

INDUSTRIA MANUFACTURERA Y 4.0.

Foco sectorial



Gemelos digitales

2022



Ajuntament de
Barcelona

 **Barcelona
Activa**

Sumario



GEMELOS DIGITALES: ORIGEN, PROYECCIÓN Y FACTORES HABILITADORES	3
LAS IMPLICACIONES DE LOS GEMELOS DIGITALES PARA EL PROCESO PRODUCTIVO	6
IMPACTO DE LOS GEMELOS DIGITALES EN LOS PERFILES PROFESIONALES	8
LOS GEMELOS DIGITALES, ENFOCADOS	10
FUENTES CONSULTADAS.....	11
WEBGRAFÍA COMPLEMENTARIA	11

Gemelos digitales: origen, proyección y factores habilitadores

Un gemelo digital es una **réplica virtual** de un producto, un proceso o un servicio -desde motores a ciudades, pasando por procesos de manufactura y producción, entre otros-. Estas réplicas virtuales, que se elaboran a partir de la tecnología del Internet de las Cosas, **simulan la actuación de sus homólogos reales** y se utilizan para realizar proyecciones de comportamiento previas a la producción o implementación de un servicio o producto. Estas simulaciones, pues, permiten testar el funcionamiento de sus homólogos reales sin necesidad de construir prototipos, prever el funcionamiento y analizar la eficacia o comportamiento para mejorar el rendimiento.

La tecnología del **Internet de las Cosas** es fundamental en el funcionamiento de los gemelos digitales, puesto que, mediante sensores aplicados a un objeto físico o la parametrización de un proceso o servicio, se recopilan datos que permiten monitorizar y simular su comportamiento en tiempo real. Es importante remarcar el **carácter dinámico** de los gemelos digitales; no son esquemas o fotografías de la realidad en un momento concreto, sino que su valor radica, precisamente, en la capacidad de representar como un sujeto responde ante varios estímulos y como evoluciona a lo largo de su ciclo de vida.

Por lo tanto, un gemelo digital emplea un software informático que **utiliza datos del mundo real para recrear simulaciones de funcionamiento**, por lo que es fundamental asegurarse que el modelo digital pueda recibir en todo momento información de los sensores que recopilan datos de la versión del mundo real. Así, el gemelo digital crea un modelo que puede actualizarse al mismo tiempo que el modelo físico y real o bien actualizarse en lugar suyo.

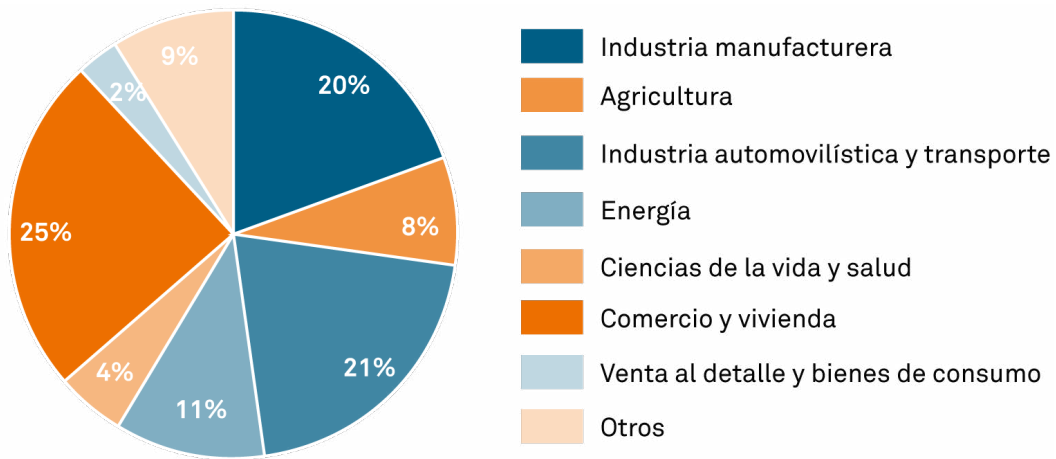
El concepto de “gemelo digital” en el campo de la fabricación industrial fue empleado por primera vez por **Michael Grieves**, un investigador especializado en manufactura avanzada del *Florida Institute of Technology*, en 2002. Siete años más tarde, en 2010, la NASA incluyó este concepto en su hoja de ruta tecnológica, al adoptar esta tecnología con el fin de hacer predicciones sobre el estado de los sistemas informáticos de cohetes y satélites durante el



vuelo, simular misiones antes del lanzamiento y poder llevar a cabo el mantenimiento y la reparación de aeronaves en remoto. Así, resulta evidente que los gemelos digitales son una **tecnología muy potente pero todavía incipiente**, ya que hace poco más de una década solo estaba al alcance de las empresas y organizaciones más avanzadas a nivel tecnológico.

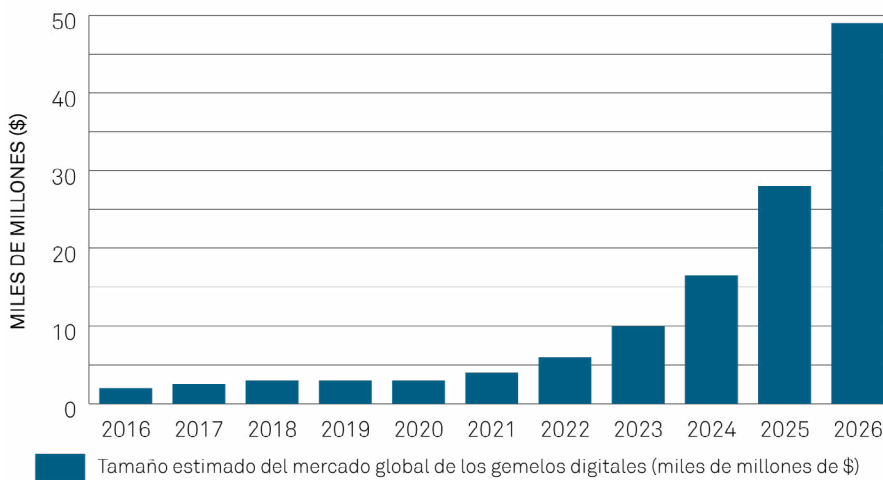
Sin embargo, datos recientes confirman que el uso de los gemelos digitales se ha empezado a extender por varios sectores -como la logística, la construcción o las ciencias de la salud, pero especialmente, la industria manufacturera- y se prevé que **la evolución de la tecnología en los próximos años será exponencial**. Según las estimaciones de la empresa de estudios de mercado MarketsandMarkets, el valor global de los gemelos digitales aumentará de los 3.100 M\$ en 2020 hasta los 48.200 M\$ en 2026, lo que implica una **tasa de crecimiento anual del 58%**.

Figura 1. Principales ámbitos de aplicación de los gemelos digitales en 2020



Fuente: Elaboración propia a partir de *Digital Twin Market Size, Share & Trends Analysis Report By End-use* de Grand View Research

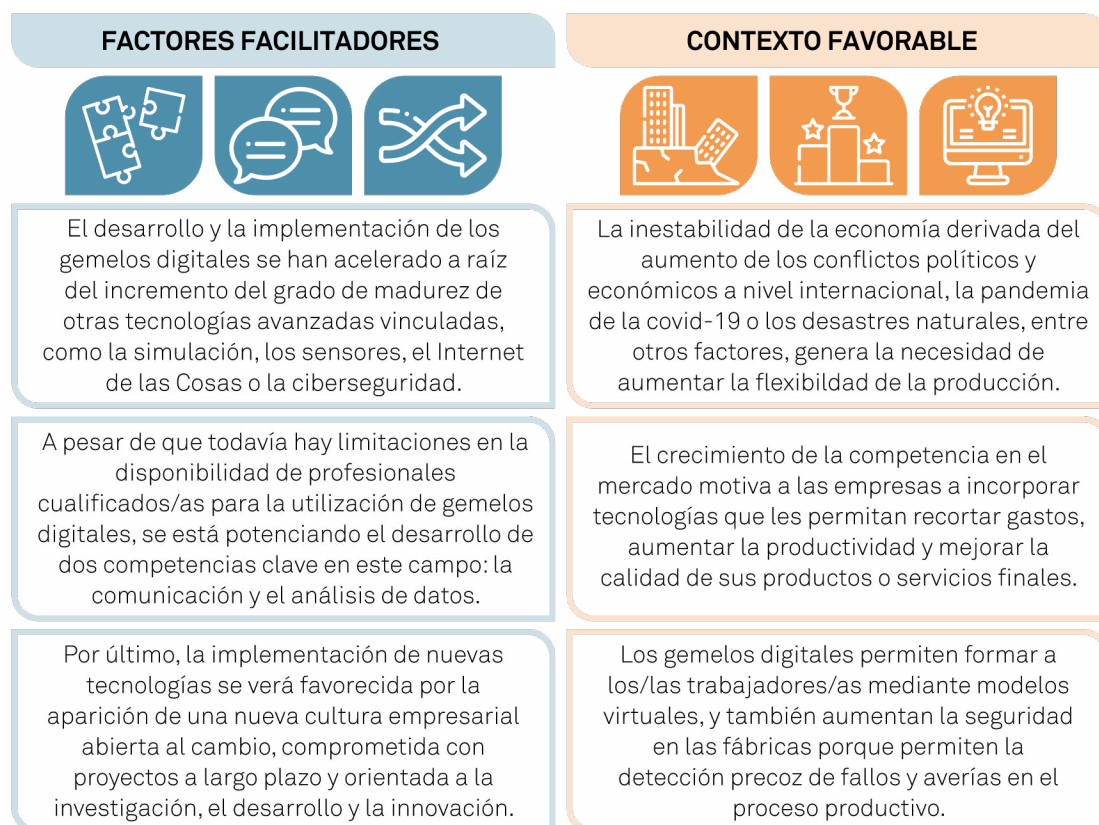
Figura 2. Estimaciones de crecimiento del valor global del mercado de los gemelos digitales



Fuente: Elaboración propia a partir de *Digital Twin Market Report* de MarketsandMarkets

Pero... ¿Por qué la expansión de los gemelos digitales a la industria manufacturera llega ahora? A pesar de que la respuesta a esta cuestión es compleja, los expertos coinciden en afirmar que la popularización de la tecnología se puede atribuir a la confluencia de **factores facilitadores** y de un **contexto social y económico proclive a su adopción**:

Figura 3. Causas de la expansión del mercado de los gemelos digitales



Fuente: Elaboración propia

A pesar de contar con un contexto generalmente favorable, también hay **factores que entorpecen la expansión** de los gemelos digitales.

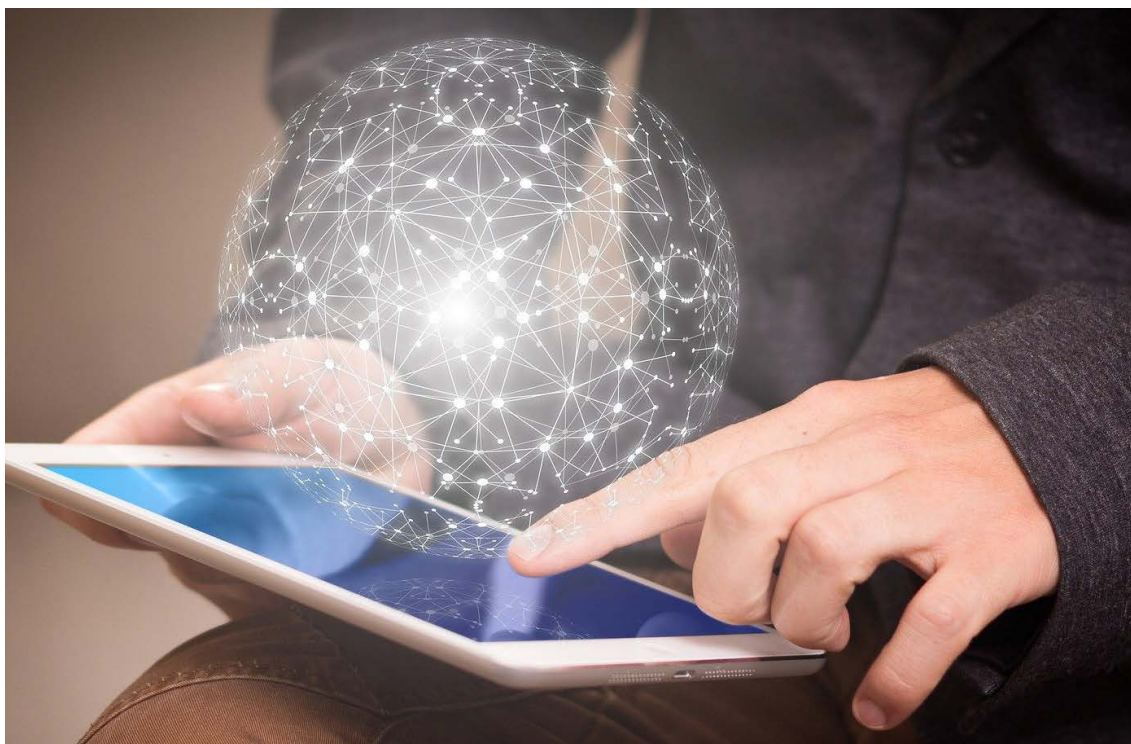
- Se trata de una tecnología que requiere un **grado de coordinación e integración** dentro de una misma empresa que **puede ser difícil de lograr** en algunas organizaciones.
- El corto recorrido de los gemelos digitales **dificulta la cuantificación de los beneficios potenciales** para las empresas, y esta incertidumbre puede frenar su adopción.
- La tecnología **avanza más rápido que el ritmo al cual muchas empresas y profesionales pueden invertir**, actualizar sus competencias o evaluar el alcance y potencialidades.

Todo esto favorece la perpetuación de la visión de los adelantos tecnológicos como amenaza y una cultura empresarial de resistencia al cambio.

Las implicaciones de los gemelos digitales para el proceso productivo

Los gemelos digitales van camino de convertirse en una herramienta más en la actividad habitual de los/las profesionales de la **ingeniería** y el **diseño industrial**. A medida que se avanza en la creación de dispositivos para un mundo conectado, los activos y los sistemas vinculados al proceso productivo se vuelven más complejos. Ante esta realidad, resulta evidente que el desarrollo, la gestión y el mantenimiento de la actividad industrial también tienen que evolucionar en consonancia, y los gemelos digitales son una de las tecnologías que lo hacen posible.

Una de las ventajas de los gemelos digitales es que **acortan el proceso de diseño reduciendo el tiempo dedicado al prototipado**. Utilizando exclusivamente simulaciones, se pueden determinar las especificaciones del producto, definir cómo y con qué materiales se fabricará y comprobar que el diseño cumple los estándares y las regulaciones pertinentes. Adicionalmente, se pueden **identificar problemas de calidad y durabilidad**, y todo esto, antes de haber finalizado el diseño del producto. Más allá del diseño, los gemelos digitales tienen el potencial de transformar las tareas de **mantenimiento predictivo**. Mediante la instalación de sensores, se pueden recoger datos en tiempo real sobre el rendimiento de la maquinaria industrial o los productos finales, lo que permite detectar y reparar averías incluso antes de que se produzcan. ¿El resultado? Un proceso productivo más ágil y eficiente, plantas de fabricación más seguras para los y las trabajadores/as y la posibilidad de ofrecer mejores planes de servicio y mantenimiento a los y las consumidores/as finales.



A continuación, se recogen algunos **ejemplos reales de la aplicación** de gemelos digitales en varios ámbitos productivos:



La empresa alemana Math2Market ha desarrollado un programa informático para **simular materiales** con distintas propiedades, como tejidos, espumas o cerámica. Los gemelos digitales se obtienen a partir de escaneos electrónicos microscópicos y se pueden utilizar para analizar la resistencia y la dureza de los materiales o estudiar la efectividad de filtros de gases y fluidos, entre otros.



El proyecto Virtual Singapore es, al mismo tiempo, una **recreación virtual en 3D de la ciudad de Singapur** y una **base de datos colaborativa**. Cuando esté acabada, será una plataforma de uso libre dirigida principalmente a la investigación. Algunas de sus posibles aplicaciones son el análisis de los patrones de movilidad urbana, el diseño de rutas de evacuación en situaciones de emergencia, la planificación estratégica de redes de telecomunicaciones, etc.



En la investigación médica se crean **gemelos digitales de partes del cuerpo humano** para entender mejor su estructura y funcionamiento sin necesidad de llevar a cabo procedimientos invasivos. Por ejemplo, Siemens Healthineers ha desarrollado gemelos digitales de corazones humanos que, a largo plazo, podrían llegar a utilizarse para **diagnosticar enfermedades cardiovasculares y tratarlas antes** de su aparición.



La multinacional Unilever ha lanzado un proyecto de gemelos digitales a través del cual creará modelos virtuales de sus fábricas. El objetivo es implementar medidas de **mantenimiento predictivo** y limitar el derroche de materiales mediante la detección temprana de productos que no cumplen los estándares de calidad.

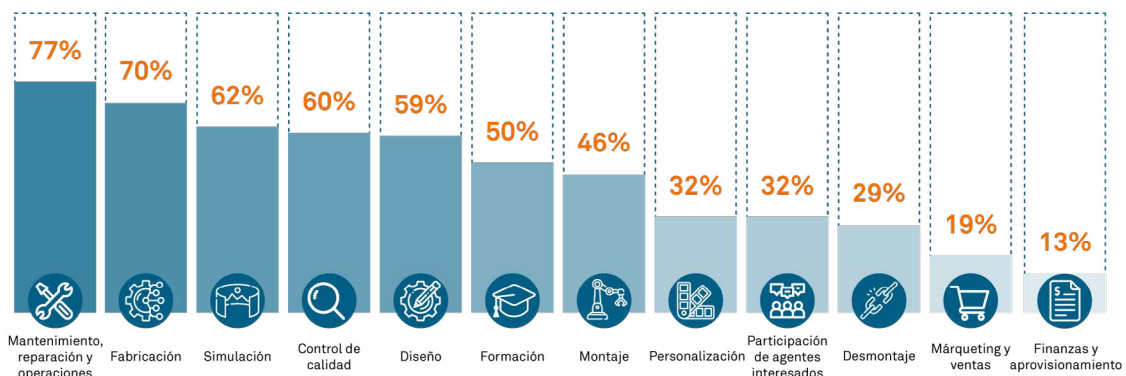
Impacto de los gemelos digitales en los perfiles profesionales

Los gemelos digitales son un claro ejemplo de la celeridad con la que los avances tecnológicos están transformando la industria manufacturera. En la década de los 2000, el concepto de gemelos digitales era poco más que incipiente; en 2010 su implementación solo estaba al alcance de las empresas más ricas y punteras del mundo; pero **desde 2020 su expansión generalizada** -no solo en el ámbito industrial, también en el logístico, el aeroespacial y otros muchos- se vaticina como un hecho incontestable.

La adopción de una nueva tecnología puede tener impacto sobre más de una fase del proceso productivo y, por lo tanto, **transformar el trabajo de varios perfiles profesionales** en mayor o menor medida. Concretamente, la popularización de la tecnología de los gemelos digitales ha fomentado la aparición de la **especialización** profesional en ingeniería de gemelos digitales, que es la persona encargada de crear representaciones virtuales de elementos físicos conectados al Internet de las Cosas y de sus dinámicas, que describen como funcionan e interaccionan con el entorno a lo largo de su ciclo de vida.

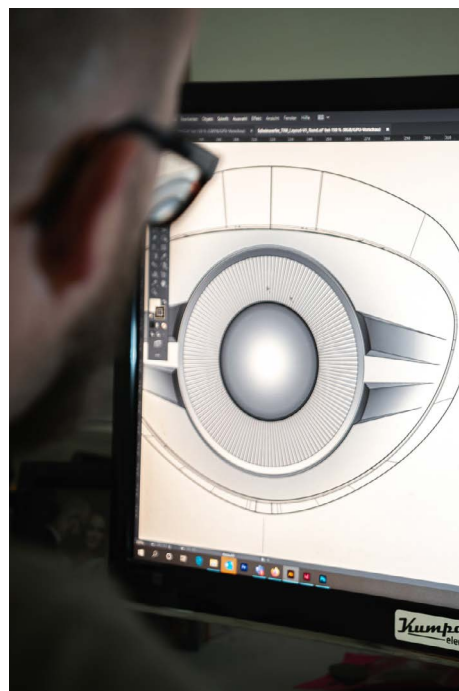
Además de la creación de simulaciones virtuales, **los/las ingenieros/se en gemelos digitales** recogen y analizan datos en tiempo real de objetos y procesos para optimizar el funcionamiento y contribuir al diseño de nuevos productos y modelos de negocio. Desarrollan una función transversal dentro de la empresa, puesto que trabajan codo a codo con el departamento de diseño o el de marketing y ventas. Por eso, además de conocimientos técnicos avanzados en simulación, inteligencia artificial y otras tecnologías vinculadas a los gemelos digitales, estos/as profesionales tienen que tener habilidades en análisis de datos y ser buenos/as comunicadores/as para poder transmitir información de forma entendedora a profesionales no especializados/as en gemelos digitales y coordinar acciones de manera efectiva.

Figura 4. Actividades más beneficiadas con la implantación de gemelos digitales



Fuente: Elaboración propia a partir de New Equipment Digest

La aparición de un perfil profesional especializado en la creación y la gestión de gemelos digitales es el efecto más directo que tendrá la implantación de esta tecnología en términos laborales, pero no el único. En este sentido, la Figura 3 resume los resultados de una encuesta realizada por la red de centros de investigación de Reino Unido Catapult Network a 150 profesionales, con el objetivo de profundizar en la percepción de las empresas del sector sobre los requerimientos y los potenciales beneficios derivados de la implantación de los gemelos digitales. Según las respuestas de las personas encuestadas, las **etapas del ciclo de vida de un producto que ganarán más valor** a raíz de la adopción de los gemelos digitales son las siguientes: los procesos de mantenimiento y reparación, fabricación, control de calidad y diseño. Los cambios en el proceso productivo impulsarán a los y las profesionales de las especialidades afectadas a adquirir conocimientos específicos de esta tecnología.



A continuación, se detallan algunos ejemplos:



Control de calidad, mantenimiento y reparación: La tecnología de los gemelos digitales permite automatizar tareas pesadas como las inspecciones o la elaboración de informes técnicos -en las cuales las personas son más propensas a cometer errores- y permite a los/las trabajadores/as dedicar su tiempo a tareas de mayor valor añadido. Además, la detección temprana de anomalías en el funcionamiento de máquinas y productos fomentará las intervenciones de mantenimiento preventivo y con un foco específico.



Diseño y desarrollo de producto: Este es uno de los ámbitos en que los gemelos digitales pueden tener un mayor poder transformador, puesto que el proceso de diseño y prototipado evolucionará hacia un formato mayoritariamente virtual. Con el avance de la tecnología, es posible que los/las diseñadores/se industriales tengan que aprender a utilizar software para elaborar o modificar simulaciones digitales y, más que nunca, será necesario disponer de conocimientos en diseño y modelado asistidos por ordenador.



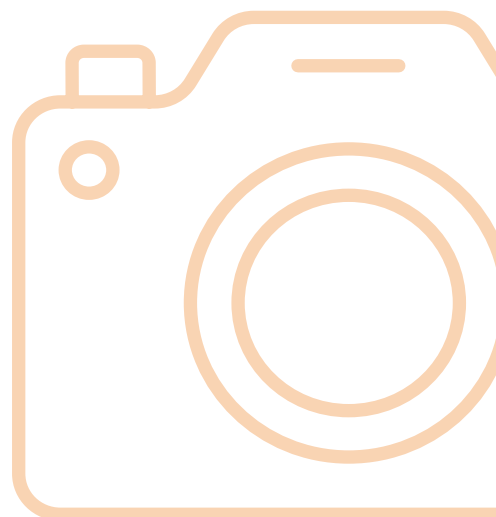
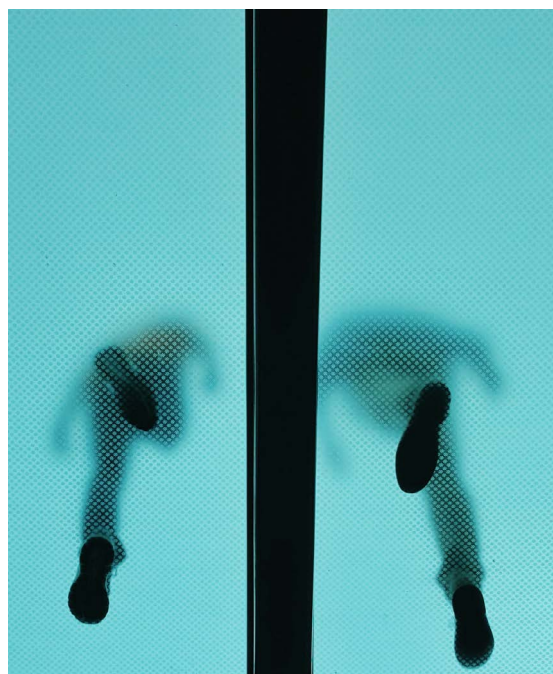
Investigación y toma de decisiones: Cuando se realizan pruebas con gemelos digitales -como la simulación de productos, servicios y procesos- se acumulan grandes cantidades de datos. En cuanto a la aplicación de la tecnología en los procesos de prototipado, toda esta información se tiene que analizar para prever cambios o alteraciones de los elementos físicos y encontrar maneras de mejorar los atributos y el funcionamiento de productos y servicios. Por otro lado, la amplia disponibilidad de datos y la capacidad de elaborar previsiones también dará pie a un tipo de liderazgo más analítico, que base sus decisiones sobre cuestiones como la organización de la producción o la estrategia empresarial en criterios cuantitativos. Todo esto apunta a que la expansión de los gemelos digitales promoverá un incremento de la demanda de profesionales del *big data*.

Los gemelos digitales, enfocados

La industria manufacturera es el sector que está liderando la expansión de los gemelos digitales. A medida que la tendencia se acelere en los próximos años, más empresas explorarán las oportunidades de la tecnología para **optimizar procesos**, tomar **decisiones basadas en datos** en tiempo real y **crear nuevos productos, servicios y modelos de negocio**.

Además de expandirse a otros sectores económicos, en el futuro se crearán gemelos digitales más grandes y complejos, que representen líneas de producción e instalaciones enteras.

A nivel laboral, aparecerán perfiles expertos en la materia, pero también, cada vez más, se requerirá a los y las profesionales de todas las fases de la cadena productiva que tengan **nociones de gemelos digitales o de tecnologías subyacentes** (IoT, *cloud*, inteligencia artificial, realidad virtual, etc.). También se evolucionará hacia **estructuras empresariales menos fragmentadas**, que potencien el conocimiento compartido y la cooperación entre departamentos.



Fuentes consultadas

- Assad, A., Deschamps, f., Ribero, E., Pinheiro de Lima, E. (2020). [Digital twins in manufacturing: an assessment of drivers, enablers and barriers to implementation.](#)
- Challenge Advisory (2019). [New job opportunities digital twin specialists will be needed for.](#)
- Deloitte Insights (2018). [The future of work in manufacturing \(Digital Twin Engineer\).](#)
- Deloitte Insights (2020). [Tendencias de tecnología 2020: Gemelos Digitales.](#)
- DHL Trend Research. [Digital Twins in Logistics.](#)
- IBM (2020). [Cheat Sheet: What is Digital Twin?](#)
- MarketsandMarkets (2020). [Digital Twin Market.](#)
- New Equipment Digest (2019). [The Impact of Digital Twins.](#)
- Smart Nation Singapore (2021). [Virtual Singapore.](#)
- Grand View Research (2021). [Digital Twin Market Size, Share & Trends Analysis Report By End-use.](#)

Webgrafía complementaria

- Catapult Network (2020). [Place-based Digital Twins.](#)
- Ignasi Sayol. [Digital Twins: Els bessons que tota empresa voldrà tenir.](#)
- IBM. [What is a digital twin?](#)
- Siemens Software (2017). [The Digital Twin: Realizing Transformation \(Introduction\).](#)
- Gartner (2017). [Prepare for the impact of Digital Twins.](#)
- AI Multiple (2021). [15 Digital Twin Applications and Use Cases by Industry.](#)

Derechos de imagen

- GERD ALTMANN Imagen de portada, pg.6
- JONAS MORGNER pg. 3
- CHRISTOPHE DION pg. 7 (Ciencia de materiales)
- MIKE ENERIP pg. 7 (Smart Cities)
- UMANOIDE pg. 7 (Ciencias de la vida)
- VINDEMIA WINERY pg. 7 (Fabricación de bienes de consumo)
- KUMPAN ELECTRIC. pg. 9
- JOHN ROBERT MARASIGAN. pg. 10

Este informe ha sido realizado por **Utrans**.