

## 4.2.4 Habilitadores tecnológicos

Nº de revisión:	R01
Fecha:	20230605

### 00. Índice

00. Índice .....	1
01. Introducción a los habilitadores tecnológicos .....	4
01.01. Definición de habilitadores tecnológicos .....	6
01.02. Importancia de los habilitadores tecnológicos en la Industria 5.0 .....	9
02. Internet de las Cosas (IoT) .....	11
02.01. Definición de IoT y su funcionamiento .....	12
02.02. Tipos de dispositivos IoT .....	14
02.03. implementación de IoT .....	15
02.04. IIoT, diferencias con IoT y aplicaciones en la industria 5.0 .....	22
02.05. Ejemplos de casos de éxito con IoT .....	23
02.06. Coste de implantación IoT .....	26
02.07. Retos y oportunidades de IoT en la industria 5.0 .....	26
03. Fabricación aditiva y escáner 3D .....	28
03.01. Qué es la fabricación aditiva y cómo funciona .....	29
03.02. Tipos de tecnologías de fabricación aditiva .....	30
03.03. Aplicaciones de la fabricación aditiva en la industria 5.0 .....	42
03.04. Escáner 3D: qué es y cómo se utiliza en la fabricación aditiva ...	45
03.05. Ejemplos de casos de éxito con fabricación aditiva y escáner 3D .....	56
03.06. Retos y oportunidades de la fabricación aditiva en la industria 5.0 .....	57
04. Simulación y modelado, Integración horizontal y vertical de sistemas .....	58
04.01. Introducción .....	58
04.02. Definición de simulación y modelado .....	59
04.03. Importancia de la simulación y modelado en la integración horizontal y vertical de sistemas .....	60
04.04. Integración horizontal y vertical de sistemas: conceptos y diferencias .....	61
04.05. Modelado de la integración horizontal y vertical de sistemas .....	65
04.06. Simulación de la integración horizontal y vertical de sistemas .....	68
04.07. Herramientas y técnicas para la simulación y modelado en la integración horizontal y vertical de sistemas .....	71
04.08. Ejemplos de aplicación de la simulación y modelado en la integración horizontal y vertical de sistemas .....	73
04.09. Retos y oportunidades de la simulación y modelado en la industria 5.0 .....	74

05. Realidad virtual, aumentada y mixta .....	76
05.01. Introducción a las tecnologías visuales .....	76
05.02. Realidad Virtual (RV) .....	77
05.03. Realidad Aumentada (RA) .....	80
05.04. Realidad Mixta (RX) .....	84
05.05. Diferencias y similitudes entre RV, RA y RX .....	86
05.06. Dispositivos en el mercado .....	87
05.07. Casos de éxito .....	88
05.08. Retos y oportunidades de la realidad aumentada y virtual y mixta en la industria 5.0 .....	90
06. Automatización y robotización .....	91
06.01. Automatización y robotización, semejanzas y diferencias .....	91
06.02. Importancia de la automatización y robotización en la industria 5.0: aplicaciones .....	96
06.03. Ejemplos de casos de éxito con automatización y robotización ..	97
06.04. Retos y oportunidades de la automatización y robotización en la industria 5.0 .....	98

## 01. Introducción a los habilitadores tecnológicos

La revolución industrial ha evolucionado a lo largo del tiempo, y cada una de sus etapas ha traído consigo importantes cambios en la forma en que se produce y se trabaja.

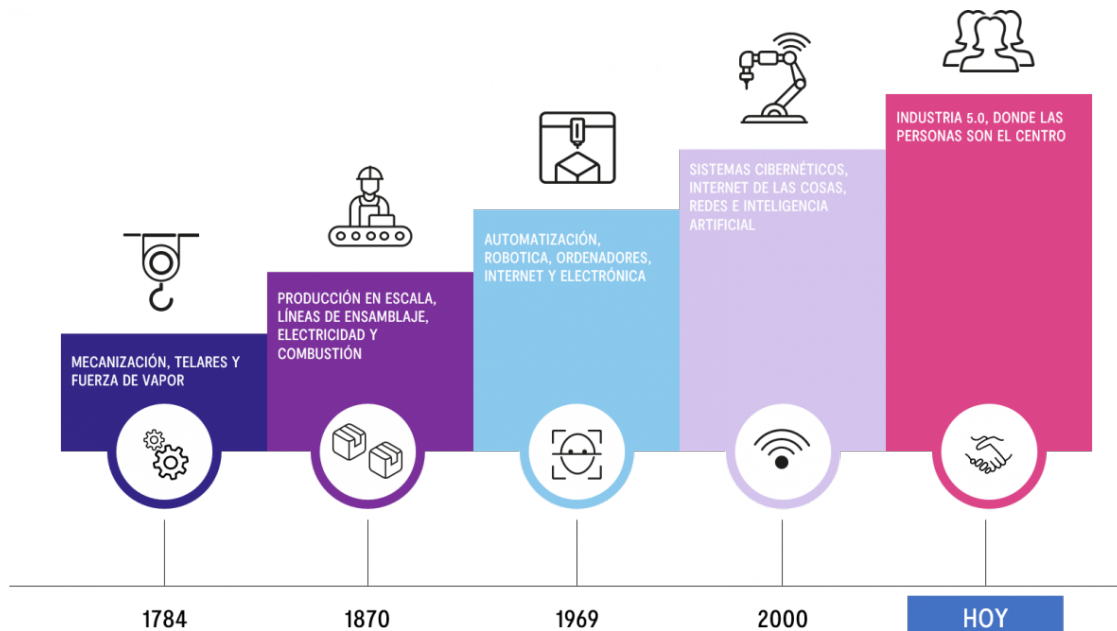


Imagen 01: <https://ibermaticaindustria.com/blog/industria-5-0-que-es-diferencias-y-objetivos/>

A continuación, se describen brevemente las diferentes etapas de la revolución industrial hasta la industria 5.0:

**Revolución industrial 1.0:** Surge con la invención de la máquina de vapor en el siglo XVIII. Hecho que permitió la mecanización de la producción. Su principal rasgo fue la implementación de la producción en serie utilizando energía mecánica.

**Revolución industrial 2.0:** A principios del siglo XX, se produjo la segunda revolución industrial con la introducción de la producción en cadena y la electricidad. Se caracterizó por la estandarización de la producción y la mejora de la eficiencia.

**Revolución industrial 3.0:** En la década de 1970, se inició la tercera revolución industrial con la introducción de la electrónica y la automatización. Se caracterizó por la utilización de la tecnología de la información y la robótica.

**Industria 4.0:** La cuarta revolución industrial se inició a finales del siglo XX y principios del siglo XXI con la introducción de la digitalización y la conectividad.

La interacción sin participación humana de objetos físicos, como máquinas, en procesos de producción completamente automatizados, es posible gracias al surgimiento, distribución, uso y apropiación de nuevas tecnologías que han dado lugar a la industria 4.0. Los habilitadores tecnológicos nacen en esta revolución y son un conjunto de tecnologías que se utilizan para permitir la automatización de los procesos productivos y la interconexión de los sistemas de producción

**Industria 5.0:** La quinta revolución industrial, también conocida como Industria 5.0, La Industria 5.0 es la quinta revolución industrial que se está desarrollando actualmente en el sector manufacturero. Esta nueva etapa se centra en la colaboración entre humanos y robots, poniendo al usuario en el centro de todo (Human centric), con el objetivo de lograr una producción más personalizada, flexible y sostenible.



Imagen 02: <https://ibermaticadigital.com/transformacion-digital-hacia-una-industria-5-0/>

La Industria 5.0 está estrechamente relacionada con los habilitadores tecnológicos de la Industria 4.0, ya que muchos de ellos son fundamentales para su desarrollo y éxito.

## 01.01. Definición de habilitadores tecnológicos

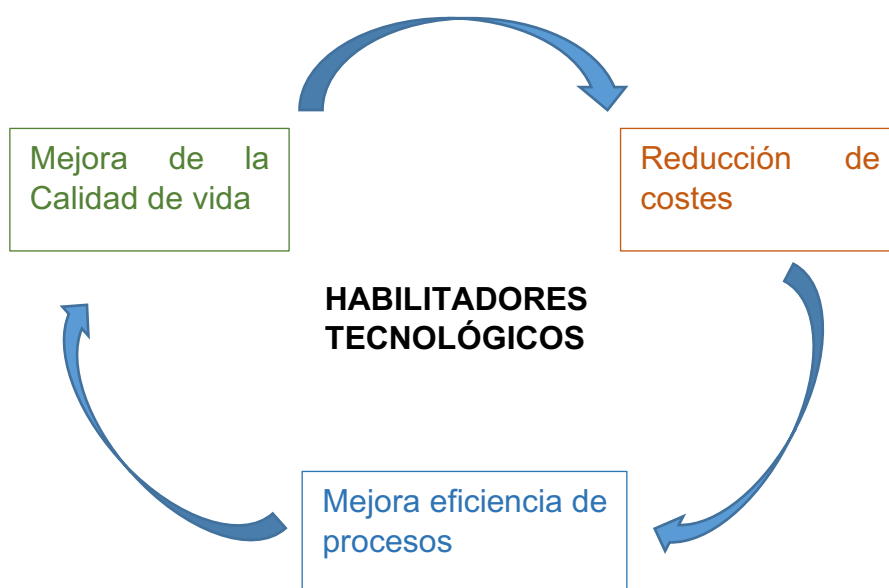
Los habilitadores tecnológicos surgen durante la cuarta revolución industrial y son parte fundamental de la Industria 4.0. Se trata de elementos clave para el uso efectivo de la tecnología en diferentes ámbitos. Estos habilitadores pueden ser utilizados en diversos niveles de la organización, desde el personal de operaciones hasta la alta dirección. Su uso permite la implementación de soluciones tecnológicas en cualquier organización.

En el ámbito empresarial, estos pueden incluir:

- sistemas de automatización de procesos
- herramientas de análisis de datos
- sistemas de gestión de la cadena de suministro
- entre otros.

Es importante destacar que el uso adecuado de los habilitadores tecnológicos puede generar importantes beneficios para las organizaciones y para la sociedad en general, como:

- mejorar la calidad de sus productos y servicios.
- reducir costes
- mejorar la eficiencia de sus procesos productivos



Algunos de los habilitadores tecnológicos existentes son:

- big data
- análisis de datos
- sistemas de ejecución de manufactura
- producción inalámbrica
- planificación de recursos empresariales
- comunicación máquina a máquina
- realidad virtual y aumentada
- simulación de procesos
- inteligencia artificial para el mantenimiento predictivo y para la planeación de la producción
- robots industriales
- vehículos guiados autónomos
- identificación automática de no conformidades en producción
- identificación y trazabilidad de materias primas
- identificación y trazabilidad de productos finales
- manufactura aditiva
- líneas flexibles y autónomas
- tecnología orientada al servicio.



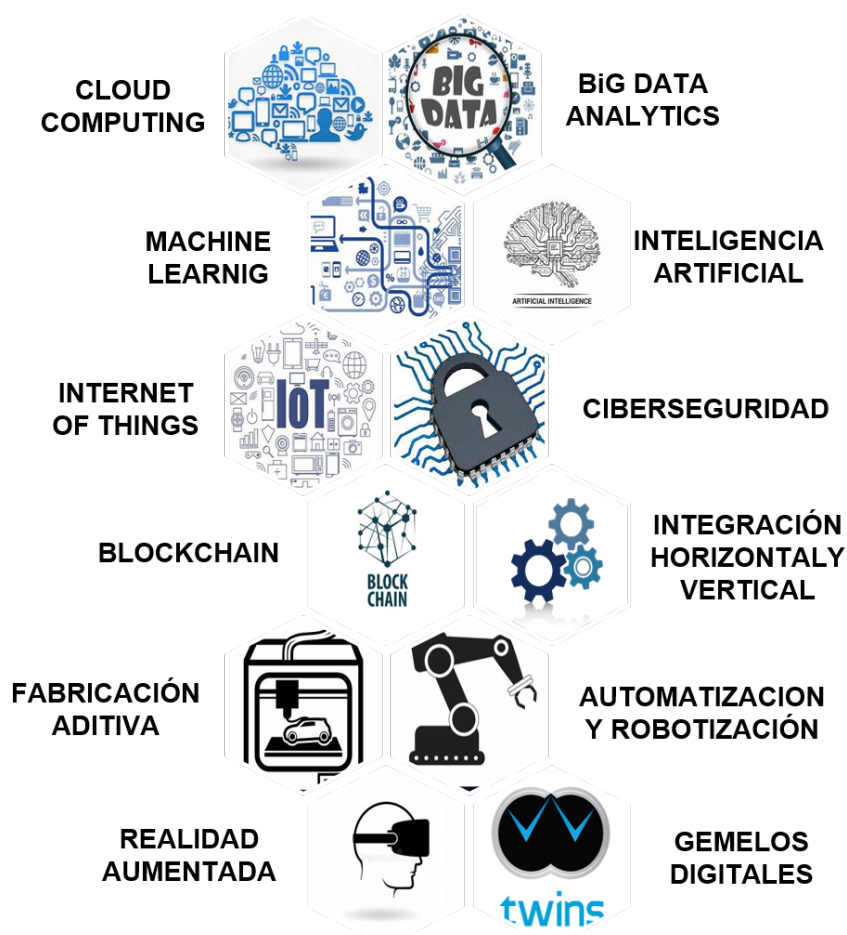


Imagen 03: <https://www.grupocibernos.com/blog/12-tecnologias-habilitadoras-dentro-del-marco-de-la-industria-4-0>

Además, existen otros habilitadores tecnológicos como:

- procesamiento y análisis de datos
- nuevas interfaces hombre-máquina
- sistemas de control/administración de calidad de procesos y productos integrados de circuito cerrado
- inventario en tiempo real
- sistemas de optimización logística.

Se ha de tener en cuenta que estos habilitadores tecnológicos **están en constante evolución** y es necesario **mantenerse actualizado en cuanto a su implementación y uso en el ámbito industrial**.

Por lo tanto, es **fundamental que las organizaciones inviertan en la implementación y uso** adecuado de estos habilitadores para lograr una **mayor competitividad y sostenibilidad en el mercado**.

En términos generales, los habilitadores tecnológicos pueden incluir:

- hardware,
- software,
- redes,
- sistemas de información,
- bases de datos,



- herramientas de colaboración,
- otros.

**El hardware** incluye los dispositivos físicos, como pcs, servidores, dispositivos móviles, impresoras, escáneres, entre otros.

**El software**, por su parte, incluye los programas y aplicaciones que se ejecutan en los dispositivos hardware, como sistemas operativos, suites de oficina, aplicaciones de productividad, software de seguridad, entre otros.

**Las redes** son otro habilitador tecnológico fundamental, ya que permiten la comunicación y el intercambio de información entre los diferentes dispositivos y sistemas de la organización. Las redes pueden ser:

- Locales (LAN o Local Area Network)
- Amplias (WAN o Wide Area Network)
- Inalámbricas (WLAN o Wireless Local Area Network),

y pueden ser cableadas o inalámbricas.

**Los sistemas de información y las bases de datos** son habilitadores tecnológicos que permiten a las organizaciones almacenar, gestionar y acceder a grandes cantidades de información de manera eficiente. Estos habilitadores pueden incluir:

- Sistemas de gestión de bases de datos
- Sistemas de gestión de contenido
- Sistemas de gestión de documentos, entre otros.

**Las herramientas de colaboración** son otro habilitador tecnológico importante, ya que permiten a los usuarios colaborar en tiempo real y compartir información de manera eficiente. Estas herramientas pueden incluir plataformas de videoconferencia, herramientas de mensajería instantánea, herramientas de gestión de proyectos, entre otras.

Los habilitadores tecnológicos son elementos clave para el uso efectivo de la tecnología en diferentes ámbitos. Estos habilitadores permiten a las organizaciones implementar soluciones tecnológicas y mejorar la eficiencia y productividad de sus procesos. Es fundamental que las organizaciones inviertan en la implementación y uso adecuado de estos habilitadores para lograr una mayor competitividad y sostenibilidad en el mercado.

## **01.02. Importancia de los habilitadores tecnológicos en la Industria 5.0**

La Industria 5.0 es la evolución de la Industria 4.0, y se enfoca en la colaboración entre humanos y robots, la personalización de la producción y la eficiencia en los procesos. Para lograr estos objetivos, los habilitadores tecnológicos son fundamentales, ya que permiten la integración de tecnologías avanzadas en los procesos de producción.

Algunas de las principales razones por las que los habilitadores tecnológicos son importantes en la Industria 5.0 son:

1. **Colaboración humano-robot:** La Industria 5.0 se basa en la colaboración entre humanos y robots, lo que permite una producción más eficiente y personalizada. Los habilitadores tecnológicos como la robótica colaborativa y la inteligencia artificial son fundamentales para lograr esta colaboración.
2. **Personalización de la producción:** En la Industria 5.0, la producción se centra en la personalización de los productos para satisfacer las necesidades específicas de los clientes. Los habilitadores tecnológicos como la fabricación aditiva (impresión 3D) y la realidad aumentada y virtual permiten la producción de piezas personalizadas de manera más rápida y eficiente.
3. **Recopilación y análisis de datos en tiempo real:** La Industria 5.0 se basa en la recopilación y análisis de datos en tiempo real para tomar decisiones más rápidas y precisas. Los habilitadores tecnológicos como el Internet de las cosas (IoT), el big data y la analítica son fundamentales para lograr esto.
4. **Automatización y optimización de procesos:** Los habilitadores tecnológicos como la simulación BIM y la ciberseguridad permiten la automatización y optimización de procesos, lo que aumenta la eficiencia y reduce los costes.

Entre los habilitadores tecnológicos más importantes en la Industria 5.0 se encuentran:

1. **Internet de las cosas (IoT):** El IoT es una tecnología que permite la conexión de dispositivos y máquinas en una red, lo que permite la recopilación de datos en tiempo real. En la Industria 5.0, el IoT se utiliza para recopilar datos de sensores y máquinas, lo que permite la optimización de los procesos de producción.
2. **Fabricación aditiva (impresión 3D):** La fabricación aditiva es una tecnología que permite la producción de piezas personalizadas de manera más rápida y eficiente. La impresión 3D es una de las formas más comunes de fabricación aditiva, y se utiliza en la producción de piezas de alta precisión y complejidad.
3. **Simulación BIM:** La simulación BIM es una tecnología que permite la simulación de procesos de construcción y producción en un entorno virtual. La simulación BIM se utiliza en la Industria 5.0 para optimizar los procesos de construcción y producción, lo que reduce los costes y aumenta la eficiencia.

4. **Realidad aumentada y virtual:** La realidad aumentada y virtual son tecnologías que permiten la visualización de objetos y procesos en un entorno virtual. En la Industria 5.0, la realidad aumentada y virtual se utiliza para la visualización de productos y procesos de producción, lo que permite la identificación de problemas y la optimización de los procesos.
5. **Robótica colaborativa:** La robótica colaborativa es una tecnología que permite la colaboración entre humanos y robots en el proceso de producción. Los robots colaborativos pueden trabajar junto a los trabajadores humanos, lo que aumenta la eficiencia y reduce los riesgos laborales.
6. **La inteligencia artificial (IA):** La inteligencia artificial (IA) es un conjunto de técnicas y algoritmos que permiten a las máquinas realizar tareas que normalmente requieren inteligencia humana, como el aprendizaje, el razonamiento y la toma de decisiones. La IA puede ser utilizada para optimizar la producción y mejorar la calidad de los productos, al mismo tiempo que reduce los costes y el tiempo de producción.

Por todo ello, los habilitadores tecnológicos son esenciales para la Industria 5.0, ya que permiten la integración de sistemas y procesos, la recolección y análisis de datos en tiempo real, y la producción personalizada y eficiente. Cada tecnología tiene un papel importante que desempeñar en la creación de sistemas más flexibles y adaptables que permitan la colaboración entre humanos y máquinas.

## 02. Internet de las Cosas (IoT)

La IoT (Internet de las cosas) es una tecnología que ha estado en constante evolución en los últimos años. La idea detrás de la IoT es permitir que los dispositivos se comuniquen entre sí y con otros sistemas a través de Internet, lo que permite la recopilación, análisis y acción basados en datos en tiempo real.

Se basa en la idea de que cualquier objeto puede ser equipado con sensores y conectividad a Internet, lo que permite que se convierta en un dispositivo inteligente. Estos dispositivos pueden ser tan simples como un sensor de temperatura o tan complejos como un robot industrial.

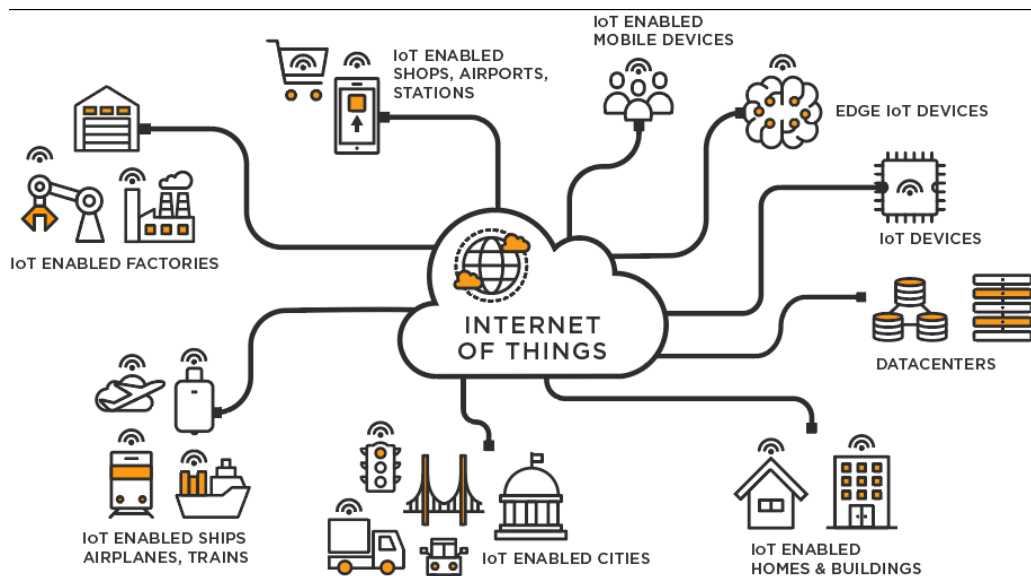


Imagen 04: <https://www.tibco.com/es/reference-center/what-is-the-internet-of-things-iot>

La IoT se ha convertido en una tecnología disruptiva que está transformando la forma en que interactuamos con el mundo que nos rodea. Los dispositivos conectados pueden proporcionar información en tiempo real, lo que permite a las empresas y organizaciones tomar decisiones más informadas y eficientes.

Además, está cambiando la forma en que vivimos nuestras vidas cotidianas. Desde termostatos inteligentes que ajustan la temperatura de nuestra casa automáticamente hasta sistemas de seguridad que nos alertan cuando alguien entra en nuestra propiedad, la IoT está haciendo que nuestras vidas sean más cómodas y seguras.

Sin embargo, la IoT también plantea desafíos y preocupaciones, como la seguridad cibernética y la privacidad de los datos. Es importante abordar estos desafíos para asegurar que la IoT se desarrolle de manera responsable y ética.

Se trata de una tecnología emocionante que está transformando el mundo que nos rodea. Con el tiempo, es probable que la IoT continúe evolucionando y proporcionando nuevas oportunidades y desafíos para las empresas, organizaciones y personas de todo el mundo.

## 02.01. Definición de IoT y su funcionamiento

La IoT (Internet de las cosas) es una red de dispositivos interconectados que se comunican entre sí a través de Internet. Estos dispositivos están equipados con sensores y conectividad a Internet, lo que les permite recopilar y compartir datos en tiempo real. La IoT es una de las tecnologías más disruptivas y prometedoras de la era digital, y se espera que tenga un impacto significativo en la forma en que vivimos y trabajamos.

**El funcionamiento de la IoT** se basa en cuatro etapas clave:

- captura de datos

- compartir datos
  - procesamiento de datos
  - acción.
- **Captura de datos:** En la primera etapa, los dispositivos de IoT capturan datos de su entorno a través de sensores. Desde datos simples como la temperatura hasta un feed de video en tiempo real, la variedad de información que se puede recopilar es amplia y puede ser utilizada en diferentes contextos. Los dispositivos de IoT están diseñados para recopilar datos específicos que son relevantes para su función.
  - **Compartir datos:** En la segunda etapa, los dispositivos de IoT envían los datos recopilados a un sistema en la nube o a otro dispositivo a través de conexiones de red disponibles. Los datos se envían a un servidor en la nube donde se almacenan y procesan para su análisis. Los datos también pueden ser enviados a otros dispositivos para su procesamiento o para su uso en otras aplicaciones.
  - **Procesamiento de datos:** En la tercera etapa, el software procesa los datos recopilados. Los datos se analizan y se utilizan para tomar decisiones informadas y automatizar procesos. El software puede procesar los datos en tiempo real o en lotes, dependiendo de la aplicación.
  - **Acción:** Finalmente, en la cuarta etapa, se toma una acción basada en los datos recopilados. Esto puede ser desde ajustar los sensores o dispositivos hasta enviar una alerta al usuario. La acción tomada depende de la aplicación específica y de los datos recopilados.

Por tanto, el funcionamiento de la IoT se basa en la captura de datos por parte de los dispositivos de IoT, la comunicación de estos datos a través de una red de comunicación, el procesamiento y análisis de los datos para obtener información valiosa, y la toma de decisiones automáticas basadas en los datos. Esto permite a los dispositivos de IoT interactuar entre sí y con el entorno en el que se encuentran para mejorar la eficiencia, la productividad y la experiencia del usuario.

**Sensores IoT:** para la captura de estos datos, se necesita vincular sensores a las fuentes, los cuales podrán ser de diferentes tipos, en función de los datos a recopilar y el lugar donde se vayan a ubicar.

Existen diferentes tipos de sensores utilizados en los dispositivos IoT, y cada uno tiene una función específica. A continuación, se describen algunas de las diferencias entre los tipos de sensores más comunes:

1. **Sensores de temperatura:** miden la temperatura ambiente y pueden ser utilizados en aplicaciones de calefacción, ventilación y aire acondicionado (HVAC), así como en la monitorización de procesos industriales.
2. **Sensores de humedad:** miden la cantidad de humedad en el aire y pueden ser utilizados en aplicaciones de HVAC, agricultura y monitoreo ambiental.

3. **Sensores de presión:** miden la presión de gases o líquidos y se utilizan en aplicaciones como la monitorización de la presión arterial, la medición de la presión de los neumáticos y la monitorización de procesos industriales.
4. **Sensores de movimiento:** detectan el movimiento y se utilizan en aplicaciones de seguridad, como cámaras de vigilancia y sistemas de alarma.
5. **Sensores de luz:** miden la cantidad de luz y se utilizan en aplicaciones de iluminación y monitoreo ambiental.
6. **Sensores de sonido:** miden la intensidad del sonido y se utilizan en aplicaciones de seguridad, como sistemas de alarma y monitoreo ambiental.
7. **Sensores de proximidad:** detectan la presencia de objetos cercanos y se utilizan en aplicaciones de automatización, como en la detección de objetos en líneas de producción.

Los diferentes tipos de sensores tienen funciones específicas y se utilizan en una variedad de aplicaciones. La elección del tipo de sensor adecuado dependerá de la aplicación y del tipo de datos que se necesiten recopilar.

## 02.02. Tipos de dispositivos IoT

Los dispositivos IoT se utilizan en una amplia variedad de aplicaciones en diferentes sectores. A continuación, se presentan algunos ejemplos de dispositivos IoT y sus principales usos:

1. **Sensores ambientales:** se utilizan para medir la temperatura, la humedad, la calidad del aire y otros parámetros ambientales en edificios, hogares, fábricas y ciudades inteligentes.
2. **Dispositivos de seguimiento de activos:** se utilizan para rastrear la ubicación y el estado de los activos, como vehículos, maquinaria, equipos médicos y suministros de cadena de suministro.
3. **Dispositivos de salud y bienestar:** se utilizan para monitorear la salud y el bienestar de las personas, como monitores de frecuencia cardíaca, dispositivos de seguimiento del sueño y sensores de actividad física.
4. **Dispositivos de seguridad:** se utilizan para monitorear y proteger hogares, edificios, fábricas y ciudades inteligentes, como cámaras de seguridad, sensores de movimiento y sistemas de alarma.
5. **Dispositivos de automatización del hogar:** se utilizan para controlar diferentes sistemas en el hogar, como termostatos, iluminación, electrodomésticos y cerraduras.



6. **Dispositivos de agricultura inteligente:** se utilizan para monitorear y controlar el riego, la temperatura y otros factores en los cultivos para mejorar la eficiencia y la producción.
7. **Dispositivos de fabricación inteligente:** se utilizan para monitorear y controlar los procesos de producción en fábricas y plantas para mejorar la eficiencia y la calidad.
8. **Dispositivos de energía inteligente:** como medidores inteligentes de electricidad, sistemas de gestión de energía y paneles solares inteligentes.

En resumen, los dispositivos IoT se utilizan en una amplia variedad de aplicaciones para monitorear, controlar y mejorar diferentes sistemas y procesos en diferentes sectores.

### 02.03. implementación de IoT

La implementación de la IoT (Internet de las cosas) es una revolución tecnológica digital que ofrece numerosas ventajas al mundo de la tecnología. Organizaciones y empresas se beneficiarán de la implementación de IoT, la cual proporciona información comercial y datos en tiempo real que hacen funcionar una organización de manera efectiva cuando se implementa adecuadamente. Sin embargo, puede ser difícil de implementar, especialmente cuando hay una **brecha de conocimiento o falta de conocimientos técnicos**.

Para implementar con éxito la IoT, es esencial comprender qué es IoT, sus:

- Funciones
- Funcionamiento
- Requisitos
- Proceso de implementación de sus infraestructuras y dispositivos.
- Beneficios
- Desafíos en la implementación y soluciones de IoT

También es importante comprender que IoT aún se encuentra en sus primeras etapas, por lo tanto, es una innovación con un enorme potencial. Los profesionales relacionados con la tecnología, como desarrolladores, arquitectos, administradores de TI y CIO (Chief Information Officer) interesados en la implementación de IoT, deben comprender a fondo el concepto de IoT para sacarle el máximo partido.

**Funciones:** La IoT (Internet de las cosas) tiene varias funciones que la hacen muy útil en diferentes ámbitos. A continuación, se detallan algunas de las principales funciones de la IoT:

1. **Monitoreo y control remoto:** La IoT permite monitorear y controlar dispositivos y sistemas de manera remota. Esto es útil en diferentes ámbitos, como en la industria, la agricultura, la salud y el hogar inteligente.



2. **Automatización:** La IoT permite la automatización de procesos y tareas, lo que puede mejorar la eficiencia y la productividad en diferentes ámbitos.
3. **Recopilación y análisis de datos:** La IoT permite recopilar datos de diferentes dispositivos y sensores, y analizarlos para obtener información valiosa. Esto es útil en diferentes ámbitos, como en la industria, la agricultura, la salud y el hogar inteligente.
4. **Comunicación entre dispositivos:** La IoT permite la comunicación entre diferentes dispositivos, lo que puede mejorar la eficiencia y la productividad en diferentes ámbitos.
5. **Personalización:** La IoT permite la personalización de servicios y productos, lo que puede mejorar la experiencia del usuario en diferentes ámbitos.

**Funcionamiento:** La IoT (Internet de las cosas) es una red de dispositivos conectados a internet que pueden interactuar entre sí y con el entorno en el que se encuentran. Estos dispositivos pueden ser desde sensores y cámaras hasta electrodomésticos y vehículos, y están diseñados para recopilar datos, procesarlos y tomar decisiones basadas en ellos.

El funcionamiento de la IoT se basa en cuatro etapas clave mencionadas en el apartado anterior:

1. **Captura de datos**
2. **Comunicación de datos**
3. **Procesamiento y análisis de datos**
4. **Acción basada en los datos**

**Requisitos:** Para implementar la IoT con éxito, se requieren herramientas específicas y una serie de requisitos que aseguren el correcto funcionamiento de la tecnología. A continuación, se detallan los principales requisitos para la implementación de la IoT:

1. **Computación en la nube:** La computación en la nube es esencial para garantizar que la información estructurada y no estructurada se procese y almacene en tiempo real. La nube permite que los datos se almacenen de manera segura y se puedan acceder desde cualquier lugar y en cualquier momento.
2. **Seguridad cibernética:** La seguridad es un factor clave en la implementación de la IoT. Es importante contar con medidas de seguridad adecuadas para proteger los datos y la infraestructura de la IoT de posibles ataques cibernéticos.
3. **Integración:** La integración es fundamental para que la IoT funcione correctamente. Los dispositivos deben ser compatibles entre sí y con los sistemas existentes para garantizar una comunicación fluida.

4. **Analytics:** La analítica es esencial para obtener información valiosa a partir de los datos generados por la IoT. Es importante contar con herramientas de análisis de datos que permitan extraer información relevante y tomar decisiones informadas.
5. **Redes y comunicaciones:** Las redes y las comunicaciones son fundamentales para la IoT. Es importante contar con una infraestructura de red adecuada para garantizar una comunicación fluida entre los dispositivos y los sistemas.
6. **Gestión de datos:** La gestión de datos es esencial para la IoT. Es importante contar con herramientas que permitan almacenar, procesar y gestionar grandes cantidades de datos generados por la IoT.
7. **Administración de dispositivos:** La administración de dispositivos es fundamental para garantizar que los dispositivos de la IoT funcionen correctamente. Es importante contar con herramientas de gestión de dispositivos que permitan monitorizar y controlar los dispositivos de manera eficiente.

**Proceso de implementación de sus infraestructuras y dispositivos:** La implementación de infraestructuras IoT y sus dispositivos es un proceso complejo que requiere una planificación cuidadosa y una ejecución detallada. A continuación, se describe un proceso general para implementar una infraestructura IoT:

1. **Definición de objetivos:** Lo primero que se debe hacer es definir los objetivos de la implementación. ¿Qué se espera lograr con la infraestructura IoT? ¿Qué problemas se espera resolver? ¿Qué beneficios se espera obtener? Establecer objetivos claros ayudará a guiar todo el proceso de implementación.
2. **Selección de dispositivos:** Una vez que se han definido los objetivos, se debe seleccionar los dispositivos IoT que se utilizarán. Los dispositivos IoT pueden variar desde sensores simples hasta dispositivos más complejos que incluyen procesamiento de datos y conectividad a la nube. Es importante seleccionar dispositivos que sean compatibles con la infraestructura existente y que cumplan con los requisitos de seguridad y privacidad.
3. **Diseño de la red:** El siguiente paso es diseñar la red IoT. Esto implica determinar cómo se conectarán los dispositivos, qué protocolos de comunicación se utilizarán y cómo se gestionarán los datos. Es importante tener en cuenta la escalabilidad y la capacidad de la red para manejar un gran volumen de datos.
4. **Instalación de dispositivos:** Una vez que se ha diseñado la red, se pueden instalar los dispositivos IoT. Esto puede implicar la instalación

- física de los dispositivos, la configuración de la conectividad de red y la configuración de los protocolos de comunicación.
5. **Integración con sistemas existentes:** La infraestructura IoT debe integrarse con los sistemas existentes de la organización. Esto puede implicar la integración con sistemas de gestión de datos, sistemas de control de procesos y otros sistemas.
  6. **Pruebas y validación:** Antes de poner en marcha la infraestructura IoT, es importante realizar pruebas y validaciones exhaustivas. Esto implica probar la conectividad de red, la comunicación de datos y la integración con sistemas existentes.
  7. **Puesta en marcha:** Una vez que se han completado las pruebas y validaciones, se puede poner en marcha la infraestructura IoT. Es importante tener en cuenta la formación del personal y la gestión del cambio para asegurar una adopción exitosa de la nueva tecnología.
  8. **Mantenimiento y actualización:** La infraestructura IoT debe mantenerse y actualizarse regularmente para garantizar su funcionamiento óptimo. Esto implica la monitorización del rendimiento, la resolución de problemas y la actualización de software y firmware.

La implementación de infraestructuras IoT y sus dispositivos es un proceso complejo que requiere una planificación cuidadosa y una ejecución detallada. Al seguir los pasos descritos anteriormente, se puede garantizar una implementación exitosa de la tecnología IoT.

**Beneficios:** El uso de la IoT (Internet de las cosas) ofrece una amplia gama de beneficios para las organizaciones y los individuos. Algunos de los beneficios más destacados incluyen:

1. **Mejora de la eficiencia operativa:** La IoT permite a las organizaciones recopilar y analizar datos en tiempo real, lo que les permite identificar áreas de mejora y optimizar sus procesos. Por ejemplo, una empresa de fabricación puede utilizar sensores IoT para supervisar el rendimiento de las máquinas y detectar problemas antes de que se conviertan en fallas costosas.
2. **Reducción de costes:** La IoT puede ayudar a las organizaciones a reducir costes en varios aspectos, como la energía, el mantenimiento y la logística. Por ejemplo, una empresa de transporte puede utilizar sensores IoT para optimizar sus rutas de entrega y reducir los costes de combustible.
3. **Mejora de la seguridad:** La IoT puede mejorar la seguridad en una variedad de entornos, desde la seguridad del hogar hasta la seguridad en el lugar de trabajo. Por ejemplo, una empresa de seguridad puede utilizar cámaras IoT y sensores de movimiento para supervisar las instalaciones y detectar actividades sospechosas.

4. **Automatización de procesos:** La IoT puede ayudar a las organizaciones a automatizar procesos repetitivos y tediosos, lo que permite a los empleados centrarse en tareas más importantes y estratégicas. Por ejemplo, una empresa de servicios financieros puede utilizar la automatización de procesos para procesar solicitudes de préstamos de manera más eficiente.
5. **Mejora de la calidad de vida:** La IoT puede mejorar la calidad de vida de las personas al proporcionar soluciones innovadoras para problemas cotidianos. Por ejemplo, un sistema de hogar inteligente puede ajustar automáticamente la temperatura y la iluminación para adaptarse a las preferencias de los residentes.

La IoT ofrece una amplia gama de beneficios para las organizaciones y los individuos, desde la mejora de la eficiencia operativa hasta la mejora de la calidad de vida. Para aprovechar al máximo estos beneficios, es importante que las organizaciones y los individuos comprendan cómo funciona la IoT y cómo pueden integrarla en sus operaciones diarias.

**Desafíos en la implementación y soluciones de IoT:** La implementación de IoT (Internet de las cosas) enfrenta varios desafíos que deben resolverse antes de que pueda alcanzar todo su potencial. Aunque los desafíos y riesgos de la implementación de IoT se entienden en su mayoría, la diversidad absoluta de los dispositivos IoT y su aplicación aún requieren un mayor nivel de control y atención que la mayoría de las empresas pueden ejercer.

Algunos de los desafíos más importantes en la implementación de la IoT:

1. **Falta de descubrimiento adecuado de dispositivos IoT:** es difícil administrar y controlar dispositivos IoT si no se pueden detectar y catalogar adecuadamente.
2. **Gestión de identidad y acceso (IAM):** la integración y conexión de tecnologías físicas a la plataforma IoT y a los sistemas empresariales puede ser muy compleja, lo que dificulta la gestión de identidad y acceso de los dispositivos IoT.
3. **Diversidad absoluta de dispositivos IoT:** la gran cantidad de dispositivos IoT y su aplicación en diferentes áreas requieren un mayor nivel de control y atención que la mayoría de las empresas pueden ejercer.
4. **Riesgos de seguridad:** la falta de seguridad en la IoT puede generar riesgos perjudiciales, como la piratería y otros ataques, que pueden afectar la seguridad de los datos y la información empresarial.
5. **Integración de sistemas:** la integración de sistemas empresariales y de IoT puede ser muy compleja, especialmente cuando se trata de sistemas heredados o de tecnologías obsoletas.

6. **Costes:** la implementación de IoT puede ser costosa, especialmente si se requiere la adquisición de nuevos dispositivos o sistemas.
7. **Falta de habilidades y conocimientos:** la falta de habilidades y conocimientos en IoT puede dificultar la implementación y el mantenimiento de la tecnología.
8. **Interoperabilidad:** la falta de estándares y protocolos comunes puede dificultar la interoperabilidad entre diferentes dispositivos y sistemas de IoT.
9. **Escalabilidad:** la implementación de IoT a gran escala puede ser difícil de manejar y requerir una infraestructura compleja y costosa.
10. **Privacidad y cumplimiento normativo:** la recopilación y el uso de datos de IoT pueden plantear desafíos de privacidad y cumplimiento normativo que deben ser abordados adecuadamente.

Para resolver los desafíos descritos sobre la implementación de la IoT, se proponen diversas soluciones.:

1. **Descubrimiento adecuado de dispositivos IoT:** se puede abordar este desafío mediante la implementación de soluciones de gestión de dispositivos IoT, como la identificación de dispositivos y la catalogación adecuada de los mismos.
2. **Gestión de identidad y acceso (IAM):** se pueden implementar soluciones de IAM para garantizar que solo los usuarios autorizados tengan acceso a los dispositivos IoT y a la plataforma de IoT.
3. **Diversidad absoluta de dispositivos IoT:** se puede abordar este desafío mediante la implementación de soluciones de gestión de dispositivos IoT que permitan la administración centralizada de dispositivos IoT.
4. **Riesgos de seguridad:** se pueden implementar medidas de seguridad efectivas, como la encriptación de datos, la autenticación de usuarios y la monitorización constante de la red, para proteger los dispositivos IoT y la información empresarial.
5. **Integración de sistemas:** se pueden implementar soluciones de integración de sistemas para facilitar la conexión y la comunicación entre los sistemas empresariales y de IoT.
6. **Costes:** se pueden implementar soluciones de IoT escalables y de bajo coste, como el uso de dispositivos IoT de bajo coste y la implementación de soluciones de IoT en la nube.
7. **Falta de habilidades y conocimientos:** se pueden abordar este desafío mediante la capacitación y la formación de los empleados en IoT, o mediante la contratación de expertos en IoT.

8. **Interoperabilidad:** se pueden establecer estándares y protocolos comunes para facilitar la interoperabilidad entre diferentes dispositivos y sistemas de IoT.
9. **Escalabilidad:** se pueden implementar soluciones de IoT escalables, como el uso de tecnologías de nube y la adopción de arquitecturas de IoT flexibles.
10. **Privacidad y cumplimiento normativo:** se pueden implementar medidas de privacidad y cumplimiento normativo, como la obtención del consentimiento de los usuarios y la implementación de políticas de privacidad y seguridad de datos.

La implementación de IoT enfrenta desafíos significativos que deben resolverse antes de que pueda alcanzar todo su potencial, pero si estos desafíos se abordan, la implementación de IoT podría tener un impacto significativo en la eficiencia, la automatización, el ahorro de costes, el control de calidad y la transparencia.

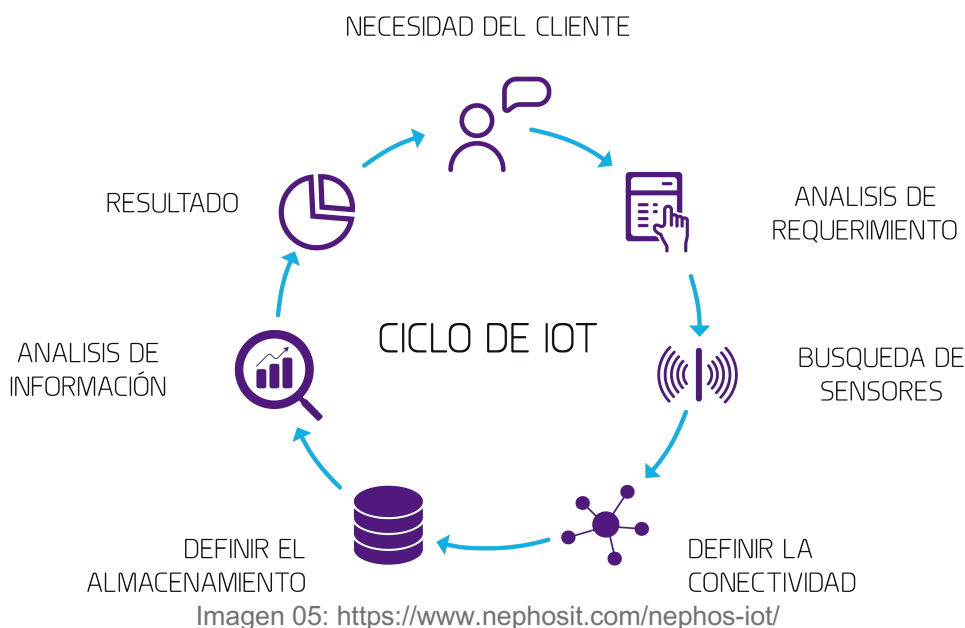






Imagen 06: <https://ticnegocios.camaravalencia.com/servicios/tendencias/caminar-con-exito-hacia-la-industria-4-0-capitulo-14-dispositivos-i-internet-de-las-cosas-iiot/>

## 02.04. IIoT, diferencias con IoT y aplicaciones en la industria 5.0

La industria 5.0 es un término relativamente nuevo que se refiere a una nueva etapa en la evolución de la industria, que se enfoca en la interconexión de la tecnología y la automatización con el ser humano. En este contexto, el IoT juega un papel fundamental en la implementación de la industria 5.0. Sin embargo, en este campo, aparece la denominada IIoT (Internet Industrial de las cosas).

La principal diferencia entre IoT (Internet de las cosas) e IIoT (Internet Industrial de las cosas) radica en su enfoque y ámbito de aplicación. Mientras que IoT se enfoca en la conexión de dispositivos y sistemas para mejorar la vida cotidiana de las personas y la gestión de servicios públicos, IIoT se enfoca en la conexión de dispositivos y sistemas en el ámbito industrial para mejorar la eficiencia y la seguridad en los procesos de producción y manufactura.

Otra diferencia importante es que IIoT se utiliza en la industria para la monitorización y control de procesos, la automatización de procesos, el mantenimiento predictivo y la optimización de la cadena de suministro, entre otras aplicaciones. Por otro lado, IoT se utiliza en aplicaciones más diversas,



como la gestión de hogares inteligentes, el monitoreo de la salud, la gestión de ciudades inteligentes, entre otras.

A continuación, se describen algunas de las aplicaciones de IIoT en la industria 5.0:

1. **Monitorización y mantenimiento predictivo:** Los sensores IIoT se utilizan para recopilar datos en tiempo real sobre el estado de los equipos y maquinarias, lo que permite a los técnicos de mantenimiento prever y prevenir fallas antes de que ocurran.
2. **Automatización de procesos:** La automatización de procesos es una de las principales aplicaciones de IIoT en la industria 5.0. Los sensores IIoT se utilizan para controlar y optimizar procesos de producción, lo que permite una mayor eficiencia y una reducción de costes.
3. **Control de calidad:** Los sensores IIoT se utilizan para monitorear y controlar la calidad de los productos en tiempo real, lo que permite una detección temprana de defectos y una mejora en la calidad del producto final.
4. **Seguridad en el lugar de trabajo:** Los sensores IIoT se utilizan para monitorear las condiciones de trabajo y prevenir accidentes en el lugar de trabajo. Por ejemplo, los sensores pueden detectar niveles de ruido, temperatura y humedad peligrosos y alertar a los trabajadores para que tomen medidas preventivas.
5. **Gestión de la cadena de suministro:** Los sensores IIoT se utilizan para monitorear y rastrear los productos a medida que se mueven a través de la cadena de suministro. Esto permite una mayor eficiencia y una reducción de costes en la gestión de la cadena de suministro.

En conclusión, el IIoT tiene una amplia gama de aplicaciones en la industria 5.0, que incluyen la monitorización y mantenimiento predictivo, la automatización de procesos, el control de calidad, la seguridad en el lugar de trabajo y la gestión de la cadena de suministro. Estas aplicaciones permiten una mayor eficiencia, una reducción de costes y una mejora en la calidad del producto final.

## 02.05. Ejemplos de casos de éxito con IIoT

El Internet de las cosas (IIoT) es una tecnología que permite la conexión de dispositivos a internet para compartir información y realizar tareas de manera autónoma. Esta tecnología ha sido adoptada por muchas empresas y organizaciones en todo el mundo para mejorar sus operaciones y procesos, lo que ha llevado a muchos casos de éxito en diferentes sectores.

**Logística:** Uno de los sectores que ha visto un gran éxito con el IIoT es el sector de la logística. La gestión logística implica monitorear múltiples actividades al mismo tiempo, desde la cadena de suministro hasta el almacenamiento, las entregas y el transporte. El IIoT ha permitido a las empresas monitorear y optimizar estos procesos, lo que ha llevado a una mayor eficiencia y reducción

de costes operativos. Por ejemplo, las empresas pueden utilizar sensores IoT para monitorear la temperatura y la humedad de los productos durante el transporte y almacenamiento, lo que ayuda a prevenir daños y pérdidas.

**Salud:** Otro sector que ha visto un gran éxito con el IoT es el sector de la salud. Los dispositivos IoT se utilizan para monitorear la salud de los pacientes y recopilar datos para su análisis. Esto permite a los médicos y enfermeras tomar decisiones más informadas sobre el tratamiento y el cuidado de los pacientes. Por ejemplo, los dispositivos de monitoreo de glucosa en sangre pueden enviar datos en tiempo real a los médicos, lo que les permite ajustar el tratamiento en consecuencia.

**Experiencia del cliente:** El IoT también ha sido utilizado en el sector minorista para mejorar la experiencia del cliente. Los minoristas pueden utilizar sensores IoT para recopilar datos sobre el comportamiento de los clientes en la tienda, lo que les permite ajustar la disposición de los productos y mejorar la experiencia de compra. Además, los minoristas pueden utilizar el IoT para mejorar la eficiencia de la cadena de suministro, lo que les permite reducir los costes operativos y mejorar la rentabilidad.

**Energía:** Otro ejemplo de éxito del IoT es en el sector de la energía. Las empresas de energía pueden utilizar sensores IoT para monitorear y optimizar la producción y distribución de energía. Esto les permite reducir los costes operativos y mejorar la eficiencia energética. Por ejemplo, las empresas pueden utilizar sensores IoT para monitorear la producción de energía solar y ajustar la orientación de los paneles solares para maximizar la producción.

En resumen, el IoT ha sido utilizado con éxito en una amplia gama de sectores, desde la logística y la salud hasta el minorista y la energía. Las empresas que han adoptado el IoT han visto mejoras significativas en la eficiencia, la rentabilidad y la experiencia del cliente.

A continuación, se enumeran algunos casos de éxito de implantación de IoT que han tenido lugar en empresas españolas:

1. **Ferrovial:** Utiliza sensores IoT para monitorizar la calidad del aire en sus túneles, lo que les permite tomar medidas para mejorar la seguridad y reducir la contaminación.
2. **Endesa:** Ha implementado soluciones de IoT para optimizar la eficiencia energética en sus instalaciones, lo que les ha permitido ahorrar costes y reducir su impacto ambiental.
3. **Telefónica:** Ha desarrollado una plataforma IoT llamada "Smart m2m" que permite a las empresas conectar y gestionar sus dispositivos IoT de manera eficiente y segura.
4. **Seat:** Ha implementado soluciones de IoT en sus fábricas para optimizar la producción y reducir los costes. Por ejemplo, utilizan sensores para monitorizar el uso de herramientas y maquinaria, lo que les permite detectar problemas antes de que se conviertan en averías costosas.

5. **Tracktio:** es una empresa española que ha desarrollado un sistema de IoT para la gestión de activos. Su solución permite a las empresas monitorizar y gestionar sus activos en tiempo real, reducir los costes de mantenimiento y mejorar la eficiencia en su uso.

Estos son sólo algunos ejemplos de cómo las empresas españolas están utilizando IoT para mejorar su eficiencia, reducir costes y mejorar la seguridad.

A continuación, se muestra cómo se desarrolló el caso de éxito de **Tracktio**, paso a paso:

1. **Identificación del problema:** Tracktio se dio cuenta de que muchas empresas tenían dificultades para monitorizar y gestionar sus activos en tiempo real. La falta de información sobre la ubicación y el estado de los activos podía llevar a costosos errores y retrasos en la producción.
2. **Desarrollo de la solución:** Tracktio desarrolló un sistema de IoT que utiliza etiquetas inteligentes para monitorizar los activos en tiempo real. Las etiquetas están equipadas con sensores que permiten la monitorización de la ubicación, el movimiento y la temperatura de los activos.
3. **Pruebas de campo:** Tracktio realizó pruebas de campo con varios clientes para validar la eficacia de su solución. Durante las pruebas, los clientes pudieron monitorizar sus activos en tiempo real y recibir alertas en caso de movimientos no autorizados o cambios en la temperatura.
4. **Lanzamiento al mercado:** Después de las pruebas de campo, Tracktio lanzó su solución al mercado. La solución fue bien recibida por las empresas que necesitaban monitorizar y gestionar sus activos en tiempo real.
5. **Resultados:** La solución de Tracktio ha permitido a las empresas mejorar la eficiencia en la gestión de sus activos, reducir los costes de mantenimiento y mejorar la seguridad en el lugar de trabajo. Además, la solución ha permitido a las empresas optimizar el uso de sus activos y mejorar la planificación de la producción.

En definitiva, el éxito de Tracktio se debe a su capacidad para identificar un problema común en muchas empresas, desarrollar una solución innovadora y eficaz, y validarla a través de pruebas de campo antes de lanzarla al mercado. La solución ha permitido a las empresas mejorar su eficiencia y competitividad en el mercado.

## 02.06. Coste de implantación IoT

La magnitud económica de una implementación de IoT puede variar significativamente dependiendo de diversos factores, como el tamaño del proyecto, la cantidad de dispositivos IoT involucrados, la complejidad del sistema, el tipo de tecnología utilizada, la ubicación geográfica, entre otros.

El coste de la implementación de IoT puede incluir gastos en hardware, software, infraestructura de red, personal técnico, consultoría, servicios en la nube, seguridad, mantenimiento y actualizaciones. Además, también es importante considerar los costes a largo plazo asociados con la gestión y el mantenimiento continuo del sistema.

En general, se espera que una implementación de IoT tenga un coste significativo, especialmente para empresas más grandes o proyectos más complejos. Sin embargo, también es importante tener en cuenta que una implementación exitosa de IoT puede generar beneficios significativos, como una mayor eficiencia operativa, una mejor toma de decisiones, una mayor satisfacción del cliente y una mayor rentabilidad a largo plazo.

## 02.07. Retos y oportunidades de IoT en la industria 5.0

La IoT (Internet de las cosas) es una tecnología clave en el marco de la industria 5.0, ya que permite la conexión y comunicación de dispositivos y sistemas en tiempo real, lo que a su vez permite la automatización y optimización de procesos industriales.

Entre los principales retos de la IoT en la industria 5.0 se encuentran la complejidad de la implementación y gestión de sistemas IoT a gran escala, la necesidad de asegurar la ciberseguridad de los dispositivos y sistemas conectados, y la integración de la IoT con otras tecnologías emergentes como la inteligencia artificial y el blockchain.

Sin embargo, la IoT también ofrece numerosas oportunidades para la industria 5.0, como la mejora de la eficiencia y productividad en la cadena de producción, la reducción de costes y tiempos de producción, la personalización de productos y servicios, y la mejora de la experiencia del cliente.

Para aprovechar al máximo las oportunidades que ofrece la IoT en la industria 5.0, es importante que las empresas adopten una estrategia integral que incluya la selección adecuada de dispositivos y sistemas IoT, la implementación de medidas de ciberseguridad, la capacitación del personal en el uso de la tecnología, y la integración de la IoT con otras tecnologías emergentes.

Los principales retos y oportunidades que presenta la IoT en la industria 5.0. A continuación, se enumeran de forma detallada:

### Retos:

1. **Seguridad:** La IoT en la industria 5.0 implica la interconexión de dispositivos y sistemas, lo que aumenta el riesgo de ciberataques y robos de datos. Es necesario implementar medidas de seguridad robustas para proteger los sistemas y datos.
2. **Interoperabilidad:** Los dispositivos IoT de diferentes fabricantes pueden no ser compatibles entre sí, lo que dificulta la integración de sistemas y la recopilación y análisis de datos. Es necesario establecer estándares y protocolos comunes para garantizar la interoperabilidad.
3. **Escalabilidad:** La IoT en la industria 5.0 implica el uso de grandes cantidades de datos y dispositivos, lo que puede sobrecargar los sistemas y dificultar su escalabilidad. Es necesario implementar sistemas y arquitecturas escalables para manejar grandes volúmenes de datos.
4. **Coste:** La implementación de soluciones IoT en la industria 5.0 puede ser costosa, especialmente para las pequeñas y medianas empresas. Es necesario encontrar formas de reducir los costes y aumentar el retorno de inversión.

### Oportunidades:

1. **Eficiencia:** La IoT en la industria 5.0 permite la monitorización y control en tiempo real de los procesos de producción, lo que puede mejorar la eficiencia y reducir los costes.
2. **Personalización:** La IoT en la industria 5.0 permite la personalización de productos y servicios, lo que puede mejorar la experiencia del cliente y aumentar la fidelidad.
3. **Innovación:** La IoT en la industria 5.0 permite la creación de nuevos modelos de negocio y la innovación en productos y servicios.
4. **Sostenibilidad:** La IoT en la industria 5.0 puede contribuir a la sostenibilidad al permitir la monitorización y reducción del consumo de energía y recursos.

En resumen, la IoT en la industria 5.0 presenta importantes retos en términos de seguridad, interoperabilidad, escalabilidad y coste, pero también ofrece oportunidades significativas en términos de eficiencia, personalización, innovación y sostenibilidad. Es importante abordar estos retos y aprovechar estas oportunidades para garantizar el éxito de la IoT en la industria 5.0.



### 03. Fabricación aditiva y escáner 3D

La fabricación aditiva y el escáner 3D son dos tecnologías que han revolucionado la forma en que se diseñan, producen y reparan piezas y objetos en diversos sectores.

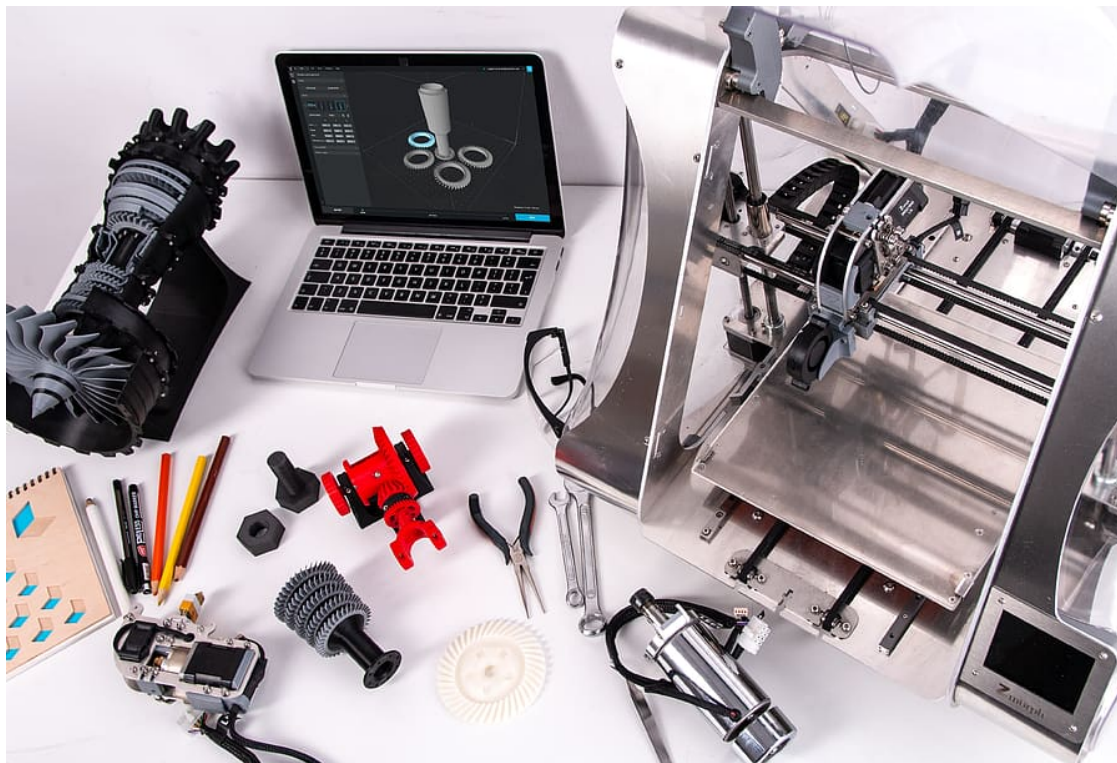


Imagen 07: <https://www.pxfuel.com/es/search?q=Impresi%C3%B3n+3D>

La fabricación aditiva, también conocida como impresión 3D, es un proceso que permite la creación de objetos tridimensionales a partir de un modelo digital mediante la adición de material capa por capa. Este proceso ha permitido la creación de piezas con formas y geometrías complejas que serían difíciles o imposibles de producir con métodos tradicionales. Además, la fabricación aditiva también ha reducido los costes y los tiempos de producción, lo que ha permitido la creación de piezas personalizadas y la fabricación en pequeñas cantidades.

Por otro lado, el escáner 3D es una herramienta que permite la digitalización de objetos físicos para crear modelos digitales tridimensionales. El escáner 3D utiliza tecnologías como la luz estructurada, el láser o la fotogrametría para capturar la forma y las dimensiones de un objeto físico y crear un modelo digital que puede ser utilizado para la fabricación aditiva u otros fines. El escáner 3D ha sido especialmente útil en la ingeniería inversa, la creación de prototipos y la restauración de piezas antiguas o dañadas.

En conjunto, la fabricación aditiva y el escáner 3D han permitido la creación de piezas y objetos personalizados, la producción en pequeñas cantidades, la reparación y restauración de piezas antiguas o dañadas, la creación de prototipos y la ingeniería inversa. Estas tecnologías han tenido un gran impacto

en diversos sectores, como la industria aeroespacial, la automotriz, la médica, la de la joyería y la de la arquitectura, entre otros.

### 03.01. Qué es la fabricación aditiva y cómo funciona

La fabricación aditiva es una tecnología de fabricación que utiliza un proceso de **construcción por capas para crear objetos tridimensionales a partir de un modelo digital**. También se conoce como impresión 3D, prototipado rápido o fabricación digital.

El proceso de fabricación aditiva comienza con la creación de un modelo digital tridimensional utilizando un software de diseño asistido por computadora (CAD) o mediante la digitalización de un objeto existente utilizando un escáner 3D. A continuación, el modelo digital se divide en capas muy finas y se envía a una impresora 3D.

La impresora 3D utiliza una variedad de tecnologías para construir el objeto capa por capa. Las tecnologías de impresión 3D incluyen:

- la fusión de material por láser (SLM)
- la deposición de material fundido (FDM)
- la estereolitografía (SLA)
- la sinterización selectiva por láser (SLS).

La fabricación aditiva ofrece varias ventajas sobre los métodos de fabricación tradicionales, como:

- Reducción de costes
- Reducción tiempo de producción
- Personalización de producto
- Creación de objetos complejos.

Además, la fabricación aditiva también **es más sostenible que los métodos de fabricación tradicionales**, ya que **produce menos residuos y utiliza menos energía**.

La fabricación aditiva se utiliza en una amplia variedad de industrias, incluyendo la aeroespacial, la automotriz, la médica, la de la moda y la de la arquitectura entre otras. Se utiliza para la fabricación de prototipos, herramientas, piezas de repuesto y objetos de producción en masa.

El proceso de impresión 3D se divide en varias etapas:

1. **Diseño del modelo:** En primer lugar, se debe crear un modelo digital tridimensional en un software de diseño asistido por computadora (CAD) o mediante el escaneo de un objeto existente.
2. **Preparación del modelo:** Una vez creado el modelo digital, se debe preparar para la impresión 3D. Esto implica dividir el modelo en capas muy finas y agregar soportes si es necesario para evitar que el modelo se deforme durante la impresión.



3. **Configuración de la impresora:** La impresora 3D debe configurarse con el material de impresión adecuado y la configuración de impresión correcta para el modelo. Esto incluye la temperatura del material, la velocidad de impresión y la resolución de la impresión.
4. **Impresión:** Una vez que se ha preparado el modelo y la impresora, se puede iniciar el proceso de impresión. La impresora 3D comienza a imprimir el modelo capa por capa, utilizando el material de impresión para crear la forma deseada.
5. **Postproceso:** Después de la impresión, es posible que sea necesario realizar un postproceso para limpiar y suavizar la superficie del objeto impreso. Esto puede incluir la eliminación de soportes, el lijado y el pulido.

Este proceso permite la creación de objetos personalizados y complejos con una alta precisión y una gran eficiencia en la producción.

La fabricación aditiva ha revolucionado la forma en que se diseñan y producen objetos, ya que permite la creación de piezas con formas y geometrías complejas con una alta precisión y una gran eficiencia en la producción, que serían difíciles o imposibles de producir con métodos tradicionales.

### 03.02. Tipos de tecnologías de fabricación aditiva

Existen diferentes tecnologías de fabricación aditiva, pero todas comparten el proceso básico de **adición de material capa por capa**. Algunas de las tecnologías más comunes incluyen:

- Fusión de material por láser (SLM)
- Deposición de material fundido (FDM)
- Estereolitografía (SLA)
- Sinterización selectiva por láser (SLS).

#### 03.02.01. Fusión de material por láser (SLM):

##### Definición:

La fusión de material por láser (SLM, por sus siglas en inglés de Selective Laser Melting) es una técnica de fabricación aditiva que utiliza un láser de alta potencia para fundir y fusionar polvo metálico en capas sucesivas para crear objetos tridimensionales. Esta técnica se basa en la adición de material, en la que se deposita una capa de polvo de metal en una plataforma de construcción, que luego se funde selectivamente en los puntos donde se desea agregar material.

##### Proceso:

El proceso de SLM incluye los siguientes pasos:

1. Diseño del modelo: Se crea un modelo 3D en un software de diseño asistido por computadora (CAD) o se obtiene un modelo existente.
2. Preparación del modelo: El modelo se divide en capas y se prepara para la impresión en un software de preparación de impresión.
3. Preparación de la impresora: Se ajustan los parámetros de la impresora, se carga el polvo metálico y se calienta la cámara de impresión.
4. Impresión: La impresora comienza a imprimir el modelo capa por capa, fundiendo el polvo metálico con un láser y uniando las capas anteriores de la pieza.
5. Enfriamiento: Una vez que se ha fundido el polvo metálico en una capa, se enfría antes de imprimir la siguiente capa.
6. Post-procesamiento: Una vez finalizada la impresión, se retira la pieza de la plataforma de impresión y se eliminan los soportes de material si es necesario.
7. Acabado: Si es necesario, se realiza un acabado de la pieza para eliminar cualquier imperfección o rugosidad.
8. Inspección: Se inspecciona la pieza para asegurarse de que cumple con las especificaciones y requisitos del diseño.
9. Uso final: La pieza impresa se utiliza para el propósito previsto, ya sea como prototipo o para la producción en pequeña escala.



Imagen 08: <https://www.addimen.com/tecnologia/slm/>

### Material:

El SLM puede trabajar con una amplia variedad de metales, incluyendo:

- Aluminio
- Titanio

- acero inoxidable
- cobalto-cromo
- níquel.

Cada uno de estos materiales tiene sus propias propiedades y características, lo que los hace adecuados para diferentes aplicaciones y sectores industriales. Por ejemplo, el aluminio es un material ligero y resistente que se utiliza en la industria aeroespacial y automotriz, mientras que el titanio es conocido por su alta resistencia y durabilidad, lo que lo hace adecuado para aplicaciones médicas y dentales.

### Ventajas:

La tecnología SLM (Selective Laser Melting) ofrece varias ventajas, entre las que se incluyen:

1. Capacidad para imprimir piezas complejas: La tecnología SLM permite crear piezas complejas de pequeño tamaño mediante la adición de polvo de metal fusionado con láser. Esto permite la creación de piezas que no se pueden crear con ningún otro tipo de proceso de mecanizado, como piezas huecas, elementos con estructura interna que le confieren ligereza y resistencia e incluso con conductos internos.
2. Fabricación de piezas finales y funcionales: La tecnología SLM permite la fabricación de piezas finales y funcionales, lo que significa que se pueden crear piezas que se pueden utilizar directamente en la producción, sin necesidad de un proceso de acabado adicional.
3. Diversidad de materiales: La tecnología SLM se puede utilizar para imprimir en una gran diversidad de materiales como aluminio, acero, titanio o cobalto, lo que la hace muy versátil.
4. Ahorro de tiempo: La impresión con tecnología SLM puede ser más rápida que otros procesos de fabricación, lo que puede ahorrar tiempo y costos de producción.
5. Sectores interesados: La tecnología SLM está irrumpiendo con fuerza en sectores como el médico-dental y el protésico, donde se puede producir una gran cantidad de piezas en poco tiempo, lo que puede ser muy beneficioso para la industria.

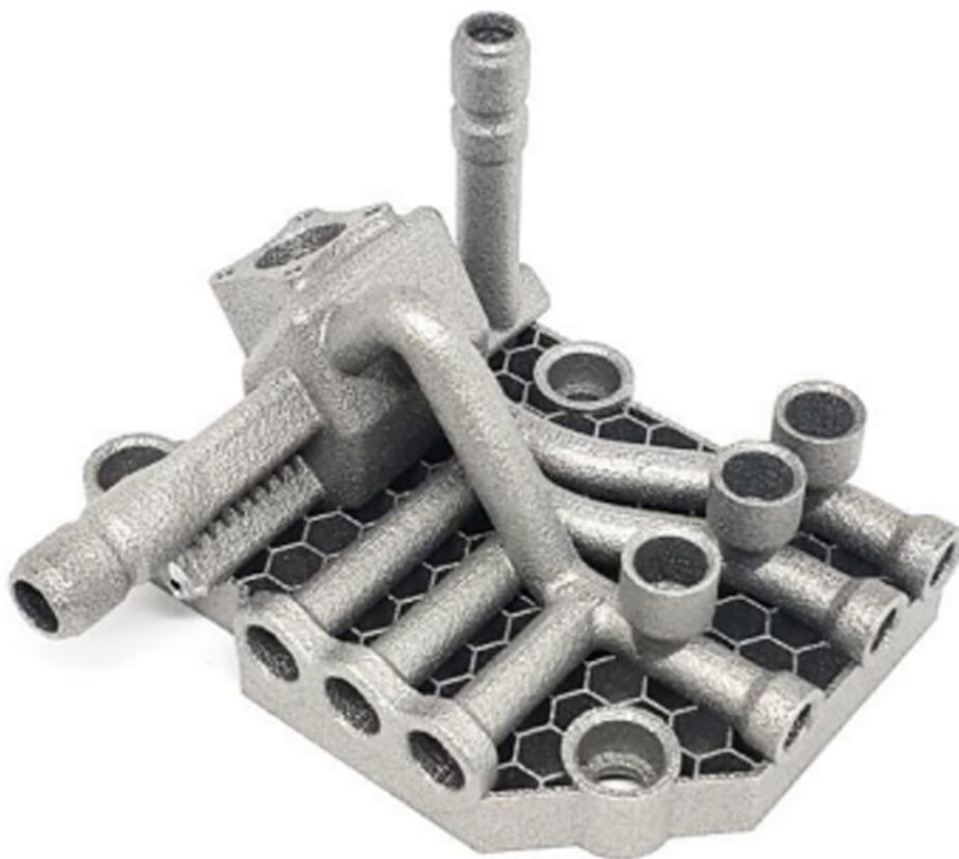


Imagen 09: <https://www.addimen.com/tecnologia/slm/>

### Inconvenientes:

Algunas de las desventajas más comunes son:

1. Coste: Las impresoras SLM son considerablemente más caras que las impresoras FDM u otras tecnologías de fabricación aditiva, lo que puede ser una barrera para muchas empresas o usuarios individuales.
2. Tamaño de la pieza: Aunque la tecnología SLM es muy precisa, el tamaño de la pieza que se puede imprimir está limitado por el tamaño de la cámara de impresión, lo que puede ser una desventaja para piezas grandes o complejas.
3. Tiempo de impresión: La impresión con tecnología SLM puede ser un proceso lento, especialmente para piezas grandes o complejas, lo que puede ser una desventaja si se necesita una producción rápida.
4. Calidad superficial: Las piezas impresas con tecnología SLM pueden tener una calidad superficial inferior en comparación con otras tecnologías de fabricación aditiva, lo que puede requerir un acabado adicional.
5. Diseño de piezas: La tecnología SLM requiere que las piezas se diseñen de una manera específica para que se puedan imprimir correctamente, lo

que puede requerir un conocimiento técnico adicional y limitar la creatividad en el diseño de piezas.

### **03.02.02. Deposición de material fundido (FDM):**

#### **Definición:**

La Deposición de Material Fundido (FDM) del inglés Fused Deposition Modeling, es un proceso de fabricación aditiva que se utiliza para crear objetos en tres dimensiones. Este proceso implica la creación de objetos capa por capa mediante la deposición de material fundido sobre una superficie de construcción.

#### **Proceso:**

A continuación, se describen los pasos del proceso de FDM (Fused Deposition Modeling) o Modelado por Deposición Fundida:

1. Diseño del modelo: Se crea un modelo 3D en un software de diseño asistido por computadora (CAD) o se obtiene un modelo existente.
2. Preparación del modelo: El modelo se divide en capas y se prepara para la impresión en un software de preparación de impresión.
3. Preparación de la impresora: Se ajustan los parámetros de la impresora, se carga el filamento y se calienta la boquilla.
4. Impresión: La impresora comienza a imprimir el modelo capa por capa, depositando el material fundido a través de la boquilla y solidificándolo inmediatamente después.
5. Post-procesamiento: Una vez finalizada la impresión, se retira la pieza de la plataforma de impresión y se eliminan los soportes de material si es necesario.
6. Acabado: Si es necesario, se realiza un acabado de la pieza para eliminar cualquier imperfección o rugosidad.
7. Inspección: Se inspecciona la pieza para asegurarse de que cumple con las especificaciones y requisitos del diseño.
8. Uso final: La pieza impresa se utiliza para el propósito previsto, ya sea como prototipo o para la producción en pequeña escala.

#### **Material:**

El material utilizado en la FDM puede ser:

- Termoplástico
- termoestable
- material compuesto.



Los materiales termoplásticos son los más comunes, y se utilizan en una amplia variedad de aplicaciones, desde la creación de prototipos hasta la producción de piezas finales.

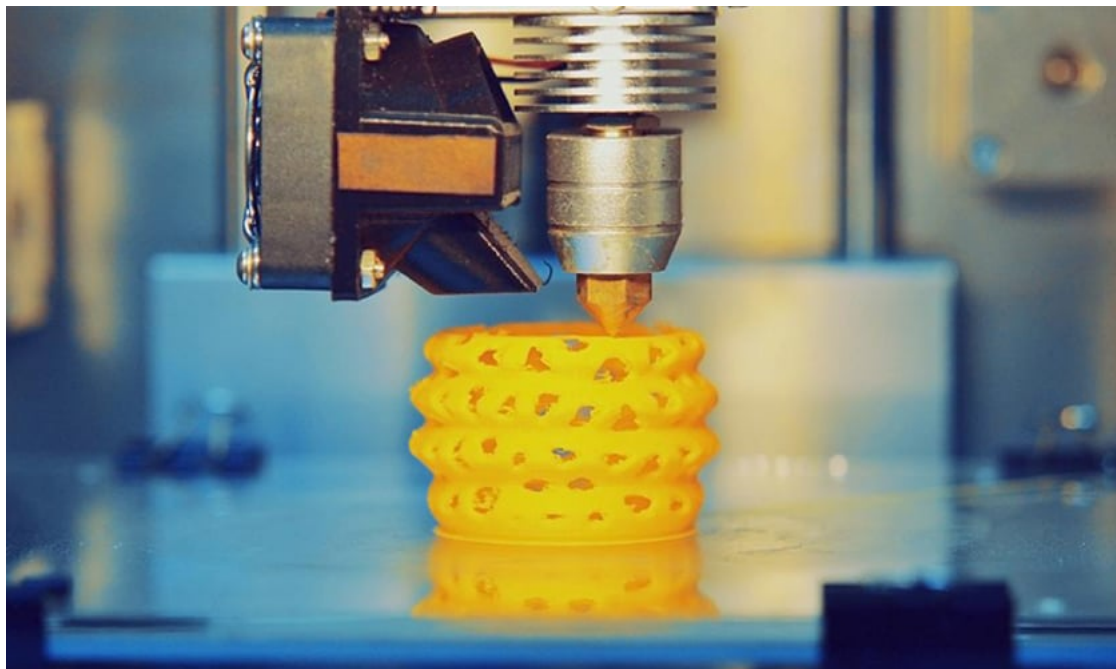


Imagen 10: <https://www.3dnatives.com/es/modelado-por-deposicion-fundida29072015/>

### Ventajas:

Las principales ventajas de la tecnología FDM (Fused Deposition Modeling) son:

1. Coste por impresión bajo: El coste de impresión con FDM es relativamente bajo en comparación con otras tecnologías de impresión 3D.
2. Fácil de utilizar: Aunque se requiere cierta calibración y ajuste de parámetros, la tecnología FDM es fácil de utilizar en comparación con otras tecnologías de impresión 3D.
3. Gran variedad de colores y materiales disponibles: La tecnología FDM permite la impresión en una amplia variedad de materiales, como ABS, PLA, PET-G, etc., lo que permite la creación de piezas con diferentes propiedades y características.
4. Rápida: En comparación con otros procesos de fabricación, la tecnología FDM puede ser relativamente rápida, lo que permite la producción de piezas en un tiempo razonable.
5. Repuestos baratos y fáciles de cambiar: Los repuestos para las impresoras FDM son relativamente baratos y fáciles de cambiar, lo que facilita el mantenimiento de la impresora.

6. Impresoras de gran formato disponibles: Existen impresoras FDM de gran formato que permiten la producción de piezas de gran tamaño a un coste relativamente bajo.

#### Inconvenientes:

Algunas de las desventajas más comunes son:

1. Limitaciones en la precisión: La tecnología FDM no es la más precisa en comparación con otras tecnologías de fabricación aditiva, lo que puede resultar en piezas con detalles menos precisos y acabados menos suaves.
2. Limitaciones en la resolución: La resolución de la impresión también puede ser limitada, lo que significa que no es posible imprimir detalles muy pequeños o complejos.
3. Limitaciones en los materiales: Aunque la tecnología FDM es muy versátil y puede trabajar con una amplia variedad de materiales, algunos materiales pueden no ser adecuados para esta tecnología debido a las limitaciones de la máquina.
4. Tiempo de impresión: La impresión con tecnología FDM puede ser un proceso lento, especialmente para piezas grandes o complejas, lo que puede ser una desventaja si se necesita una producción rápida.
5. Calidad superficial: Las piezas impresas con tecnología FDM pueden tener una calidad superficial inferior en comparación con otras tecnologías de fabricación aditiva, lo que puede requerir un acabado adicional.

### **03.02.03. Estereolitografía (SLA)**

#### Definición:

La estereolitografía (SLA) del inglés "Stereolithography Apparatus", es una tecnología de fabricación aditiva que utiliza resinas líquidas fotopoliméricas que se solidifican mediante el uso de una fuente de luz, como un láser o una luz ultravioleta. La resina se va solidificando capa por capa hasta formar el objeto deseado. Es una de las tecnologías más antiguas de impresión 3D, inventada en los años 80, y sigue siendo una de las más populares en el ámbito profesional debido a que permite imprimir piezas con una gran precisión y acabados superficiales muy suaves. Las piezas impresas en 3D con resina ofrecen la mejor resolución, precisión y los detalles más nítidos de cualquier técnica de impresión 3D. La estereolitografía se utiliza tanto para la producción de piezas definitivas como para la elaboración de modelos y patrones.

#### Proceso:

El proceso de impresión por estereolitografía (SLA) consta de los siguientes pasos:



1. Preparación del modelo 3D: Se debe tener un modelo 3D de la pieza que se desea imprimir. Este modelo se debe preparar en un software de diseño 3D y luego se debe exportar en un formato compatible con la impresora 3D SLA.
2. Preparación de la resina: Se debe cargar la resina líquida en la impresora 3D SLA. La resina se encuentra en un tanque que se encuentra debajo de la plataforma de impresión.
3. Impresión: La impresora 3D SLA utiliza un láser o una luz ultravioleta para solidificar la resina líquida capa por capa. El láser o la luz ultravioleta se enfoca en la superficie de la resina líquida, solidificándola en los lugares donde se desea imprimir la pieza. La plataforma de impresión se mueve hacia abajo después de cada capa impresa, permitiendo que la impresora 3D SLA siga imprimiendo capa por capa hasta que se complete la pieza.
4. Post-procesamiento: Una vez que se ha completado la impresión, se debe retirar la pieza impresa de la plataforma de impresión. La pieza impresa se debe lavar en alcohol isopropílico para eliminar el exceso de resina líquida. Luego, se debe curar la pieza impresa en una cámara de curado UV para asegurar que la resina se haya solidificado completamente.

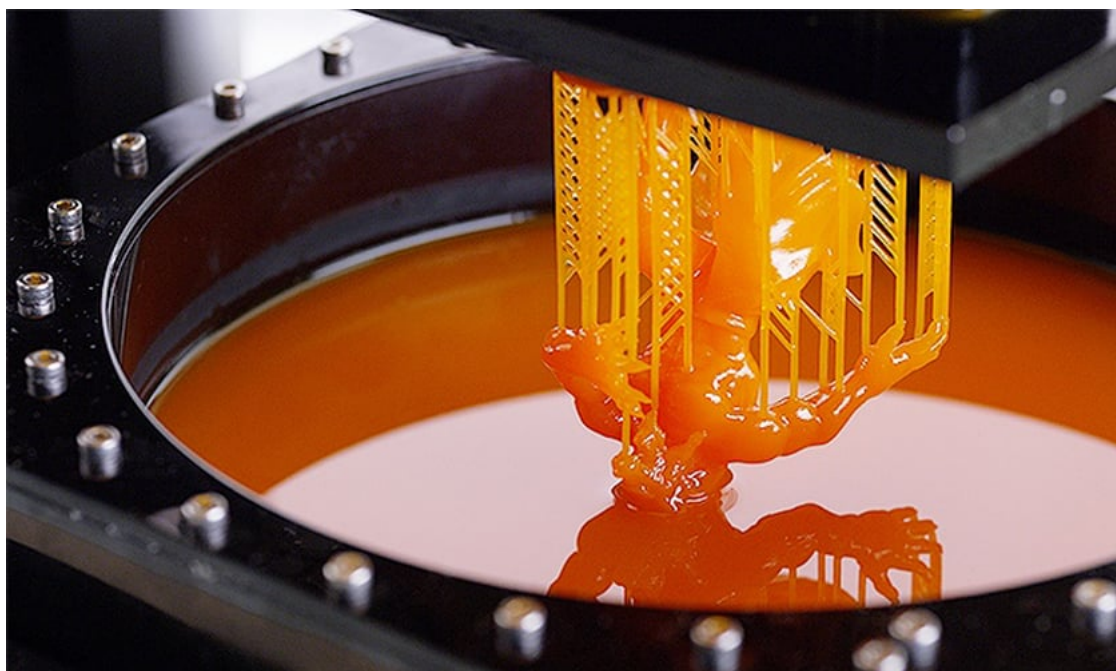


Imagen 11: <https://www.3dnatives.com/es/impresion-3d-por-estereolitografia-les-explicamos-todo/>

### Materiales:

La tecnología de impresión 3D SLA (estereolitografía) utiliza resinas líquidas fotopolimerizables que se solidifican mediante la exposición a la luz UV. Estas resinas están diseñadas para ofrecer una gran variedad de propiedades ópticas, materiales y térmicas que pueden igualar las de los termoplásticos estándar,

industriales y para ingeniería. Algunos de los materiales utilizados en la impresión 3D SLA son:

1. Resinas estándar: Son resinas básicas que se utilizan para la mayoría de las aplicaciones. Estas resinas ofrecen una buena calidad de impresión y una amplia variedad de colores.
2. Resinas flexibles: Son resinas que ofrecen una mayor flexibilidad y elasticidad que las resinas estándar. Se utilizan para la impresión de piezas que necesitan una cierta flexibilidad, como juntas o piezas móviles.
3. Resinas resistentes: Son resinas que ofrecen una mayor resistencia y durabilidad que las resinas estándar. Se utilizan para la impresión de piezas que necesitan soportar cargas o fuerzas.
4. Resinas transparentes: Son resinas que ofrecen una alta transparencia y claridad óptica. Se utilizan para la impresión de piezas que necesitan ser transparentes o translúcidas.
5. Resinas cerámicas: Son resinas que contienen partículas cerámicas y se utilizan para la impresión de piezas cerámicas.
6. Resinas metálicas: Son resinas que contienen partículas metálicas y se utilizan para la impresión de piezas metálicas.
7. Resinas biocompatibles: Son resinas que están diseñadas para ser utilizadas en aplicaciones médicas y dentales, ya que son biocompatibles y seguras para su uso en el cuerpo humano.

### Ventajas:

Algunas de las ventajas de la tecnología de impresión 3D SLA (estereolitografía) son:

1. Alta precisión y calidad de impresión: La tecnología SLA ofrece la mayor precisión y calidad de impresión de todas las tecnologías de impresión 3D. Esto se debe a que utiliza un láser para curar la resina líquida y crear piezas con detalles muy finos y precisos.
2. Variedad de materiales: La tecnología SLA permite utilizar una gran variedad de materiales, incluyendo resinas estándar, flexibles, resistentes, transparentes, cerámicas, metálicas y biocompatibles.
3. Piezas con detalles intrincados: La tecnología SLA es capaz de imprimir piezas con detalles intrincados y superficies suaves, lo que la hace ideal para la impresión de piezas de joyería, prototipos de alta precisión y piezas médicas.
4. Tiempo de impresión rápido: La tecnología SLA es capaz de imprimir piezas en un tiempo relativamente corto, lo que la hace ideal para la producción en masa de piezas pequeñas y detalladas.

5. Versatilidad: La tecnología SLA es muy versátil y se puede utilizar en una amplia variedad de aplicaciones, desde la producción de piezas de joyería hasta la creación de prótesis médicas personalizadas.
6. Fácil eliminación de soportes: La tecnología SLA utiliza soportes solubles que se pueden eliminar fácilmente después de la impresión, lo que facilita el proceso de postprocesamiento y reduce el tiempo de producción.

#### Inconvenientes:

A pesar de las ventajas que ofrece la tecnología de impresión 3D SLA, también presenta algunos inconvenientes, como los siguientes:

1. Costo: La tecnología SLA es más costosa que otras tecnologías de impresión 3D, tanto en términos de la máquina como de los materiales utilizados.
2. Resina líquida: La resina líquida utilizada en la tecnología SLA puede ser tóxica y requiere de medidas de seguridad adicionales durante su manipulación.
3. Fragilidad: Las piezas impresas con tecnología SLA pueden ser más frágiles que las impresas con otras tecnologías, lo que puede limitar su uso en ciertas aplicaciones.
4. Tamaño limitado: La tecnología SLA está limitada en cuanto al tamaño de las piezas que puede imprimir, lo que puede ser un inconveniente para ciertas aplicaciones.
5. Tiempo de impresión: Aunque la tecnología SLA es capaz de imprimir piezas con alta precisión y calidad, el tiempo de impresión puede ser más largo que con otras tecnologías de impresión 3D.
6. Necesidad de postprocesamiento: Las piezas impresas con tecnología SLA requieren de un proceso de postprocesamiento para eliminar los soportes y limpiar la pieza, lo que puede ser un proceso tedioso y prolongado.

#### **03.02.04. Sinterización selectiva por láser (SLS).**

##### Definición:

La Sinterización Selectiva por Láser (SLS, por sus siglas en inglés de "Selective Laser Sintering") es una tecnología de fabricación aditiva que utiliza un láser de alta potencia para fundir y solidificar pequeñas partículas de polvo de materiales como plásticos, metales o cerámicas, creando capas sólidas y consecutivas que forman una pieza tridimensional. Durante el proceso, el polvo sin fundir actúa como soporte para la pieza, eliminando la necesidad de estructuras de soporte adicionales. Esta tecnología permite la fabricación de piezas con geometrías complejas y una amplia variedad de materiales, lo que la hace ideal para la producción de prototipos y piezas de producción en la industria. Además, las

piezas impresas mediante SLS tienen excelentes características mecánicas, con una resistencia similar a las piezas moldeadas por inyección.



Imagen 12: <https://www.inneoditec.com/una-nueva-forma-de-fabricar/>

### Proceso:

El proceso de impresión con SLS (Sinterización Selectiva por Láser) consta de los siguientes pasos:

1. Preparación del archivo CAD: Se diseña la pieza en un software de modelado 3D y se exporta en formato STL.
2. Preparación de la plataforma: Se coloca una capa uniforme de polvo en la plataforma de impresión.
3. Escaneo láser: El láser escanea la capa de polvo, fundiendo selectivamente las partículas según el patrón de la pieza.
4. Capa siguiente: La plataforma se mueve hacia abajo y se agrega una nueva capa de polvo sobre la capa anterior.
5. Escaneo láser de la capa siguiente: El láser escanea la nueva capa de polvo, fusionando las partículas según el patrón de la pieza.
6. Repetición del proceso: Se repiten los pasos 4 y 5 hasta que se complete la impresión de la pieza.
7. Enfriamiento: La pieza se enfría en la plataforma de impresión.
8. Retirada de la pieza: Se retira la pieza impresa de la plataforma y se elimina el exceso de polvo.

9. Post-procesamiento: La pieza impresa se somete a un proceso de post-procesamiento, que puede incluir el lijado, el pulido, el teñido o el recubrimiento para mejorar su acabado y propiedades mecánicas.

Cabe destacar que, durante todo el proceso, el polvo sin fundir actúa como soporte para la pieza, eliminando la necesidad de estructuras de soporte adicionales.

### Materiales:

En la tecnología de impresión 3D SLS (Sinterización Selectiva por Láser), se utilizan principalmente polvos termoplásticos como materiales de impresión. Algunos de los materiales más comunes son:

- Poliamida (nylon)
- Polvo de aluminio
- Polvo de acero inoxidable
- Polvo de titanio
- Polvo de vidrio
- Polvo de cerámica

Además, también se pueden utilizar materiales compuestos, que combinan polvo de plástico con otros materiales como fibras de vidrio, carbono o madera para mejorar las propiedades mecánicas de la pieza impresa. La elección del material dependerá del uso previsto de la pieza impresa y de las propiedades requeridas, como la resistencia, la flexibilidad, la durabilidad, la conductividad térmica, entre otras.

### Ventajas:

La tecnología de impresión 3D SLS (Sinterización Selectiva por Láser) presenta varias ventajas en comparación con otros métodos de fabricación tradicionales y otras tecnologías de impresión 3D, entre ellas:

1. Capacidad de crear piezas complejas: el SLS permite la creación de piezas con geometrías complejas y detalles finos que no son posibles de fabricar con otros métodos de fabricación.
2. Versatilidad en la elección de materiales: se pueden utilizar una amplia variedad de materiales, incluyendo poliamida, aluminio, acero inoxidable, titanio, vidrio y cerámica, lo que permite adaptarse a diferentes necesidades y aplicaciones.
3. Producción de piezas funcionales: las piezas impresas con SLS son resistentes y duraderas, lo que las hace aptas para su uso en aplicaciones funcionales.



4. Reducción de costos: el SLS puede ser más económico que otros métodos de fabricación, especialmente para la producción de piezas en pequeñas cantidades.
5. Ahorro de tiempo: el proceso de impresión es rápido y automatizado, lo que permite la producción de piezas en un tiempo récord.
6. Reducción de residuos: el SLS utiliza solo la cantidad necesaria de material para la producción de piezas, lo que reduce el desperdicio de material y la generación de residuos.

#### Inconvenientes:

A continuación, se presentan algunas de las desventajas o limitaciones de la tecnología de impresión 3D SLS (Sinterización Selectiva por Láser):

1. Costo: las impresoras SLS son más costosas que las impresoras 3D FDM (Modelado por Deposición Fundida) o SLA (Estereolitografía). Además, los materiales de impresión para SLS también son más costosos que los utilizados en otras tecnologías.
2. Tamaño de la pieza: aunque la tecnología SLS permite la creación de piezas con formas y geometrías complejas, la cámara de impresión tiene un tamaño limitado, lo que restringe el tamaño máximo de la pieza que se puede imprimir.
3. Acabado superficial: las piezas impresas con SLS pueden tener una superficie áspera o rugosa, lo que puede requerir un proceso adicional de acabado para obtener una superficie suave.
4. Tiempo de impresión: la tecnología SLS es más lenta que otras tecnologías de impresión 3D, lo que puede aumentar el tiempo de impresión y el costo total del proyecto.
5. Requiere habilidades especializadas: la operación y mantenimiento de una impresora SLS requiere habilidades especializadas, lo que puede aumentar el costo y la complejidad del proceso de impresión 3D.

### **03.03. Aplicaciones de la fabricación aditiva en la industria 5.0**

La fabricación aditiva es una tecnología clave en la Industria 5.0, ya que permite la creación de piezas y componentes personalizados y complejos con una alta precisión y eficiencia. A continuación, se enumeran algunas de las aplicaciones de la fabricación aditiva en la Industria 5.0, diferenciando por tipo de tecnología y material.

Es importante tener en cuenta que la elección del tipo de tecnología y material depende de la aplicación específica y de los requisitos de rendimiento, como la resistencia, la flexibilidad y la durabilidad.



### 03.03.01. Tecnología SLM (Fusión de material por láser):

La tecnología SLM (Selective Laser Melting) es una técnica de fabricación aditiva que se utiliza en la industria 4.0 y 5.0 para producir piezas complejas y precisas. A continuación, se enumeran algunas de las aplicaciones por sector de SLM en la industria 5.0 y los materiales utilizados en cada caso:

1. Sector médico-dental y protésico: se utiliza para la fabricación de prótesis dentales, implantes y ortesis personalizadas. Los materiales utilizados son aleaciones de titanio, acero inoxidable y aleaciones de cobalto-cromo.
2. Sector aeronáutico: se utiliza para la fabricación de piezas ligeras y resistentes, como componentes de motores, piezas de chasis y piezas de aeronaves. Los materiales utilizados son aleaciones de titanio, aleaciones de aluminio y aleaciones de níquel.
3. Sector automotriz: se utiliza para la fabricación de piezas de automóviles, como componentes de motores, piezas de chasis y piezas de transmisión. Los materiales utilizados son aleaciones de aluminio, aleaciones de titanio y acero inoxidable.
4. Sector de la joyería: se utiliza para la fabricación de joyas personalizadas y piezas de alta calidad. Los materiales utilizados son aleaciones de oro, plata y platino.
5. Sector de la construcción: se utiliza para la fabricación de piezas de construcción personalizadas, como conectores y soportes. Los materiales utilizados son aleaciones de aluminio y acero inoxidable.

En general, la elección del material depende del uso final de la pieza impresa y de las propiedades mecánicas requeridas. La tecnología SLM permite la producción de piezas complejas y ligeras que no se pueden fabricar con técnicas de fabricación tradicionales, lo que resulta en una mejora en la eficiencia y calidad de los productos.

### 03.03.02. Tecnología FDM (Modelado por Deposición Fundida):

La tecnología FDM es una de las más utilizadas. Algunas de las aplicaciones de la fabricación aditiva en la industria 5.0 son:

algunos ejemplos de aplicaciones de la tecnología FDM en diferentes sectores industriales, junto con algunos de los materiales que se utilizan para cada caso:

1. Automoción: prototipado rápido de piezas de automóviles, herramientas y accesorios personalizados. Los materiales comunes incluyen ABS, Nylon y PC-ABS.
2. Aeronáutica: fabricación de piezas ligeras y resistentes para aviones y satélites. Los materiales comunes incluyen ULTEM, PEEK y Nylon reforzado con fibra de carbono.

3. Industria médica: fabricación de prótesis personalizadas, modelos de órganos y herramientas quirúrgicas. Los materiales comunes incluyen PLA, ABS y PVA solubles en agua.
4. Arquitectura: impresión de maquetas y prototipos de edificios y estructuras. Los materiales comunes incluyen PLA, ABS y PETG.
5. Educación: enseñanza de conceptos de diseño y fabricación a través de la impresión 3D de objetos. Los materiales comunes incluyen PLA y ABS.

Es importante tener en cuenta que la elección del material depende de la aplicación específica y de los requisitos de rendimiento, como la resistencia, la flexibilidad y la durabilidad. Además, existen muchos otros sectores industriales en los que se utiliza la tecnología FDM, y la lista anterior es solo una muestra.

### **03.03.03. Tecnología SLA (Estereolitografía):**

Algunos ejemplos de aplicaciones de la tecnología SLA en diferentes sectores industriales, junto con algunos de los materiales que se utilizan para cada caso:

1. Joyería: fabricación de moldes de alta calidad para la producción en masa de joyas. Los materiales comunes incluyen resinas de acrilonitrilo butadieno estireno (ABS) y poliuretano.
2. Odontología: producción de modelos dentales precisos para la fabricación de prótesis dentales. Los materiales comunes incluyen resinas de polimetilmetacrilato (PMMA) y resinas fotopolimerizables.
3. Industria médica: producción de modelos anatómicos precisos para la planificación quirúrgica y la formación médica. Los materiales comunes incluyen resinas de acrilonitrilo butadieno estireno (ABS) y resinas fotopolimerizables.
4. Automoción: producción de piezas de alta calidad y precisión para prototipos y piezas finales. Los materiales comunes incluyen resinas fotopolimerizables y resinas de acrilonitrilo butadieno estireno (ABS).
5. Diseño y fabricación: producción de prototipos y modelos precisos para el diseño y la fabricación de productos. Los materiales comunes incluyen resinas fotopolimerizables y resinas de acrilonitrilo butadieno estireno (ABS).

### **03.03.04. Tecnología SLS (Sinterización Selectiva por Láser):**

Algunos ejemplos de aplicaciones de la tecnología SLS en diferentes sectores industriales, junto con algunos de los materiales que se utilizan para cada caso:

1. Automoción: producción de piezas de alta calidad y precisión para prototipos y piezas finales. Los materiales comunes incluyen poliamida 12, poliamida 11 y polipropileno.

2. Aeronáutica: producción de piezas ligeras y resistentes para la industria aeroespacial. Los materiales comunes incluyen aleaciones de titanio, aluminio y acero inoxidable.
3. Odontología: producción de modelos dentales precisos para la fabricación de prótesis dentales. Los materiales comunes incluyen poliamida 12 y polipropileno.
4. Industria médica: producción de modelos anatómicos precisos para la planificación quirúrgica y la formación médica. Los materiales comunes incluyen poliamida 12 y polipropileno.
5. Diseño y fabricación: producción de prototipos y modelos precisos para el diseño y la fabricación de productos. Los materiales comunes incluyen poliamida 12, poliamida 11 y polipropileno.

### 03.04. Escáner 3D: qué es y cómo se utiliza en la fabricación aditiva



Imagen 13: <https://buenaventuraenlinea.com/como-integrar-la-tecnologia-de-escaneado-3d-en-un-negocio/>

#### 03.04.01. Definición de escáner 3D y su función en la fabricación aditiva.

El escáner 3D es un dispositivo que utiliza tecnología de luz estructurada, láser o fotogrametría para capturar la forma y geometría de objetos físicos y convertirlos en modelos digitales en 3D. En la fabricación aditiva, el escaneo 3D es una herramienta importante que permite a los diseñadores e ingenieros crear modelos digitales precisos para su posterior impresión en 3D.

La función principal del escaneo 3D en la fabricación aditiva es la creación de modelos digitales precisos de objetos físicos. Estos modelos digitales se utilizan para imprimir en 3D piezas y componentes con una precisión y calidad excepcionales. El escaneo 3D también se utiliza en la ingeniería inversa, que consiste en desmontar un objeto físico para analizar su diseño y crear un modelo digital que se pueda utilizar para fabricar piezas de repuesto o mejorar el diseño original.

El escaneo 3D es una herramienta muy útil en la fabricación aditiva porque permite a los diseñadores e ingenieros trabajar con objetos físicos en lugar de modelos digitales abstractos. Esto significa que pueden obtener mediciones precisas y detalladas de objetos físicos, lo que les permite diseñar piezas y componentes que se ajusten perfectamente a las dimensiones del objeto original. Además, el escaneo 3D permite a los diseñadores e ingenieros trabajar con objetos complejos que serían difíciles o imposibles de medir con herramientas convencionales.

En la fabricación aditiva, el escaneo 3D se utiliza en una amplia variedad de aplicaciones, desde la creación de prototipos hasta la producción en masa de piezas y componentes. Los escáneres 3D se utilizan para crear modelos digitales precisos de piezas existentes, que luego se pueden imprimir en 3D para su uso en la fabricación. También se utilizan para crear modelos digitales de piezas que no existen todavía, lo que permite a los diseñadores e ingenieros crear prototipos y probar diseños antes de la producción en masa.

### **03.04.02. Descripción del proceso de escaneo 3D y las tecnologías utilizadas.**

El proceso de escaneo 3D es una técnica utilizada para capturar imágenes de alta precisión de objetos tridimensionales, creando una copia digital exacta para multitud de usos. Este proceso se divide en varias etapas que incluyen la preparación del objeto, la captura de datos y la generación del modelo 3D.

**Preparación del objeto:** En la primera etapa, la preparación del objeto, se deben realizar una serie de pasos para asegurarse de que el objeto esté listo para ser escaneado. Esto puede incluir la limpieza del objeto, la eliminación de cualquier suciedad o polvo, y la aplicación de una capa de spray de escaneo para mejorar la precisión de los datos capturados.

**Captura de datos:** En la segunda etapa, la captura de datos, se utilizan diferentes tecnologías para recopilar información sobre la forma y la apariencia del objeto. Estas tecnologías incluyen:

1. **Escáneres láser:** utilizan un láser para medir la distancia entre el objeto y el escáner, creando un mapa detallado de la superficie del objeto.
2. **Escáneres de luz estructurada:** utilizan una proyección de luz estructurada para medir la distancia entre el objeto y el escáner, creando un mapa detallado de la superficie del objeto.

3. Fotogrametría: utiliza fotografías del objeto desde diferentes ángulos para crear un modelo 3D.
4. Tomografía: utiliza rayos X o tomografía de haz de electrones para crear un modelo 3D de objetos internos, como órganos o piezas mecánicas.

**Generación del modelo 3D:** Una vez que se han recopilado los datos, la tercera etapa es la generación del modelo 3D. En esta etapa, se utiliza software especializado para procesar los datos capturados y crear un modelo 3D preciso del objeto. El software puede incluir herramientas para eliminar cualquier ruido o errores en los datos capturados, así como para suavizar la superficie del modelo 3D.

### 03.04.03. Uso del escaneo 3D en la creación de modelos digitales para la impresión 3D.

El escaneo 3D es una tecnología que se utiliza para recopilar datos sobre la forma y la apariencia de un objeto físico y, a continuación, utilizar esos datos para construir modelos 3D digitales. Uno de los usos más comunes del escaneo 3D es en la creación de modelos digitales para la impresión 3D. En este proceso, se utilizan escáneres 3D y configuraciones de impresora 3D para replicar objetos en una impresora 3D. A continuación, se detallan los pasos y tecnologías involucrados en este proceso:

1. **Escaneo del objeto:** El primer paso en la creación de un modelo digital para la impresión 3D es escanear el objeto físico utilizando un escáner 3D. Los escáneres 3D utilizan diferentes tecnologías para recopilar datos sobre la forma y la apariencia del objeto, como la luz estructurada, la tomografía de rayos X y la fotogrametría.
2. **Creación del modelo digital:** Una vez que se ha escaneado el objeto, se utilizan software de modelado 3D para crear un modelo digital del objeto. Este modelo digital es una representación exacta del objeto físico y se utiliza para imprimir el objeto en una impresora 3D.
3. **Preparación del modelo digital:** Después de crear el modelo digital, se prepara para su impresión en una impresora 3D. Esto puede incluir la reparación de cualquier error en el modelo, la creación de soportes para la impresión y la orientación del modelo para obtener la mejor calidad de impresión.
4. **Impresión del modelo:** Una vez que se ha preparado el modelo digital, se imprime en una impresora 3D utilizando tecnologías como la deposición de material fundido (FDM), la estereolitografía (SLA) o la sinterización selectiva por láser (SLS). La tecnología utilizada dependerá del tipo de impresora 3D y del material utilizado para imprimir el objeto.
5. **Acabado del objeto impreso:** Después de imprimir el objeto, puede ser necesario realizar algunos acabados para mejorar su calidad. Esto puede incluir el lijado, la pintura o el pulido del objeto impreso.

### **03.04.04. Cómo se utiliza el escaneo 3D en la ingeniería inversa para mejorar el diseño o crear piezas de repuesto.**

La ingeniería inversa es un proceso que consiste en analizar un objeto existente para determinar su diseño y funcionamiento interno, con el fin de crear una réplica o mejorar su diseño. El escaneo 3D es una tecnología que ha revolucionado la ingeniería inversa, ya que permite la captura de imágenes precisas y detalladas de objetos tridimensionales.

**Selección del objeto a analizar:** El proceso de ingeniería inversa utilizando escaneo 3D comienza con la selección del objeto a analizar.

**Escaneado 3D:** Una vez seleccionado, se utiliza un escáner 3D para capturar la forma y dimensiones del objeto en cuestión. El escáner 3D utiliza una variedad de tecnologías, como la luz estructurada, la fotogrametría o la tomografía, para capturar la información necesaria.

**Procesamiento de datos:** Una vez que se ha capturado la información del objeto, se utiliza un software de procesamiento de datos para convertir los datos de la nube de puntos en un modelo CAD. Este modelo CAD se utiliza para crear una representación digital del objeto, que puede ser modificada y mejorada según sea necesario.

**Prototipado:** El siguiente paso es la creación de un prototipo o modelo físico del objeto utilizando tecnologías de impresión 3D. La impresión 3D permite la creación de modelos precisos y detallados que pueden ser utilizados para probar la funcionalidad del objeto y hacer mejoras en el diseño.



### 03.04.05. Ejemplos de aplicaciones prácticas del escaneo 3D en la fabricación aditiva.



Imagen 14: <https://elcomercio.pe/redes-sociales/youtube/motor-auto-hecho-impresora-3d-funcional-237047-noticia/>

A continuación, se presentan algunos ejemplos de aplicaciones prácticas del escaneo 3D en la fabricación aditiva, enumerando cada paso y cada tecnología involucrada.

1. **Reproducción de piezas de maquinaria:** El escaneo 3D se utiliza para crear modelos digitales de piezas de maquinaria existentes, lo que permite la creación de piezas de repuesto mediante la impresión 3D. Este proceso implica los siguientes pasos:
  - Escaneo 3D: Se utiliza un escáner 3D para capturar la geometría de la pieza de maquinaria existente y crear un modelo digital en 3D.
  - Modelado 3D: Se utiliza un software de modelado 3D para editar y preparar el modelo digital para la impresión 3D.
  - Impresión 3D: Se utiliza una impresora 3D para crear la pieza de repuesto a partir del modelo digital.
2. **Creación de prótesis personalizadas:** El escaneo 3D se utiliza para crear modelos digitales de partes del cuerpo humano, lo que permite la creación de prótesis personalizadas mediante la impresión 3D. Este proceso implica los siguientes pasos:
  - Escaneo 3D: Se utiliza un escáner 3D para capturar la geometría de la parte del cuerpo humano y crear un modelo digital en 3D.
  - Modelado 3D: Se utiliza un software de modelado 3D para editar y preparar el modelo digital para la impresión 3D.

- Impresión 3D: Se utiliza una impresora 3D para crear la prótesis personalizada a partir del modelo digital.
3. **Creación de moldes para la fundición:** El escaneo 3D se utiliza para crear modelos digitales de objetos existentes, lo que permite la creación de moldes para la fundición mediante la impresión 3D. Este proceso implica los siguientes pasos:
- Escaneo 3D: Se utiliza un escáner 3D para capturar la geometría del objeto existente y crear un modelo digital en 3D.
  - Modelado 3D: Se utiliza un software de modelado 3D para editar y preparar el modelo digital para la impresión 3D del molde.
  - Impresión 3D del molde: Se utiliza una impresora 3D para crear el molde a partir del modelo digital.
  - Fundición: Se utiliza el molde impreso en 3D para la fundición del objeto deseado.

En cuanto a las tecnologías involucradas, existen diferentes tipos de escáneres 3D, como los basados en luz estructurada, láser o fotogrametría, que se utilizan según la precisión y el tamaño de la pieza a escanear.

En cuanto a la impresión 3D, existen diferentes tecnologías, como la estereolitografía, la fusión por láser selectivo, la deposición de material fundido o la sinterización selectiva por láser, que se utilizan según el material y la precisión requeridos para la pieza a imprimir.

#### **03.04.06. Tipos de escáneres 3D disponibles en el mercado y sus características.**

En el mercado actual, existen varios tipos de escáneres 3D disponibles con características únicas que los hacen adecuados para diferentes aplicaciones. A continuación, se describen algunos de los tipos más comunes de escáneres 3D y sus características:

1. Escáneres 3D por luz estructurada: estos escáneres utilizan un proyector de luz para proyectar patrones en la superficie del objeto a escanear. Luego, una cámara captura las deformaciones de los patrones para crear un modelo 3D del objeto. Estos escáneres son ideales para objetos pequeños y detallados, y pueden ser muy precisos.

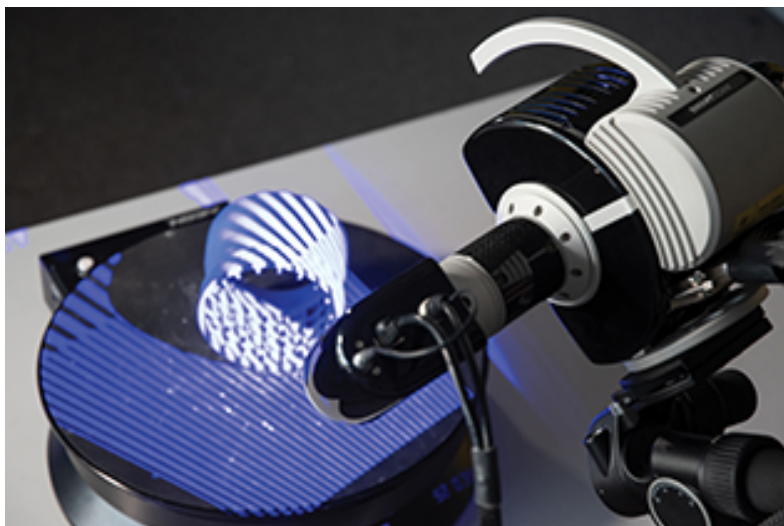


Imagen 15: <https://hexagon.com/es/products/product-groups/measurement-inspection-hardware/structured-light-scanners>

2. Escáneres 3D por láser: estos escáneres utilizan un láser para medir la distancia entre el escáner y el objeto a escanear. El láser escanea la superficie del objeto y crea un modelo 3D a partir de los datos recopilados. Estos escáneres son ideales para objetos grandes y pueden escanear a largas distancias.

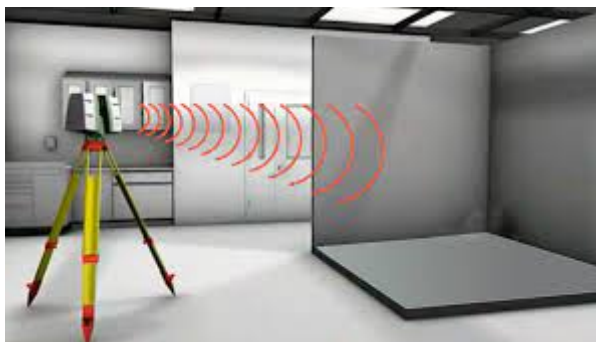


Imagen 16: <http://www.sinluz.com/es/servicios/topografia/escaneado-3d-para-arquitectura>

3. Escáneres 3D por fotogrametría: estos escáneres utilizan imágenes de alta resolución tomadas desde diferentes ángulos para crear un modelo 3D del objeto. Los datos de las imágenes se procesan mediante software especializado para crear el modelo 3D. Estos escáneres son ideales para objetos grandes y pueden ser muy precisos.



Imagen 17: <https://www.eleconomista.es/aragon/noticias/9857516/05/19/Shu-Digital-aplica-la-tecnologia-de-fotogrametria-a-la-conservacion-del-patrimonio.html>

4. Escáneres 3D por tomografía: estos escáneres utilizan rayos X o CT para escanear objetos y crear modelos 3D de su interior. Estos escáneres son ideales para objetos complejos y pueden ser muy precisos.

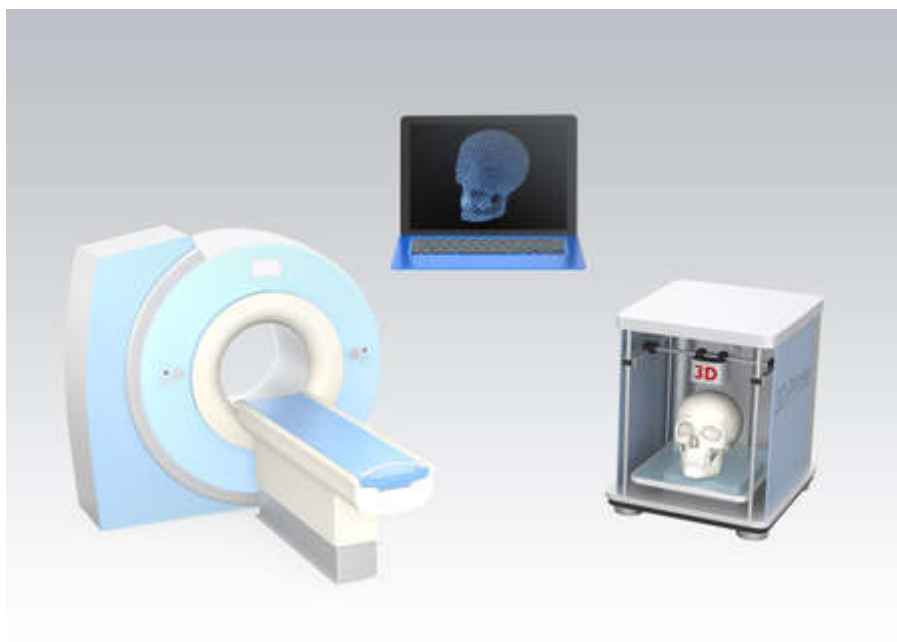


Imagen 18: [https://es.123rf.com/photo\\_29468068\\_esc%C3%A1ner-de-tomograf%C3%ADa-computarizada-y-una-impresora-3d-para-el-tejido-concepto-de-ingenier%C3%ADa.html](https://es.123rf.com/photo_29468068_esc%C3%A1ner-de-tomograf%C3%ADa-computarizada-y-una-impresora-3d-para-el-tejido-concepto-de-ingenier%C3%ADa.html)



5. Escáneres 3D portátiles: estos escáneres son pequeños y portátiles, lo que los hace ideales para escanear objetos en diferentes ubicaciones. Pueden utilizar cualquiera de las tecnologías anteriores y son ideales para aplicaciones como la ingeniería inversa, el control de calidad y la creación de prototipos.



Imagen 19: <https://all3dp.com/es/1/escaner-3d-portatil-aplicacion-software-3d-scanner/>

La elección del tipo de escáner 3D dependerá de la aplicación específica para la que se utilizará y las características del objeto a escanear. Es importante considerar:

- la precisión,
- la velocidad,
- la portabilidad
- la resolución del escáner

antes de realizar una inversión.

### 03.04.07. Consejos para elegir el escáner 3D adecuado para tus necesidades de fabricación aditiva.

La elección del escáner 3D adecuado es un factor crítico para cualquier proceso de fabricación aditiva. La selección de un escáner 3D inadecuado puede afectar negativamente la calidad del producto final y aumentar los costos de producción. Por lo tanto, es importante tener en cuenta varios factores antes de tomar una decisión.

**Tamaño y la forma piezas a escanear:** En primer lugar, es importante considerar el tamaño y la forma de las piezas que se van a escanear. Algunos escáneres 3D están diseñados para escanear objetos pequeños y detallados,

mientras que otros están diseñados para escanear objetos grandes y complejos. Es importante elegir un escáner 3D que pueda manejar el tamaño y la forma de las piezas que se van a escanear.

**Precisión escáner 3d:** En segundo lugar, la precisión del escáner 3D es un factor crítico para considerar. La precisión del escáner 3D se refiere a la capacidad del escáner para medir con precisión las dimensiones de las piezas escaneadas. Es importante elegir un escáner 3D que tenga una alta precisión para garantizar que las piezas escaneadas sean lo más precisas posible.

**Velocidad de escaneo:** En tercer lugar, es importante considerar la velocidad de escaneo del escáner 3D. La velocidad de escaneo se refiere a la cantidad de tiempo que tarda el escáner en escanear una pieza. Es importante elegir un escáner 3D que tenga una velocidad de escaneo adecuada para garantizar que el proceso de escaneo sea eficiente y no ralentice la producción.

**Portabilidad:** En cuarto lugar, la portabilidad del escáner 3D es un factor para considerar. Si se requiere un escáner 3D para escanear piezas en diferentes ubicaciones, es importante elegir un escáner 3D que sea portátil y fácil de transportar.

**Precio:** En quinto lugar, es importante considerar el precio del escáner 3D. El costo del escáner 3D puede variar significativamente según la marca y el modelo. Es importante elegir un escáner 3D que se ajuste al presupuesto disponible y que proporcione un buen retorno de inversión.

**Compatibilidad con el software:** Por último, es importante asegurarse de que el escáner 3D sea compatible con el software de diseño y fabricación utilizado en el proceso de producción. De lo contrario, se puede perder tiempo y dinero en la conversión de formatos de archivo.

### **03.04.08. Limitaciones y desafíos del escaneo 3D en la fabricación aditiva.**

El escaneo 3D es una tecnología que ha revolucionado la fabricación aditiva, permitiendo la creación de modelos digitales de alta precisión y detalle. Sin embargo, esta tecnología también presenta algunas limitaciones y desafíos que es importante tener en cuenta.

**Tamaño y la forma de los objetos:** En primer lugar, el escaneo 3D puede ser limitado por el tamaño y la forma de los objetos que se desean escanear. Los objetos demasiado grandes o complejos pueden ser difíciles de escanear con precisión, lo que puede limitar la capacidad de los fabricantes para producir piezas de gran tamaño o con formas complicadas.

**Calidad de la imagen:** Otra limitación del escaneo 3D es la calidad de la imagen que se obtiene. Si el objeto a escanear tiene superficies reflectantes o transparentes, puede ser difícil obtener una imagen clara y detallada. Además, la calidad de la imagen puede verse afectada por la iluminación y las sombras, lo que puede afectar la precisión del modelo digital resultante.



**Precio:** Además, el escaneo 3D puede ser un proceso lento y costoso, especialmente si se requiere una alta precisión y detalle. Esto puede limitar la capacidad de los fabricantes para producir grandes cantidades de piezas en un corto período de tiempo.

**Equipos y software:** Otro desafío del escaneo 3D es la necesidad de equipos y software especializados para realizar el escaneo y procesar los datos. Esto puede requerir una inversión significativa en tecnología y capacitación para los fabricantes que deseen utilizar esta tecnología en su proceso de fabricación.

**Precisión y la calidad:** Por último, el escaneo 3D puede presentar desafíos en términos de la precisión y la calidad del modelo digital resultante. Es importante tener en cuenta que el escaneo 3D es solo el primer paso en el proceso de fabricación aditiva, y que la calidad final de la pieza dependerá en gran medida de la precisión del modelo digital y de la calidad de la impresión 3D.

El escaneo 3D es una tecnología emocionante que ha abierto nuevas posibilidades en la fabricación aditiva. Sin embargo, es importante tener en cuenta las limitaciones y desafíos asociados con esta tecnología, y trabajar para superarlos a medida que se desarrolla y evoluciona la fabricación aditiva.

### **03.04.09. Perspectivas futuras del escaneo 3D en la fabricación aditiva y su impacto en la industria.**

En la actualidad, el escaneo 3D se utiliza en una amplia variedad de aplicaciones, desde la creación de prototipos hasta la producción de piezas de repuesto y la ingeniería inversa. Sin embargo, las perspectivas futuras del escaneo 3D en la fabricación aditiva son aún más emocionantes.

Una de las principales ventajas del escaneo 3D en la fabricación aditiva es que permite la producción de piezas y componentes personalizados de manera rápida y eficiente. Esto es especialmente útil en la fabricación de piezas de repuesto para maquinaria y equipos industriales, donde la rapidez y la precisión son fundamentales.

Además, el escaneo 3D también puede utilizarse para mejorar la calidad y la eficiencia en la producción de piezas y componentes. Por ejemplo, se puede utilizar para realizar análisis de calidad y detectar defectos en las piezas antes de su producción, lo que permite corregir los problemas antes de que se conviertan en un problema mayor.

Otra de las perspectivas futuras del escaneo 3D en la fabricación aditiva es su uso en la producción de piezas y componentes para la industria aeroespacial y de defensa. Estas industrias requieren piezas y componentes de alta calidad y precisión, y el escaneo 3D puede ayudar a lograr estos objetivos.

### 03.05. Ejemplos de casos de éxito con fabricación aditiva y escáner 3D

La fabricación aditiva y el escaneado 3D son tecnologías que han revolucionado la industria en los últimos años. A continuación, se presentan algunos casos de éxito de empresas españolas que han utilizado estas tecnologías para mejorar sus procesos de producción y obtener mejores resultados.

1. Renishaw Ibérica: Esta empresa ha utilizado la fabricación aditiva para crear piezas de metal complejas y de alta calidad. En particular, han utilizado la tecnología de sinterización láser selectiva (SLS) para producir piezas para la industria aeroespacial. El proceso de SLS permite la producción de piezas con formas complejas y detalles finos, lo que permite una mayor eficiencia y reducción de costos en la producción.
2. BQ: Esta empresa española ha utilizado la fabricación aditiva para producir piezas de repuesto para sus productos electrónicos. En lugar de mantener grandes inventarios de piezas de repuesto, BQ utiliza la impresión 3D para producir piezas según sea necesario. Esto ha reducido los costos de almacenamiento y ha mejorado la eficiencia en la producción.
3. FICEP S.p.A: Esta empresa italiana ha utilizado el escaneado 3D para mejorar la precisión de sus máquinas de corte por plasma. Utilizando el escaneado 3D, FICEP ha podido medir con precisión la forma y el tamaño de las piezas que deben cortarse, lo que ha permitido una mayor precisión en el corte y una reducción en el desperdicio de material.
4. CATEC: El Centro Avanzado de Tecnologías Aeroespaciales de Sevilla ha utilizado la fabricación aditiva para producir piezas de aviones no tripulados. Utilizando la tecnología de impresión 3D, CATEC ha podido producir piezas complejas con una mayor precisión y eficiencia, lo que ha permitido una reducción en los costes de producción y una mejora en la calidad de las piezas.
5. ABB: Esta empresa suiza ha utilizado el escaneado 3D para mejorar la eficiencia en la producción de sus robots industriales. Utilizando el escaneado 3D, ABB ha podido medir con precisión la forma y el tamaño de las piezas que deben producirse, lo que ha permitido una mayor precisión en la producción y una reducción en los tiempos de producción.
6. BMW: La famosa marca de automóviles ha utilizado la fabricación aditiva para crear piezas de automóviles más ligeras y resistentes. Gracias a esta tecnología, han podido reducir el peso de los automóviles, lo que se traduce en un menor consumo de combustible y una reducción en las emisiones de CO2. Además, han utilizado escáneres 3D para analizar y mejorar la aerodinámica de sus automóviles.
7. Adidas: La marca de ropa deportiva ha utilizado la fabricación aditiva para crear suela de zapatillas personalizadas para cada cliente. Gracias a esta

tecnología, Adidas ha podido ofrecer una experiencia de compra única y personalizada a sus clientes, mejorando su satisfacción y fidelidad. Además, han utilizado escáneres 3D para analizar la forma de los pies de los clientes y diseñar suelas más cómodas y eficientes.

Estos casos de éxito demuestran cómo estas tecnologías están siendo utilizadas por empresas españolas y europeas para mejorar sus procesos de producción y obtener mejores resultados.

### 03.06. Retos y oportunidades de la fabricación aditiva en la industria 5.0

La fabricación aditiva, también conocida como impresión 3D, ha sido una de las tecnologías más innovadoras y disruptivas de los últimos años en la industria. Con la llegada de la industria 5.0, la fabricación aditiva se enfrenta a nuevos retos y oportunidades. A continuación, se describen algunos de ellos:

1. **Personalización masiva:** La fabricación aditiva permite la producción de piezas únicas y personalizadas, lo que se traduce en una mayor satisfacción del cliente y en la posibilidad de ofrecer productos exclusivos. La industria 5.0 implica una mayor interacción entre el cliente y la empresa, lo que hace que la personalización masiva sea una oportunidad clave para la fabricación aditiva.
2. **Integración de materiales:** La fabricación aditiva ha evolucionado para permitir la producción de piezas con diferentes materiales, lo que abre la posibilidad de crear productos más complejos y funcionales. En la industria 5.0, la integración de materiales puede ser una oportunidad para crear productos más resistentes, duraderos y con características específicas.
3. **Reducción de costes:** La fabricación aditiva ha demostrado ser una tecnología más eficiente y económica que los métodos de producción tradicionales. La industria 5.0 implica una mayor automatización y digitalización de los procesos, lo que hace que la fabricación aditiva sea una oportunidad para reducir aún más los costos de producción.
4. **Mayor velocidad de producción:** La fabricación aditiva permite la producción de piezas en un tiempo récord, lo que puede ser una ventaja competitiva en la industria 5.0, donde la rapidez y la eficiencia son clave para satisfacer las demandas del mercado.
5. **Sostenibilidad:** La fabricación aditiva es una tecnología más sostenible que los métodos de producción tradicionales, ya que reduce el desperdicio de materiales y energía. En la industria 5.0, donde la sostenibilidad es una prioridad, la fabricación aditiva puede ser una oportunidad para reducir el impacto ambiental de la producción.

## 04. Simulación y modelado, Integración horizontal y vertical de sistemas

### 04.01. Introducción

La simulación y modelado, integración horizontal y vertical de sistemas es un tema crucial en la Industria 4.0. La integración horizontal se refiere a la conexión en red de máquinas y sistemas dentro de una línea de producción, mientras que la integración vertical representa el proceso de conectar todos los niveles de producción, desde el proceso de fabricación hasta el departamento de ventas de una empresa. La integración horizontal y vertical es esencial para la optimización de la producción, la toma de decisiones más rápidas y eficientes, y la transformación digital dentro de las industrias.

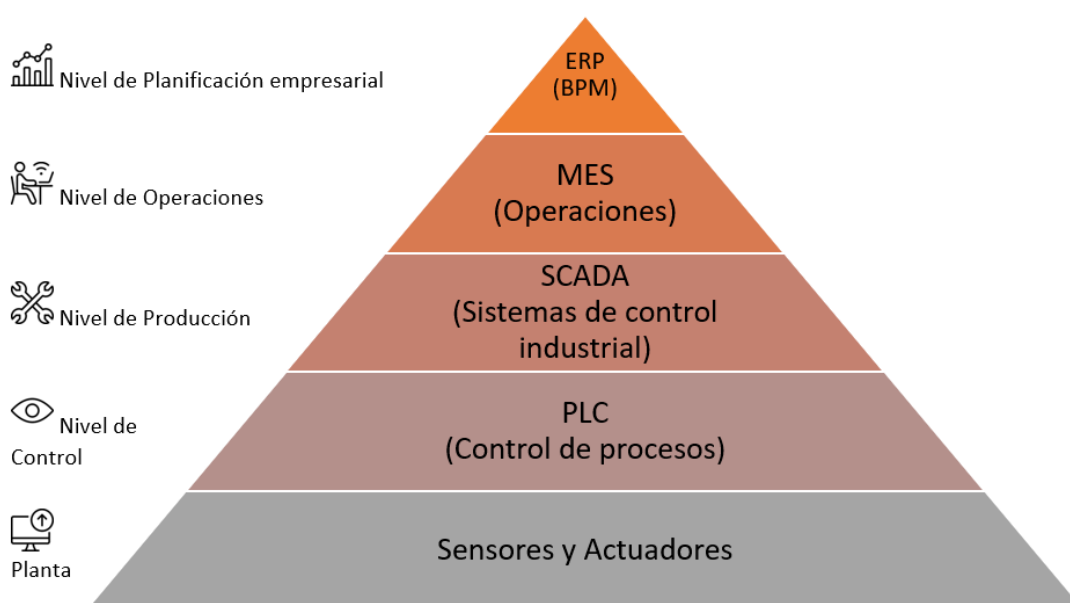


Imagen 20: <https://www.campusmvp.es/recursos/post/integracion-horizontal-y-vertical-en-la-industria-4-0.aspx>

Esta integración horizontal y vertical de sistemas, no se debe confundir con la integración horizontal y vertical de la empresa, aunque parten de la misma idea.

La integración horizontal y vertical de la empresa, es una estrategia clave para el éxito de cualquier empresa en la actualidad. La integración horizontal se refiere a la integración de procesos y actividades en una misma etapa de la cadena de valor, mientras que la integración vertical se refiere a la integración de procesos y actividades a lo largo de diferentes etapas de la cadena de valor.

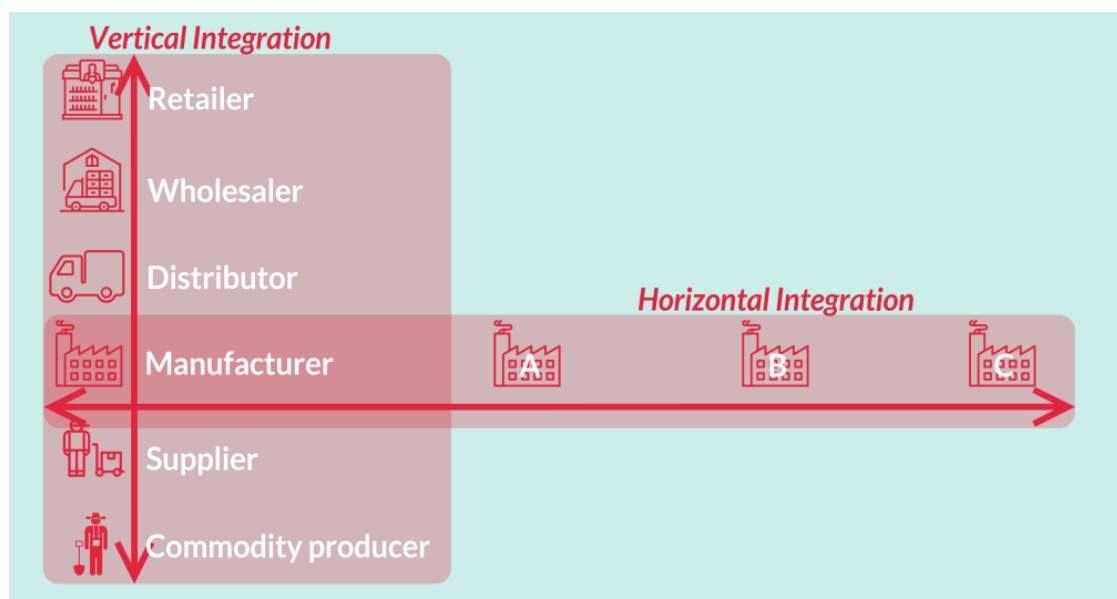


Imagen 21: <https://fourweekmba.com/es/integraci%C3%B3n-horizontal-vs-vertical/>

La simulación y modelado de procesos es una herramienta clave para la optimización de la integración horizontal y vertical en la Industria 4.0. La modelación de sistemas dinámicos consiste en definir y representar el proceso de retroalimentación, analizando cuidadosamente todos y cada uno de los componentes (tanto internos como externos) que conforman el sistema. Mediante la modelación, la simulación y la comprensión de nuevas y posibles realidades, es posible prepararse ante un futuro incierto pero plausible.

La integración horizontal y vertical también implica el uso de tecnologías de comunicación para permitir que los sistemas monitoreen, recopilen, intercambien y entreguen información nueva y valiosa como nunca antes. Estos datos pueden ayudar a las empresas industriales a tomar decisiones comerciales más inteligentes y rápidas.

## 04.02. Definición de simulación y modelado

La simulación y el modelado son dos herramientas clave en la industria 5.0 y basados en la ciencia de la computación, que permiten analizar el comportamiento y recrear virtualmente el funcionamiento de un proceso o sistema técnico del mundo real, dentro de un ambiente controlado y repetible. A continuación, se detallan las características de cada una de ellas y su relación dentro de la industria 5.0:

### La simulación:

Se define como el proceso de crear un modelo computarizado de un sistema o proceso, y luego utilizar ese modelo para analizar su comportamiento en diferentes escenarios.

El objetivo de la simulación es entender cómo se comporta un sistema en diferentes condiciones, y cómo se puede mejorar su rendimiento y eficiencia.

- Permite identificar cuellos de botella y optimizar la producción.
- Analiza puntos críticos de procesos industriales (diseño, producción, logística, mantenimiento).
- Reduce el tiempo de implementación de procesos.
- Minimiza costes y anticipa escenarios que puedan surgir, mejorando la resiliencia empresarial.
- Se utiliza en la gestión de inventarios para ordenar la producción con la finalidad de mejorar el nivel de servicio y adaptarlo a las necesidades de los clientes.
- Optimiza los niveles de calidad relacionados con el servicio de entrega del producto, apostando por un uso eficiente de los recursos y una reducción de los tiempos de entrega.

### **El modelado:**

Es el proceso de representar un sistema o proceso mediante un modelo matemático o gráfico que permita su análisis y optimización. El modelo puede ser utilizado para predecir el comportamiento del sistema en diferentes condiciones, y para identificar áreas donde se pueden realizar mejoras.

- Desarrolla modelos dinámicos de procesos industriales.
- Plasman en librerías que facilitan su reutilización automática dentro de un entorno de simulación.
- Se utilizan en simuladores de procesos orientados al entrenamiento de personal, que emulan salas de control conectadas a instalaciones industriales desde las cuales puede operarse el proceso en tiempo real de forma similar a la realidad.
- Genera gemelos digitales de procesos para soporte a la decisión. Basándose en el concepto de simulación predictiva en tiempo real, se proporciona al operario una herramienta de análisis tipo "qué pasa si" donde, partiendo de la situación real de la planta en cualquier instante, se simula la evolución futura debida a las acciones que se desean aplicar.

### **4.03. Importancia de la simulación y modelado en la integración horizontal y vertical de sistemas**

La simulación y modelado son herramientas fundamentales en la integración horizontal y vertical de sistemas en la industria 4.0. Estas herramientas permiten a las empresas visualizar y analizar los procesos de producción y las interacciones entre diferentes sistemas y departamentos, lo que facilita la toma de decisiones y la implementación de mejoras en la eficiencia y productividad.

**En la integración horizontal**, la simulación y modelado son útiles para conectar los sistemas de gestión que constituyen las diferentes áreas o departamentos de



la organización. Esto permite eliminar tareas mecánicas, descubrir datos relevantes sobre el mercado y mejorar la productividad. Al modelar los procesos de producción y las interacciones entre los diferentes departamentos, se pueden identificar cuellos de botella y áreas de mejora para optimizar el flujo de trabajo y reducir los tiempos de producción.

**En la integración vertical**, la simulación y modelado son importantes para conectar los sistemas de producción con los sistemas de gestión empresarial, lo que permite una mayor visibilidad y control sobre los procesos de producción. Al modelar los procesos de producción y las interacciones entre los diferentes sistemas, se pueden identificar oportunidades de mejora y optimización en la cadena de suministro, lo que se traduce en una mayor eficiencia y reducción de costos.

Además, la simulación y modelado permiten a las empresas **experimentar con diferentes escenarios y situaciones antes de implementar cambios en la producción**, lo que reduce el riesgo de errores y fallas en el sistema. También permiten la evaluación de diferentes opciones y alternativas antes de tomar decisiones importantes, lo que mejora la calidad de las decisiones y reduce el riesgo de fracaso.

#### 04.04. Integración horizontal y vertical de sistemas: conceptos y diferencias

La integración horizontal y vertical de sistemas son dos componentes principales en el desarrollo de fábricas inteligentes. Ambas buscan mejorar la productividad y eficiencia de una empresa, pero tienen diferencias importantes en cuanto a su enfoque y alcance.

Por otro lado, la integración vertical representa el proceso de conectar todos los niveles de producción, desde el proceso de fabricación hasta el departamento de ventas de una empresa. Algunos de los puntos fuertes de la integración vertical son:

1. **Mejora de la eficiencia:** Al conectar todos los niveles de producción, se pueden eliminar tareas mecánicas y mejorar la eficiencia de la empresa.
2. **Mejora de la toma de decisiones:** Al tener una visión completa de la empresa, se pueden tomar decisiones más informadas y estratégicas.
3. **Mejora de la calidad del producto:** Al tener una mejor coordinación entre los diferentes niveles de producción, se puede mejorar la calidad del producto final.

Sin embargo, también existen algunos puntos débiles en la integración vertical, como:

1. **Dificultad de implementación:** La implementación de la integración vertical puede ser difícil debido a la necesidad de integrar sistemas de diferentes niveles de producción.

2. **Riesgo de dependencia:** Al tener una integración vertical completa, existe un riesgo de dependencia de los sistemas y procesos internos de la empresa.

En resumen, la integración horizontal y vertical de sistemas son dos enfoques diferentes para mejorar la productividad y eficiencia de una empresa. La integración horizontal se enfoca en la conexión de información interna y externa, mientras que la integración vertical busca conectar todos los niveles de producción. Ambas tienen puntos fuertes y débiles que deben ser considerados antes de implementarlas en una empresa.

#### 04.04.01. Integración horizontal de sistemas:

La integración horizontal de sistemas se refiere a la conexión en red de máquinas y sistemas dentro de una línea de producción.

Su objetivo es conectar los sistemas de gestión que constituyen las diferentes áreas o departamentos de la organización, eliminando tareas mecánicas y descubriendo datos relevantes sobre el mercado, lo que puede mejorar la productividad.

Entre las **ventajas** de la integración horizontal de sistemas se encuentran:

1. Mejora la eficiencia y productividad de la empresa al reducir tareas mecánicas y eliminar la necesidad de intervención humana en ciertas operaciones.
2. Permite una mayor capacidad de adaptación a los cambios en el mercado, ya que la empresa puede responder de manera más rápida y eficiente a las demandas del mercado.
3. Facilita la toma de decisiones al proporcionar datos relevantes y actualizados en tiempo real.
4. Aumenta la calidad del producto al reducir errores y aumentar la precisión en los procesos de producción.

Entre las **desventajas** de la integración horizontal de sistemas se encuentran:

1. Puede ser costosa de implementar, especialmente si se requiere la adquisición de nuevos sistemas y tecnologías.
2. Puede ser difícil de integrar con sistemas existentes, lo que puede generar problemas de compatibilidad y requerir una inversión adicional.
3. Puede haber problemas de seguridad y privacidad de datos, ya que la integración horizontal de sistemas implica la recopilación y compartición de información entre diferentes áreas de la empresa.

4. Puede generar resistencia al cambio por parte de los empleados, especialmente si se requiere la adopción de nuevas tecnologías o la reorganización de los procesos de trabajo.

#### **04.04.02. Integración vertical de sistemas**

La integración vertical de sistemas se refiere a la integración de sistemas avanzados de tecnología de la información y comunicación (TIC) en los diferentes niveles jerárquicos de una organización. Esto significa integrar sistemas de producción cibernéticos desde el proveedor hasta el cliente y desde la administración hasta el taller para lograr una cadena de valor totalmente automatizada. En resumen, la integración vertical en la industria 4.0 busca conectar y optimizar los procesos de una empresa a lo largo de toda su cadena de valor.

Entre las **ventajas** de la integración vertical de sistemas se encuentran:

1. Incremento de la productividad: La integración vertical permite una mejor gestión de los recursos y la optimización de los procesos, lo que se traduce en un aumento de la productividad.
2. Mayor control del proceso productivo: Al integrar los sistemas en todos los niveles de la organización, se puede tener un mayor control y visibilidad del proceso productivo, lo que permite tomar decisiones más acertadas y eficientes.
3. Decisiones más acertadas y eficientes basadas en información real y precisa: La integración vertical permite una mejor gestión de la información y una mayor disponibilidad de datos en tiempo real, lo que permite tomar decisiones más acertadas y eficientes.
4. Procesos productivos integrados: La integración vertical permite una mejor coordinación entre los diferentes procesos productivos, lo que permite una mayor eficiencia y una reducción de los tiempos de producción.
5. Optimización de las operaciones: Al integrar los sistemas en todos los niveles de la organización, se pueden identificar y eliminar cuellos de botella y otros problemas en los procesos productivos, lo que permite una mayor eficiencia y una reducción de los costos.
6. Comunicación efectiva entre el cliente y la empresa: La integración vertical permite una mejor comunicación entre la empresa y sus clientes, lo que permite una mayor satisfacción del cliente y una mejora en la calidad del producto o servicio ofrecido.

Entre las **desventajas** de la integración vertical de sistemas se encuentran:

1. Mayor dificultad para adaptarse a los cambios: Al integrar verticalmente la empresa, se puede generar una mayor rigidez en la organización, lo que puede dificultar la adaptación a los cambios en el mercado o en los

paradigmas empresariales. La implementación de sistemas TIC en diferentes niveles jerárquicos de la organización puede generar una mayor dependencia de los procesos automatizados, lo que puede limitar la capacidad de respuesta de la empresa ante situaciones inesperadas o cambios en el mercado.

2. Dependencia de proveedores internos: La integración vertical implica una mayor dependencia de los proveedores internos, lo que puede limitar la capacidad de innovación y la búsqueda de soluciones externas. Al depender de proveedores internos, se puede limitar la capacidad de la empresa para buscar soluciones más eficientes o para aprovechar las ventajas de la colaboración con proveedores externos.
3. Mayor complejidad en la gestión: La integración vertical implica una mayor complejidad en la gestión de la empresa, lo que puede requerir una mayor inversión en recursos y en la capacitación de los empleados. La implementación de sistemas TIC en diferentes niveles jerárquicos de la organización puede generar una mayor complejidad en la gestión de los procesos, lo que puede requerir una mayor inversión en recursos y en la capacitación de los empleados para poder gestionar eficientemente los procesos automatizados.
4. Mayor riesgo de monopolio: La integración vertical puede llevar a una mayor concentración del mercado y a un mayor riesgo de monopolio, lo que puede limitar la competencia y afectar negativamente a los consumidores. Al integrar verticalmente la empresa, se puede limitar la entrada de nuevos competidores al mercado, lo que puede generar una mayor concentración del mercado y afectar negativamente a los consumidores.
5. Mayor costo de implementación: La integración vertical puede requerir una mayor inversión en tecnología y en infraestructura, lo que puede aumentar el costo de implementación y limitar la adopción de esta estrategia por parte de las empresas más pequeñas. La implementación de sistemas TIC en diferentes niveles jerárquicos de la organización puede requerir una mayor inversión en tecnología y en infraestructura, lo que puede aumentar el costo de implementación y limitar la adopción de esta estrategia por parte de las empresas más pequeñas.

#### 04.04.03. Diferencias y Similitudes entre integración horizontal y vertical de sistemas

La integración horizontal y la vertical son dos estrategias empresariales que buscan **mejorar la eficiencia y la productividad de una organización**. A continuación, se enumeran las principales diferencias y similitudes entre ambas:

##### Diferencias:

1. La integración horizontal se refiere a la conexión en red de máquinas y sistemas dentro de una línea de producción, mientras que la integración vertical representa el proceso de conectar todos los niveles de producción, desde el proceso de fabricación hasta el departamento de ventas de una empresa.
2. La integración horizontal busca conectar los sistemas de gestión que constituyen las diferentes áreas o departamentos de la organización, mientras que la integración vertical busca conectar los diferentes niveles de producción de una empresa.
3. La integración horizontal permite la conexión entre datos de la empresa con proveedores y clientes, mientras que la integración vertical permite la conexión entre los diferentes niveles de producción de una empresa.

### **Similitudes:**

1. Ambas buscan mejorar la eficiencia de la operación de una empresa.
2. Ambas permiten la recopilación y el intercambio de información valiosa para la toma de decisiones comerciales más inteligentes y rápidas.
3. Ambas se consideran componentes principales en el desarrollo de fábricas inteligentes.

Es importante destacar que cada empresa debe analizar cuidadosamente sus objetivos y recursos antes de decidir que estrategia de integración es adecuada para ella.

## **04.05. Modelado de la integración horizontal y vertical de sistemas**

El modelado de la integración horizontal y vertical es un proceso importante para lograr una gestión eficiente y efectiva en las empresas. A continuación, se presentan los pasos a seguir para realizar cada uno de los procesos:

### **04.05.01. Modelado de la integración horizontal de sistemas**

El modelado de la integración horizontal de sistemas implica la conexión en red de máquinas y sistemas dentro de una línea de producción. Para lograr una integración horizontal efectiva, es necesario considerar los siguientes pasos:

1. Identificación de los sistemas a integrar: Es importante identificar los sistemas que se necesitan integrar, como los sistemas de gestión de la cadena de suministro, sistemas de gestión de la producción, sistemas de gestión de calidad, entre otros.
2. Selección de la tecnología de integración: Se debe seleccionar la tecnología de integración adecuada para conectar los diferentes sistemas.

Las tecnologías de integración pueden incluir buses de campo, redes industriales, protocolos de comunicación, entre otros.

3. Desarrollo de interfaces: Es necesario desarrollar interfaces entre los diferentes sistemas para permitir la comunicación entre ellos. Las interfaces pueden ser desarrolladas por el equipo de TI interno o por un proveedor externo.
4. Pruebas y validación: Es importante realizar pruebas y validación de la integración horizontal para asegurarse de que los diferentes sistemas se están comunicando correctamente y que la información se está compartiendo de manera efectiva.
5. Mantenimiento y actualización: La integración horizontal es un proceso continuo que requiere mantenimiento y actualización constante para garantizar su efectividad a largo plazo. Es importante tener un plan de mantenimiento y actualización en su lugar para asegurarse de que la integración horizontal sigue siendo efectiva a medida que cambian las necesidades de la empresa.

#### **04.05.02. Modelado de la integración vertical**

El modelado de la integración vertical de sistemas implica la conexión de todos los niveles de producción de una empresa, desde el proceso de fabricación hasta el departamento de ventas. Para lograr una integración vertical efectiva, es necesario considerar los siguientes pasos:

1. Identificación de los sistemas a integrar: Es importante identificar los sistemas que se necesitan integrar, como los sistemas de gestión de la cadena de suministro, sistemas de gestión de la producción, sistemas de gestión de calidad, entre otros.
2. Selección de la tecnología de integración: Se debe seleccionar la tecnología de integración adecuada para conectar los diferentes sistemas. Las tecnologías de integración pueden incluir buses de campo, redes industriales, protocolos de comunicación, entre otros.
3. Desarrollo de interfaces: Es necesario desarrollar interfaces entre los diferentes sistemas para permitir la comunicación entre ellos. Las interfaces pueden ser desarrolladas por el equipo de TI interno o por un proveedor externo.
4. Implementación de un centro de mando: Es importante implementar un centro de mando para gestionar los pedidos, la planificación y los diferentes procesos. Este centro de mando debe ser capaz de recibir información de los diferentes sistemas integrados y proporcionar información relevante a cada trabajador según su cargo y responsabilidades.
5. Pruebas y validación: Es importante realizar pruebas y validación de la integración vertical para asegurarse de que los diferentes sistemas se



están comunicando correctamente y que la información se está compartiendo de manera efectiva.

6. **Mantenimiento y actualización:** La integración vertical es un proceso continuo que requiere mantenimiento y actualización constante para garantizar su efectividad a largo plazo. Es importante tener un plan de mantenimiento y actualización en su lugar para asegurarse de que la integración vertical sigue siendo efectiva a medida que cambian las necesidades de la empresa.

#### **04.05.03. Modelado de la integración conjunta (horizontal y vertical)**

Puede darse el caso en el que ambos procesos se desarrollen de forma conjunta. En ella se busca conectar los sistemas de gestión que constituyen las diferentes áreas o departamentos de la organización, al mismo tiempo que se establecen relaciones externas con proveedores, clientes y otros sistemas de información y administración.

Los pasos a seguir en el modelado de la integración conjunta son los siguientes:

1. **Identificación de los procesos críticos de la organización:** se deben identificar los procesos clave de la organización que requieren una mayor integración horizontal y vertical.
2. **Análisis de los sistemas de información existentes:** se debe realizar un análisis detallado de los sistemas de información existentes en la organización para identificar las áreas de mejora y las posibles soluciones.
3. **Identificación de las necesidades de integración:** se deben identificar las necesidades de integración horizontal y vertical para cada uno de los procesos críticos de la organización.
4. **Selección de las soluciones de integración:** se deben seleccionar las soluciones de integración que mejor se adapten a las necesidades de la organización y que permitan una mayor eficiencia en los procesos.
5. **Diseño e implementación de las soluciones de integración:** se deben diseñar e implementar las soluciones de integración seleccionadas, teniendo en cuenta los requisitos de cada uno de los procesos críticos de la organización.
6. **Pruebas y evaluación:** se deben realizar pruebas y evaluaciones de las soluciones de integración implementadas para asegurar su correcto funcionamiento y realizar los ajustes necesarios.
7. **Mantenimiento y mejora continua:** se debe realizar un mantenimiento regular de las soluciones de integración implementadas y buscar continuamente formas de mejorar la integración horizontal y vertical en la organización.

El modelado de la integración horizontal y vertical es un proceso complejo que requiere la identificación de elementos clave, la definición de perspectivas, la identificación de operaciones clave, el desarrollo del modelo, la validación del modelo, la aplicación del modelo y la evaluación y mejora continua. Al seguir estos pasos, se puede crear un modelo efectivo que permita una integración más eficiente y efectiva en la Industria 5.0.

## **04.06. Simulación de la integración horizontal y vertical de sistemas**

La simulación de la integración horizontal y vertical es un proceso importante para lograr una gestión eficiente y efectiva en las empresas. A continuación, se presentan los pasos a seguir para realizar cada uno de los procesos:

### **04.06.01. Simulación de la integración horizontal de sistemas**

La simulación de la integración horizontal de sistemas se refiere a la creación de un modelo virtual que permita conectar los sistemas de gestión que constituyen las diferentes áreas o departamentos de una organización, con el objetivo de mejorar la productividad y eliminar tareas mecánicas. A continuación, se detallan los pasos a seguir para realizar esta simulación:

1. Identificación de los sistemas a integrar: El primer paso es identificar los sistemas que se desean integrar en la simulación. Esto puede incluir sistemas de gestión de producción, sistemas de gestión de inventario, sistemas de gestión de recursos humanos, entre otros.
2. Selección de la herramienta de simulación: Es importante seleccionar la herramienta de simulación adecuada para el proyecto. Existen diversas opciones en el mercado, desde software de simulación general hasta herramientas específicas para la integración de sistemas.
3. Diseño del modelo: Una vez seleccionada la herramienta de simulación, se debe diseñar el modelo virtual que represente los sistemas a integrar. Esto incluye la creación de diagramas de flujo y la definición de los procesos y actividades a simular.
4. Configuración de la simulación: En esta etapa se configuran los parámetros de la simulación, como la duración de la simulación, el número de repeticiones y los valores iniciales de las variables.
5. Ejecución de la simulación: Con la configuración de la simulación completada, se procede a la ejecución de la misma. Durante la simulación, se recopilan datos sobre el rendimiento de los sistemas integrados y se analizan los resultados.

6. **Análisis de los resultados:** Una vez finalizada la simulación, se analizan los resultados obtenidos. Esto incluye la identificación de cuellos de botella, la evaluación de la eficiencia de los sistemas integrados y la identificación de posibles mejoras.
7. **Implementación de mejoras:** Finalmente, se implementan las mejoras identificadas durante el análisis de los resultados. Esto puede incluir la optimización de procesos, la actualización de sistemas o la incorporación de nuevas tecnologías.

#### **04.06.02. Simulación de la integración vertical de sistemas**

La simulación de la integración vertical de sistemas es un proceso complejo que requiere de una planificación detallada y una ejecución precisa. A continuación, se detallan los pasos a seguir para llevar a cabo esta simulación:

1. **Identificación de los sistemas a integrar:** En primer lugar, es necesario identificar los sistemas que se desean integrar y definir los objetivos de la integración. Es importante tener en cuenta que la integración vertical implica la conexión de sistemas de diferentes niveles jerárquicos, por lo que es fundamental tener una visión global de la organización.
2. **Diseño de la arquitectura de la integración:** Una vez identificados los sistemas a integrar, se debe diseñar la arquitectura de la integración. Esto implica definir los protocolos de comunicación, los formatos de datos, los servicios que se van a ofrecer, entre otros aspectos técnicos.
3. **Desarrollo de la plataforma de integración:** Una vez definida la arquitectura de la integración, se procede al desarrollo de la plataforma de integración. Esta plataforma debe ser capaz de conectar los sistemas de manera eficiente y segura, y debe contar con herramientas de monitoreo y gestión.
4. **Pruebas de integración:** Antes de implementar la plataforma de integración en la organización, es necesario realizar pruebas exhaustivas para asegurar que todos los sistemas se conectan correctamente y que los datos se transfieren de manera adecuada.
5. **Implementación y monitoreo:** Una vez realizadas las pruebas de integración, se procede a la implementación de la plataforma de integración en la organización. Es importante monitorear el funcionamiento de la plataforma y realizar ajustes necesarios para garantizar su correcto funcionamiento.

#### **04.06.03. Simulación de la integración conjunta (horizontal y vertical)**

La simulación de la integración conjunta (horizontal y vertical) es un proceso que implica la conexión de los diferentes departamentos y niveles de producción de una organización para mejorar la eficiencia y la productividad. A continuación, se detallan los pasos a seguir para llevar a cabo esta simulación:

1. Identificación de los procesos y departamentos: El primer paso es identificar los diferentes procesos y departamentos que forman parte de la cadena de producción. Es importante tener en cuenta que la integración horizontal se refiere a la conexión de departamentos del mismo nivel, mientras que la integración vertical se refiere a la conexión de diferentes niveles de producción.
2. Definición de objetivos y metas: Una vez identificados los procesos y departamentos, es necesario definir los objetivos y metas de la simulación. Estos objetivos pueden incluir mejorar la eficiencia, reducir los tiempos de producción, aumentar la calidad del producto, entre otros.
3. Selección de herramientas y tecnologías: En este paso, se deben seleccionar las herramientas y tecnologías que se utilizarán para llevar a cabo la simulación. Estas herramientas pueden incluir software de simulación, tecnologías de Industria 4.0, como la nube y las comunicaciones industriales, entre otras.
4. Diseño del modelo de simulación: Una vez seleccionadas las herramientas y tecnologías, se debe diseñar el modelo de simulación. Este modelo debe incluir la conexión de los diferentes departamentos y niveles de producción, así como la simulación de los procesos y actividades de producción.
5. Validación del modelo: Una vez diseñado el modelo de simulación, es necesario validar su funcionamiento. Para ello, se pueden realizar pruebas y ajustes para asegurarse de que el modelo funciona correctamente y cumple con los objetivos y metas definidos en el paso 2.
6. Implementación del modelo: Una vez validado el modelo, se puede proceder a su implementación. Esto puede incluir la instalación de las herramientas y tecnologías necesarias, así como la formación del personal para su uso.
7. Evaluación y mejora continua: Finalmente, es importante realizar una evaluación continua del modelo de simulación para identificar áreas de mejora y realizar ajustes necesarios. Esto puede incluir la actualización de las herramientas y tecnologías utilizadas, así como la optimización de los procesos de producción.

Por todo ello, la simulación de la integración conjunta (horizontal y vertical) implica la conexión de los diferentes departamentos y niveles de producción de una organización para mejorar la eficiencia y la productividad. Los pasos a seguir incluyen la identificación de los procesos y departamentos, la definición de objetivos y metas, la selección de herramientas y tecnologías, el diseño del modelo de simulación, la validación del modelo, la implementación del modelo y la evaluación y mejora continua.

## **04.07. Herramientas y técnicas para la simulación y modelado en la integración horizontal y vertical de sistemas**

En el ámbito de la integración horizontal y vertical, las herramientas y técnicas de simulación y modelado son esenciales para el diseño y la optimización de procesos industriales. A continuación, se describen algunas de las herramientas y técnicas más relevantes en este campo:

### **04.07.01. Herramientas**

A continuación, se presentan algunas herramientas para la simulación y modelado en la integración horizontal y vertical de sistemas, así como los sectores en los que se aplican:

1. **Herramientas de simulación de procesos:** permiten recrear virtualmente el funcionamiento de un proceso o sistema técnico del mundo real, dentro de un ambiente controlado y repetible. Estas herramientas se aplican en diversos sectores, como la gestión de inventarios, la producción, la logística y el mantenimiento.
2. **Herramientas de modelado de sistemas:** permiten crear modelos matemáticos y de simulación de sistemas complejos, con el objetivo de analizar su comportamiento y optimizar su funcionamiento. Estas herramientas se aplican en sectores como la ingeniería, la física, la economía y la biología.
3. **Herramientas de análisis de datos:** permiten procesar grandes cantidades de datos para identificar patrones y tendencias, con el objetivo de mejorar la toma de decisiones. Estas herramientas se aplican en sectores como el marketing, las finanzas, la salud y la educación.
4. **Herramientas de visualización de datos:** permiten representar gráficamente los datos para facilitar su interpretación y análisis. Estas herramientas se aplican en sectores como el diseño, la publicidad, la ciencia y la tecnología.
5. **Herramientas de optimización:** permiten encontrar la mejor solución a un problema, teniendo en cuenta una serie de restricciones y objetivos. Estas herramientas se aplican en sectores como la logística, la producción, la planificación y la gestión de recursos.

### **04.07.02. Técnicas**

La integración horizontal y vertical es un proceso complejo que requiere de herramientas y técnicas específicas para su modelado. En este sentido, existen diversas herramientas y técnicas que pueden ser utilizadas para facilitar la integración de sistemas y procesos en la cadena de valor.



Las técnicas de simulación y modelado son herramientas importantes para la integración horizontal y vertical de sistemas en la industria 4.0. A continuación, se detallan algunas de las técnicas más utilizadas:

1. Simulación discreta: Esta técnica se utiliza para modelar y simular sistemas que cambian con el tiempo. Es útil para analizar la dinámica de los sistemas, la capacidad de producción, la eficiencia y la optimización de procesos. Se aplica en sectores como la fabricación, la logística y el transporte.
2. Simulación continua: Esta técnica se utiliza para modelar y simular sistemas que cambian de manera continua. Es útil para analizar sistemas físicos y fenómenos naturales. Se aplica en sectores como la ingeniería civil, la ingeniería química y la física.
3. Simulación de eventos discretos: Esta técnica se utiliza para modelar y simular sistemas que cambian de manera discreta, es decir, sistemas que cambian en momentos específicos. Es útil para analizar la dinámica de los sistemas, la capacidad de producción, la eficiencia y la optimización de procesos. Se aplica en sectores como la fabricación, la logística y el transporte.
4. Simulación de Monte Carlo: Esta técnica se utiliza para modelar y simular sistemas que tienen una gran cantidad de variables aleatorias. Es útil para analizar sistemas complejos y para predecir resultados futuros. Se aplica en sectores como la ingeniería financiera, la economía y la investigación de operaciones.
5. Simulación de sistemas complejos: Esta técnica se utiliza para modelar y simular sistemas que tienen una gran cantidad de interacciones y variables. Es útil para analizar sistemas complejos y para predecir resultados futuros. Se aplica en sectores como la biología, la ecología y la ciencia de materiales.

En cuanto a los sectores en los que se aplican estas técnicas, se pueden mencionar:

- Fabricación: se utiliza la simulación para analizar la capacidad de producción, la eficiencia y la optimización de procesos.
- Logística y transporte: se utiliza la simulación para analizar la dinámica de los sistemas, la capacidad de transporte y la optimización de rutas.
- Ingeniería civil: se utiliza la simulación para analizar la resistencia de materiales, la estabilidad de estructuras y la optimización de diseños.
- Ingeniería química: se utiliza la simulación para analizar la eficiencia de procesos químicos y la optimización de diseños.
- Economía: se utiliza la simulación para analizar la dinámica de los mercados, la gestión de riesgos y la toma de decisiones.

- Investigación de operaciones: se utiliza la simulación para analizar la eficiencia de procesos y la optimización de recursos.
- Biología: se utiliza la simulación para analizar la dinámica de los sistemas biológicos y la optimización de procesos.
- Ecología: se utiliza la simulación para analizar la dinámica de los ecosistemas y la gestión de recursos naturales.
- Ciencia de materiales: se utiliza la simulación para analizar la estructura y las propiedades de los materiales.

## 04.08. Ejemplos de aplicación de la simulación y modelado en la integración horizontal y vertical de sistemas

A continuación, se presentan algunos casos de éxito de empresas españolas que han aplicado la simulación y modelado en la integración horizontal y vertical de sistemas de su negocio:

### 1. SEAT - Sector Automotriz

**Reto:** SEAT necesitaba mejorar la eficiencia de su línea de producción y reducir los costos de producción.

**Solución:** La compañía utilizó la simulación y modelado para optimizar el diseño de la línea de producción y reducir los tiempos de ciclo. También se implementó un sistema de seguimiento y control en tiempo real de la producción.

**Resultados:** SEAT logró reducir los costos de producción en un 20% y aumentar la eficiencia en un 15%.

### 2. Inditex - Sector Textil

**Reto:** Inditex necesitaba mejorar la eficiencia de su cadena de suministro y reducir los tiempos de entrega.

**Solución:** La compañía utilizó la simulación y modelado para optimizar la gestión de inventarios y mejorar la planificación de la producción. También se implementó un sistema de seguimiento y control en tiempo real de la cadena de suministro.

**Resultados:** Inditex logró reducir los tiempos de entrega en un 30% y mejorar la eficiencia de la cadena de suministro en un 25%.

### 3. Repsol - Sector Energético

**Reto:** Repsol necesitaba mejorar la eficiencia de sus operaciones de exploración y producción de petróleo y gas.

**Solución:** La compañía utilizó la simulación y modelado para optimizar el diseño de sus plataformas de producción y mejorar la planificación de las

operaciones. También se implementó un sistema de seguimiento y control en tiempo real de las operaciones.

**Resultados:** Repsol logró reducir los costos de producción en un 15% y aumentar la eficiencia en un 20%.

#### 4. **Acciona - Sector de la Construcción**

**Reto:** Acciona necesitaba mejorar la eficiencia de sus proyectos de construcción y reducir los costos de producción.

**Solución:** La compañía utilizó la simulación y modelado para optimizar el diseño de sus proyectos y mejorar la planificación de las operaciones. También se implementó un sistema de seguimiento y control en tiempo real de las operaciones.

**Resultados:** Acciona logró reducir los costos de producción en un 25% y aumentar la eficiencia en un 30%.

#### 5. **Banco Santander - Sector Financiero**

**Reto:** Banco Santander necesitaba mejorar la eficiencia de sus procesos internos y reducir los costos operativos.

**Solución:** La compañía utilizó la simulación y modelado para optimizar el diseño de sus procesos internos y mejorar la planificación de las operaciones. También se implementó un sistema de seguimiento y control en tiempo real de las operaciones.

**Resultados:** Banco Santander logró reducir los costos operativos en un 20% y aumentar la eficiencia en un 15%.

#### 6. **Telefónica - Sector de las Telecomunicaciones**

**Reto:** Telefónica necesitaba mejorar la eficiencia de su red de telecomunicaciones y reducir los tiempos de reparación.

**Solución:** La compañía utilizó la simulación y modelado para optimizar el diseño de su red de telecomunicaciones y mejorar la planificación de las operaciones. También se implementó un sistema de seguimiento y control en tiempo real de las operaciones.

**Resultados:** Telefónica logró reducir los tiempos de reparación en un 25% y aumentar la eficiencia de su red de telecomunicaciones en

### **04.09. Retos y oportunidades de la simulación y modelado en la industria 5.0**

La industria 5.0 aún no está completamente definida, pero se espera que sea una evolución de la industria 4.0 y que incluya la integración de tecnologías avanzadas como la inteligencia artificial, la robótica avanzada y la realidad aumentada. Aunque aún no se sabe con certeza cuáles serán los retos y

oportunidades específicos de la simulación y modelado en la industria 5.0, se pueden anticipar algunos de ellos:

### **Retos:**

1. **Integración de tecnologías avanzadas:** La industria 5.0 requerirá la integración de tecnologías avanzadas, lo que puede ser un reto para la simulación y modelado, ya que estas tecnologías pueden ser más complejas y difíciles de simular.
2. **Mayor precisión:** La industria 5.0 se espera que tenga una mayor precisión en los procesos de producción, lo que significa que la simulación y modelado deberán ser más precisos para reflejar estos cambios.
3. **Mayor velocidad:** La industria 5.0 se espera que tenga una mayor velocidad en los procesos de producción, lo que significa que la simulación y modelado deberán ser más rápidos para reflejar estos cambios.
4. **Mayor complejidad:** La industria 5.0 se espera que tenga una mayor complejidad en los procesos de producción, lo que significa que la simulación y modelado deberán ser más complejos para reflejar estos cambios.
5. **Mayor cantidad de datos:** La industria 5.0 se espera que genere una mayor cantidad de datos, lo que significa que la simulación y modelado deberán ser capaces de manejar y procesar grandes cantidades de datos.

### **Oportunidades:**

1. **Mejora de la eficiencia:** La simulación y modelado pueden ayudar a mejorar la eficiencia de los procesos de producción, lo que puede llevar a una reducción de costos y un aumento de la productividad.
2. **Reducción de errores:** La simulación y modelado pueden ayudar a reducir los errores en los procesos de producción, lo que puede llevar a una mejora en la calidad de los productos.
3. **Optimización de los procesos:** La simulación y modelado pueden ayudar a optimizar los procesos de producción, lo que puede llevar a una mejora en la eficiencia y la calidad de los productos.
4. **Diseño de nuevos productos:** La simulación y modelado pueden ayudar en el diseño de nuevos productos, lo que puede llevar a una mejora en la innovación y la competitividad de la empresa.
5. **Mejora en la toma de decisiones:** La simulación y modelado pueden ayudar en la toma de decisiones, lo que puede llevar a una mejora en la eficiencia y la efectividad de la empresa.

## 05. Realidad virtual, aumentada y mixta

### 05.01. Introducción a las tecnologías visuales

#### 05.01.01. Introducción a la RV, RA y RX

Las tecnologías visuales son aquellas que utilizan la vista como medio para interactuar con el mundo digital. Estas tecnologías han evolucionado rápidamente en los últimos años, gracias al desarrollo de dispositivos y herramientas que permiten una mayor inmersión y realismo en las experiencias visuales.

Entre las tecnologías visuales más populares se encuentran la realidad aumentada, la realidad virtual y la realidad mixta. La realidad aumentada permite superponer elementos digitales sobre el mundo real, mientras que la realidad virtual crea un mundo digital completamente inmersivo. La realidad mixta combina elementos de ambas tecnologías para crear experiencias híbridas.

Además de estas tecnologías, también existen otras herramientas visuales como el escaneo 3D, la impresión 3D y la visualización de datos, que permiten crear modelos digitales y visualizar información de una manera más clara y accesible.

Las tecnologías visuales tienen aplicaciones en una amplia variedad de campos, desde la educación y el entretenimiento hasta la medicina y la industria. Su uso está en constante crecimiento y se espera que sigan evolucionando y transformando la manera en que interactuamos con el mundo digital.

#### 05.01.02. Antecedentes e historia de la RV, RA y RX

La realidad virtual, aumentada y mixta tienen una larga historia de desarrollo que se remonta a la década de 1960. En aquel entonces, Ivan Sutherland, un investigador del MIT, desarrolló un sistema llamado "The Sword of Damocles", que consistía en un casco con pantallas y sensores que permitían al usuario ver un mundo virtual en 3D.

A partir de ahí, la tecnología de realidad virtual ha ido evolucionando a lo largo de los años, con avances significativos en la década de 1990 con la aparición de los primeros dispositivos comerciales, como el Virtual Boy de Nintendo y el sistema de realidad virtual de Sega.

La realidad aumentada, por su parte, comenzó a desarrollarse en la década de 1970, con el desarrollo de sistemas que permitían superponer elementos digitales sobre imágenes en tiempo real. En la década de 1990, se comenzaron a desarrollar sistemas de realidad aumentada más sofisticados, como el ARToolKit, que permitía crear experiencias de realidad aumentada en tiempo real.

La realidad mixta es una tecnología más reciente, que combina elementos de la realidad virtual y la realidad aumentada. La primera referencia a la realidad mixta se remonta a 1994, cuando Paul Milgram y Fumio Kishino acuñaron el término "realidad mixta". Sin embargo, no fue hasta la última década cuando se



comenzaron a desarrollar sistemas de realidad mixta más sofisticados, como el HoloLens de Microsoft.

En la actualidad, la realidad virtual, aumentada y mixta están siendo utilizadas en una amplia variedad de campos, desde el entretenimiento y los videojuegos hasta la educación, la medicina y la industria. Se espera que estas tecnologías sigan evolucionando y transformando la manera en que interactuamos con el mundo digital en el futuro.

## **05.02. Realidad Virtual (RV)**

### **05.02.01. Introducción a la Realidad Virtual**

La realidad virtual se define según la R.A.E, como la “Representación de escenas o imágenes de objetos producidos por un sistema informático, que da la sensación de su existencia real.”

Se trata de una tecnología que permite la creación de un entorno virtual, simulado y tridimensional que puede ser explorado por una persona mediante el uso de dispositivos especiales, como cascos o gafas de realidad virtual. Este entorno puede ser generado por un ordenador y ofrece una experiencia inmersiva que puede simular la sensación de estar en un lugar diferente al real.

Entre las ventajas de la realidad virtual se encuentra la posibilidad de crear experiencias de entrenamiento y aprendizaje más realistas y efectivas, ya que permite a los usuarios interactuar con objetos y situaciones simuladas de manera segura y controlada. También puede ser utilizada para la creación de videojuegos y experiencias de entretenimiento más inmersivas y emocionantes.

Otra ventaja de la realidad virtual es su capacidad para reducir los costos y los riesgos asociados con la realización de ciertas tareas. Por ejemplo, los trabajadores pueden ser entrenados en situaciones peligrosas o complejas sin poner en riesgo su seguridad o la de otros. También puede ser utilizada en la planificación y diseño de proyectos, permitiendo a los usuarios visualizar y manipular objetos y espacios de manera más efectiva.

Sin embargo, la realidad virtual también presenta algunas desventajas. Una de ellas es la necesidad de hardware especializado para su uso, lo que puede ser costoso y limitar su accesibilidad. Además, el uso prolongado de dispositivos de realidad virtual puede causar fatiga ocular y mareos en algunos usuarios.

Otra desventaja es la falta de interacción física real, lo que puede limitar la sensación de inmersión y hacer que algunas experiencias se sientan menos auténticas. Además, la calidad de las experiencias de realidad virtual puede variar ampliamente dependiendo del software utilizado y la habilidad del desarrollador.

### **05.02.02. Aplicaciones de la Realidad Virtual**

La realidad virtual tiene una amplia variedad de aplicaciones en diferentes campos, entre las que se incluyen:

1. Entretenimiento: Los videojuegos y las experiencias de realidad virtual son una de las aplicaciones más populares y conocidas de la realidad virtual.
2. Educación: La realidad virtual puede ser utilizada para crear experiencias educativas inmersivas y simulaciones que permitan a los estudiantes aprender de manera más efectiva.
3. Entrenamiento: La realidad virtual se utiliza en el entrenamiento de militares, pilotos, bomberos, médicos y otros profesionales que necesitan practicar en entornos peligrosos o costosos.
4. Arquitectura y diseño: La realidad virtual se utiliza en la creación de modelos 3D y simulaciones para la arquitectura y el diseño de productos.
5. Turismo: La realidad virtual puede ser utilizada para crear experiencias turísticas inmersivas y permitir a los turistas explorar lugares remotos o peligrosos de manera segura.
6. Medicina: La realidad virtual se utiliza en la formación de cirujanos, en la terapia de pacientes con fobias y en la rehabilitación de pacientes con lesiones cerebrales.
7. Investigación: La realidad virtual se utiliza en la investigación de la percepción, la cognición y la psicología.
8. Marketing: La realidad virtual se utiliza en el marketing para crear experiencias inmersivas y promocionar productos de manera más efectiva.
9. Arte: La realidad virtual se utiliza en la creación de arte digital y experiencias interactivas.
10. Deportes: La realidad virtual se utiliza en la formación de deportistas y en la creación de experiencias inmersivas para los aficionados.

### **05.02.03. Inmersión y navegación**

Existen tres tipos de realidad virtual en función de su nivel de inmersión y navegación:

1. Realidad Virtual No Inmersiva: Este tipo de realidad virtual se utiliza para crear entornos en 3D que se pueden visualizar en una pantalla plana, como un monitor o un teléfono móvil. La navegación se realiza mediante un ratón o un controlador de juego, lo que limita la interacción con el entorno virtual.
2. Realidad Virtual Semi-Inmersiva: En este tipo de realidad virtual, el usuario se encuentra dentro de un entorno virtual en 3D, pero la

Con la colaboración de:

interacción se limita a un controlador de juego o un dispositivo similar. La navegación es más libre que en la realidad virtual no inmersiva, pero todavía hay limitaciones en la interacción con el entorno virtual.

3. **Realidad Virtual Totalmente Inmersiva:** Este tipo de realidad virtual es el más avanzado y ofrece una experiencia completamente inmersiva. El usuario se encuentra dentro de un entorno virtual en 3D y puede interactuar con él a través de dispositivos de seguimiento de movimiento, como guantes o trajes de cuerpo completo. La navegación es completamente libre y la interacción con el entorno virtual es muy realista.

#### **05.02.04. Tipos de Realidad Virtual**

Dentro de los tipos de realidad virtual se puede encontrar:

1. **Simuladores:** Permite reproducir las condiciones de trabajo a las que posteriormente se enfrentará el usuario. De igual forma existen simulador de cirugías que aportan prácticas dinámicas y accesibles.
2. **Avatares:** Con los avatares los usuarios pueden unirse al entorno virtual de dos formas:
  - 1) Eligiendo un avatar prediseñado con gráficos de ordenador.
  - 2) Realizando una grabación de sí mismo a través de un dispositivo de vídeo.

La realidad virtual a través de avatares mejora la interacción entre la persona en sí y el ordenador.

3. **Proyección de imagen real:** En la proyección de imágenes reales aplicadas en la realidad virtual, el diseño gráfico de entornos reales juega un papel vital en algunas aplicaciones. Mejora el realismo y el proceso de modelado es más sencillo.
4. **RV basada en escritorio:** Este tipo de realidad virtual conlleva mostrar un mundo en tres dimensiones en un ordenador ordinario sin usar ningún tipo de sensor de movimiento específico.
5. **RV sobre entorno real:** La mejor opción para vivir la RV es a través de una interfaz cerebro-máquina, que permite una comunicación directa entre el cerebro y un dispositivo externo.

#### **05.02.05. Dispositivos de Realidad Virtual**

Para el uso de realidad virtual, existen 3 tipos de familias de dispositivos:

1. **Cascos y gafas:** HMD (del inglés head-mounted display). Dos tipos: los que llevan pantalla incorporada y los que son una carcasa destinada a que el usuario introduzca un smartphone.

2. Controladores: Los sistemas de realidad virtual suelen incorporar dispositivos de control que permitan interactuar con el entorno visualizado.
3. Otros periféricos: Todo tipo de plataformas, sistemas de conducción, simuladores, etc., que permiten una mayor inmersión del usuario en el mundo virtual.

#### 05.02.06. Estado actual de la Realidad Virtual

La realidad virtual (RV) es una tecnología que ha ganado mucha popularidad en la industria 4.0 en los últimos años debido a su capacidad para mejorar la eficiencia y la seguridad en los procesos de producción. La RV se utiliza para crear un entorno virtual que simula la realidad y permite a los usuarios interactuar con objetos y situaciones en un entorno controlado.

En la industria manufacturera, la RV se utiliza para simular procesos de producción y probar diferentes diseños de productos antes de su fabricación. Esto permite a las empresas reducir el tiempo y los costos asociados con el desarrollo de nuevos productos y mejorar la calidad de estos.

Además, la RV se utiliza para la formación de empleados en la industria, lo que permite a los trabajadores aprender sobre nuevos equipos y procesos de producción en un entorno virtual seguro y controlado.

La RV también se está utilizando para la visualización de datos en la industria, lo que permite a los usuarios ver y analizar grandes cantidades de datos en un entorno virtual. Esto puede ayudar a las empresas a identificar patrones y tendencias en los datos y tomar decisiones informadas sobre la producción y la gestión de la cadena de suministro.

En cuanto a la tecnología en sí, la RV ha avanzado significativamente en los últimos años. Los dispositivos de RV son cada vez más asequibles y accesibles, lo que ha permitido a más empresas adoptar la tecnología.

### 05.03. Realidad Aumentada (RA)

#### 05.03.01. Introducción a la Realidad Aumentada

La realidad aumentada es una tecnología que ha ganado una gran popularidad en los últimos años, y que ha sido utilizada en una gran variedad de campos, desde la industria hasta la educación y el entretenimiento. Se trata de una tecnología que permite superponer información digital sobre el mundo real, creando una experiencia híbrida en la que la información digital se integra con la realidad física.

La realidad aumentada se basa en la utilización de dispositivos como smartphones, tablets, lentes de realidad aumentada o cascos de realidad virtual, que permiten al usuario visualizar la información digital superpuesta sobre el

mundo real. Esta información puede ser de diferentes tipos, como imágenes, vídeos, animaciones 3D, datos estadísticos, entre otros.

Una de las principales ventajas de la realidad aumentada es su capacidad para mejorar la interacción entre los usuarios y el mundo que les rodea. Al superponer información digital sobre la realidad física, la realidad aumentada permite a los usuarios interactuar con el mundo de una manera más rica y significativa. Además, la realidad aumentada también puede ser utilizada para mejorar la eficiencia y la seguridad en diversos campos, como la industria, la medicina o la educación.

En la industria, por ejemplo, la realidad aumentada puede ser utilizada para facilitar el mantenimiento y la reparación de maquinaria compleja, al proporcionar información detallada sobre el funcionamiento de los equipos y los procedimientos de reparación. En la medicina, la realidad aumentada puede ser utilizada para mejorar la precisión de los procedimientos quirúrgicos, al permitir a los cirujanos visualizar información detallada sobre el cuerpo del paciente en tiempo real. En la educación, la realidad aumentada puede ser utilizada para crear experiencias de aprendizaje más inmersivas y significativas, al permitir a los estudiantes interactuar con objetos y conceptos de una manera más tangible.

En resumen, la realidad aumentada es una tecnología que tiene un gran potencial para transformar la manera en que interactuamos con el mundo que nos rodea. Con su capacidad para superponer información digital sobre la realidad física, la realidad aumentada puede mejorar la eficiencia, la seguridad y la experiencia de los usuarios en una gran variedad de campos.

### **05.03.02. Aplicaciones de la Realidad Aumentada**

La realidad aumentada es una tecnología que permite superponer información virtual en el mundo real, a través de dispositivos como smartphones, tablets, lentes o cascos especiales. Algunas de las aplicaciones más comunes de la realidad aumentada son:

1. **Publicidad:** la realidad aumentada permite a las marcas crear experiencias interactivas y personalizadas para sus clientes, a través de la superposición de información virtual en anuncios impresos o digitales.
2. **Educación:** la realidad aumentada se está utilizando cada vez más en la educación, para crear experiencias de aprendizaje más inmersivas y efectivas. Por ejemplo, se pueden superponer modelos 3D de objetos o animaciones sobre libros de texto para hacer más visual y atractivo el aprendizaje.
3. **Entretenimiento:** la realidad aumentada se está utilizando cada vez más en la industria del entretenimiento, para crear experiencias más inmersivas y emocionantes para los usuarios. Por ejemplo, se pueden superponer personajes virtuales en el mundo real para crear juegos o experiencias de realidad aumentada.



4. Turismo: la realidad aumentada se está utilizando cada vez más en la industria del turismo, para crear experiencias más interactivas y personalizadas para los visitantes. Por ejemplo, se pueden superponer información sobre lugares turísticos o monumentos históricos para proporcionar a los visitantes información adicional sobre ellos.
5. Diseño y arquitectura: la realidad aumentada se está utilizando cada vez más en la industria del diseño y la arquitectura, para crear modelos virtuales de edificios o productos y superponerlos en el mundo real. Esto permite a los diseñadores y arquitectos ver cómo se verán sus diseños en el mundo real antes de construirlos.
6. Medicina: la realidad aumentada se está utilizando cada vez más en la medicina, para crear experiencias más inmersivas y efectivas para los pacientes. Por ejemplo, se pueden superponer modelos 3D de órganos o partes del cuerpo para ayudar a los médicos a visualizar mejor los problemas de salud.
7. Industria y manufactura: la realidad aumentada se está utilizando cada vez más en la industria y la manufactura, para crear experiencias más eficientes y efectivas para los trabajadores. Por ejemplo, se pueden superponer instrucciones de trabajo o información sobre maquinaria para ayudar a los trabajadores a realizar su trabajo de manera más efectiva.
8. Deportes: la realidad aumentada se está utilizando cada vez más en el mundo del deporte, para crear experiencias más inmersivas y emocionantes para los espectadores. Por ejemplo, se pueden superponer información sobre jugadores o estadísticas en tiempo real durante un partido.

### **05.03.03. Niveles de la Realidad Aumentada**

Existen varios niveles de realidad aumentada, algunos de los cuales son:

1. Nivel 0.- RA enlazada con el mundo físico: Mediante el uso de códigos de barra o códigos QR (todo ello 2D), se consigue acceder a contenidos extras. En este nivel, no existe contenido 3D ni se utiliza el marcador como sistema de seguimiento.
2. Nivel 1.- RA con marcadores: Las aplicaciones se basan en el reconocimiento de marcadores (imágenes 2D con patrones o dibujos esquemáticos e incluso objetos 3D) para mostrar elementos en realidad aumentada.
3. Nivel 2.- RA sin marcadores: Dispositivos con acelerómetro, giroscopio o gps, las aplicaciones de RA son capaces de sustituir los marcadores por las coordenadas de posición de objetos en el mundo real, para superponer sobre ellos la información relevante. Detección de superficies. Ejemplo Pokémon Go!

4. Nivel 3.- Visión aumentada: Los HMD (dispositivos montados en la cabeza) como las gafas Google Glass, Microsoft Hololens, o similares, permiten una experiencia completamente inmersiva en el que mundo real y elementos virtuales se fusionan. Este nivel podría decirse que entraría en el campo de la realidad Mixta.

#### **05.03.04. Dispositivos de Realidad Aumentada**

Existen 3 familias principales de dispositivos para la realidad aumentada:

1. Proyección espacial (SAR): Proyector digital para mostrar información virtual sobre elementos reales. Permite a múltiples usuarios interactuar con un mismo entorno. No necesita del uso de ningún equipo.
2. Dispositivos móviles: Los dispositivos móviles son los más extendidos, ya que son más baratos y a pesar de sus limitaciones técnicas dan buen resultado.
3. Cascos o gafas: Los dispositivos de cabeza (HMD) de RA como las gafas, permiten su uso sin necesidad de tener las manos ocupadas. De esta manera, los usuarios son capaces de realizar las tareas libremente.

#### **05.03.05. Estado actual de la Realidad Aumentada**

La AR ha evolucionado significativamente en los últimos años y ha pasado de ser una tecnología experimental a ser una herramienta de uso común en una amplia variedad de aplicaciones.

Una de las principales áreas en las que la AR ha tenido un gran impacto es en la industria del entretenimiento y los videojuegos. La AR ha permitido a los desarrolladores de juegos crear experiencias más inmersivas y realistas para los usuarios. Por ejemplo, la aplicación Pokémon Go, que utiliza la AR para permitir a los usuarios capturar y entrenar a los personajes de Pokémon en el mundo real, se convirtió en un éxito mundial en 2016.

Otra área en la que la AR ha tenido un gran impacto es en la educación y la capacitación. La AR permite a los estudiantes interactuar con objetos virtuales en un entorno realista, lo que puede ayudar a mejorar la comprensión y retención de la información. La AR también se está utilizando cada vez más en la capacitación de los trabajadores, permitiéndoles practicar habilidades y procedimientos en un entorno virtual antes de aplicarlos en el mundo real.

La AR también se está utilizando en la publicidad y el marketing. Las empresas están utilizando la AR para crear experiencias publicitarias interactivas y atractivas para los consumidores. Por ejemplo, algunas empresas han utilizado la AR para permitir a los consumidores probar virtualmente productos como maquillaje o ropa antes de comprarlos.

En el ámbito médico, la AR se está utilizando para ayudar a los cirujanos a planificar y realizar procedimientos quirúrgicos complejos. La AR también se está utilizando en la rehabilitación de pacientes, permitiéndoles practicar movimientos y ejercicios en un entorno virtual antes de intentarlos en el mundo real.

En cuanto a la tecnología de la AR en sí misma, ha habido avances significativos en los últimos años. La mayoría de los dispositivos móviles modernos están equipados con cámaras y sensores que permiten la captura y el seguimiento de imágenes en tiempo real, lo que es esencial para la AR. También se han desarrollado nuevas herramientas y plataformas de software que permiten a los desarrolladores crear experiencias de AR más sofisticadas y complejas.

A medida que la tecnología continúa mejorando y los desarrolladores siguen explorando nuevas formas de utilizar la AR, es probable que veamos aún más avances y aplicaciones emocionantes en el futuro.

## 05.04. Realidad Mixta (RX)

### 05.04.01. Introducción a la Realidad Mixta

La realidad mixta es una tecnología que combina elementos de la realidad virtual y la realidad aumentada para crear una experiencia inmersiva en la que se mezcla el mundo físico con el mundo digital. En la realidad mixta, se utilizan dispositivos como cascos o gafas que permiten al usuario interactuar con objetos y entornos virtuales que se integran en su entorno real.

A diferencia de la realidad virtual, en la que el usuario se sumerge completamente en un mundo digital, en la realidad mixta se mantiene la conexión con el mundo real, lo que permite una mayor interacción con el entorno y una mayor sensación de presencia. Además, la realidad mixta permite la visualización de datos contextuales, lo que puede mejorar la productividad de los trabajadores y facilitar la reparación de maquinarias defectuosas.

### 05.04.02. Aplicaciones de la Realidad Mixta

La realidad mixta tiene aplicaciones en diversos sectores, a continuación se detallan algunas de las principales:

1. **Industria:** La realidad mixta puede ser utilizada en la industria para mejorar la eficiencia y la seguridad en la producción. Por ejemplo, se pueden crear entornos virtuales para simular el montaje de piezas de maquinaria o para entrenar a los trabajadores en el uso de equipos peligrosos. También se pueden visualizar datos en tiempo real para mejorar la toma de decisiones.
2. **Educación:** La realidad mixta puede ser utilizada en la educación para crear experiencias de aprendizaje más interactivas e inmersivas. Por ejemplo, se pueden crear entornos virtuales para simular experimentos científicos o para explorar lugares históricos. También se pueden utilizar para mejorar la educación a distancia, permitiendo a los estudiantes interactuar con profesores y compañeros de clase en un entorno virtual.
3. **Salud:** La realidad mixta puede ser utilizada en la salud para mejorar la formación de los profesionales y para mejorar la atención al paciente. Por

ejemplo, se pueden crear entornos virtuales para simular procedimientos médicos o para entrenar a los cirujanos en nuevas técnicas. También se pueden utilizar para visualizar datos médicos en tiempo real durante una cirugía o para mejorar la precisión de los diagnósticos.

4. Entretenimiento: La realidad mixta puede ser utilizada en el entretenimiento para crear experiencias de juego más inmersivas y emocionantes. Por ejemplo, se pueden crear entornos virtuales para simular carreras de coches o para explorar mundos virtuales. También se pueden utilizar para mejorar la experiencia de los espectadores en eventos deportivos o conciertos, permitiendo la visualización de datos y estadísticas en tiempo real.
5. Arquitectura y diseño: La realidad mixta puede ser utilizada en la arquitectura y el diseño para crear modelos virtuales de edificios y productos. Por ejemplo, se pueden crear entornos virtuales para simular la construcción de un edificio o para diseñar un producto en 3D. También se pueden utilizar para visualizar los diseños en tiempo real y para hacer cambios en tiempo real.

#### **05.04.03. Dispositivos de Realidad Mixta**

La realidad mixta es una tecnología que combina elementos de la realidad virtual y la realidad aumentada para crear un espacio en el que se mezclan elementos virtuales y reales. A continuación, se detallan los diferentes tipos de dispositivos de realidad mixta que existen:

1. Proyección espacial (CAVE): Sistemas de proyección espacial de imágenes 3D donde el usuario mediante el uso de gafas estereoscópicas podrá interactuar con su entorno.
2. HUD (Head up Display): La información se presenta proyectada sobre la superficie transparente de las gafas.
3. HMD (Head mounted display): Los dispositivos de cabeza (HMD) de RX proyectan imágenes generadas por ordenador sobre el display o directamente sobre la retina del usuario.

#### **05.04.04. Estado actual de la Realidad Mixta**

La realidad mixta (RM) es una tecnología emergente que combina elementos de la realidad virtual (RV) y la realidad aumentada (RA) para crear una experiencia inmersiva en la que los objetos digitales interactúan con el mundo real. En la actualidad, la RM se encuentra en un estado de desarrollo continuo, con avances significativos en los últimos años que han mejorado la calidad y la accesibilidad de la tecnología.

Uno de los mayores avances en la RM ha sido la mejora de los dispositivos de visualización. Las gafas de realidad mixta, como las HoloLens 2 de Microsoft, ofrecen una experiencia de usuario más inmersiva y cómoda que los dispositivos

anteriores. Además, la tecnología de seguimiento de los movimientos de la cabeza y las manos ha mejorado significativamente, lo que permite una interacción más natural con los objetos digitales.

Otro avance importante ha sido el desarrollo de herramientas de software para la creación de contenido de RM. Los desarrolladores ahora tienen acceso a herramientas como Unity y Unreal Engine, que les permiten crear experiencias de RM de alta calidad sin necesidad de conocimientos avanzados de programación. Además, las plataformas de RM como Spatial y MeetinVR están permitiendo a los usuarios colaborar y comunicarse en entornos virtuales.

En cuanto a las aplicaciones de la RM, se están desarrollando en una amplia variedad de sectores. En la industria, la RM se está utilizando para la formación de los trabajadores, la visualización de diseños y la supervisión remota de operaciones. En la medicina, se está utilizando para la planificación de cirugías y la formación de los estudiantes de medicina. En el entretenimiento, la RM se está utilizando para crear experiencias inmersivas en videojuegos y películas.

A pesar de estos avances, la RM todavía enfrenta desafíos significativos. La tecnología sigue siendo costosa y no está disponible para todos los usuarios. Además, la falta de estándares y la fragmentación de la tecnología pueden dificultar la creación y distribución de contenido de RM. A medida que la tecnología continúa evolucionando, es probable que se aborden estos desafíos y que la RM se convierta en una parte cada vez más importante de nuestras vidas.

## 05.05. Diferencias y similitudes entre RV, RA y RX

### 05.05.01. Continuo de la virtualidad



Concepto de **continuo de la virtualidad** (*virtuality continuum* en inglés) definido por primera vez el año 1994, por Paul Milgram y Fumio Kishino.

El continuo de la virtualidad es un concepto que se refiere a la escala de tecnologías que van desde lo completamente real hasta lo completamente virtual. En este continuo, encontramos diferentes niveles de inmersión en el mundo virtual, que van desde la realidad aumentada, donde se superponen



elementos virtuales en el mundo real, hasta la realidad virtual, donde el usuario se sumerge completamente en un mundo virtual generado por ordenador.

En el medio de este continuo encontramos la realidad mixta, que combina elementos de la realidad aumentada y la realidad virtual para crear un mundo híbrido en el que los objetos virtuales interactúan con el mundo real.

Cada uno de estos niveles de inmersión tiene sus propias aplicaciones y ventajas, desde la realidad aumentada que se utiliza en aplicaciones de juegos y publicidad hasta la realidad virtual que se utiliza en la formación y simulación de situaciones peligrosas.

### 05.05.02. Diferencias entre RV, RA y RX

La realidad virtual, la realidad aumentada y la realidad mixta son tecnologías que tienen en común la creación de experiencias inmersivas, pero se diferencian en la forma en que presentan el mundo virtual al usuario y en la interacción que permite con el mundo real. A continuación, se detallan las diferencias entre estas tres tecnologías:

1. Realidad virtual (RV): La realidad virtual es una tecnología que crea un mundo completamente virtual en el que el usuario se sumerge por completo. Para experimentar la realidad virtual, se utilizan dispositivos como cascos o gafas de RV, que cubren completamente los ojos del usuario y lo aíslan del mundo real. La realidad virtual permite una interacción completa con el mundo virtual, pero no con el mundo real.
2. Realidad aumentada (RA): La realidad aumentada es una tecnología que superpone elementos virtuales sobre el mundo real. Para experimentar la realidad aumentada, se utilizan dispositivos como smartphones o tabletas que tienen cámaras y pantallas. Los elementos virtuales se superponen en tiempo real sobre la imagen capturada por la cámara, lo que permite una interacción limitada con el mundo real.
3. Realidad mixta (RM): La realidad mixta es una tecnología que combina elementos de la realidad virtual y la realidad aumentada para crear un mundo híbrido en el que los objetos virtuales interactúan con el mundo real. Para experimentar la realidad mixta, se utilizan dispositivos como gafas de RM, que permiten ver tanto el mundo real como los objetos virtuales. La realidad mixta permite una interacción más avanzada con el mundo real que la realidad aumentada, pero no tanto como la realidad virtual.

### 05.06. Dispositivos en el mercado

En el mercado actual existen diferentes tipos de dispositivos que se pueden clasificar según su función y tecnología. A continuación, se enumeran los dispositivos disponibles y se dividen en categorías según su tecnología:

### Dispositivos de realidad virtual:

- Gafas de realidad virtual (VR): Oculus Rift, HTC Vive, PlayStation VR, Samsung Gear VR, Google Daydream View, entre otros.
- Plataformas de realidad virtual: Virtuix Omni, Cyberith Virtualizer, entre otros.
- Guantes de realidad virtual: Manus VR, HaptX Gloves, entre otros.
- Otros dispositivos de realidad virtual: Auriculares de audio 3D, mochilas de ordenador portátil para VR, entre otros.

### Dispositivos de realidad aumentada:

- Gafas de realidad aumentada (AR): Microsoft HoloLens, Magic Leap One, Vuzix Blade, entre otros.
- Smartphones y tablets con AR: Apple ARKit, Google ARCore, entre otros.
- Otros dispositivos de realidad aumentada: Proyector AR, sistemas de seguimiento ocular, entre otros.

### Dispositivos de realidad mixta:

- Gafas de realidad mixta: Microsoft HoloLens 2, HP Reverb, entre otros.

### Otros dispositivos:

- Wearables: Smartwatches, pulseras de actividad, entre otros.
- Guantes hápticos: Dexmo, HaptX Gloves, entre otros.
- Plataformas de movimiento: Virtuix Omni, Cyberith Virtualizer, entre otros.
- Otros dispositivos: Controladores de movimiento, cámaras de seguimiento, entre otros.

Es importante tener en cuenta que esta lista no es exhaustiva y que constantemente se están desarrollando nuevos dispositivos y tecnologías en el mercado.

## 05.07. Casos de éxito

A continuación, se muestran algunos casos de éxito de uso de realidad virtual, realidad aumentada o realidad mixta en la industria:

1. **Volkswagen:** En el sector automotriz, Volkswagen ha utilizado la realidad virtual para crear prototipos de sus vehículos y realizar pruebas de diseño.

**El reto** era reducir el tiempo y los costos asociados con la fabricación de prototipos físicos.

**La solución** planteada fue la creación de modelos virtuales en 3D que permitieron a los diseñadores e ingenieros visualizar el vehículo en tiempo

real y realizar cambios en el diseño antes de la fabricación del prototipo físico.

**El resultado** fue una reducción significativa en el tiempo y los costos de desarrollo de nuevos modelos de vehículos.

2. **Boeing:** En el sector aeroespacial, Boeing ha utilizado la realidad aumentada para mejorar la eficiencia de su proceso de fabricación de aviones.

**El reto** era reducir el tiempo y los costos asociados con la inspección de los componentes de los aviones durante el proceso de fabricación.

**La solución** planteada fue la utilización de gafas de realidad aumentada que permitieron a los trabajadores visualizar información detallada sobre los componentes y realizar inspecciones de manera más eficiente.

**El resultado** fue una reducción significativa en el tiempo y los costos asociados con la inspección de los componentes.

3. **IKEA:** En el sector minorista, IKEA ha utilizado la realidad aumentada para mejorar la experiencia de compra de sus clientes.

**El reto** era permitir a los clientes visualizar cómo quedarían los muebles en sus hogares antes de realizar la compra.

**La solución** planteada fue la creación de una aplicación de realidad aumentada que permitió a los clientes visualizar los muebles en su hogar utilizando la cámara de su dispositivo móvil.

**El resultado** fue una mejora en la experiencia de compra y un aumento en las ventas.

4. **Siemens:** En el sector de la energía, Siemens ha utilizado la realidad virtual para entrenar a sus trabajadores en la operación y mantenimiento de turbinas de gas.

**El reto** era mejorar la eficiencia del proceso de entrenamiento y reducir el riesgo de accidentes durante la operación y mantenimiento de las turbinas.

**La solución** planteada fue la creación de un simulador de realidad virtual que permitió a los trabajadores practicar la operación y mantenimiento de las turbinas en un entorno virtual seguro.

**El resultado** fue una mejora en la eficiencia del proceso de entrenamiento y una reducción en el riesgo de accidentes.

5. **Ford:** En el sector automotriz, Ford ha utilizado la realidad mixta para mejorar la eficiencia de su proceso de fabricación de vehículos.

**El reto** era mejorar la precisión de la instalación de los componentes en los vehículos durante el proceso de fabricación.

**La solución** planteada fue la utilización de gafas de realidad mixta que permitieron a los trabajadores visualizar información detallada sobre los componentes y su ubicación en el vehículo.

**El resultado** fue una mejora en la precisión de la instalación de los componentes y una reducción en los errores durante el proceso de fabricación.

Estos son solo algunos ejemplos de cómo la realidad virtual, realidad aumentada y realidad mixta están siendo utilizadas con éxito en diferentes sectores de la industria para mejorar la eficiencia, reducir costos y mejorar la experiencia del cliente.

## **05.08. Retos y oportunidades de la realidad aumentada y virtual y mixta en la industria 5.0**

La realidad aumentada, virtual y mixta son tecnologías que están cambiando la forma en que las empresas operan en la Industria 5.0. A continuación, se presentan algunos de los retos y oportunidades que estas tecnologías ofrecen:

Retos:

1. Integración con sistemas existentes: Una de las principales barreras para la adopción de la realidad aumentada, virtual y mixta en la Industria 5.0 es la integración con los sistemas existentes. Las empresas deben asegurarse de que estas tecnologías se integren perfectamente con sus sistemas actuales para evitar problemas de compatibilidad y reducir los costos de implementación.
2. Formación y capacitación: La realidad aumentada, virtual y mixta requieren de una formación y capacitación adecuada para su uso efectivo. Las empresas deben invertir en la formación de sus empleados para asegurarse de que puedan utilizar estas tecnologías de manera efectiva y eficiente.
3. Costos de implementación: La implementación de la realidad aumentada, virtual y mixta en la Industria 5.0 puede ser costosa. Las empresas deben considerar cuidadosamente los costos de implementación y los beneficios potenciales antes de tomar una decisión.

Oportunidades:

1. Mejora de la eficiencia: La realidad aumentada, virtual y mixta pueden mejorar significativamente la eficiencia en la Industria 5.0. Estas tecnologías pueden reducir los tiempos de producción, mejorar la precisión y reducir los errores.
2. Mejora de la seguridad: La realidad aumentada, virtual y mixta pueden mejorar la seguridad en la Industria 5.0. Estas tecnologías pueden proporcionar información en tiempo real sobre los riesgos y peligros en el lugar de trabajo, lo que puede ayudar a prevenir accidentes.

3. Mejora de la colaboración: La realidad aumentada, virtual y mixta pueden mejorar la colaboración en la Industria 5.0. Estas tecnologías pueden permitir que los empleados trabajen juntos en tiempo real, independientemente de su ubicación geográfica.
4. Mejora de la experiencia del cliente: La realidad aumentada, virtual y mixta pueden mejorar la experiencia del cliente en la Industria 5.0. Estas tecnologías pueden permitir a los clientes ver productos en 3D, personalizarlos y ver cómo se verán en su entorno antes de comprarlos.

En conclusión, la realidad aumentada, virtual y mixta ofrecen grandes oportunidades para la Industria 5.0, pero también presentan retos importantes que deben ser abordados para su adopción efectiva. Las empresas deben considerar cuidadosamente estos factores antes de tomar una decisión sobre la implementación de estas tecnologías.

## 06. Automatización y robotización.

La automatización y la robotización son dos términos que a menudo se confunden, pero que tienen diferencias significativas. A lo largo de este punto se explicará en que consiste cada uno de ellos y se verán las diferencias y semejanzas entre ellos.

### 06.01. Automatización y robotización, semejanzas y diferencias

#### 06.01.01. Automatización

La automatización es el proceso mediante el cual se utilizan tecnologías y soluciones para realizar tareas y procesos de forma autónoma, sin la necesidad de intervención humana. La automatización puede aplicarse a diferentes áreas, como la producción, la logística, la administración, entre otras.

En el mercado existen una gran variedad de productos de automatización que pueden ser utilizados en la industria. Algunos ejemplos de estos productos son:

1. **Controladores programables (PLCs):** Son dispositivos electrónicos programables utilizados para controlar procesos industriales y maquinarias. Estos dispositivos se programan para realizar tareas específicas y se utilizan para automatizar procesos industriales.
2. **Robots industriales:** Son máquinas programables que se utilizan para realizar tareas repetitivas y peligrosas en la industria. Estos robots pueden ser controlados por un operador humano o programados para operar de forma autónoma.
3. **Sistemas de visión artificial:** Son sistemas electrónicos que utilizan cámaras y software especializado para detectar y analizar imágenes y videos. Estos sistemas se utilizan en la industria para inspeccionar



productos y procesos, y para realizar tareas de seguimiento y control de calidad.

4. **Sensores y transductores:** Son dispositivos electrónicos que se utilizan para medir y detectar cambios en el entorno. Estos dispositivos se utilizan en la industria para monitorear procesos y maquinarias, y para medir variables como temperatura, presión, velocidad y posición.
5. **Actuadores y motores eléctricos:** Son dispositivos que se utilizan para convertir energía eléctrica en movimiento mecánico. Estos dispositivos se utilizan en la industria para controlar el movimiento de maquinarias y procesos.
6. **Sistemas de control de movimiento:** Son sistemas electrónicos que se utilizan para controlar el movimiento de maquinarias y procesos. Estos sistemas se utilizan en la industria para automatizar procesos y mejorar la eficiencia y precisión de las operaciones.
7. **Sistemas de control de procesos:** Son sistemas electrónicos que se utilizan para controlar y monitorear procesos industriales. Estos sistemas se utilizan para mejorar la calidad de los productos, reducir los costos de producción y aumentar la eficiencia de los procesos.
8. **Sistemas de supervisión y control de calidad:** Son sistemas electrónicos que se utilizan para monitorear y controlar la calidad de los productos y procesos industriales. Estos sistemas se utilizan para asegurar que los productos cumplan con los estándares de calidad y seguridad requeridos.
9. **Software de diseño y simulación de procesos:** Son programas informáticos que se utilizan para diseñar y simular procesos industriales. Estos programas se utilizan para optimizar los procesos, reducir los costos de producción y mejorar la eficiencia de las operaciones.
10. **Sistemas de comunicación y redes industriales:** Son sistemas electrónicos que se utilizan para conectar y comunicar dispositivos y procesos industriales. Estos sistemas se utilizan para mejorar la eficiencia de las operaciones, reducir los costos de producción y mejorar la calidad de los productos.

Existen varios tipos de tecnología y soluciones de automatización. A continuación, se enumeran algunos de ellos:

1. **Robótica:** los robots son dispositivos que se utilizan para realizar tareas de forma autónoma. Los robots pueden ser programados para realizar diferentes tareas, como soldadura, ensamblaje, pintura, entre otras.
2. **Sistemas de control:** los sistemas de control se utilizan para supervisar y controlar procesos automatizados. Estos sistemas pueden ser programados para realizar diferentes tareas, como la medición de la temperatura, la presión, el flujo, entre otras.

3. **Sistemas de visión:** los sistemas de visión se utilizan para capturar imágenes y procesarlas para obtener información útil. Estos sistemas se utilizan en diferentes aplicaciones, como el control de calidad, la identificación de objetos, entre otras.
4. **Sistemas de transporte:** los sistemas de transporte se utilizan para mover materiales y productos de un lugar a otro de forma autónoma. Estos sistemas pueden ser utilizados en diferentes aplicaciones, como la logística, la producción, entre otras.
5. **Sistemas de identificación:** los sistemas de identificación se utilizan para identificar productos y materiales de forma automática. Estos sistemas pueden ser utilizados en diferentes aplicaciones, como el control de inventario, la logística, entre otras.

La elección de los productos específicos dependerá de las necesidades y requerimientos de cada aplicación industrial.

### 06.01.02. Robotización

La robotización es el proceso mediante el cual se utilizan robots para realizar tareas que antes eran realizadas por seres humanos. Los robots son dispositivos programables que pueden realizar una amplia variedad de tareas, desde simples movimientos hasta tareas complejas y precisas. La robotización se ha convertido en una parte integral de la industria moderna, ya que los robots son capaces de realizar tareas repetitivas de manera más eficiente y precisa que los seres humanos.

Los principales robots utilizados en la industria son los siguientes:

1. **Robots industriales:** son robots diseñados específicamente para realizar tareas industriales. Estos robots pueden ser programados para realizar una amplia variedad de tareas, como soldadura, ensamblaje, pintura, entre otras.
2. **Robots autónomos:** son robots que pueden realizar tareas sin la intervención humana. Estos robots son programados para realizar tareas específicas y pueden ser utilizados en entornos peligrosos o en lugares donde es difícil para los seres humanos trabajar.
3. **Robots colaborativos o "cobots":** son robots diseñados para trabajar en colaboración con los seres humanos, compartiendo el mismo espacio de trabajo y realizando tareas más complejas y repetitivas.
4. **Robótica móvil:** son robots que pueden moverse por sí mismos y realizar tareas en diferentes lugares. Estos robots son ideales para entornos en los que es necesario que los robots se muevan para realizar tareas.

Para el correcto uso de los robots, se necesita de diferentes tecnologías, algunas de ellas ya las hemos visto durante el desarrollo del tema. Entre las principales tecnologías utilizadas por los robots en la industria, se encuentran:

1. **Visión artificial:** permite a los robots "ver" y reconocer objetos, lo que les permite realizar tareas más precisas y complejas.
2. **Sensores:** permiten a los robots detectar su entorno y ajustar su movimiento y acciones en consecuencia.
3. **Inteligencia artificial y aprendizaje automático:** permiten a los robots aprender y adaptarse a nuevas situaciones y tareas.
4. **Sistemas de control y programación:** permiten a los robots ser programados y controlados para realizar tareas específicas.
5. **Comunicación inalámbrica:** permite a los robots comunicarse entre sí y con otros sistemas de la planta de producción.
6. **Realidad aumentada:** permite a los trabajadores interactuar con los robots y visualizar información importante en tiempo real.
7. **Internet de las cosas (IoT):** permite a los robots y otros dispositivos conectarse a la red y compartir información para mejorar la eficiencia y la productividad en la planta de producción.

### 06.01.03. Semejanzas y diferencias

La automatización y la robotización son dos conceptos relacionados pero distintos que se utilizan en la industria para mejorar la eficiencia y la productividad de los procesos de producción. A continuación, se enumeran las semejanzas y diferencias entre ambas:

#### Semejanzas:

La automatización y la robotización son similares en varios aspectos, entre los cuales se pueden destacar los siguientes:

1. Ambas buscan mejorar la eficiencia y la productividad en los procesos industriales.
2. Tanto la automatización como la robotización implican la sustitución de tareas manuales por sistemas automatizados o robots.
3. En ambos casos se busca reducir los errores humanos y aumentar la precisión y calidad de los productos.
4. Tanto la automatización como la robotización requieren de una inversión inicial en tecnología y capacitación de personal.
5. Ambas tecnologías pueden ser aplicadas en diversos sectores de la industria, desde la manufactura hasta la salud y el transporte.
6. La automatización y la robotización pueden mejorar las condiciones de trabajo al reducir la exposición a tareas peligrosas o repetitivas para los trabajadores.

7. En ambos casos se requiere una planificación cuidadosa y una integración adecuada con los sistemas existentes para lograr una implementación exitosa.
8. La automatización y la robotización pueden generar ahorros en costos a largo plazo al reducir la necesidad de mano de obra y aumentar la eficiencia en los procesos productivos.

### **Diferencias:**

Aunque la automatización y la robotización comparten algunas similitudes, también existen diferencias importantes entre ambas tecnologías. Algunas de las diferencias más destacadas son:

1. La automatización se refiere a la aplicación de tecnología para realizar tareas de manera automatizada, mientras que la robotización implica el uso de robots para realizar tareas específicas.
2. La automatización puede ser aplicada a procesos manuales o mecánicos, mientras que la robotización se enfoca en la sustitución de tareas manuales por robots.
3. La automatización puede ser implementada en procesos industriales de baja complejidad, mientras que la robotización es más adecuada para procesos complejos y repetitivos.
4. La automatización puede ser aplicada en procesos de servicios, como en la atención al cliente o la gestión de datos, mientras que la robotización se enfoca principalmente en procesos de manufactura.
5. La automatización puede ser implementada de manera gradual y modular, mientras que la robotización requiere de una inversión significativa en tecnología y capacitación.
6. La automatización puede ser controlada por sistemas informáticos y software, mientras que la robotización requiere de un control más preciso y directo por parte de los operadores.
7. La automatización puede ser más fácil de integrar con los sistemas existentes, mientras que la robotización puede requerir de una reorganización completa de los procesos productivos.
8. La automatización puede ser implementada con tecnología más accesible y económica, mientras que la robotización puede requerir de tecnología más avanzada y costosa.

Como se ha visto, la automatización y la robotización son dos enfoques diferentes para mejorar la eficiencia y la productividad de los procesos de producción. Ambos tienen sus ventajas y desventajas, y la elección entre uno u otro dependerá de las necesidades específicas de cada empresa y proceso de producción.

## 06.02. Importancia de la automatización y robotización en la industria 5.0: aplicaciones

La automatización y robotización son elementos clave en la industria 5.0, ya que permiten una mayor eficiencia y productividad en la cadena de producción industrial. La incorporación de la automatización y robotización en los procesos industriales se aplica en casos como:

1. **Fabricación de automóviles:** La industria automotriz es uno de los mayores usuarios de robots en la industria 4.0. Los robots se utilizan para soldar, ensamblar y pintar automóviles, lo que permite una producción más rápida y precisa.
2. **Procesamiento de alimentos:** Los robots se utilizan en la industria alimentaria para clasificar, cortar, empacar y manipular alimentos. Esto reduce el tiempo de procesamiento y aumenta la eficiencia.
3. **Fabricación de productos electrónicos:** Los robots se utilizan en la fabricación de productos electrónicos para ensamblar componentes, soldar, inspeccionar y probar productos. Esto permite una producción más rápida y precisa.
4. **Industria farmacéutica:** Los robots se utilizan en la industria farmacéutica para la fabricación de medicamentos, la manipulación de materiales peligrosos y la automatización de procesos de envasado y etiquetado.
5. **Logística y almacenamiento:** Los robots se utilizan en la industria logística y de almacenamiento para la clasificación y manipulación de paquetes, lo que reduce los errores y aumenta la velocidad de procesamiento.
6. **Agricultura de precisión:** Los robots se utilizan en la agricultura de precisión para la siembra, el riego y la cosecha de cultivos. Esto permite una producción más eficiente y sostenible.
7. **Construcción:** Los robots se utilizan en la construcción para la fabricación de componentes prefabricados, la colocación de materiales y la inspección de estructuras. Esto permite una construcción más rápida y precisa.
8. **Industria aeroespacial:** Los robots se utilizan en la industria aeroespacial para la fabricación de componentes, la inspección y el ensamblaje de aeronaves. Esto permite una producción más rápida y precisa.
9. **Industria minera:** Los robots se utilizan en la industria minera para la exploración, la extracción y el transporte de minerales. Esto reduce los riesgos para los trabajadores y aumenta la eficiencia.



10. **Salud:** Los robots se utilizan en la industria de la salud para la cirugía, la rehabilitación y la atención al paciente. Esto permite una atención más precisa y eficiente.

En la industria 5.0, se espera que los robots y la automatización se utilicen en aplicaciones aún más avanzadas, como la fabricación personalizada y la colaboración hombre-máquina.

### 06.03. Ejemplos de casos de éxito con automatización y robotización

En general, las empresas españolas que han implementado la automatización y robotización han logrado mejorar la eficiencia en la producción, reducir los costos de producción y mejorar la experiencia del cliente. La solución adoptada varía según el tipo de empresa y el desafío específico que enfrentan.

Algunos ejemplos breves de empresas españolas que han implementado con éxito la automatización y robotización:

#### 1. "Tienda 6.25" de Mercadona

- **Reto:** Mejorar la eficiencia en la gestión de las tiendas y aumentar la satisfacción del cliente al mismo tiempo.
- **Solución:** Automatización y robotización de muchos de los procesos de la tienda, incluyendo la gestión de inventario, la reposición de productos y la limpieza. También se implementó un nuevo sistema de gestión de pedidos en línea y se mejoró la experiencia del cliente en la tienda con una mayor atención al detalle en la presentación de los productos y la decoración de la tienda.
- **Resultado:** Mayor eficiencia en la gestión de las tiendas, reducción de los precios de los productos, aumento de las ventas y expansión a nuevas regiones de España.

#### 2. Automatización de la fábrica de SEAT en Martorell

- **Reto:** Aumentar la producción y mejorar la eficiencia de la fábrica.
- **Solución:** Automatización de la mayoría de los procesos de producción, incluyendo la soldadura, el pintado y el montaje de piezas.
- **Resultado:** Aumento de la producción y mejora de la eficiencia de la fábrica, lo que permitió a SEAT reducir los costos y mejorar la calidad de sus vehículos.

#### 3. Robotización de la fábrica de Airbus en Illescas

- **Reto:** Aumentar la producción y mejorar la eficiencia de la fábrica.
- **Solución:** Robotización de muchos de los procesos de producción, incluyendo la soldadura, el montaje y la inspección de piezas.

- **Resultado:** Aumento de la producción y mejora de la eficiencia de la fábrica, lo que permitió a Airbus reducir los costos y mejorar la calidad de sus aviones.

#### 4. Automatización de la fábrica de Chocolates Lacasa

- **Reto:** Aumentar la producción y mejorar la eficiencia de la fábrica.
- **Solución:** Automatización de muchos de los procesos de producción, incluyendo la mezcla, el moldeo y el envasado de chocolates.
- **Resultado:** Aumento de la producción y mejora de la eficiencia de la fábrica, lo que permitió a Chocolates Lacasa reducir los costos y mejorar la calidad de sus productos.

#### 5. Automatización de la fábrica de vidrio de Verallia

- **Reto:** Aumentar la producción y mejorar la eficiencia de la fábrica.
- **Solución:** Automatización de muchos de los procesos de producción, incluyendo la fabricación y el empaquetado de botellas de vidrio.
- **Resultado:** Aumento de la producción y mejora de la eficiencia de la fábrica, lo que permitió a Verallia reducir los costos y mejorar la calidad de sus productos.

#### 6. Automatización de la fábrica de Coca-Cola en Fuenlabrada

- **Reto:** Aumentar la producción y mejorar la eficiencia de la fábrica.
- **Solución:** Automatización de muchos de los procesos de producción, incluyendo el llenado y el empaquetado.
- **Resultado:** Aumento en la productividad y una reducción en los costos de mano de obra y mejorar la calidad de sus productos.

### 06.04. Retos y oportunidades de la automatización y robotización en la industria 5.0

La industria 5.0 busca la colaboración entre humanos y robots para mejorar la producción y la calidad de los productos, mientras se delegan tareas mecánicas y peligrosas a la inteligencia artificial.

La automatización y robotización en la Industria 5.0 presenta varios retos, entre ellos:

1. **Reestructuración de empleos:** Aunque la Industria 5.0 impulsará la creación de productos personalizados, también destruirá algunos puestos de trabajo, lo que requerirá una reestructuración de empleos para facilitar el trabajo humano.
2. **Integración de robots colaborativos:** Para hacer realidad la manufacturación personalizada, es necesaria la ayuda de robots colaborativos o cobots. La integración de estos robots en la cadena de

producción industrial es un reto importante, ya que deben trabajar de manera segura y eficiente junto con los humanos.

3. **Empoderamiento humano:** La delegación de tareas mecánicas, peligrosas y rutinarias a la Inteligencia Artificial es un reto importante. Los humanos deben estar capacitados para trabajar junto con la IA y aprovechar al máximo el tiempo que tienen para llevar a cabo tareas que solo la razón puede ejecutar.
4. **Rapidez y calidad:** La cadena de producción industrial debe ser mucho más rápida gracias a la colaboración entre robots y humanos, pero sin sacrificar la calidad del producto final. Esto implica un reto importante en términos de coordinación y eficiencia.
5. **Interoperabilidad de sistemas:** La automatización de procesos y el intercambio de información con el exterior son metas que se buscan ahora, haciendo que máquinas, sistemas IT y equipos humanos trabajen conjuntamente en red. La interoperabilidad de sistemas es un reto importante para lograr una integración eficiente de los sistemas.
6. **Ciberseguridad:** La automatización y robotización en la Industria 5.0 implica una mayor exposición a amenazas cibernéticas, por lo que la ciberseguridad es un reto importante que debe ser abordado de manera efectiva.
7. **Formación y capacitación:** La automatización y robotización en la Industria 5.0 requiere una formación y capacitación adecuada para los trabajadores, lo que implica un reto importante para las empresas y los gobiernos en términos de inversión y planificación.

La automatización y robotización en la industria 5.0 ofrece una amplia gama de oportunidades, entre las que se incluyen:

1. **Manufacturación personalizada:** La industria 5.0 impulsa la creación de productos personalizados. Los robots colaborativos (cobots) se encargan de generar los productos adaptados a las necesidades individuales.
2. **Despliegue de cobots:** Los cobots son la clave fundamental de la industria 5.0, ya que ayudan a generar productos personalizados y colaboran con los humanos en la cadena de producción industrial.
3. **Empoderamiento humano:** La automatización y robotización permiten delegar las tareas mecánicas, peligrosas y rutinarias a la Inteligencia Artificial. De este modo, el humano puede disponer de más tiempo para llevar a cabo tareas que solo la razón puede ejecutar.
4. **Rapidez y calidad:** La cadena de producción industrial es mucho más rápida gracias a la colaboración entre robots y humanos. Además, todo producto gestado en este entorno goza de más calidad sin sacrificar el toque humano.

5. **Reducción de costos:** La automatización y robotización permiten reducir los costos de producción, ya que los robots pueden trabajar las 24 horas del día sin cansarse ni cometer errores humanos.
6. **Mayor eficiencia:** Los robots son capaces de realizar tareas con mayor precisión y eficiencia que los humanos, lo que se traduce en una mayor productividad y rentabilidad.
7. **Mejora de la seguridad laboral:** Los robots pueden realizar tareas peligrosas y reducir el riesgo de accidentes laborales para los trabajadores humanos.
8. **Flexibilidad:** Los robots pueden adaptarse rápidamente a los cambios en la demanda de los clientes y a las necesidades de producción, lo que permite una mayor flexibilidad en la cadena de producción.
9. **Innovación:** La automatización y robotización permiten a las empresas innovar en sus procesos de producción y ofrecer productos y servicios más avanzados y personalizados.