaje modulares y flexibles, con microcredenciales alineadas con ESCO y EQF, adaptadas a los roles emergentes. Los responsables políticos y autoridades públicas deberían reforzar los ecosistemas de competencias

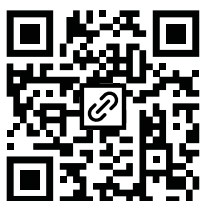
mediante gobernanza multiactor, estrategias basadas en clusters y observatorios sectoriales capaces de seguir la evolución de las competencias y anticipar brechas futuras. Las empresas deben pasar de soluciones reactivas y ad-hoc a integrar el desarrollo de competencias directamente dentro de la planificación estratégica y tecnológica.

El monitoreo sostenido y la inteligencia prospectiva son esenciales. Los observatorios de competencias, apoyados por herramientas como las Plataformas de Foresight y los Skills Radars, permitirán a Europa anticipar las necesidades emergentes de habilidades antes de que se conviertan en limitaciones sistémicas, garantizando tanto la adaptabilidad de la fuerza laboral como la competitividad industrial.

En resumen, la idea central es que las competencias son la piedra angular de la Industria 5.0 en el sector de la madera y el mueble. Cerrar la brecha entre los requerimientos de habilidades emergentes y la oferta existente demanda una estrategia dual: dotar a los trabajadores de capacidades híbridas verdes y digitales, mientras se integran estas competencias en la adopción tecnológica, los modelos de negocio y las redes colaborativas. El desarrollo de competencias no es una actividad de apoyo: debe convertirse en la fuerza motriz que alinee innovación centrada en el ser humano, sostenibilidad y digitalización con la resiliencia industrial a largo plazo de Europa.

A1

Mide y fortalece la madurez de tu empresa de muebles en Industria 5.0. Con la herramienta de autoevaluación para la Industria 5.0, podrás evaluar el nivel de madurez de tu empresa en cuanto al desarrollo tecnológico, la sostenibilidad, el enfoque en las personas y la resiliencia. Esta herramienta ayuda a las empresas del sector a identificar áreas de mejora y a avanzar en su transición hacia la Industria 5.0.



La herramienta en 5 pasos

Sigue estos pasos para iniciar el proceso de autoevaluación y aprovechar al máximo los contenidos y resultados de la herramienta de autoevaluación para la Industria 5.0:

0

Regístrate e inicia sesión
assessment.furn50.eu



1

Responde

Completa todas las preguntas con las respuestas que mejor reflejen las prácticas y escenarios actuales de tu empresa en cada uno de los campos de la Industria 5.0. Esto permitirá determinar el nivel de madurez de tu empresa e identificar oportunidades de mejora para la transición hacia este nuevo modelo.





2

Evalúa

Revisa el índice de madurez de tu empresa e identifica tus fortalezas y espacios de mejora en cuanto al desarrollo tecnológico, sostenibilidad, enfoque en las personas y resiliencia.

3

Mejora

Descubre cómo fortalecer la transición de tu empresa hacia la Industria 5.0 explorando las acciones recomendadas, las aplicaciones tecnológicas y las propuestas para facilitar la mejora y la priorización de objetivos.



4

Catálogo de prácticas

Accede al catálogo completo de prácticas y escenarios de la Industria 5.0 desarrollados dentro del proyecto FURN5.0.



A2

FIX production and project union, LLC

fixunion.com.ua

UCRANIA

La herramienta de autoevaluación es clara, está bien estructurada y es fácil de usar. Ofrece una visión detallada de nuestra posición actual y nos permite realizar comparaciones útiles con otros países y mercados.

Lo más importante es que nos permitió desarrollar un plan de acción práctico para nuestra empresa y priorizar las áreas clave en las que seguir trabajando, especialmente en ámbitos cruciales en tiempos de guerra, como la circularidad, la resiliencia y la diversificación del suministro.



Furniture plant Stryi, LLC

tivoli.com.ua

UCRANIA

La encuesta ha identificado claramente las áreas en las que podemos fortalecer nuestro desarrollo como empresa de fabricación sostenible y preparada para el futuro. Basándonos en estos datos, nuestro objetivo es acelerar la implementación de tecnologías específicas y mejorar aún más nuestras prácticas de sostenibilidad; no solo para aumentar nuestra propia resiliencia, sino también para crear un modelo de producción escalable, eficiente y responsable dentro del sector del mueble en Ucrania.



AQUINOS GROUP

aquinosgroup.com

PORTUGAL

La transición a la Industria 5.0 plantea retos significativos, sumados a un mercado global en constante cambio. Tener acceso a herramientas prácticas como esta, que facilitan una transición fluida y eficiente, es un paso fundamental para alcanzar esta evolución tecnológica.



Love 2 Design

love2design.org

BULGARIA

Me parece que está muy bien desarrollada y es de gran ayuda. Creo que ofrece la información suficiente para ayudar a las empresas a entender su situación y a saber cómo mejorar. Un análisis de los resultados entre empresas podría facilitar una comprensión más completa del panorama del sector y permitir comparaciones internacionales valiosas.



Svedholm

🌐 svedholm.se

SUECIA

La herramienta identificó varias áreas potenciales de mejora. Nos centraremos más en aplicaciones que nos ayuden a desarrollar un modelo de negocio más circular.



Svedholm
MADE IN SWEDEN

AZEMAD GROUP

🌐 azemad.com

PORTUGAL

Es una herramienta importante que muestra claramente qué acciones implementa la empresa y cuáles no, ayudándonos a entender cómo podemos mejorar en el futuro.



AZEMAD GROUP

ACADO

🌐 acado.bg

BULGARIA

Me ha gustado mucho esta herramienta, ya que nos ha permitido comprender a fondo nuestro estado actual y nos ha proporcionado una guía clara sobre el rumbo que debemos seguir en el futuro. Me gustaría destacar en concreto las secciones sobre «Muebles como servicio» y las herramientas de sugerencias internas para las propuestas de los y las empleadas. El énfasis en la diversificación del suministro es crucial para nosotros, y el concepto de unirse a una red de intercambio de recursos para mejorar la resiliencia durante las crisis es impresionante. Esta experiencia está siendo esclarecedora e inspiradora a medida que avanzamos hacia la Industria 5.0.



ACADO
GROUP BULGARIA

NADOP-VÝROBA NÁBYTKU, a.s.

🌐 nadop.cz

REPÚBLICA CHECA

La herramienta es clara y práctica, y ofrece una visión sólida de nuestra posición actual y de las áreas clave de mejora. Nos ha aportado información valiosa para identificar prioridades en cuanto a circularidad, resiliencia y diversificación del suministro, ofreciéndonos una orientación clara para la transición hacia un enfoque de Industria 5.0 más sostenible y preparado para el futuro. La herramienta es fácil de usar e intuitiva, lo que hace que la experiencia en general sea eficiente y sencilla para el usuario.



NADOP

A2

Dřevojas, výrobní družstvo

drevojas.cz

REPÚBLICA CHECA

La herramienta de autoevaluación es intuitiva, clara y visualmente atractiva. El nivel de detalle de las preguntas planteadas nos ha permitido obtener un análisis y una comprensión más exhaustiva de nuestra situación actual.



CitySens Lab

citysenslab.com

ESPAÑA

La herramienta nos permitió realizar un análisis detallado de la situación actual de nuestra empresa, identificando procesos clave que pueden optimizarse y reforzarse. Creemos que se trata de una gran oportunidad para el crecimiento estratégico, sin dejar de lado nuestro objetivo principal.



KAVE HOME

kavehome.com

ESPAÑA

El uso de la herramienta supuso una gran oportunidad de aprendizaje, ya que nos permitió poner en práctica los principios de la Industria 5.0. El ejercicio fue fundamental para identificar áreas de mejora y subrayó la necesidad de una optimización continua.



Waste Prevention SL (Prewaste)

prewaste.com

ESPAÑA

Se trata de una herramienta de gran utilidad, muy bien desarrollada desde el punto de vista técnico, que sin duda ayudará a mejorar la integración de la Industria 5.0 en nuestra organización. Como posible mejora, sería recomendable incluir más ejemplos prácticos y operativos para interpretar mejor los niveles de madurez, y concretar más las acciones sociales, incluyendo referencias a políticas como códigos de conducta de proveedores o directrices para la gestión de las partes interesadas.



ABSOTEC

absorcionacustica.com

ESPAÑA

La herramienta nos ha permitido evaluar nuestra madurez en diversos aspectos de digitalización, circularidad y sostenibilidad. También ha identificado oportunidades de mejora basadas en las diferentes tecnologías, aplicaciones, mejores prácticas relacionadas y recomendaciones estructuradas integradas en la propia herramienta.



NOMON

nomon.es

ESPAÑA

La herramienta ha resultado ser de gran utilidad al proporcionar una visión clara y completa de la posición actual de la empresa. Nos ha permitido evaluar la situación desde una perspectiva más amplia, identificar oportunidades potenciales y valorar opciones en la toma de decisiones con mayor seguridad y confianza.



Tomasella

tomasella.it

ITALIA

La experiencia fue clara y estimulante, y nos permitió comprender mejor cómo funcionamos y la importancia de nuestras decisiones diarias. El proceso ofreció una visión concreta y estructurada de nuestra realidad, destacando fortalezas y descubriendo nuevas oportunidades de crecimiento. Este recorrido ha consolidado una filosofía arraigada en la calidad, la coherencia y la responsabilidad, fomentando una evolución natural que mejora el presente mientras define un futuro equilibrado.



TOMASELLA

Árkossy Bútor Kft

arkossy.hu

HUNGRÍA

La herramienta nos proporcionó una serie de conocimientos muy útiles y definió claramente consideraciones de cara al futuro.



A2

Plydesign Ltd

🌐 plydesign.eu

HUNGRÍA

A medida que nuestra empresa sigue evolucionando en términos de sostenibilidad y tecnología, esta herramienta ha puesto de relieve las direcciones que debemos seguir en el futuro y los niveles potenciales que podemos alcanzar.



PLYDESIGN

Alples

🌐 alples.si

ESLOVENIA

Se trata de una herramienta muy útil y sencilla para comprobar el nivel de madurez de las prácticas de la Industria 5.0 en nuestra empresa, así como para evaluar el desarrollo actual y sugerir una mejor orientación estratégica.



MKTECHMINDS SRL

RUMANÍA

Mi experiencia con esta herramienta me ha demostrado que integrar herramientas digitales y fomentar una mentalidad colaborativa en la educación y el desarrollo profesional es esencial. Ya no es una cuestión de elección si queremos mantener nuestra ventaja competitiva y relevancia en el constante cambio del mercado europeo.



Gonzaga Pro

🌐 gonzaga.eu

ESLOVENIA



Antares Romania

🌐 scaune.ro

RUMANÍA

En mi opinión, es una herramienta práctica y está bien diseñada. Proporciona una visión general concisa de tu progreso en digitalización y sostenibilidad, indica tu nivel de preparación y, además, destaca varias áreas de mejora.



ANTARES 
INTERNATIONAL

A3

Este informe recoge todos los comentarios de las personas encuestadas sobre su experiencia con la herramienta de autoevaluación online FURN5.0 a través de un cuestionario específico, cuyo objetivo fue captar las percepciones, niveles de satisfacción y sugerencias de mejora de los usuarios tras interactuar con la herramienta. Al analizar las respuestas, identificamos puntos fuertes, desafíos y oportunidades concretas para mejorar la usabilidad, relevancia y eficacia general de la herramienta.

Un total de 21 participantes, representantes de empresas de 10 países europeos (Bulgaria, Eslovenia, España, Hungría, Italia, Portugal, República Checa, Rumanía, Suecia y Ucrania), completaron la encuesta. En general, los participantes manifestaron un **alto nivel de satisfacción** con la usabilidad de la herramienta: la interfaz gráfica, el sistema de navegación, las instrucciones y la legibilidad fueron muy valoradas. A menudo, describieron la herramienta como *fluida, amigable y satisfactoria*. Varios usuarios destacaron que la herramienta les animó a reflexionar más en profundidad sobre la madurez digital y organizativa de su empresa.

Por lo general, se consideró que el **registro y la navegación** eran intuitivos, aunque algunos participantes señalaron cierta incertidumbre al final del proceso, por lo que sugirieron que se incluyera un mensaje de confirmación final más claro o una barra de progreso o finalización. Solo se notificaron problemas técnicos aislados.

En cuanto al **contenido**, los usuarios coincidieron en que las preguntas seguían una secuencia lógica y estaban alineadas, en gran medida, con el contexto de sus empresas; si bien, varios participantes consideraron que algunos campos no eran del todo aplicables,

especialmente cuando la producción se subcontrata o la empresa es pequeña.

Algunos usuarios tuvieron dificultades puntuales para interpretar preguntas específicas y sugirieron añadir explicaciones más claras, ejemplos o notas contextuales para facilitar la comprensión.

La **sección de resultados** recibió una valoración positiva en cuanto a claridad y utilidad. Los participantes consideraron, en general, que los resultados eran realistas y relevantes para apoyar la reflexión estratégica sobre la Industria 5.0. No obstante, una de las peticiones más frecuentes fue mejorar la herramienta con ejemplos más detallados de mejores prácticas, sugerencias de proveedores e información actualizada sobre aplicaciones.

Varios usuarios expresaron interés en poder **descargar un informe** y comparar su desempeño con **los promedios de la industria europea**, lo que indica una fuerte demanda de funciones de *benchmarking*.

En conclusión, los comentarios demuestran que la herramienta FURN5.0 **se valora en gran parte por su estructura, claridad y relevancia práctica, ya que apoya eficazmente a las empresas en la evaluación de su grado de preparación para la Industria 5.0**. Las sugerencias recopiladas señalan oportunidades para perfeccionar aún más la experiencia del usuario, ampliar los conocimientos prácticos y mejorar la adaptabilidad y utilidad estratégica de la herramienta en diversos perfiles de negocio.

El informe completo está disponible en el siguiente enlace:





FURN5.●

ambit
LIVING SPACES CLUSTER

 **FLA**
FederlegnoArredo

EFIC



Co-funded by
the European Union