

minsait  
by Indra

# Fabricación avanzada, más allá de la Industria 4.0

Agilidad y eficiencia para  
acelerar la Industria 4.0



impact to go

# Resumen ejecutivo

La Fabricación Avanzada engloba el conjunto de tecnologías desarrolladas en entornos industriales para realizar la fabricación de una manera más ágil y eficiente. Para ello, utiliza aplicaciones sobre el entorno industrial de tecnologías digitales avanzadas.

La Industria 4.0, entendida como la aplicación de herramientas digitales en la cadena de valor industrial generando impacto sobre el negocio, ha evolucionado e impulsado el concepto de Fabricación Avanzada, facilitando al máximo su implantación en cualquier etapa de la cadena.

Desde Minsait consideramos que existen seis tecnologías clave que está contribuyendo a la eclosión de la nueva Fabricación Avanzada y que ya poseen un estado de madurez suficiente como para ser implantadas:

1. Realidad Aumentada y Realidad Virtual
2. UAVs
3. Wearables
4. Impresión 3D
5. Cobots
6. AGVs

En Minsait tenemos capacidades y conocimiento en fabricación avanzada a diferentes niveles, que complementa nuestra oferta de soluciones software en Industria 4.0 y nos permite ayudar y prescribir las mejores soluciones a nuestros clientes en su camino a convertirse en empresas completamente digitalizadas:

- Capacidades propias. En Minsait/Indra disponemos de activos propios y testados en Realidad Virtual y Realidad Aumentada, UAVs y wearables.
- Ecosistema de partners. Para algunas áreas estamos lanzando acuerdos de colaboración que nos permiten dar a nuestros clientes un punto de vista experto y una oportunidad de implantación de algunas de las tecnologías de fabricación avanzada, en concreto de AGVs y cobots.
- Conocimiento experto. Tenemos un punto de vista experto respecto a la impresión 3D que nos ayuda a soportar a nuestros potenciales clientes en la aplicación de esta tecnología.

# 01 ¿Qué es la Industria 4.0?

La Industria 4.0 consiste en la aplicación de herramientas digitales en toda la cadena de valor de la industria para transformar de manera profunda sus operaciones y los modelos de negocio.

La denominada cuarta revolución industrial viene acelerada por el desarrollo de nuevas tecnologías, el aumento de la capacidad de almacenamiento y procesamiento de datos y la aparición de nuevos modelos de negocio.

A nivel mundial, se estima que el potencial económico de la digitalización de la industria ronda los 1,2-3,7 billones de dólares hasta 2025<sup>1</sup>, mientras que a nivel europeo se estima en cerca de 375-415 mil millones de euros al año en ese mismo periodo<sup>2</sup>, y en España se estima un potencial de hasta 120 mil millones de euros adicionales de VAB<sup>3</sup>.

Más allá de la cuantificación del potencial económico, se trata de una transformación con impactos profundos en el plano tecnológico, operativo y estratégico, que permitirá a las empresas ocupar nuevas posiciones competitivas y, a nivel país, reforzar su peso sectorial a nivel mundial (p.e. la Comisión Europea ha fijado como objetivo que la industria represente el 20% del PIB comunitario en el año 2020, respecto a cerca del 15% en 2015).

1 MGI - The Internet of Things: mapping the value beyond the hype (2015)

2 MGI - Digital Europe: pushing the frontier, capturing the benefits (2016)

3 Siemens - España 4.0: El reto de la transformación digital de la economía (2016)

# 02 ¿Qué es la fabricación avanzada?

Para comprender el concepto de Fabricación Avanzada conviene remontarse a la tercera revolución industrial o revolución inteligente.

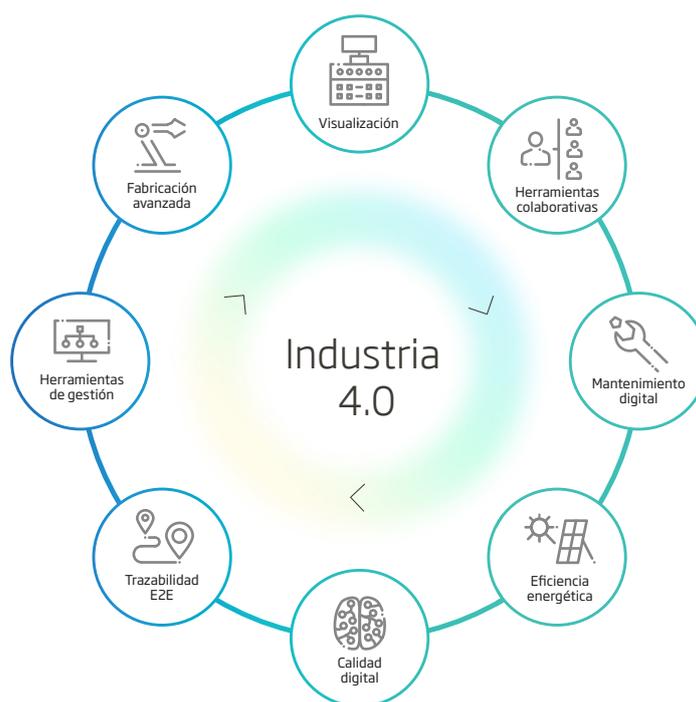
Las nuevas formas de comunicación, la explosión de la automatización y la consolidación de las tecnologías de la información y las telecomunicaciones (TIC), junto con las necesidades crecientes de producción en masa, y sostenibilidad de costes y operaciones, impulsaron este nuevo paradigma industrial.

En este contexto, comenzó a acuñarse el término de Fabricación Avanzada, para hacer referencia al uso de aquellas tecnologías innovadoras que permitan incrementar la eficiencia de los procesos clave en la fabricación. Algunos ejemplos de casos de uso podrían ser los siguientes:

- Diseño digital mediante técnicas de computación (CAD, CAE, CAM...)
- Automatización de procesos clave mediante robótica avanzada
- Monitorización de procesos mediante sistemas de control (ICS avanzados, MES...)

Actualmente, la irrupción y madurez de múltiples habilitadores y tecnologías digitales que han impulsado la aparición de la Industria 4.0, unidas con las nuevas necesidades del negocio (reducir los ciclos de fabricación y diseño, personalizar producto y controlar los costes) han permitido el desarrollo exponencial de la Fabricación Avanzada.

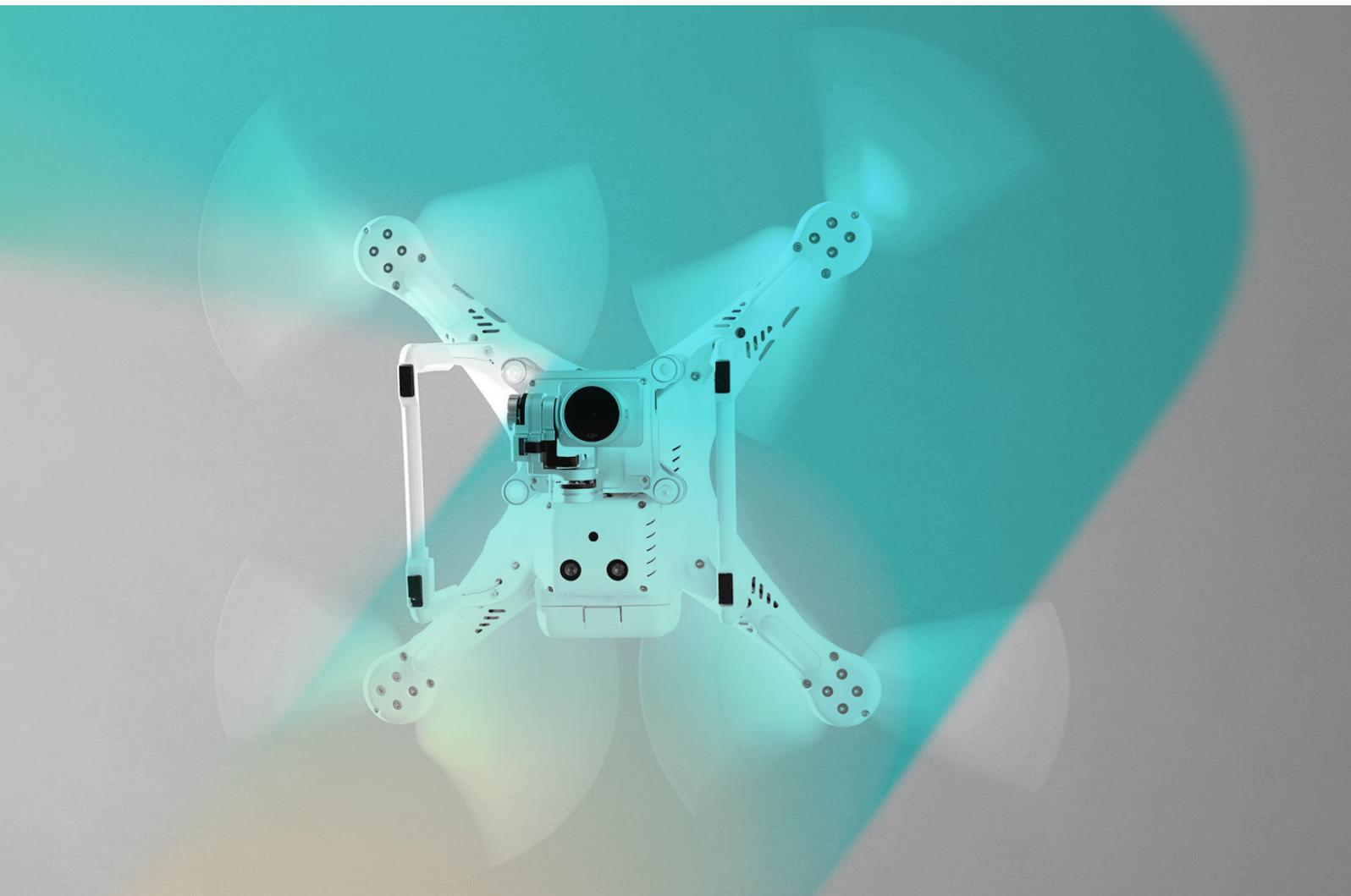
Smart Industry



Bajo este nuevo paradigma de Industria 4.0, la Fabricación Avanzada adquiere una nueva dimensión convirtiéndose en una necesidad para la consecución de los principales objetivos del sector: incrementar la producción, reducir costes de fabricación y operación, flexibilizar el proceso productivo y habilitar la escalabilidad en costes y funcionalidad.

La reducción del coste y el aumento de la fiabilidad de la tecnología ha situado a una serie de soluciones digitales en el pódium de tecnologías, con aplicación directa en la cadena de valor industrial, empleadas para alcanzar dichos objetivos:

- Realidad Aumentada y Realidad Virtual. Tecnologías de visión y movilidad para la optimización de procesos en el ámbito industrial
- UAVs o drones. Vehículo sin tripulación reutilizable, capaz de mantener de manera autónoma un nivel de vuelo controlado y sostenido
- Wearables. Dispositivos portátiles muy poco intrusivos y totalmente adaptados a las operaciones de la mano de obra
- Impresión 3D o fabricación aditiva. Forma de fabricación en la que se crean objetos en 3 dimensiones a partir de la superposición aditiva de sucesivas capas de material
- Cobots. Robots colaborativos y fácilmente programables
- Vehículos de Guiado Autónomo (VGAs). Vehículos sin conductor, que se dirigen a su destino de manera automática y cuya función principal es el movimiento de materiales



# 03 Realidad Aumentada y Realidad Virtual

La Realidad Aumentada (RA) y la Realidad Virtual (RV) son tecnologías avanzadas de visión que se diferencian entre sí por el grado de inmersión.

La primera de ellas permite ampliar la realidad añadiendo información virtual sobre la visión real, mientras que la segunda crea una apariencia nueva de realidad que permite al usuario tener la sensación de estar presente en ella.

Estas tecnologías de visión suponen uno de los grupos de dispositivos electrónicos con mayor potencial de crecimiento en los próximos años. Tanto es así que el CAGR asociado entre 2016 y 2022 se cuantifica en un 70%, llegando a alcanzar un valor de mercado en 2022 de 152 B\$<sup>4</sup>.

Dentro de la RA y RV existen diferentes categorías según el criterio de segmentación. Por ejemplo, por tipo de componentes hardware-software, por tipo de dispositivo o soporte electrónico, etc. El criterio más empleado reside en un punto de vista de tecnología, diferenciándose entre las siguientes tipologías:

## Tecnologías de RA:

- Basadas en marcadores. Cuentan con una marca física (marcador activo o pasivo) en el mundo real que es reconocida por la cámara del dispositivo. En ese momento, la aplicación activa la puesta en marcha de la experiencia digital.
- Sin marcadores. No necesitan marcas para lanzar la experiencia digital. Para ello, puede emplearse un reconocimiento basado en modelos (huella de calor, texturas, etc) o en imágenes procesadas (patrón imagen, contornos, etc.).

## Tecnologías de RV:

- No inmersiva. La realidad virtual se desarrolla mediante aplicaciones de escritorio en dispositivos genéricos (PCs, tablets, etc.).
- Semi inmersiva. La realidad virtual se desarrolla mediante aplicaciones ejecutadas sobre dispositivos de alta resolución (múltiples TVs, proyector de alta resolución, etc.).
- Completamente inmersiva. La realidad virtual se desarrolla mediante aplicaciones ejecutadas sobre dispositivos acoplados a la cabeza, principalmente gafas.



## Principales ventajas de RA y RV

Existen multitud de ventajas de las tecnologías de visión para la inmersión frente a las tecnologías tradicionales. Desde un punto de vista de aplicación directa en el entorno industrial, las principales ventajas son:

- Desglose sencillo de componentes integrados. En tareas de ensamblaje donde existen numerosos componentes, la realidad aumentada permite desglosar todos los componentes y añadir información clave para simplificar las tareas del operario de montaje
- Integración con otras tecnologías. Las tecnologías de visión son fácilmente integrables a otros módulos como el de reconocimiento de voz. De este modo, la conjunción de tecnologías permite agilizar e incrementar la eficiencia de algunas tareas como el mantenimiento de máquinas complejas
- Soporte deslocalizado. La conectividad de estos dispositivos permite virtualizar labores de soporte conectando la visión del operario in situ, centralizándolo con el soporte avanzado gestionado desde otra localización.
- Formación inmersiva. La realidad virtual permite recrear situaciones reales para formar a operarios que realizan tareas de riesgo, las cuales requieren un entrenamiento complejo

## Ejemplos de uso - Realidad Aumentada para mantenimiento de ascensores en Thyssenkrupp

ThyssenKrupp, industria siderúrgica alemana dedicada a la producción de acero y fabricación y servicios sobre productos derivados (ascensores, tecnología, productos ingeniería, industria automotriz), ha digitalizado el proceso de mantenimiento de su división de ascensores, división que proporciona a la compañía casi el 60% del Ebitda global.

Para ello, ha dotado de gafas HoloLens de realidad aumentada a más de 24.000 operarios de mantenimiento para que puedan visualizar e identificar problemas de mantenimiento, y tengan acceso sin emplear sus manos a información experta de soporte. Además, cuentan con acceso en tiempo real a toda la inteligencia del mantenimiento predictivo de los ascensores. Esto permite a los técnicos analizar las necesidades de mantenimiento de cada ascensor en tiempo real. Además, las gafas sirven de entrenamiento para los técnicos.

El uso de estas tecnologías ha permitido a ThyssenKrupp reducir el tiempo de parada de los ascensores en un 50%, reducir 4 veces el número de llamadas por mantenimiento, aumentar el tiempo de vida de los ascensores, e incrementar la seguridad de los operarios.



## 04 UAVs

Los UAVs (vehículo aéreo no tripulado) o drones son aeronaves sin tripulación, capaces de mantener de manera autónoma un nivel de vuelo controlado y sostenido.

Además, un dron permite integrar diferentes módulos tecnológicos, como el módulo de vuelo, procesador, potencia (batería), comunicaciones, visión, etc.

Con la tecnología madura y testada, en los últimos años están surgiendo numerosos casos de uso en todos los ámbitos (consumo, industrial, espacial...) que impulsan el crecimiento de los drones. El tamaño de mercado alcanzará los 21 B\$ en 2022 (CAGR del 20%)<sup>5</sup>.

Existen diferentes categorías para diferenciar los tipos de UAVs. Principalmente se distingue entre drones militares y drones comerciales. Los primeros se caracterizan por su alta autonomía de vuelo, su estabilidad, y su robustez o estabilidad. Los segundos se caracterizan por su capacidad de integración de módulos, adaptación a diferentes casos de uso, y peso ligero (< 150 kg).

Los UAVs aplicados al ámbito industrial son drones comerciales que pueden ser de alas fijas (similar a un avión a pequeña escala) o VTOL (Vertical Take-Off and Landing). Dentro de este último grupo se encuentran los drones de ala giratoria, drones híbridos (fusión de alas fijas con alas giratorias) o nano drones, siendo los de ala giratoria los más extendidos en entornos industriales.



## Principales ventajas de los UAVs

---

Las ventajas asociadas al uso de UAVs vienen estrechamente relacionadas con el caso de uso o escenario concreto en el que se aplica esta tecnología, pudiendo resumirse en:

- Capacidad de acceso a zonas de alto peligro. Los drones permiten alcanzar zonas complicadas como redes eléctricas, chimeneas de centrales energéticas, etc.
- Movimiento auto-guiado sin necesidad de interacción humana. Los drones no requieren de interfaz humana para la gestión continua de sus trayectorias pudiendo ser autónomos en tareas tradicionalmente manuales.
- Integración sencilla con otros sistemas. La facilidad de adición de módulos convierte al dron en un elemento diseñado para integrar en el ecosistema industrial.

## Ejemplos de uso

---

### Drones para digitalización de inspecciones en Airbus

Airbus, fabricante aeronáutico, está recurriendo al uso de drones inteligentes industriales, análisis de datos y aprendizaje automático para que las inspecciones de los aviones sean más sencillas y rápidas.

Los drones Falcon empleados son octocópteros en forma de V y están equipados con cámaras de alta resolución (42 megapíxeles) para capturar datos de precisión. Además, están equipados con cámaras RealSense proporcionando al UAV "ojos robóticos" para la navegación entre obstáculos.

Falcon captura fotos aéreas de alta calidad que se utilizan para crear un modelo 3D del avión analizado. El software de diseño específico de Airbus analiza las imágenes digitales que permiten que los inspectores identifiquen el daño, lo localicen con precisión y documenten los tramos para realizar una inspección comprobable.

Tradicionalmente, las inspecciones de calidad del Airbus A350 requerían de dos operarios, los cuales empleaban dos horas solamente en levantar una plataforma elevadora. Actualmente, en 10 minutos el dron vuela alrededor de todo el avión, captura 150 fotos de alta definición y obtiene los primeros resultados sobre la inspección.

De este modo, Airbus ha conseguido compactar la línea de tiempo de desarrollo del A330, ahorrando horas del operario, acelerando las comunicaciones en todos los equipos y, en última instancia, aumentando la productividad de la fabricación de los aviones.

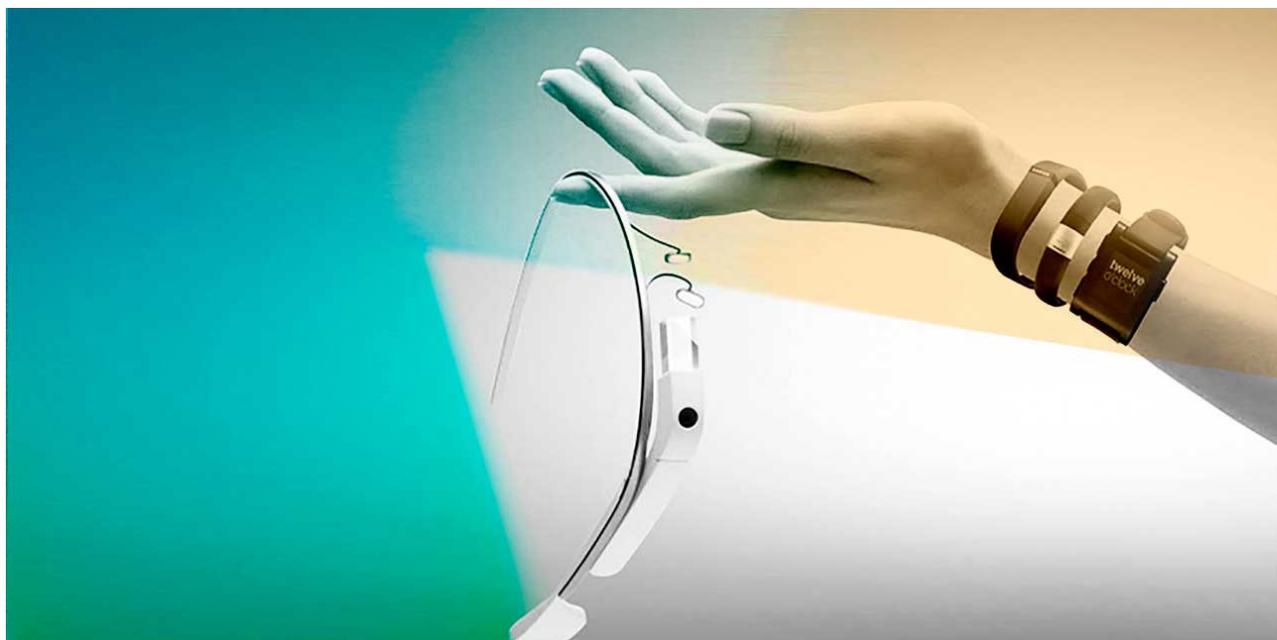


# 05 Wearables

Los wearables son dispositivos electrónicos que se incorporan en alguna parte del cuerpo humano interactuando de forma continua con el usuario y con otros dispositivos con la finalidad de realizar alguna función concreta.

En los últimos años el uso de este tipo de dispositivos ha crecido exponencialmente, impulsando su mercado, debido a la disminución de su coste y el aumento de la vida útil de sus baterías. Tal crecimiento continuará en los próximos años, pasando de 16 B\$ de valor de mercado en 2015 hasta alcanzar 52 B\$ en 2022 (CAGR del 16%)<sup>6</sup>.

Aunque el uso principal de los wearables se ha vinculado tradicionalmente al sector consumo (pulseras deportivas, smartwatches, etc.), en el sector industrial resulta cada vez más frecuente el uso de estos dispositivos entre los trabajadores.



---

Aunque el uso principal de los wearables se ha vinculado tradicionalmente al sector consumo (pulseras deportivas, smartwatches, etc.), en el sector industrial resulta cada vez más frecuente el uso de estos dispositivos entre los trabajadores.

<sup>6</sup> Marketsandmarkets: Wearable Technology Market Global Forecast to 2022

## Principales ventajas de los wearables

---

La ventaja principal de un wearable reside en la no necesidad de interacción consciente con un dispositivo, es decir, la persona (operario) que porta un wearable no necesita una atención continuada para manejar el dispositivo como sucede en un smartphone, tablet o PC.

En el ámbito industrial esta ventaja implica directamente numerosas características de valor que giran en torno a dos beneficios principales focalizados en el operario:

### Eficiencia en las operaciones del operario

- Monitorización de los movimientos en zonas de planta o cadena logística.
- Integración con sistemas de operaciones en planta, por ejemplo, con el sistema de planificación y ejecución de la producción.
- Escalabilidad en funcionalidades. Resulta sencillo la adición, integración o comunicación con otros módulos que añadan funcionalidades adicionales (lanzamiento de órdenes y reconocimiento por voz, etc.).

### Seguridad del operario

- Acople con gran variedad de sensores para la captación de diferentes parámetros físicos del entorno (aceleración, nivel de gases...) y del operario (datos fisiológicos).
- Localización del operario para la gestión de accesos a zonas peligrosas o áreas que requieren permisos especiales.

## Ejemplos de uso

---

### Wearables para seguridad en Amey (Ferrovial)

Amey es una empresa de servicios perteneciente al grupo Ferrovia. En 2017, inició un proyecto para conocer como la jornada laboral impactaba sobre el estado físico y de salud de los operarios, pudiendo comprender mejor cómo responde el cuerpo humano a las diferentes tareas de la jornada laboral.

Amey ha incorporado tecnología wearable para realizar un seguimiento de la salud y el bienestar físico de los trabajadores. En concreto, han utilizado chalecos inteligentes para controlar diferentes parámetros de salud: ritmo cardíaco, respiración, pasos, postura o niveles de estrés. Con ello, se han correlacionado los principales datos fisiológicos con las actividades realizadas por los operarios.

También se han identificado situaciones donde se requiere reforzar la seguridad debido a que se ha observado comportamientos de estrés de los profesionales. Por ejemplo, al dar marcha atrás conduciendo los vehículos, al realizar tareas en terrenos irregulares, o conducir en momentos de gran afluencia de tráfico. Tras el estudio, se están integrando cámaras en los vehículos para reforzar la seguridad en este tipo de maniobras.

Desde la implantación de los wearables, Amey ha reducido el número de bajas entre sus operarios, ha reducido el nivel de estrés en situaciones críticas y, en definitiva, ha incrementado la seguridad de los usuarios.



# 06 Impresión 3D

La impresión 3D o fabricación aditiva es una forma de fabricación en la que se crean objetos en tres dimensiones a partir de la superposición aditiva de sucesivas capas de material a partir de un modelo CAD en 3D.

En cuanto a los materiales, la mayoría de aplicaciones se basan en polímeros, en menor cantidad metales (cladding, pulvimetalurgia) y algunas aplicaciones puntuales con materiales de construcción.

Inicialmente, y de ahí la utilización de la palabra impresión, la impresión 3D sólo se refería a un proceso que depositaba un material aglutinante en un lecho de polvo con cabezas de impresión a chorro capa a capa.

En la actualidad, se utiliza para abarcar una serie de diferentes técnicas de fabricación aditiva, siendo de ellas la más popular las impresoras de extrusión. Otras técnicas relevantes son:

- Inyección de aglutinante
- Deposición directa de energía
- Extrusión de material
- Inyección de material
- Fusión de lecho de polvo
- Laminación de capas
- Polimerización en cuba



Impresora 3D por extrusión



Impresora industrial por inyección de aglutinante y agente detallante

---

Se estima que a finales de 2021 el mercado de fabricación aditiva llegue a los 11 B\$, 6B\$ a finales de 2017, partiendo desde unos 4B\$ en 2015<sup>7</sup>.

<sup>7</sup> Marketsandmarkets: 3D Printing Technology Market Global Forecast to 2022

## Principales ventajas de la impresión 3D

---

La ventaja principal de la impresión 3D es la flexibilidad a la hora de plantear geometrías de piezas y la posibilidad de fabricar sin útiles, lo que hace que este tipo de fabricación se plantee como completamente flexible, pudiendo variar geometrías, referencias, combinaciones de las mismas, etc. de lote de impresión en lote de impresión.

La flexibilidad a la hora de generar geometrías que no se podían conseguir antes por métodos de fabricación es una de las características que ha permitido a la fabricación aditiva entrar en el mundo industrial. Entre las aplicaciones se pueden encontrar la fabricación de álabes e inyectores de turbinas de gas para generación de energía y motores de aviación (GE, Safran), que se benefician de la posibilidad de fabricar diseños mucho más complicados de los canales interiores de refrigeración y de los conductos de transporte de combustible y comburente. También en el sector médico, se han encontrado aplicaciones muy prometedoras en prótesis e implantes completamente adaptados a la geometría de los huesos y músculos de los pacientes. También están muy extendidos los útiles y herramientas de fabricación hechos a medida.

Por otro lado, la flexibilidad a la hora de fabricar (sin útiles, pudiendo cambiar de un lote al siguiente) ha generado un nuevo modelo de negocio en el que los compradores pueden subir a un *marketplace* de fabricantes un modelo 3D, especificar materiales y otras condiciones de entrega y fabricación, y un pool de fabricantes con "granjas" de impresoras 3D pueden realizar una cotización rápida de la fabricación de las piezas subidas al *marketplace*. Todo esto viene facilitado por la estandarización de modelos 3D, rapidez en preparar la fabricación en las impresoras, etc.

## Ejemplos de uso

---

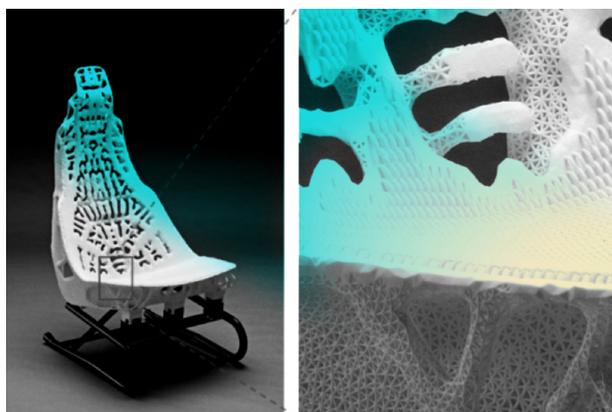
### Diseño de un asiento de coche ligero

Amey es una empresa de servicios perteneciente al Toyota y Materialise colaboraron para diseñar e imprimir un asiento de coche lo más ligero posible y acabaron concluyendo que la impresión 3D era la tecnología que iba a dar el mejor resultado.

Utilizando algoritmos de optimización de topología, se diseñó un asiento con áreas con diferentes densidades, estructuras de mallas y otros patrones para soporte y geometría externa con "interfaces" al piloto y a la estructura de anclaje. El resultado final se imprimió en 3D, dando un peso final de 7 kg (los asientos "tradicionales" pesan bastante más de 15 kg) y mejorando además la capacidad de ventilación del asiento.



Detalles del nuevo diseño de asiento de Toyota



Corte de un inyector de una turbina fabricada utilizando impresión 3D (GE) y ejemplo de implante fabricado con impresión 3D

# 07 Cobots

Los Cobots son robots que cumplen dos características principales comparados con los robots “clásicos”.

- Pueden trabajar codo con codo con las personas gracias a nuevos sistemas de seguridad mucho más robustos (debido a las mejoras tecnológicas que han permitido unos sistemas de detección de colisiones más rápidos, fiables y baratos)
- El método de programación es mucho más intuitivo, flexible y sencillo permitiendo a personas sin formación programar las tareas del robot

Los cobots surgieron de una iniciativa de General Motors en 1994, en la que buscaban la manera de sacar a los robots fuera de sus vallas de protección y ponerlos a trabajar conjuntamente con los operarios.

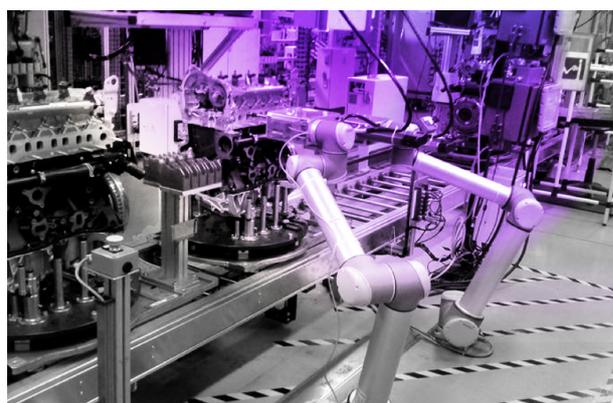
Se espera que a finales de 2017 la flota de robots llegue a un total de casi 2 000 000 en todo el mundo, crecimiento del ~66% desde 2013, donde había instalados poco más de 1 200 000. Este gran crecimiento ha sido debido sobre todo a la rebaja de los costes por robot (-25% desde 2014 y se espera hasta un -22% adicional en 2025)<sup>8</sup>.

## Principales ventajas de los Cobots

La ventaja principal de los Cobots reside en la posibilidad de trabajar codo con codo con las personas sin necesidad de vallado de protección.

Esto ha hecho posible la aparición de nuevas maneras de trabajar y ha permitido aplicaciones de los robots en áreas nuevas en las que no se habían aplicado antes por restricciones de espacio y seguridad.

Dentro de las nuevas maneras de trabajar se incluyen casos en los que el robot interactúa con el operario de manera activa, ya sea operando como útil inteligente, realizando las partes peligrosas del proceso, automatizando tareas repetitivas dentro de trabajos que presentan mucha variabilidad, etc.



Cobots atornillando bloques de motor en una fábrica de Renault



Operaria programando cobot sobre ruedas para descarga de línea

De estas ventajas vienen los principales impactos de la integración de cobots en los procesos productivos

- Automatización de tareas no ergonómicas/repetitivas
- Mejora de tiempos de montaje
- Flexibilización de la automatización para entornos cambiantes
- Automatización en áreas restringidas (fundamentalmente por espacio)

## Ejemplo de uso – Volkswagen planta de montaje de motores

Volkswagen ha instalado en una de sus plantas de motores en Salzgitter una unidad de cobot que realiza la inserción de las bujías. Anteriormente los operarios debían insertar las bujías en una postura encorvada en los escasamente visibles agujeros de las cabezas de los cilindros. Ahora, el cobot coloca las bujías y los operarios sólo deben apretarlas y aislar la cabeza del cilindro.

Gracias a la ayuda del cobot, se han reducido las lesiones de trabajo al evitar la mala postura de los operarios y mejorar la calidad de la operación por la automatización.

## VGAs

Los Vehículos de Guiado Automático son vehículos sin conductor, que se dirigen a su destino de manera automática y cuya función principal es el movimiento de materiales (desde/hacia: almacenes, áreas productivas, áreas de envío/recepción) en el interior y en algunas áreas exteriores las fábricas.

El crecimiento del mercado de los VGAs en los últimos años se ha debido al abaratamiento y mejora de tecnologías (baterías, electrónica, capacidad de procesamiento, nuevos/mejores sensores para guiado – Lidars, etc.) que han permitido al mismo tiempo reducir costes y añadir nuevas funcionalidades a los VGAs clásicos (grandes carros guiados pensados para mover cargas pesadas en caminos fijos y repetitivos).

Se espera que el mercado crezca un 9% anual (CAGR) de 2017 a 2022.



Cobot en línea de montaje de motores de VW

## Principales ventajas de los VGAs

---

La ventaja principal de un VGA reside en la no necesidad de contar con un operario para realizar las tareas de conducción.

Además de esta, con el mencionado avance en las tecnologías, un VGA o sistema de VGAs también cuenta con otras funcionalidades que pueden dar lugar a casos de negocio bastante interesantes

- Mayor flexibilidad para cambio de rutas (mejora de tecnologías de guiado flexibles - láser, ópticas - frente a las tradicionales - guía por hilo)
- Optimización en tiempo real de rutas de logística interna
- Carga y descarga de materiales automática
- Asistencia a picking
- Conexión con ERPs, SGAs y otras aplicaciones software de gestión de empresa/fábrica/almacenes/ flujos



AGV con cobot de Kuka

## Ejemplo de uso - Robots de almacén en Amazon

---

En 2016 Amazon incrementó un 50% el número de robots en sus centros de procesamiento hasta un total de 45 000, que trabajan conjuntamente con 230 000 personas (datos de principios de 2017).

Amazon ha automatizado sus almacenes con VGAs robóticos que se encargan del movimiento y posicionamiento de las estanterías con los productos. Este cambio de tecnología ha supuesto que realicen el pick and pack para el envío en operación goods-to-person en vez de person-to-goods. Estos VGAs sirven como almacén móvil y automático de mercancías, evitando a los trabajadores tener que desplazarse al lugar donde están almacenadas las diferentes mercancías de los pedidos que estén preparando. También permiten una mejor utilización del espacio del almacén ya que no son necesarios pasillos grandes para permitir el paso de carretillas elevadoras.

Los VGAs están conectados al sistema de pedidos y gestión de almacén y funcionan de manera completamente autónoma, consiguiendo reducir el tiempo de picking, el volumen de errores producidos al realizarse esta tarea de manera manual y, en definitiva, reducir el lead time global de los productos de Amazon.



VGAs de Amazon

# 08 Minsait y la fabricación avanzada

En Minsait tenemos capacidades y conocimiento en fabricación avanzada a diferentes niveles, que complementa nuestra oferta de soluciones software en Industria 4.0 y nos permite ayudar y prescribir las mejores soluciones a nuestros clientes en su camino a convertirse en empresas completamente digitalizadas.

## Capacidades propias

---

En Minsait/Indra disponemos de activos propios y testados en:

### Realidad Virtual

- Entornos de simulación
- Formación y serious games
- Realidad inmersiva con gafas

### Realidad Aumentada

- Dispositivos móviles: smartphone y tablets
- Dispositivos especializados: gafas

### UAVs

- Militares
- Centro de fabricación de drones comerciales
- Comerciales como plataforma de comunicaciones

### Wearables

- Monitorización parámetros fisiológicos
- Geolocalización

## Ecosistema de partners

---

Para algunas áreas de fabricación avanzada estamos desarrollando un ecosistema de partners que nos permite dar a nuestros clientes un punto de vista experto y una oportunidad de implantación de las tecnologías de fabricación avanzada dentro de la oferta de Industria 4.0

- Vehículos de Guiado Automático
- Robots colaborativos

## Conocimiento experto

---

Respecto a la impresión 3D, tenemos un punto de vista experto que nos ayuda a soportar a nuestros potenciales clientes en la aplicación de la impresión 3D para su beneficio.

# Bibliografía

## General

<https://www.openfuture.org/es/new/fabricacion-avanzada-la-nueva-industria>

## Wearables

- Mercado: <http://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/wearable-electronics-market-983.html>
- Casos de uso: <http://www.ferrovial.com/es/prensa/noticias/tecnologia-para-mejorar-la-seguridad-y-el-bienestar-amey/>

## Cobots

- Mercado: <http://insights.globalspec.com/article/4788/what-is-the-real-cost-of-an-industrial-robot-arm>
- Artículo robots genérico: <https://www.wsj.com/articles/meet-the-new-generation-of-robots-for-manufacturing-1433300884>
- Casos de uso: <http://articles.sae.org/12442/>; <https://www.universal-robots.com/case-stories/scott-fetzer-electrical-group/>

## Impresión 3D

- Mercado: <http://www.metal-am.com/introduction-to-metal-additive-manufacturing-and-3d-printing/growth-areas-and-market-potential/>
- Artículos 3D genéricos: <http://www.materialise.com/en/manufacturing/design-engineering-services/design-for-additive-manufacturing>
- Casos de uso: <http://www8.hp.com/es/es/printers/3d-printers.html>; <https://3dprintingindustry.com/news/toyota-materialise-team-to-3d-print-lightweight-car-seat-57779/>

## UAVs

- Mercado: <http://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/commercial-drones-market-195137996.html>
- Artículos UAVs genéricos: <http://www.dronplanet.com/5-usos-de-los-drones-en-el-mundo-industrial/>
- Casos de uso: <https://iq.intel.com/es/industrial-drones-airbus-assembly-line-3/>

## RA & RV

- Mercado: <http://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/augmented-reality-virtual-reality-market-1185.html>
- Artículos RA & RV genéricos: <http://www.agocg.ac.uk/reports/virtual/37/chapter2.htm>
- Casos de uso: <http://www.engineering.com/AdvancedManufacturing/ArticleID/14904/What-Can-Augmented-Reality-Do-for-Manufacturing.aspx>

# Autores

## **Jorge Torres**

Senior Manager de Empower  
de Minsait by Indra

## **Ismael Pastor**

Consultor Senior de Empower  
de Minsait by Indra

---

Minsait es la unidad de negocio de Indra que da respuesta a los retos que la transformación digital plantea a empresas e instituciones. Indra es una de las principales empresas globales de consultoría y tecnología y el socio tecnológico para los negocios clave de sus clientes en todo el mundo.

minsait  
by Indra

impact to go