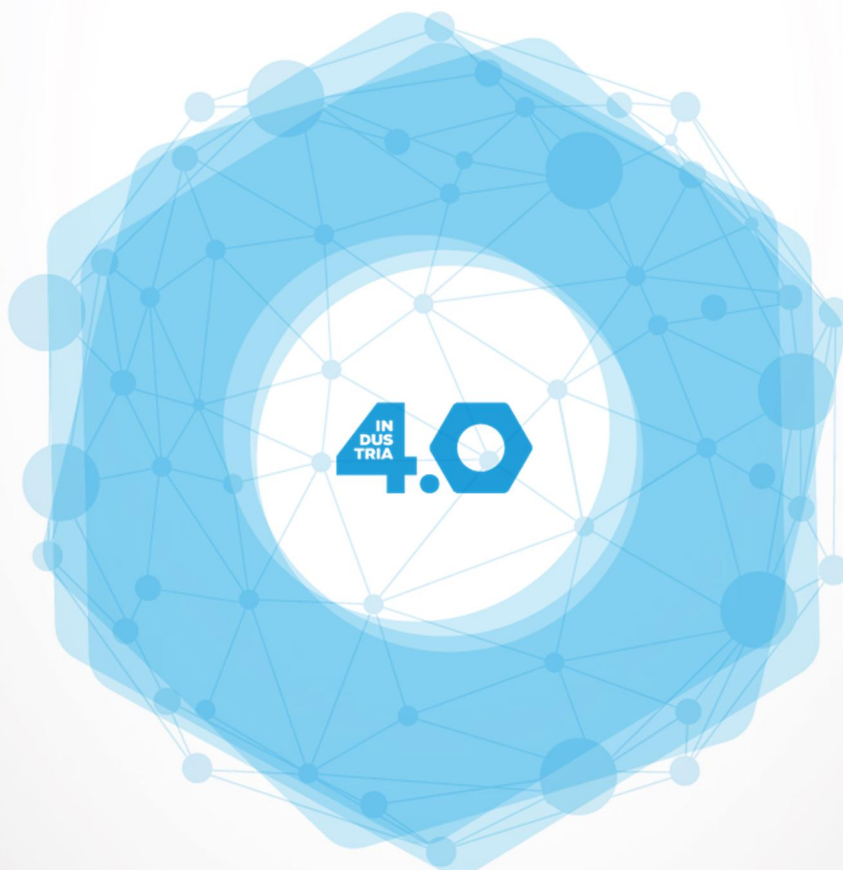




Oportunidades Industria 4.0 en Galicia



Convenio de colaboración entre el Instituto Gallego de Promoción Económica, la Alianza Tecnológica Intersectorial de Galicia y los centros integrantes de esta alianza para la detección y análisis de oportunidades sectoriales para las empresas industriales gallegas en el ámbito de la industria 4.0

ÍNDICE

1. CARACTERÍSTICAS DEL SECTOR DE AUTOMOCIÓN EN GALICIA	3
1.1 INTRODUCCIÓN	3
1.1.1 Tamaño del sector	3
1.1.2 Tipología de empresas	5
1.1.3 Otros aspectos a considerar	7
1.2 PRODUCTOS DEL SECTOR. MERCADO	8
1.3 CADENA DE VALOR Y PROCESOS CLAVE	11
2. ANÁLISIS EXTERNO	17
2.1 SITUACIÓN INTERNACIONAL	17
2.2 RESUMEN DE LAS PRINCIPALES MACRO-TENDENCIAS DEL SECTOR	19
2.3 MEJORES PRÁCTICAS	37
3. DIAGNÓSTICO SECTORIAL	49
3.1 FAMILIARIDAD CON EL CONCEPTO DE INDUSTRIA 4.0	49
3.2 NIVEL TECNOLÓGICO ACTUAL	53
3.2.1 Resumen de la situación actual por tecnologías emergentes	54
3.2.2 Situación de los principales indicadores asociados a los Elementos Generadores de Valor	69
3.2.3 Problemas detectados	73
3.2.4 Restricciones o condicionantes identificados	74
3.3 GAP TECNOLÓGICO	76
3.3.1 Posicionamiento agregado del sector con respecto a las mejores prácticas	78
4. OPORTUNIDADES DE MEJORA	82
4.1 PRINCIPALES CONCLUSIONES DE LA ESTRATEGIA DEL SECTOR	82
4.1.1 Matriz DAFO	¡Error! Marcador no definido.
4.2 OPORTUNIDADES TECNOLÓGICAS DE MEJORA DETECTADAS	87
4.3 PROPUESTA DE ACCIONES A CORTO PLAZO	91
5. CONCLUSIONES	94
6. ANEXO: CUESTIONARIO Y METODOLOGÍA DE EJECUCIÓN	95

1. CARACTERÍSTICAS DEL SECTOR DE AUTOMOCIÓN EN GALICIA

1.1 INTRODUCCIÓN

1.1.1 Tamaño del sector

El sector Automoción es uno de los sectores tractores de la economía de la Galicia, debido en gran medida a la localización de una de las principales plantas de producción de PSA Groupe, y está **concentrado** mayoritariamente **en la provincia de Pontevedra** y de forma más concreta en **Vigo y su área metropolitana**. Las empresas del sector se aglutinan desde 1997 en torno a un Clúster, CEAGA - Clúster de Empresas de Automoción de Galicia -, que cuenta entre sus asociados con el centro de Vigo de PSA Groupe, el **Centro Tecnológico de Automoción (CTAG)** y más de **100 empresas** que engloban la mayor parte de la cadena de valor del sector.

Según los últimos datos publicados por CEAGA referidos al cierre del año 2016, el sector Automoción creció durante dicho ejercicio, alcanzando los **8.320 millones de euros de facturación**, lo que representa un **aumento del 1,6%** con respecto al año anterior. El sector también aumentó sus cifras de empleo, exportaciones e inversiones, para lo cual las empresas invirtieron 237 millones de euros.

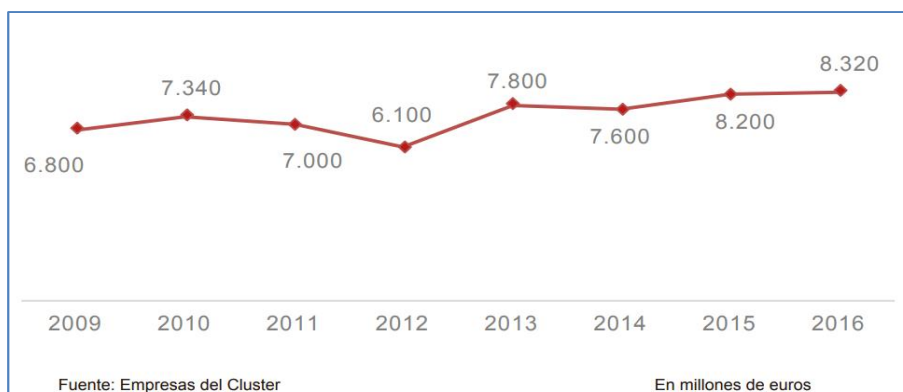


ILUSTRACIÓN 1: EVOLUCIÓN DE LA FACTURACIÓN DE LAS EMPRESAS DEL SECTOR AUTOMOCIÓN EN GALICIA.
FUENTE: CEAGA



ILUSTRACIÓN 2: EVOLUCIÓN DE LAS INVERSIONES DE LAS EMPRESAS DEL SECTOR AUTOMOCIÓN EN GALICIA.
FUENTE: CEAGA

En 2016 el sector representó el **14% del PIB industrial de la Comunidad** y en el conjunto de **España**, la planta de Vigo de PSA Groupe supone aproximadamente el **15% de la producción total de vehículos**, situándose como una comunidad puntera líder, tan sólo superada por la planta de Seat en Cataluña con un 15,85%.

Además, el centro de Vigo de PSA Groupe fue la planta más productiva de España en los últimos diez años, con un promedio de fabricación de 394.916 vehículos.

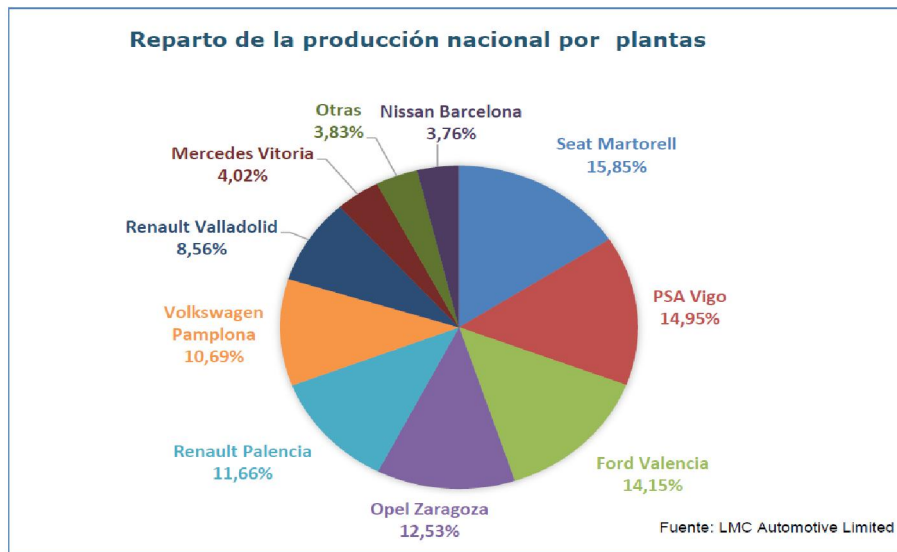


ILUSTRACIÓN 3: REPARTO DE LA PRODUCCIÓN NACIONAL DE AUTOMÓVILES POR PLANTAS. FUENTE: LMC AUTOMOTIVE LIMITED

Otro elemento importante son las **exportaciones**: el sector registró 5.740 millones destinados al mercado exterior, lo que se corresponde con el **69% del total de su facturación**. Cabe destacar el gran esfuerzo de internacionalización realizado por las empresas de componentes, que han aumentado sus exportaciones un 5,7% a destinos como Francia, Portugal, Alemania, Reino Unido, Argentina, China, Italia, Estados Unidos, Polonia o Turquía. Esta información refleja como la industria auxiliar reduce cada año su dependencia del centro de Vigo de PSA Groupe, y actualmente ya destina cerca del 40% de su cifra de negocio a los mercados internacionales.



ILUSTRACIÓN 4: EVOLUCIÓN DE LAS EXPORTACIONES DE LAS EMPRESAS DEL SECTOR AUTOMOCIÓN EN GALICIA. FUENTE: CEAGA

Con respecto a la ocupación, la industria de Automoción generó 750 nuevos empleos, llegando a la cifra de **19.850 trabajadores directos** (a 31 de diciembre de 2016), un 4% más que en 2015, lo que equivale al **12% del empleo industrial de Galicia**. Además, el sector cuenta con **45.100 empleos totales**, incluyendo los indirectos. Esta cifra demuestra cómo las empresas del sector se han esforzado por mantener, e incluso generar, empleo en épocas de crisis.

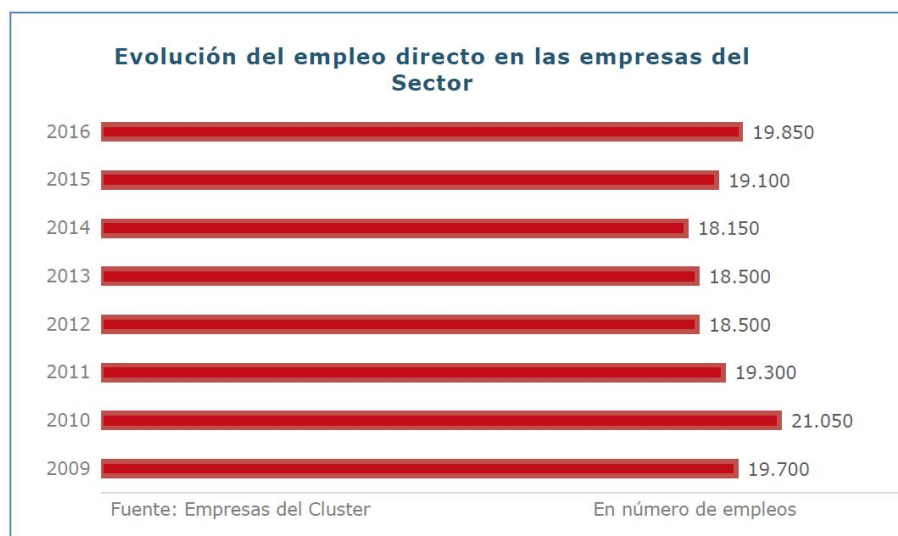


ILUSTRACIÓN 5: EVOLUCIÓN DEL EMPLEO EN LAS EMPRESAS DEL SECTOR AUTOMOCIÓN EN GALICIA. FUENTE: CEAGA

La llamada **Industria 4.0** o manufactura avanzada ya es una **realidad** para gran parte de las empresas del sector. En el último año, las empresas han seguido **adaptando** sus **capacidades** de cara al futuro: *innovación, robotización, logística avanzada, máquinas inteligentes, sensorización y captura de datos, impresión 3D, etc.* También se encuentran invirtiendo en importantes ampliaciones y mejoras en sus instalaciones con el objetivo principal de aumentar su nivel de excelencia y prepararse para futuros lanzamientos del Centro de Vigo de PSA Groupe y del resto de constructores de la Península Ibérica y Europa; así, las empresas del sector han invertido aproximadamente 400 millones de euros en los últimos años. Además, se ha aumentado notablemente el gasto en innovación, alcanzado los 100 millones de euros.

Estas cifras revelan la trascendencia social y económica de la Automoción gallega. En cuanto al sector a nivel europeo, se prevé un crecimiento progresivo de la producción de vehículos hasta 2018, si bien es cierto que no hay todavía perspectivas de recuperar el volumen de producción del año anterior a la crisis (2007).

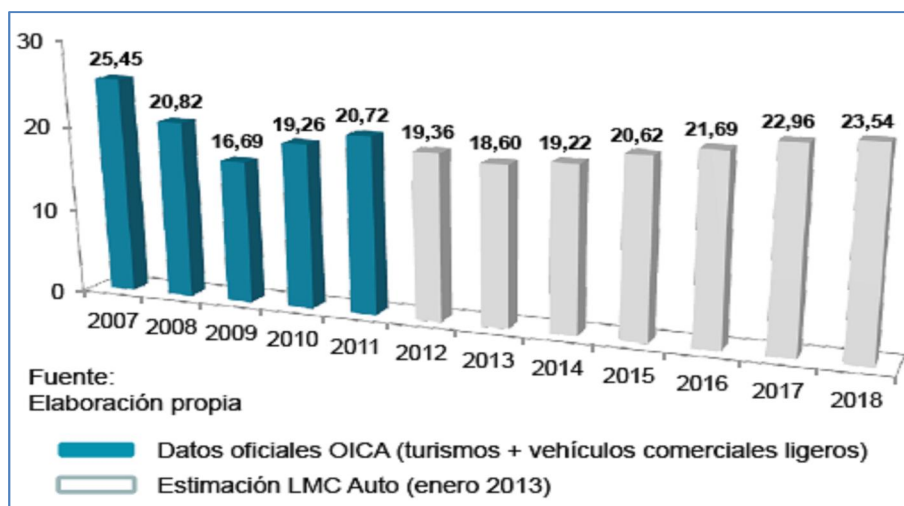


ILUSTRACIÓN 6: EVOLUCIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE VEHÍCULOS LIGEROS EN EUROPA. FUENTE: CEAGA

1.1.2 Tipología de empresas

La **industria gallega de Automoción** forma una **sólida estructura** que agrupa a todo el sector: el fabricante, a las empresas de equipos y componentes, denominados proveedores de primer nivel y sucesivos, y a las de servicios y procesos de apoyo; estas últimas constituyen la cadena auxiliar de Automoción. Son principalmente empresas de logística y transportes, de suministros industriales, de maquinaria y bienes de equipo, matricería y utillajes, empresas de procesos, compañías de mantenimiento y servicios, y empresas de ingeniería.

Además, el sector cuenta con el **apoyo** de un **centro tecnológico**, **CTAG – Centro Tecnológico de Automoción de Galicia**, que pone su saber hacer al servicio de toda la cadena de valor.

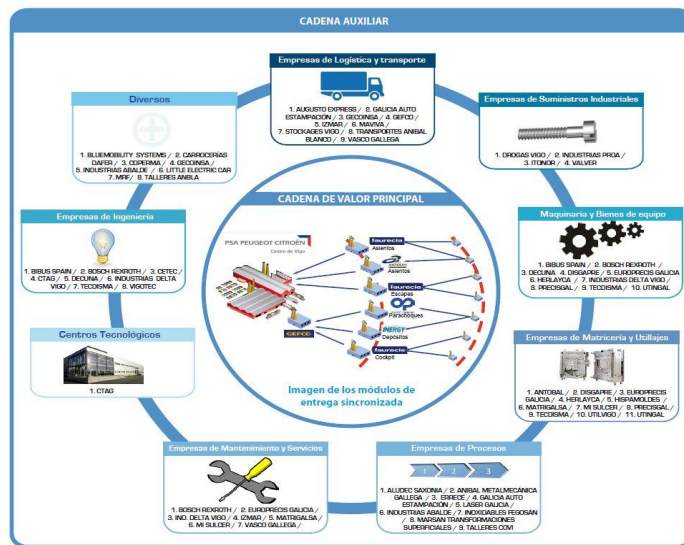


ILUSTRACIÓN 7: DIAGRAMA CONCEPTUAL DE LAS CADENAS DE VALOR QUE CONSTITUYEN EL SECTOR. FUENTE: CEAGA

En este sentido, es necesario hacer hincapié en que la **aportación** de los **fabricantes de equipos y componentes al valor** de un **vehículo** se sitúa en torno al **70-75 %**, en la medida que los constructores de vehículos concentran su actividad en la fabricación de motores y cajas de cambio, el ensamblaje, el diseño del vehículo, en la comercialización del mismo y la relación con el cliente.

Esta operativa implica la externalización de los procesos productivos, delegando mayores responsabilidades en materia de fabricación, ensamblaje e Investigación y Desarrollo al fabricante de componentes. Se considera que un puesto de trabajo en una planta constructora de vehículos se ve acompañado por cuatro puestos en la industria de equipos y componentes.

Los agentes que constituyen el **sector de componentes** se han clasificado según el mercado al que destinan sus productos:

MERCADO DE PRIMER EQUIPO

- **Fabricantes de Primer Nivel (Tier 1):** Fabricantes de sistemas, subsistemas y componentes completamente terminados con alta tecnología con suministro directo al fabricante de vehículos.
- **Fabricantes de Segundo Nivel (Tier 2):** Fabricantes de sistemas, subsistemas y componentes completamente terminados con alta tecnología para su montaje en sistemas o subsistemas con suministro directo al fabricante de componentes o fabricantes de vehículos.
- **Fabricantes de Tercer Nivel (Tier 3):** Fabricantes de productos semielaborados o materias primas con suministro a fabricantes de vehículos o componentes.

MERCADO DE RECAMBIO

- **Recambios Originales:** Los recambios que son de la misma calidad que los utilizados para el montaje de los vehículos y se fabrican siguiendo las especificaciones y normas de producción establecidas por el fabricante de vehículos para la producción de componentes o recambios. Se incluyen los recambios fabricados en la misma línea de producción.
- **Recambios de Calidad Equivalente:** Los recambios fabricados por cualquier empresa que pueda certificar en todo momento que los recambios son de la misma calidad que los componentes que se utilizan para el montaje de los vehículos.
- **Accesorios:** Piezas para su montaje en vehículos que no se incorporen en general de serie en los vehículos.
- **Comercial:** Empresas que desarrollan una actividad exclusivamente de distribución, sin que tengan fábricas en España.

En el territorio nacional, por lo que se refiere a la **especialización sectorial** de la industria de componentes, cabe destacar una mayor presencia de empresas que fabrican **productos de carrocería** y que representan el **30%** del total de empresas del sector.¹

Por su parte, las empresas **fabricantes de equipos de motor, transmisión y de equipos de chasis** representan el **24% y 21% respectivamente**, mientras que las que fabrican **equipos eléctricos** representan el **11%** del total de empresas.

El elevado número de empresas que dedican sus actividades a la fabricación de estos cuatro grupos de productos concentran el 85% de la facturación total del sector. También son las que captan la mayoría de la fuerza laboral, un 67% del total.

1.1.3 Otros aspectos a considerar

Los datos presentados en apartados anteriores relativos a facturación, inversiones o puestos de trabajo son reflejo de la consolidación y arraigamiento del sector Automoción en la industria gallega. No obstante, en un área tan global como competitiva, es necesario analizar los grandes desafíos que se presentan y abordarlos desde una óptica integradora y con perspectiva de largo plazo.

Adicionalmente, dadas las características del sector, sus necesidades e impacto, es necesario involucrar a todos los agentes de la cadena de valor. Todas las **entidades** están **integradas** en una **cadena de producción altamente compleja y globalizada** y son **dependientes** de los **ciclos económicos**, así como de sus sistemas de organización y evolución tecnológica y de mercado.

La solución a este **entorno caracterizado** por la **complejidad** debe enmarcarse en el concepto de **flexibilidad**, respondiendo con acciones ágiles, con rapidez a la innovación, creando valor para el cliente, que asegure el valor diferencial del producto, proceso y servicio.

Por lo expuesto, los agentes del sector deben **anticiparse** en la toma de acciones adecuadas a la nueva situación empresarial y de mercado y deben responder a clientes más exigentes, a una competencia más preparada y al uso de nuevas tecnologías, las cuales permitan una mayor rapidez de respuesta, necesaria para las nuevas exigencias de mercado.

Para avanzar en este campo será imprescindible contar con el apoyo de las administraciones públicas y un refuerzo de las políticas que incentiven la **inversión** en innovación tecnológica.

¹ Sernauto

1.2 PRODUCTOS DEL SECTOR. MERCADO

La industria de la Automoción es estratégica para la economía gallega, al igual que lo es a nivel nacional, por su representatividad, nivel de empleo y por su contribución a la balanza comercial.

Su **efecto dinamizador** sobre el resto de ramas de la actividad ha hecho que su recuperación y mejora progresiva de la productividad, tras la recesión económica, hayan impactado positivamente sobre la competitividad.

Las inversiones continuadas realizadas por líderes mundiales de la Automoción ponen de manifiesto que es una industria donde las oportunidades de negocio siguen emergiendo derivadas de un entorno dinámico y flexible, definido por la existencia de diversos agentes integrados en el sector:

- Constructores de vehículos
- Fabricantes de equipos y componentes
- Distribuidores
- Concesionarios de vehículos, talleres de reparación y servicio postventa
- Desguaces y empresas recicladoras

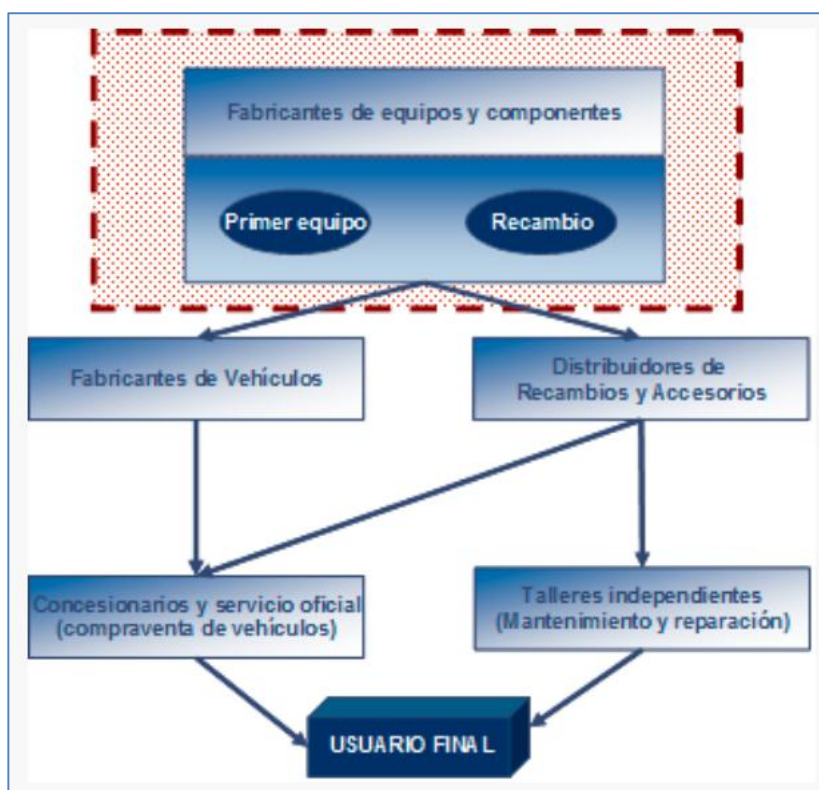


ILUSTRACIÓN 8: AGENTES DEL SECTOR. FUENTE: SERNAUTO

El mercado de primer equipo se caracteriza por ser cíclico y estar condicionado por la evolución de dicha industria y el crecimiento del mercado de vehículos. Destaca por su estructura piramidal, en cuyo vértice se sitúan los fabricantes de vehículos. Esta estructura es sintomática del poder de decisión que éstos tienen sobre los productores de segundo y tercer nivel.

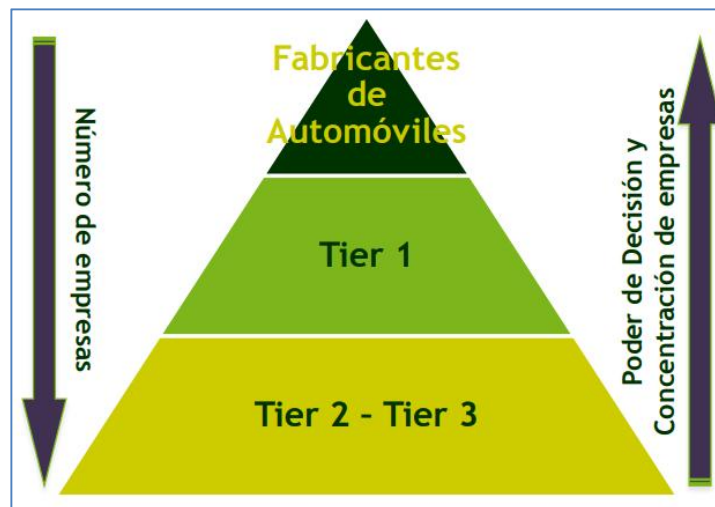


ILUSTRACIÓN 9: ESTRUCTURA PIRAMIDAL AGENTES SECTOR AUTOMOCIÓN. FUENTE: EOI

Por otro lado, la siguiente imagen muestra de manera esquemática la estructura del mercado de recambio:

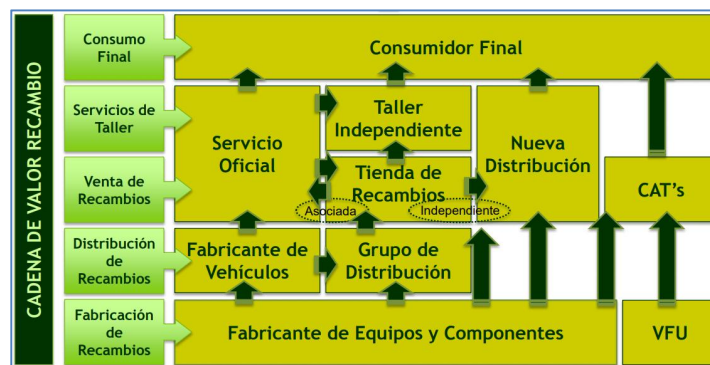


ILUSTRACIÓN 10: ESQUEMA DE FLUJO MERCADO DE RECAMBIO. FUENTE: EOI

La estructuración de los diferentes agentes integrados en el sector Automoción, proporciona una visión de la amplitud del mismo. Por tanto, la cadena de valor se encuentra conformada por diferentes grupos y familias de productos:

- Elementos estructurales y externos
- Sistema de propulsión
- Sistema de tracción y guiado
- Componentes interiores
- Sistemas de gestión y alimentación eléctricos y electrónicos

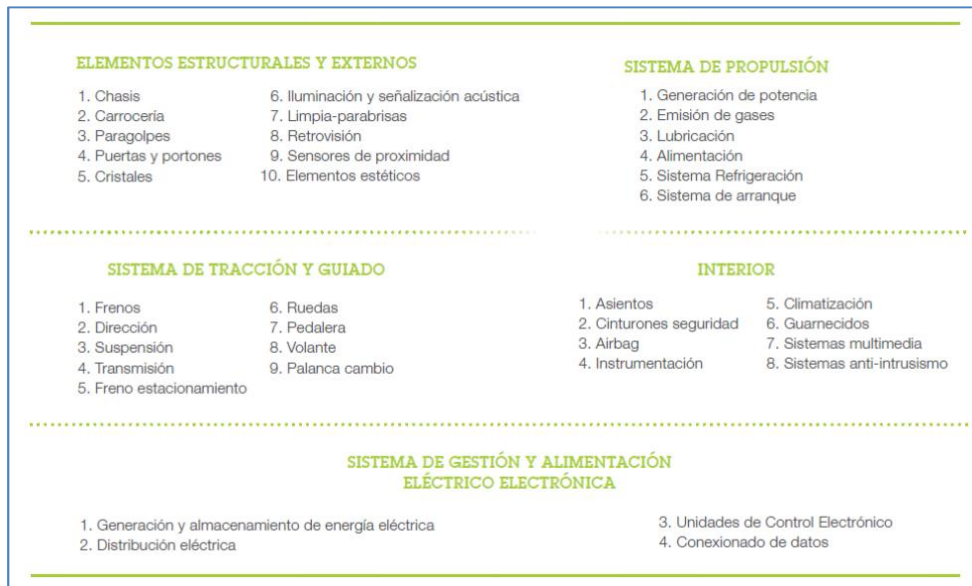


ILUSTRACIÓN 11: GRUPOS Y FAMILIAS DE PRODUCTOS. FUENTE: EOI

En la siguiente imagen conceptual, se pueden observar con mayor grado de detalle los diferentes elementos de la cadena de valor del sector de la Automoción que forman parte de los **grupos y familias de productos** definidos anteriormente, así como una muestra de las **empresas** afincadas en **Galicia** que dan **respuesta a las distintas necesidades**, lo que da muestra de manera intuitiva de la complejidad y extensión del sector, constituido por una combinación de sub-sectores.

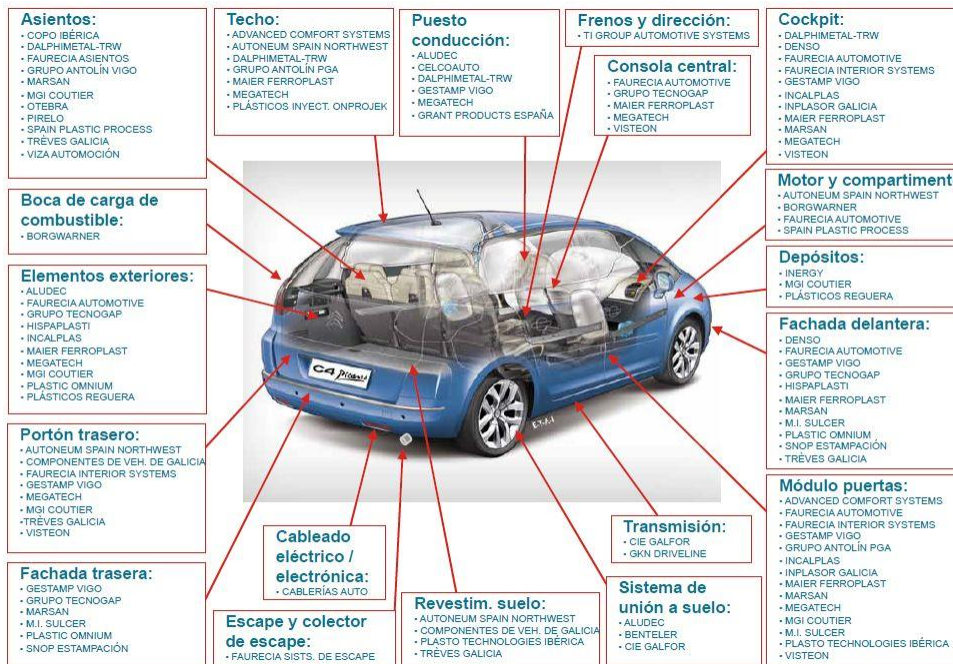


ILUSTRACIÓN 12: CADENA DE VALOR DEL SECTOR AUTOMOCIÓN EN GALICIA (MARZO 2013). FUENTE: CEAGA

1.3 CADENA DE VALOR Y PROCESOS CLAVE

La **cadena de valor** del sector Automoción comprende un **conjunto de actividades amplio**, pudiéndose destacar **dos principales**, el **ensamblaje del automóvil**, llevado a cabo por las grandes empresas fabricantes de automóviles, y la **fabricación de componentes**, llevada a cabo por diversidad de pequeñas y medianas empresas de sectores como el metalmecánico, plástico, vidrio, textil, electrónica, etc. Este segundo eslabón de la cadena de valor integra a los proveedores de materia prima, proveedores de piezas, de componentes y de equipos.



ILUSTRACIÓN 13: AGENTES DEL SECTOR AUTOMOCIÓN QUE CONSTITUYEN LA CADENA DE VALOR.
FUENTE: SERNAUTO

Los constructores de vehículos concentran su actividad en la fabricación de motores y principales subconjuntos, el ensamblaje, en el diseño y en la comercialización del vehículo, así como en la relación con el cliente. Externalizan procesos productivos y delegan mayores responsabilidades en materia de fabricación, ensamblaje y en investigación y desarrollo.

Por otra parte, los fabricantes de equipos y componentes, constituyen un elemento clave del sector porque concentran el 70-75% de la producción de las piezas que forman un vehículo, mientras que el resto se encuentra bajo la responsabilidad directa del constructor. La tendencia hace prever que este porcentaje aumente en el futuro, debido, principalmente a la especialización de la industria de equipos y componentes en nuevas tecnologías.

La siguiente imagen representa la **cadena de valor** del sector Automoción. Este tipo de **desintegración vertical** de la cadena productiva toma el nombre de *outsourcing*, y consiste en la fragmentación de fases especializadas, externalizando parte de las actividades. Los motivos por los cuales se emplea esta técnica de organización de la producción en el sector del automóvil se basan en convertir los costes fijos en variables, aumentando flexibilidad y conocimiento tecnológico y mejorando la productividad por especialización².

² Hitt M., 2007; Sturgeon T., 2005, et al

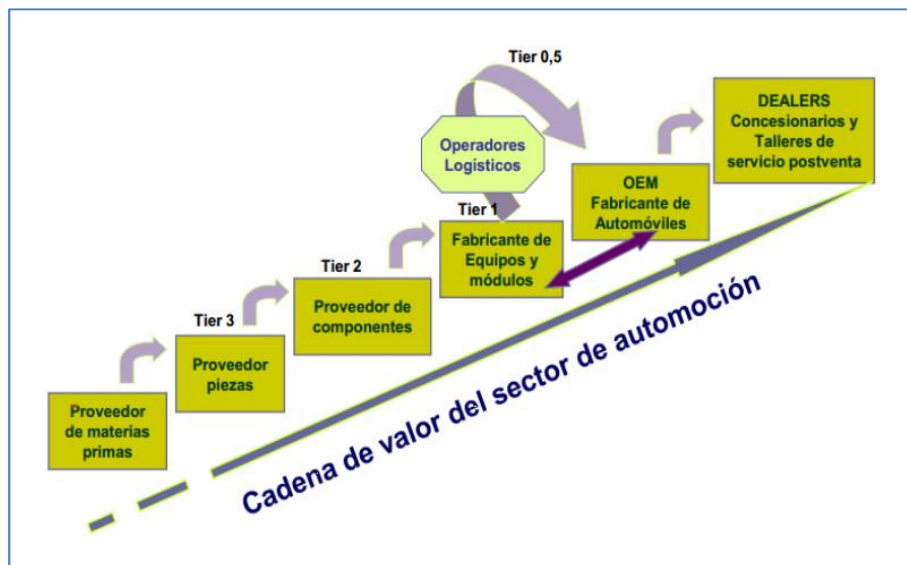


ILUSTRACIÓN 14: CADENA DE VALOR SECTOR AUTOMOCIÓN. FUENTE: EOI

La configuración de la cadena de valor descrita, en la que intervienen múltiples agentes económicos, caracteriza al sector Automoción por su **complejidad, amplitud y dinamismo**. Adicionalmente, se trata de uno de los sectores industriales más sofisticados y avanzados, desatacando por sus **niveles eficiencia y producción en la economía global**. Los motivos de su competitividad se deben en primer término a factores relacionados con sus procedimientos de producción con altos estándares de calidad.

De esta forma, la **gestión de la calidad** en el sector automotriz dispone de **especificaciones y normativas propias** adaptadas a su naturaleza y configuración, cuyo objetivo reside en el establecimiento de las mejores prácticas a la hora de diseñar, desarrollar, fabricar, instalar o dar servicio, de forma extendida a todos los productos o componentes relacionados con el sector, fomentando la mejora continua a lo largo de la cadena de valor.

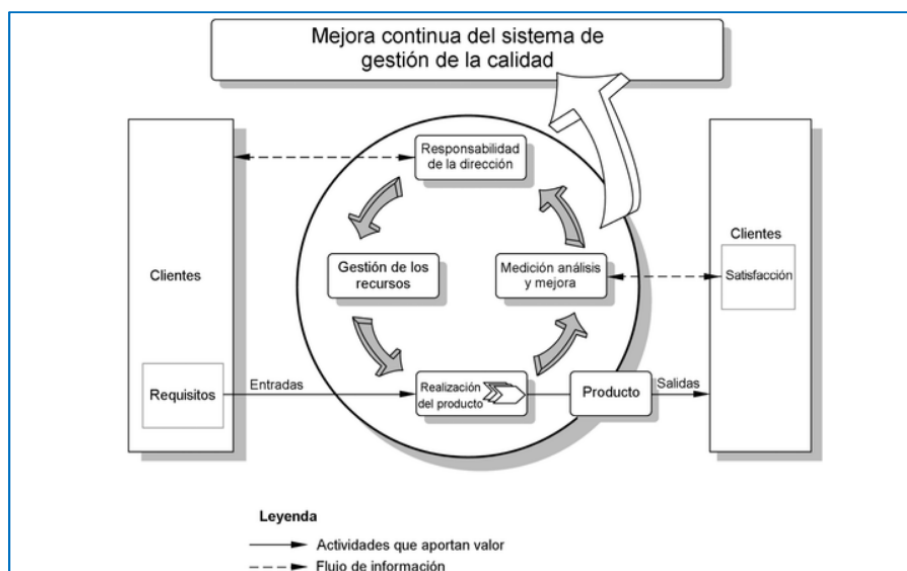


ILUSTRACIÓN 15: MODELO DE SISTEMA GESTIÓN CALIDAD. FUENTE: IATF 16949:2016

A título ilustrativo, a continuación se describen brevemente los **principales procesos de fabricación** en una **fábrica terminal** de un constructor de automóviles.

El proceso de fabricación de los vehículos suele seguir un proceso estándar compuesto de las siguientes **fases**: embutición, ferraje, pintura y montaje e inspección final.

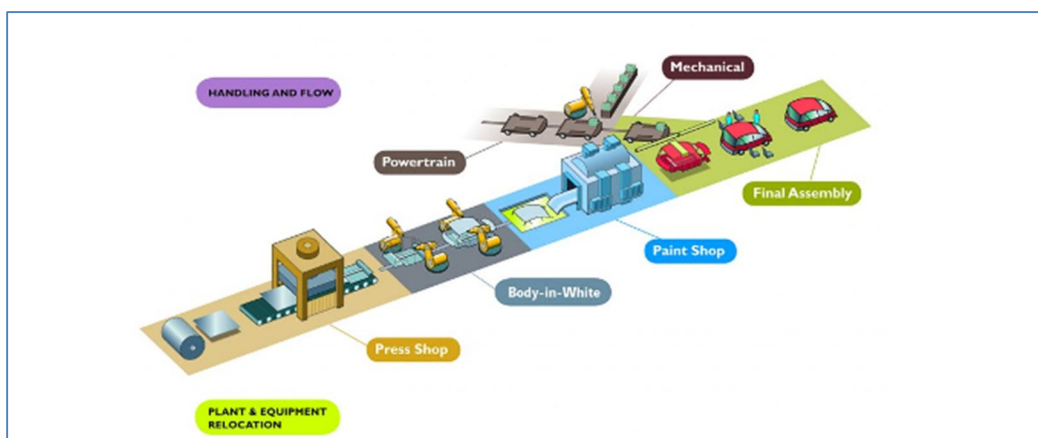


ILUSTRACIÓN 16: FASES DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE VEHÍCULOS EN UNA FÁBRICA TERMINAL. FUENTE: MASTER EN INGENIERÍA DE LA AUTOMOCIÓN, UNIVERSIDAD DE VIGO

- **Embutición:** La embutición es un procedimiento de obtención de una pieza a partir de una chapa previamente desenrollada y aplanada. La porción chapa (habitualmente de acero ligeramente aleado con protección frente a la corrosión de tipo electrocincado, galvanizado o *galvanealed*, aunque también se utiliza en ocasiones aluminio para piezas móviles - puertas, capots y absorbedores de energía -) es deformada mecánicamente (deformación plástica) mediante herramientas denominadas troqueles. El proceso de embutición, que va a constar de dos grandes etapas (corte y embutición), se describen ahora en detalle:
 - Almacén material: Recepción y almacén de bobinas.
 - Corte: Corte de bobinas en formatos (rectángulos, trapecios o formas complejas). En esta zona se dispone de una devanadora en la cual se sitúan las bobinas de chapa iniciales y una aplanadora, que es un equipo que se encarga de deshacer la deformación/curvatura de la chapa procedente de la bobinadora.
 - Supermercado de formato: Paquetes de deformados cortados.
 - Estampación: Esta operación va a contar a su vez de varias operaciones de interés: embutido, recortado, punzonado, tumbado, reenvío de bordes y calibrado.

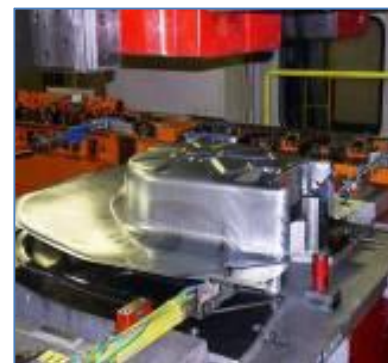


ILUSTRACIÓN 17: FASE DE EMBUTICIÓN. FUENTE: MASTER EN INGENIERÍA DE LA AUTOMOCIÓN, UNIVERSIDAD DE VIGO

- **Ferraje:** El proceso de ferraje consiste básicamente en una sucesión de puestos u operaciones manuales y/o robotizadas, que permiten caracterizar los subconjuntos de piezas necesarios hasta la obtención de

la carrocería final previa al proceso de pintura. Unos procesos de unión, que se suelen realizar habitualmente mediante unión por soldadura (habitualmente soldadura por puntos, MIG/MAG y láser), aunque también cuenta con otras operaciones de unión mecánica (cinchado, engastado, atornillado, remachado) o por adhesivado (enmasillado y encolado).



ILUSTRACIÓN 18: FASE DE FERRAJE. FUENTE: MASTER EN INGENIERÍA DE LA AUTOMOCIÓN, UNIVERSIDAD DE VIGO

El ensamblado de piezas se realiza fundamentalmente con dos tipos de operaciones diferenciadas:

- Operaciones de conformado o puesta en geometría de las piezas a unir, en donde las piezas se posicionan y se ensamblan para adoptar la geometría esperada.
- Puestos de acabado o terminación, en donde a las piezas previamente conformadas se terminan de aportar las uniones necesarias (soldadura) para conseguir la resistencia y rigidez final esperada.

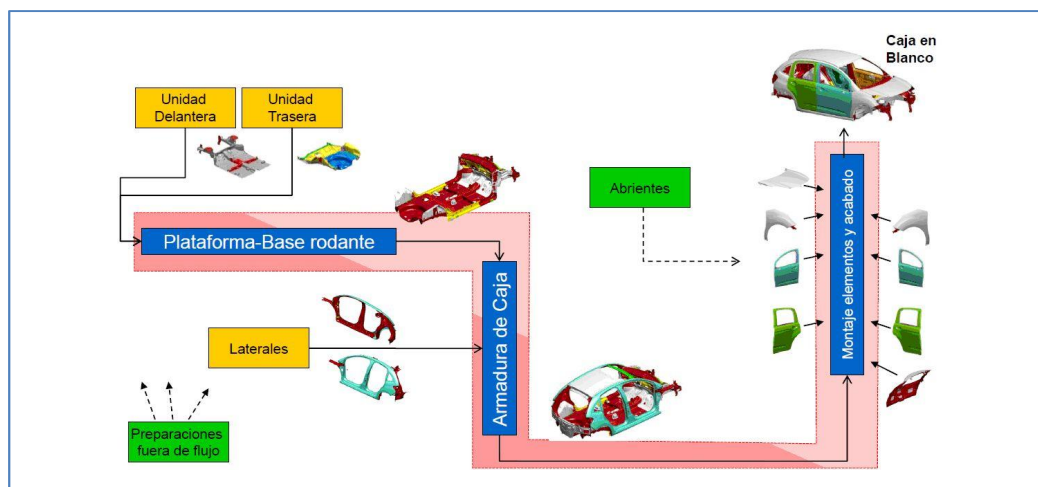


ILUSTRACIÓN 19: PUNTOS DE ACABADO. FUENTE: MASTER EN INGENIERÍA DE LA AUTOMOCIÓN, UNIVERSIDAD DE VIGO

- **Pintura:** En el taller de pintura, cada carrocería recibe inicialmente tratamientos específicos (fosfatación, cataforesis y estanqueidad) para hacerla lo más resistente posible frente a los agentes atmosféricos y mecánicos. Estos tratamientos le confieren a la carrocería una garantía anticorrosión de 12 años. Posteriormente, las carrocerías adquieren el color definitivo y brillante gracias a la aplicación de bases coloreadas y barnices. Las principales etapas son:
 - Tratamiento de superficie: desengrasado y fosfatación (su objetivo es lograr la adherencia de capas posteriores y aportar un primer recubrimiento anticorrosión).
 - Baño de cataforesis + lavado + cocción cataforesis: la cataforesis protege de la corrosión la parte exterior y los cuerpos huecos, así como proteger contra las proyecciones de gravilla.

- Aplicación de masillas de estanqueidad y antiproyecciones + cocción: aplicación de productos para lograr la estanqueidad al agua, para aumentar la resistencia a las proyecciones de gravilla e insonorizar el interior del vehículo.
- Aplicación de apresto coloreado + cocción: aplicación de capa de apresto coloreado + posterior cocción a 175°C durante 32 minutos para mejorar el aspecto y filtrar los rayos ultravioletas.
- Base + barniz + cocción: aplicación de pintura base (duración y resistencia a rayado, color y aspecto).
- **Montaje e inspección final:** El ensamblado o montaje es el proceso de fabricación en el cual se ensamblan los diferentes componentes que conforman el vehículo de una forma planificada hasta obtener el producto acabado según la orden del cliente.

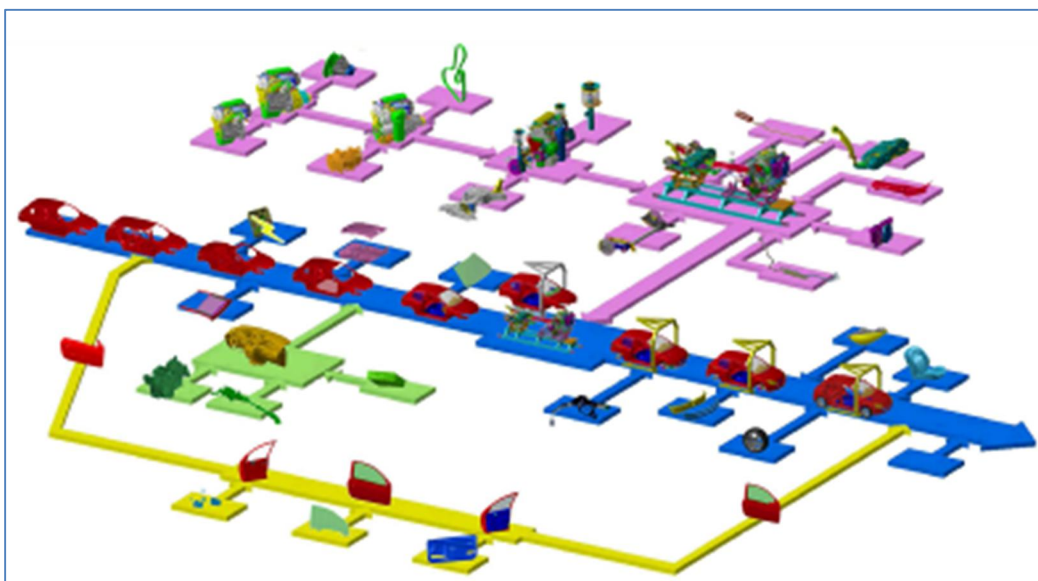


ILUSTRACIÓN 20: EJEMPLO DE LÍNEA DE MONTAJE. FUENTE: MASTER EN INGENIERÍA DE LA AUTOMOCIÓN, UNIVERSIDAD DE VIGO

A continuación se indican algunas de las operaciones más importantes durante el proceso de montaje:

- Uniones atornilladas: asegurar el ensamblaje fijo entre dos o más piezas resistiendo los límites permitidos de deformación con los esfuerzos que habrá de soportar en el curso de su utilización.
- Aplicación de colas y adhesivos: montaje de elementos sobre el vehículo que se fijan al mismo a través de productos adhesivos o colas que realizan la función de fijación y/o estanqueidad.

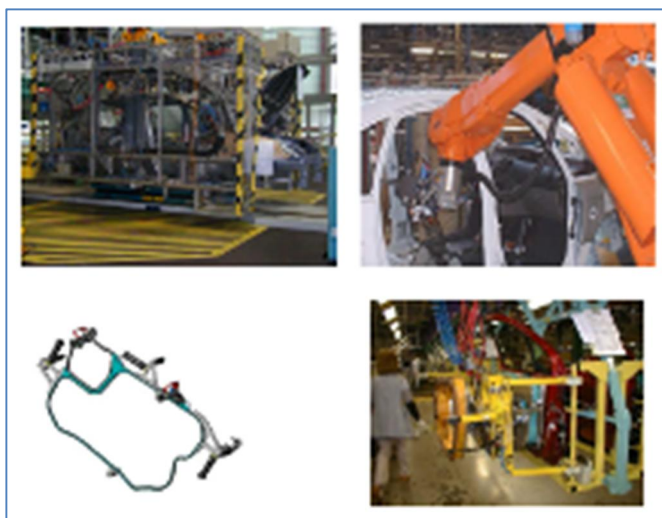


ILUSTRACIÓN 21: APLICACIÓN DE COLAS Y ADHESIVOS. FUENTE: MASTER EN INGENIERÍA DE LA AUTOMOCIÓN, UNIVERSIDAD DE VIGO

- Llenado de circuitos: proceso propio de montaje y que se corresponde con el llenado de todos los circuitos del vehículo (circuitos de freno, circuito refrigeración motor, circuito dirección asistida, circuito climatización, llenado depósito combustible, llenado caja velocidades, llenado depósito SCR, llenado lavacristales).



ILUSTRACIÓN 22: LLENADO DE CIRCUITOS. FUENTE: MASTER EN INGENIERÍA DE LA AUTOMOCIÓN, UNIVERSIDAD DE VIGO

Una vez finalizado el ensamblaje, se produce el proceso de inspección en los frenos, limpiaparabrisas, componentes del motor y otros sistemas de suministro.

2. ANÁLISIS EXTERNO

2.1 SITUACIÓN INTERNACIONAL

En lo que se refiere al sector Automoción, la cuarta revolución industrial que supondrá la transformación hacia la Industria 4.0 implicará la fabricación de una **nueva generación de vehículos más seguros y sostenibles**, caracterizada por la fusión entre la automatización y la digitalización, dando como resultado **procesos de producción avanzados y más eficientes**, que acelerarán la llegada al mercado de servicios y productos más innovadores.

Para entender el efecto global que se está produciendo en torno a cómo serán los vehículos en un futuro, es necesario analizar las principales medidas que se están llevando a cabo desde la Unión Europea y el impacto que éstas tendrán en las fábricas:

- El desarrollo de un nuevo sistema de **transporte inteligente, ecológico e integrado** es uno de los retos sociales identificados por la Comisión Europea en el **programa Horizonte 2020**. El objetivo fundamental de este reto es lograr un sistema europeo de transporte más eficaz en el uso de los recursos, que sea respetuoso con el clima y el medio ambiente y funcione con seguridad y sin fisuras en beneficio de todos los ciudadanos, la economía y la sociedad.
- El programa de trabajo de **Smart, green and integrated transport** incluye ejes específicos relacionados con *Intelligent transport systems, Safety, Urban mobility, Automated Road Transport o Green Vehicles*.
- En los últimos años la UE ha promovido el fortalecimiento de las **asociaciones y plataformas tecnológicas europeas** como **EGVI**, iniciativa centrada en el fomento de fuentes de energía renovable y no contaminante en los automóviles, así como en la seguridad y la fluidez del tráfico automovilístico, o **ERTRAC**, plataforma tecnológica para el transporte por carretera cuyo objetivo principal es ofrecer una visión estratégica de las principales líneas de I+D+i en Europa para el Sector.
- En España, uno de los principales retos del Plan Nacional de I+D, dentro del programa orientado a los retos de la sociedad, es el **transporte sostenible, inteligente e integrado**. El impulso a la innovación tecnológica en el sector transporte constituye una actividad prioritaria para potenciar el liderazgo internacional de la economía española.
- A nivel nacional, cabe destacar el trabajo de la plataforma **Move 2 Future – M2F**, Plataforma Tecnológica Española de Automoción y Movilidad, que recientemente ha presentado la **Agenda de Prioridades Estratégicas de I+D+i del sector Automoción**, relacionadas con los sistemas de propulsión y los combustibles alternativos, la movilidad segura más autónoma, el aligeramiento de los componentes y de los vehículos, y la **fabricación avanzada** o Industria 4.0.
- Entre las distintas iniciativas puestas en marcha en España para estimular el desarrollo de la industria destaca la iniciativa **Industria Conectada 4.0**, que identifica al sector de Automoción como uno de los actores claves para iniciar la transformación digital de la Industria Española.
- A nivel autonómico, la **Estrategia de Especialización Inteligente – RIS3 Galicia –**, en su Reto 2 *El modelo industrial de la Galicia del Futuro*, destaca la necesidad de *innovar hacia el transporte del futuro, con vehículos inteligentes, ecoeficientes, sostenibles y reciclables y profundizar en la innovación sectorial para conseguir nuevas funcionalidades y servicios asociados a los productos con los que atender las necesidades presentes y futuras de las industrias estratégicas*.

TENDENCIAS TECNOLÓGICAS TRACTORAS

A continuación se identifican de forma concisa las **principales tendencias tecnológicas** que establecerán las líneas maestras de la evolución del sector Automoción. Es importante tener en cuenta que las inclinaciones destacadas hacen **referencia a nuevos desarrollos de producto**, a partir de las cuales es posible **constituir las bases de los nuevos procesos productivos**, que conformarán las plantas de fabricación del futuro.

De esta forma, los **cambios de tecnología** afectarán tanto a **fabricantes** como a **suministradores de componentes**, y exigirán una nueva definición de los procesos de fabricación y ensamblado, la adopción de

nuevos materiales, la introducción de nuevas medidas de seguridad, nuevas herramientas, utillajes, necesidades de formación, etc.

Tecnologías limpias

La normativa ambiental es cada vez más exigente en cuanto a la mejora del rendimiento de los vehículos, reducción del consumo de combustible, disminución de emisiones de contaminantes y reciclaje del vehículo al final de su vida útil. Con objeto de cumplir los requisitos establecidos, las industrias tendrán que adaptar y modificar procesos productivos relacionados con conceptos como los siguientes:

- Optimización rendimiento motor
- Reducción peso del vehículo
- Reconcepción del *portfolio* de vehículos para garantizar el cumplimiento de los objetivos medio ambientales

Vehículos eléctricos e híbridos

La Unión Europea insta a desarrollar y utilizar nuevos combustibles y sistemas de propulsión sostenibles. Si bien, en los últimos años se ha avanzado en el desarrollo de vehículos eléctricos, todavía existen retos tecnológicos que afrontar como autonomía o precio, variables por las cuales el cambio a vehículo eléctrico no se termina de aceptar.

Aligeramiento

En la actualidad, el motor y el peso son los principales parámetros responsables del consumo de combustible de un vehículo, tal y cómo se puede observar en la siguiente figura:

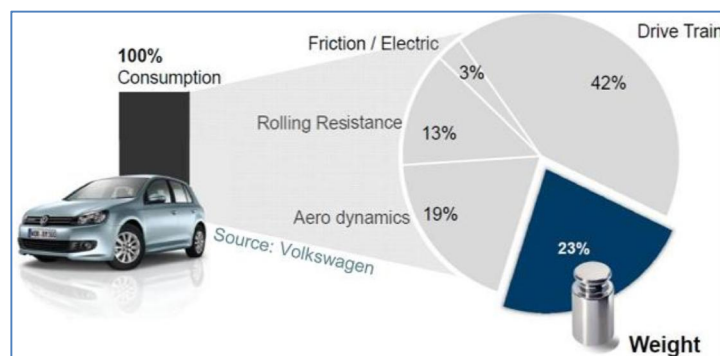


ILUSTRACIÓN 23: DISTRIBUCIÓN DEL CONSUMO DE COMBUSTIBLE EN UN VEHÍCULO. FUENTE: VOLKSWAGEN

A esto se suma el hecho de que el 80% de las emisiones de CO₂ generadas por un vehículo se producen a lo largo de su vida útil, y la energía necesaria para mover un vehículo es directamente proporcional a la masa del mismo, por lo que, cuanto más pesa un vehículo, más combustible consume y más CO₂ emite a la atmósfera. Por otra parte, la reducción del peso tiene asociadas otras ventajas, ya que cuanto más ligero, mejor es la aceleración y frenado, mejora la maniobrabilidad, y ofrecen mejores propiedades dinámicas.

La estrategia de reducción del peso del vehículo se centra en el uso de nuevos materiales (aceros de alta resistencia, aleaciones ligeras, *composites*, etc.) y los retos asociados a la introducción de estos modelos híbridos en el vehículo: nuevas tecnologías de procesamiento, atendiendo especialmente a las exigencias de calidad y cadencias del sector Automoción, y nuevas tecnologías de unión de componentes de diferentes materiales, todo ello garantizando la seguridad de los pasajeros y sin que supongan un incremento de coste del vehículo.

Conducción autónoma

Las nuevas tendencias tecnológicas de vehículos autónomos y sin conductor hacen que los diseñadores automóviles y fabricantes de vehículos tengan que desarrollar un nuevo enfoque completamente novedoso en la forma en que los interiores del vehículo son diseñados, además de todos los desarrollos técnicos asociados. Así, la introducción de nuevas tecnologías e innovaciones en los interiores más personalizados y enfocados a mejorar el atractivo del interior del vehículo, permitirán adaptarse a las nuevas tendencias de conducción, en las que los pasajeros pasan menos tiempo conduciendo y más tiempo realizando otras actividades.

2.2 RESUMEN DE LAS PRINCIPALES MACRO-TENDENCIAS DEL SECTOR

El sector Automoción está sujeto a un entorno cada vez más cambiante, por ello las empresas del sector deben identificar y vigilar estos cambios, alterando sus estrategias con el fin de alcanzar la posición competitiva deseada.

El análisis del macro-entorno identifica todos los factores que afectan a la actividad empresarial de este sector. Asimismo, se deben considerar los factores políticos, económicos, sociales y tecnológicos del entorno, los cuales se complementarán con los factores ecológicos o medioambientales.

Debido a que en el sector Automoción son los **fabricantes de automóviles** (OEM's) los que están ejerciendo un papel ejemplarizante y **tractor sobre la cadena de valor auxiliar** en cuanto a la **transformación** de las **plantas de producción** hacia la industria del futuro, son **sus iniciativas** las que **impulsan el desarrollo del tejido productivo** asociado al completo. Así queda patente en sus **planes estratégicos** para avanzar hacia una fábrica más inteligente y hacia la **adopción de tecnologías 4.0**, que muestran el potencial de oportunidades que se presentan para mejorar la eficiencia y competitividad del sector.

A continuación, se resumen algunas de las **iniciativas privadas más destacables** puestas en marcha por fabricantes como PSA, Audi, Mercedes, BMW o Volvo, si bien cabe destacar que también existen proveedores de primer nivel (Tier 1) que disponen de agendas estratégicas alineadas con estos nuevos conceptos en manufactura avanzada.

PSA GROUPE



Los cambios en la tecnología y las expectativas de los clientes, junto con la presión de los mercados, es lo que lleva a buscar continuamente la optimización de los procesos industriales. Para PSA Groupe, mejorar el rendimiento de la cadena de suministro y las fábricas es un imperativo absoluto para reducir costes y ofrecer el mayor número de vehículos innovadores, con calidad y entregados a tiempo. En este contexto, la fábrica excelente del grupo tiene la intención de consolidar la tecnología, el equipamiento y la experiencia del grupo y sus proveedores.

Para mejorar el rendimiento industrial y la competitividad de sus fábricas, PSA puso en marcha en 2015 el programa **L'usine excellente**³ que se basa en dos palancas: 1) la aplicación estricta de las mejores prácticas y 2) la simplificación de las organizaciones y operaciones, y la reducción de las estructuras. PSA busca así ser reconocido a nivel mundial por su nivel de calidad y garantizar la mejora continua. El programa fábrica

³ media.groupe-psa.com

excelente busca la excelencia operacional, preservar la salud y seguridad de los trabajadores, la máxima satisfacción de los clientes, adaptarse rápidamente a los cambios, respetar el medio ambiente, la mejora continua y sacar lo mejor de sus colaboraciones.

La estrategia se construye en base a 5 pilares:

- Tener plantas sostenibles
- Tener un buen rendimiento (en Seguridad – Gestión – Calidad – Costes – Plazos, respeto al Medio Ambiente)
- Ser flexibles, siendo capaces de absorber una mayor diversidad y adaptarse a los cambios en la demanda
- Ser autónomos (los cambios y mejoras se gestionan desde la propia planta)
- Cadena de suministro integrada

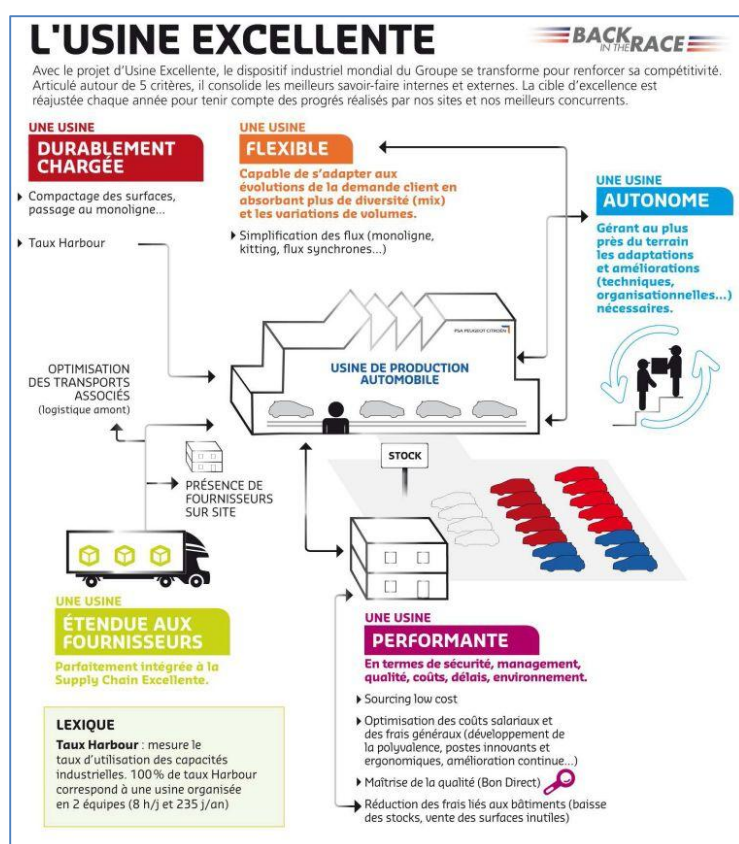


ILUSTRACIÓN 24: ESTRATEGIA FÁBRICA EXCELENTE DE PSA. FUENTE: PSA

A continuación se describe la **visión de la fábrica del futuro de PSA**:

En un mundo ultra conectado como el actual, los clientes demandan soluciones personalizadas al instante, por lo que para satisfacer y anticipar las necesidades de los clientes, las fábricas deben transformarse y evolucionar hacia la Fábrica 4.0.



ILUSTRACIÓN 25: CENTRO DE PILOTAJE. VISIÓN FÁBRICA EXCELENTE DE PSA. FUENTE: PSA

Cada vez que un cliente realiza un pedido, **se desencadena en tiempo real la orden de fabricación** del vehículo, y es en el **centro de pilotaje** donde se programa la orden de trabajo. De manera automática, el cliente recibe una notificación con la fecha provisional en la que recibirá su vehículo, también se envía la información a los proveedores con el pedido de piezas, y se planifican los flujos de la cadena de suministros para cumplir el plazo de entrega establecido.



ILUSTRACIÓN 26: LANZAMIENTO ÓRDENES DE FABRICACIÓN. VISIÓN FÁBRICA EXCELENTE DE PSA. FUENTE: PSA

El **transporte y el almacenamiento** de piezas están automatizados, son ágiles y flexibles, y la gestión del inventario se realiza en tiempo real.

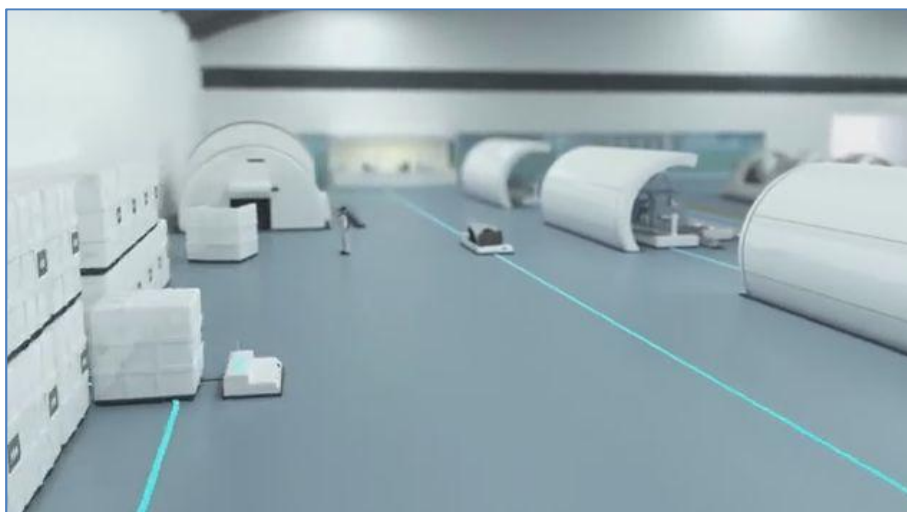


ILUSTRACIÓN 27: ESPACIOS DE TRABAJO ABIERTOS. VISIÓN FÁBRICA EXCELENTE DE PSA. FUENTE: PSA

En el interior de la planta, **los espacios de trabajo son abiertos**, las tareas pesadas se realizan por robots y el control de calidad se realiza de manera automática y es validado por los operarios.

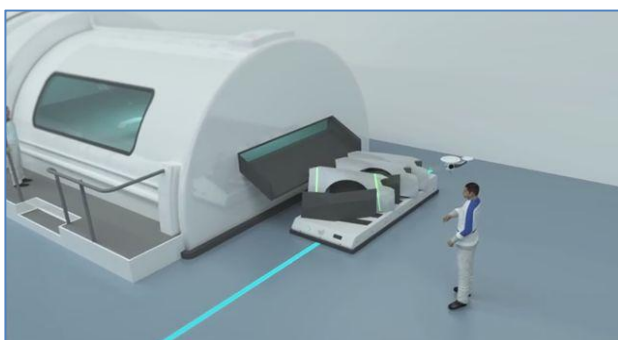


ILUSTRACIÓN 28: CONTROL GEOMÉTRICO DE LAS PIEZAS. VISIÓN FÁBRICA EXCELENTE DE PSA. FUENTE: PSA

En el taller de ferraje se realiza un control geométrico de la pieza completa gracias a tecnología láser. La fábrica del futuro está ultra conectada y por lo tanto **no utilizará papel**; toda la información es almacenada, analizada e intercambiada en tiempo real: si se detecta un problema, la información de corrección se enviará directamente de manera automática al lugar de origen del mismo.



ILUSTRACIÓN 29: PAPERLESS FACTORY. VISIÓN FÁBRICA EXCELENTE DE PSA. FUENTE: PSA

En el taller de pintura, los sistemas de impresión permiten la completa personalización sobre el flujo de producción.

En la zona de **kitting** (preparación) el operador con ayuda de robots constituyen el kit de montaje de cada vehículo según los requerimientos de cada cliente, de esta forma se garantiza la flexibilidad del sistema.

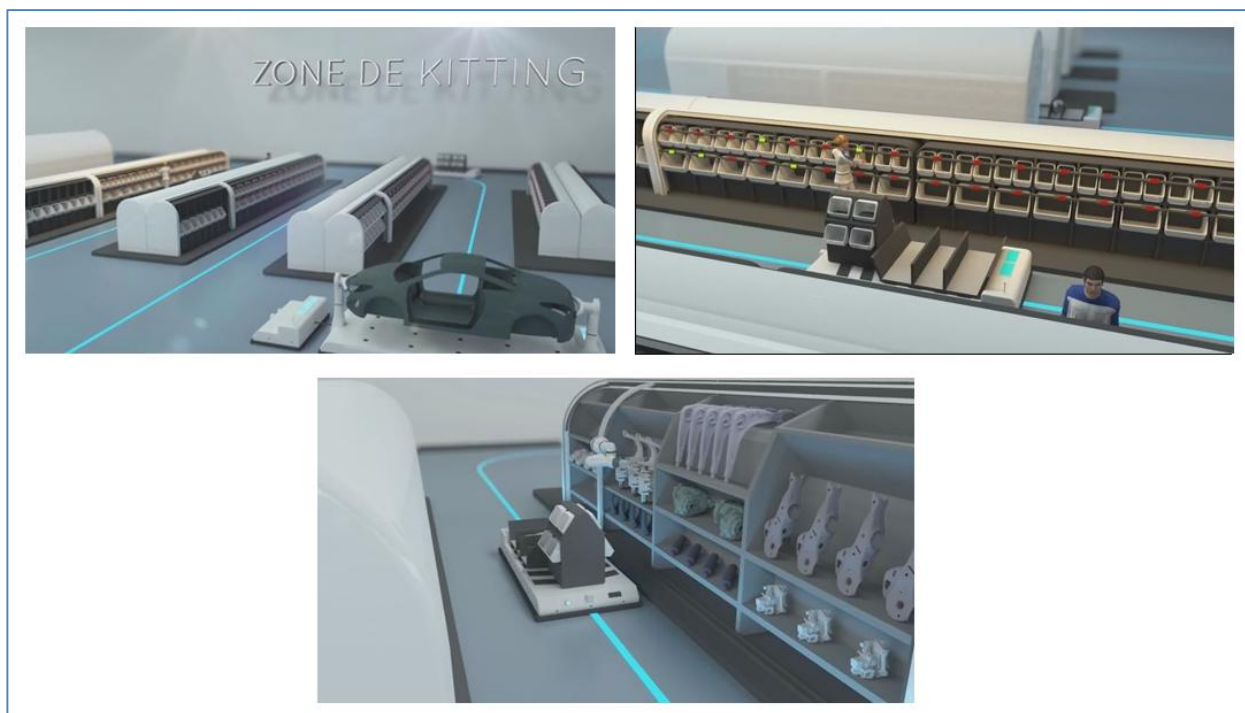


ILUSTRACIÓN 30: ZONA DE KITTING. VISIÓN FÁBRICA EXCELENTE DE PSA. FUENTE: PSA

En la **zona de montaje**, la línea principal es común para todas las operaciones de todos los vehículos gestionando la diversidad de manera ágil.



ILUSTRACIÓN 31: ZONA DE MONTAJE. VISIÓN FÁBRICA EXCELENTE DE PSA. FUENTE: PSA

También se utiliza la **realidad aumentada**, que permite a los trabajadores la formación continua y así se refuerza la polivalencia. Esta tecnología también facilita sobre la propia línea de montaje intercambiar en tiempo real información entre la planta y la ingeniería de diseño.

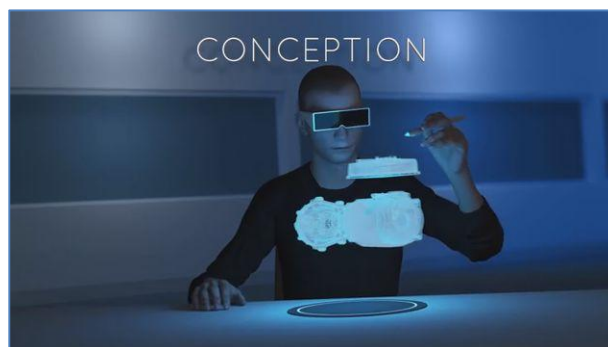
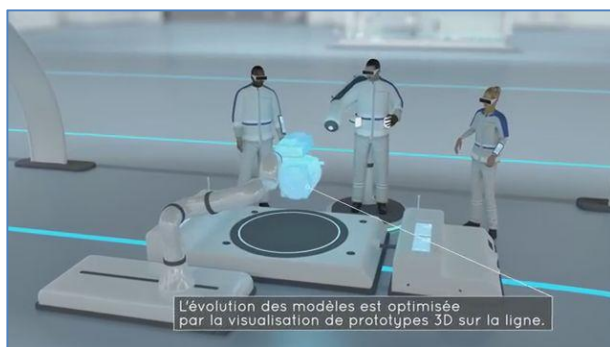


ILUSTRACIÓN 32: REALIDAD AUMENTADA. VISIÓN FÁBRICA EXCELENTE DE PSA. FUENTE: PSA

AUDI



Audi ha proporcionado a través de su revista Encounter⁴ su visión de la fábrica inteligente (Smart Factory) en la que muestra las innovaciones en el ámbito de la producción que espera introducir en los próximos años. Se trata de una producción más conectada, inteligente y eficiente.

Audi presenta una **visión modular de la planta**, en la que el proceso de ensamblaje es más rápido y flexible, y la línea de producción tradicional se reemplaza por varias pequeñas estaciones de producción con sistemas de conducción autónoma desplazándose de una estación a otra. Este nuevo sistema mejora la tasa de producción y facilita una gestión más flexible y eficiente de la creciente complejidad y diversidad.

⁴ <https://audi-illustrated.com/en/audi-encounter-01-2017>

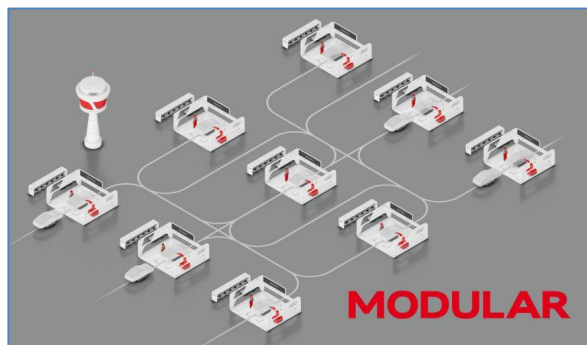
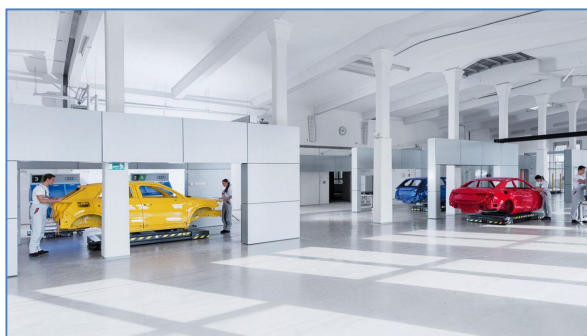


ILUSTRACIÓN 33: VISIÓN DE LA PLANTA MODULAR DE AUDI. FUENTE: AUDI

Algunas de las soluciones en las Audi que trabaja actualmente son:

- La **realidad aumentada *Window to the World***, que permite la proyección de componentes virtuales en 3D, ayudando a redefinir conceptos de manera rápida, eficiente y económica
- La **impresión 3D** de piezas complejas



ILUSTRACIÓN 34: IMPRESIÓN 3D. FUENTE: AUDI

- **Robótica colaborativa**

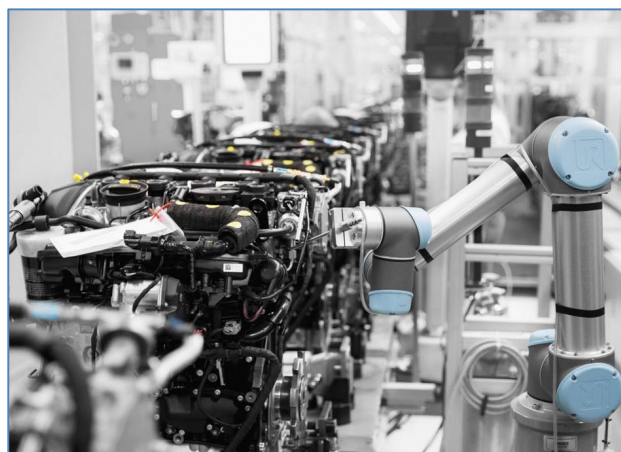
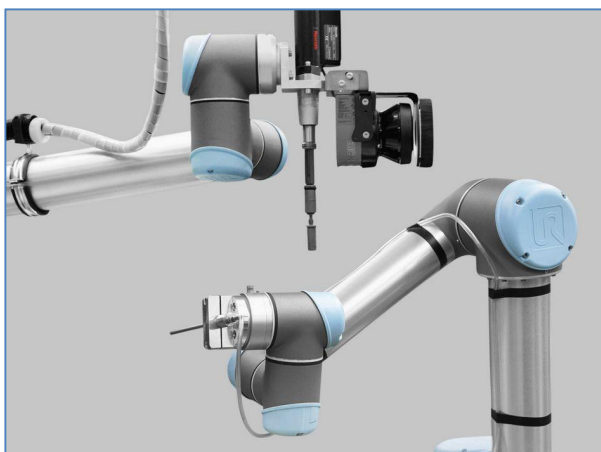


ILUSTRACIÓN 35: ROBÓTICA COLABORATIVA. FUENTE: AUDI

- Uso de **UAV's** para logística interna en la planta

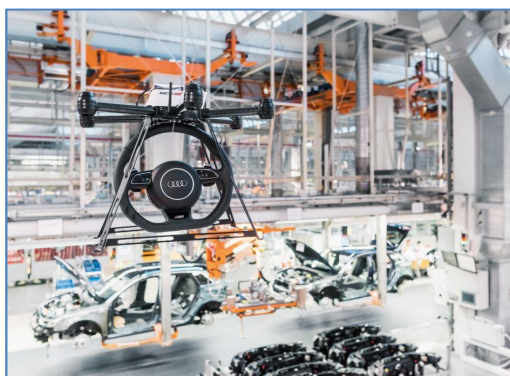


ILUSTRACIÓN 36: UAV'S EN PLANTA. FUENTE: AUDI

- **Robots logísticos** para el movimiento vehículos en planta, denominados DTS (*driverless transport systems*)



ILUSTRACIÓN 37: DTS. FUENTE: AUDI

- Nueva tecnología denominada **chairless** para facilitar actividades de montaje

BMW GROUP



Como parte de la continua optimización de los procesos de producción en sus plantas, el Grupo BMW está aprovechando las oportunidades derivadas de la **digitalización** (Industria 4.0). Para el grupo BMW, la digitalización abre nuevas perspectivas en relación con el avance de los sistemas de producción innovadores y orientados a las personas, permite a la compañía responder mejor a las necesidades individuales de los clientes y aumenta la flexibilidad de la cadena de producción.

El Grupo BMW centra su estrategia de digitalización en torno a **seis áreas clave**⁵ que se describen a continuación.



ILUSTRACIÓN 38: ÁREAS CLAVE EN EL PROCESO DE DIGITALIZACIÓN DE BMW. FUENTE: BMW

1. **Los sistemas de asistencia sensibles al contexto:** las herramientas inteligentes pueden apoyar directamente al personal en el desempeño de sus tareas y simplificar procesos complejos. En un proyecto piloto, las plantas de Munich y Leipzig del Grupo BMW probaron relojes inteligentes que alertaban a los trabajadores cuando se acercaba un automóvil con requisitos especiales. La pantalla se enciende y la alarma de vibración se activa para recordar a los trabajadores cuál es el siguiente paso del proceso, por ejemplo, un número diferente de tornillos que se deben montar.
2. **Innovadores sistemas de robots:** se trata de una manera de reducir el estrés sobre los trabajadores y las tareas físicamente exigentes y no ergonómicas, ya que estas pueden ser llevadas a cabo por sistemas robotizados. Los robots ligeros pueden trabajar con las personas sin necesidad de vallas de seguridad. El uso de robots garantiza el mismo alto nivel de calidad, especialmente para tareas repetitivas y tediosas. En 2013, el Grupo BMW empezó a utilizar este tipo de robots ligeros para tareas como fijar el aislamiento acústico en las puertas o aplicar adhesivo por ejemplo en la zona del parabrisas.
3. **La simulación y la digitalización de la fábrica:** el uso de datos digitales, en particular, ofrece un gran potencial para aumentar la eficiencia en los procesos. La simulación digital de una fábrica en 3D conlleva ventajas significativas en comparación con el enfoque bidimensional. La digitalización proporciona una base de datos precisa, completa y actualizada para adaptaciones rápidas y flexibles en la producción.
4. **Los sistemas de planificación y control:** los análisis automatizados de datos llevan a grandes avances en la mejora de la calidad y la eficiencia. Especialmente en el proceso de suministro de piezas de las plantas y el proceso de producción de componentes, los datos en red pueden proporcionar

⁵ <http://gts-net.dk/wp-content/uploads/2015/11/BMW.pdf>

transparencia en el registro del flujo de mercancías e incluso proporcionar información específica sobre la calidad de las piezas. En las plantas de Dingolfing y Landshut, por ejemplo, los códigos de matriz de datos identifican y registran todo el proceso de producción de piezas de carbono para el nuevo BMW Serie 7.

5. **Logística inteligente:** a mayor escala, las tecnologías de datos inteligentes proporcionan información en tiempo real sobre toda la cadena de suministro. En caso de problemas en la ruta de tránsito, la respectiva unidad de suministro de piezas responde inmediatamente. Estas funcionalidades de rastreo aumentan la transparencia en la red internacional de suministro del Grupo BMW y optimizan las cadenas de suministro.
6. **Analítica avanzada:** los análisis automatizados de datos mejoran la seguridad del proceso en las plantas del Grupo BMW. Por ejemplo, cuando se analizan curvas de proceso estándar, los datos de un proceso de unión de tornillo individual pueden estructurarse y evaluarse automáticamente. Las desviaciones de las normas se solucionan inmediatamente antes de que se produzcan perturbaciones del proceso. Con la gran cantidad de escenarios de aplicación en las plantas de producción de BMW Group, la eficiencia y la calidad pueden aumentarse sustancialmente.

En la siguiente imagen se pueden observar cuatro de las líneas estratégicas que ha mostrado el Grupo BMW⁶ en la última presentación realizada en diciembre de 2016:

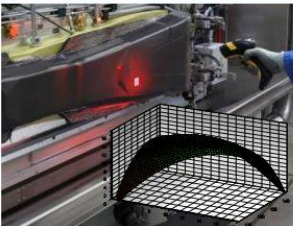



Data and Analytics	Smart Logistics	Innovative Automation	Additive Manufacturing
			
Internet-of-Things Architecture	Autonomous Transport Systems	Collaborative Robot Systems	Laminate or Metal
Data Management for Planning and Control	Global Supply Chain Visibility and Control	Context-sensitive Worker Support Systems	Serial Production and Rapid Prototyping
Cyber Security	Integrated Supplier Networks	Reorganization of Work	New Individualization

ILUSTRACIÓN 39: ÁREAS DE INVERSIÓN DEL GRUPO BMW. FUENTE: BMW "INVERSOR PRESENTATION", DICIEMBRE 2016

MERCEDES-BENZ



Mercedes-Benz

Mercedes Benz se ha marcado **5 grandes objetivos**⁷ en torno a la fábrica inteligente:

⁶ <https://www.bmwgroup.com>

⁷ <https://www.daimler.com/innovation/digitalization/industrie4.0/>

1. **Mayor flexibilidad:** la fábrica de producción inteligente permite responder más rápidamente a las fluctuaciones y cambios del mercado global, y las necesidades específicas de cada consumidor. La producción digital también hace que sea más fácil de producir productos cada vez más complejos.
2. **Mayor eficiencia:** el uso eficiente de los recursos como la energía, los edificios o las existencias de material es un factor competitivo decisivo. Una cadena de proceso completamente digital también significa un control constante del inventario: los componentes se pueden identificar en cualquier momento y en cualquier lugar. Las instalaciones de producción se pueden controlar desde cualquier lugar.
3. **Mayor velocidad:** procesos de producción flexibles, modificación simplificada de las instalaciones de producción existentes y la instalación de nuevas instalaciones permiten procesos de fabricación más eficientes y simples. Esto a su vez permite trabajar con ciclos de innovación más cortos y las innovaciones de producto se puede transferir a más series de modelos en un tiempo más corto (*time-to-market*).
4. **Entorno de trabajo atractivo:** la interacción activa entre el hombre y la máquina y el uso de nuevas interfaces de operación, van a cambiar el entorno de trabajo en muchas áreas, por ejemplo, en la formación y la ergonomía. Teniendo en cuenta los cambios demográficos, esto abre nuevas perspectivas a la hora de crear nuevos modelos de trabajo y estilo de vida.
5. **Logística inteligente:** desde la configuración del vehículo y el pedido por el cliente para la definición de las piezas necesarias y su adquisición, hasta la producción y entrega. Para poner esto en términos visionarios: "Una vez realizado el pedido, el vehículo busca por sí mismo su ubicación y máquina para iniciar la producción.

Cuando se inicie la producción del nuevo modelo **E-Class**, Mercedes Benz espera integrar varios elementos relacionados con la fábrica inteligente como⁸:

- **La realidad aumentada:** aquí el estado real se superpone visualmente en la especificación de diseño en un monitor, de modo que las desviaciones se detectan inmediatamente. Este procedimiento se utiliza para la planificación de la producción, durante las pruebas de ensamblaje utilizando componentes virtuales y para la fabricación y puesta en servicio de componentes de equipos e instalaciones de producción.
- **Montaje virtual:** se simula la instalación de distintos componentes en un vehículo. Se realizan los test con un avatar de modo que los empleados experimentados pueden evaluar cómo llevar a cabo el trabajo en un modo mejor, o si los cambios de diseño son necesarios.
- **Cadena de proceso digital:** la fabricabilidad del vehículo ya se verifica en una etapa temprana durante el proceso de creación del producto. Esto se consigue mediante el uso de métodos digitales para representar una cadena de procesos de producción en digital.
- **360° de redes (body-in-white):** la compleja red de producción de 87 sistemas de carrocería con 252 PLC's, 2.400 robots y 42 procesos (tecnologías de soldadura por puntos, pegado, soldadura láser, unión mecánica, etc.) estará integrada por 50.000 *Intelligent Network Participants* (direcciones IP).
- **La cooperación entre humanos y robots:** un robot ligero sobre un carro móvil se utiliza para calibrar el *head-up display*. El robot está equipado con una cámara de calibración en un brazo GFRP ligero y se puede calibrar ambos lados de un solo lado. Anteriormente la calibración se llevaba a cabo por dos robots instalados de forma permanente detrás de una valla de protección.

⁸<http://media.daimler.com/marsMediaSite/en/instance/ko.xhtml?oid=9362160&ls=L2VuL2luc3RhbmNIL2tvLnhodG1sP29pZD05OTA2NjM4JnJlbElkPTYwODIyJmZyb21PaWQ9OTkwNjYzOCZib3JkZXJzPXRydWUmcVzdWx0S05W5mb1R5cGVJZD00MDYyNyZ2aWV3VHlwZT1saXN0JnNvcnREZWZpbml0aW9uPVBVQkxJU0hFRF9BVC0yJnRodW1iU2NhbGVJbmRleD0wJnJvd0NvdW50c0luZGV4PTU!&rs=5>

Los **procesos de producción** integrarán la siguiente tecnología:

- **La impresión 3D / Fabricación aditiva:** el uso de prototipado rápido (como pueden ser los moldes de arena de fundición a presión para motores), cubiertas de protección (por ejemplo, para los útiles en la cooperación entre humanos y robots), herramientas (elementos de agarre, entre otros).
- **Human 2.0 / Dispositivos móviles en la producción:** nuevas formas de calibrar pantallas de visualización frontal (desde mediados de 2016), el uso de *tablets* para el control de robots en el interior de vehículos ("InCarRob") a través de Wi-Fi (los trabajadores dan instrucciones a los robots desde borde de línea de ensamblaje).
- **El aprendizaje automático / Las máquinas ayudan a sus usuarios:** el camino a seguir por los robots ligeros pueden ser aprendido por demostración, es decir, el trabajador lleva a los robots y estos aprenden la ruta.
- **Production Data Cloud / Disponibilidad mundial de datos de producción:** por ejemplo, como planta líder en modelos compactos, la ubicación de Rastatt es capaz de acceder a los datos de producción de todas las otras plantas en la red de producción mundial, por ejemplo, Kecskemét, y hasta se podría reprogramar desde ella en remoto los robots en funcionamiento.

VOLVO



Volvo ha lanzado su **plan de virtualización**, a través del cual se ha marcado como objetivo que a partir de 2020 todas las plantas sean testeadas virtualmente antes de que cualquier cambio se traslade a la planta real. De este modo se busca optimizar las plantas de producción creando **espacios de trabajo más sostenibles, competitivos y saludables**.

El plan está basado en **4 pilares**⁹:

- **Validación virtual:** para satisfacer las demandas futuras en la calidad tiene que haber mejoras continuas. Las modificaciones constantes del proceso de producción implican que existe una necesidad de validación previa a los cambios reales. Es por ello que Volvo Group ha desarrollado herramientas para fábricas virtuales, con el objetivo de no introducir ningún cambio en la planta al menos que haya sido validado en un simulador.
- **Incremento de la calidad y mejores espacios de trabajo:** la virtualización de las plantas hace posible hacer modelos de toda la producción y no sólo de los flujos. Los movimientos de los robots y las herramientas software actuales pueden optimizarse, así como la ergonomía de los puestos de trabajo e incluso el consumo de energía. Esto se traduce en plantas y centros de trabajo que son más saludables, más seguros y más confortables.
- **Realidad virtual:** las herramientas virtuales abren nuevas vías de comunicación y de resolución de problemas proporcionando a todos los involucrados una visión común. La realidad virtual permite introducirse en la planta y ver cómo se comportan las personas en un determinado ambiente.

⁹ http://www.volvogroup.com/GROUP/GLOBAL/EN-GB/RESEARCHANDTECHNOLOGY/SUSTAINABLE_PRODUCTION/VIRTUAL_MANUFACTURING/PAGES/VIRTUAL_MANUFACTURING.ASPX

- **Simulaciones avanzadas:** en 2020 será posible simular sistemas de producción completos facilitando la toma de decisiones.

De forma análoga, se muestran a continuación **tendencias y actuaciones** de empresas que forman parte del **nivel Tier 1**, directamente ligadas a los fabricantes, con los que establecen redes de colaboración para mejorar calidad, reducir costes y plazos de entrega o eliminar residuos. Teniendo en cuenta la relación de cooperación, así como las elevadas exigencias relacionadas con el sistema productivo, se entiende el **efecto tractor** que las OEM's ejerce sobre éstas:

CONTINENTAL



Continental se encuentra en proceso de implantación de tecnologías 4.0 aprovechando las ventajas que ofrece la digitalización, siguiendo la premisa de **augmentar la transparencia a lo largo de toda la cadena de valor**. Las **claves** en las que se encuentran basadas las líneas de actuación se pueden observar sintetizadas en la siguiente imagen¹⁰:

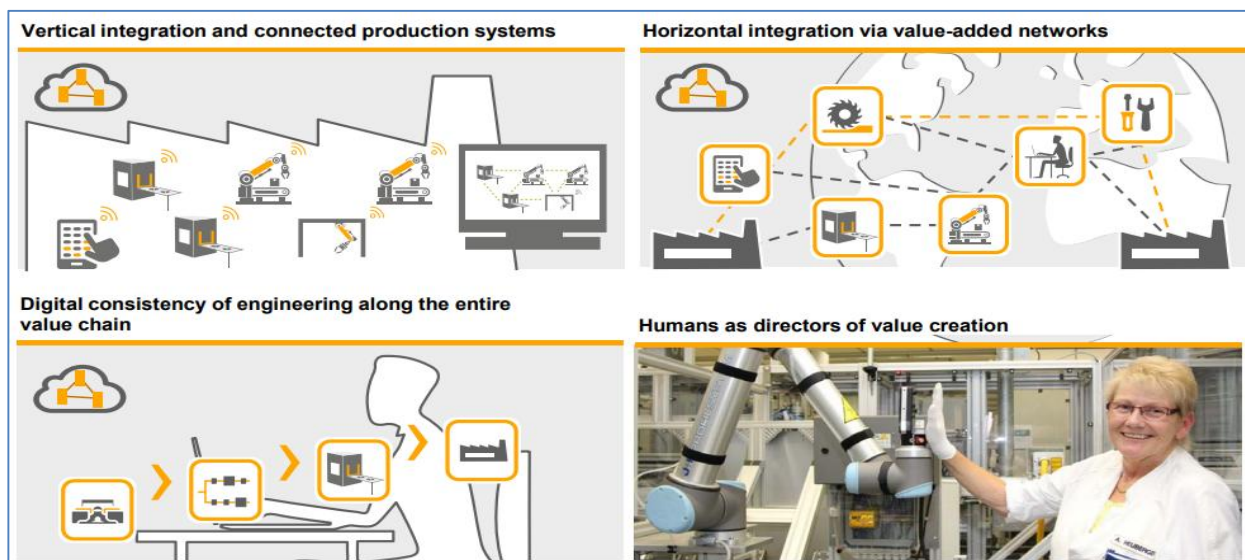


ILUSTRACIÓN 40: FACTORES CLAVE PROCESO DIGITALIZACIÓN CONTINENTAL. FUENTE: CONTINENTAL

La digitalización progresiva de las plantas, en el contexto de la Industria 4.0, verá nuevos soportes de datos incorporados en procesos de creación de valor gracias a **Internet de las Cosas**, donde maquinaria y producción se comunicarán entre sí sin intervención humana. Al mismo tiempo, **dispositivos digitales** como guantes de datos se implantan cada vez de forma más extendida como una prolongación del humano brazo.

Además, la **robótica colaborativa** ya es una realidad en algunas de las plantas industriales de Continental, junto con otras iniciativas como los **sistemas de transporte autónomos**, que ha posibilitado la reducción de los ciclos de tiempo productivo.

Las nuevas soluciones basadas en conectividad y colaboración que se encuentra implantando Continental, se extienden más allá de sus plantas productivas. Así, las nuevas soluciones se desarrollan e implementan en **plataformas digitales que integran a los fabricantes de los automóviles**.

¹⁰ <https://www.continental-corporation.com/resource/blob/14078/a0e87d51d9b251cc327c4d3dbded06e9/man-vs--machine-charts--pdf---data.pdf>

La compañía también muestra interés por el asociacionismo fuera de la industria del automóvil, por ejemplo con empresas del sector TIC. Estas asociaciones son concebidas como indispensables para fomentar e impulsar el desarrollo de la Industria 4.0.

Finalmente, Continental es consciente del cambio de modelo social que acompaña la revolución industrial. La tecnología se encuentra eliminando labores tediosas mientras expande el rango de las capacidades de los trabajadores. Teniendo en cuenta que el mundo laboral digital requiere de conocimiento y experiencia digital, la empresa promueve **medidas de capacitación adecuadas**, apoyadas por el desarrollo de nuevas calificaciones y cursos de formación¹¹.

VALEO



Valeo ha definido una línea de actuación de incorporación de tecnologías 4.0 enmarcada en el programa **Plant of the Near Future**. Como resultado, la automatización y digitalización de la logística y los sistemas de producción están aumentando la eficiencia y la flexibilidad de las plantas, la nueva robotización colaborativa acelera la automatización de ciertas tareas de forma segura, mientras la digitalización ayuda a las plantas al procesamiento de información y de datos relevantes para la optimización productiva.

De esta forma, la implantación de nuevas tecnologías está permitiendo a la compañía llegar a ser más eficientes y flexibles, mejorando sus procedimientos y competitividad. Los factores en los que han centrado sus prioridades se pueden desglosar en dos ámbitos:

Digitalización de los sistemas logísticos y productivos, de manera que la compañía pretende que los procesos de gestión avancen hacia la instauración de principios *just-in-time*. De la misma forma, se contribuirá a alcanzar el objetivo de planta sin papel.

La característica principal de la planta digitalizada propuesta es la continuidad en la transmisión de información, lo que implica el uso de tecnologías digitales en cada etapa de la cadena de suministro y de la producción. Para ello se están implantando nuevas herramientas de gestión digital, utilizadas para controlar el flujo de materiales y de la información entre proveedor y cliente, con el fin de simplificar y automatizar la cadena de suministro y la producción.

De forma concreta, la empresa ha implementado un sistema de gestión del flujo de contenedores a través de identificación por radiofrecuencia (RFID), para llevar a cabo tareas tales como la planificación logística.

Una segunda característica del programa de Valeo *Plant of the Near Future* es **intensificar la automatización productiva inteligente**. Por ejemplo, implantando cobots (robots colaborativos) que pueden hacer físicamente tareas exigentes en lugar de operarios, y mejorar la ergonomía de la estación de trabajo. También ejecutan tareas repetitivas como el ensamblaje de piezas, el atornillado de componentes, y otras como inspecciones visuales, lo cual permite a los trabajadores concentrarse en tareas de mayor valor agregado.

¹¹ http://report.conti-online.com/report2015/service/download/docs/horizonte_en.pdf

Cabe destacar que Valeo, consciente de la necesidad de contar con **empleados con altas capacidades y aptitudes técnicas** basadas en la digitalización, promueve el desarrollo de habilidades y conocimientos, como herramienta imprescindible para poder asumir los retos propuestos basados en el aumento de competitividad¹².

Nivel de cumplimiento de estándares

El sector Automoción fue pionero en la aplicación de estándares de calidad, seguridad y protección ambiental, y sigue manteniendo una posición muy destacada en su **compromiso por la mejora continua**. Esto es debido a que el sector tiene una importancia estratégica para la economía europea y para la española en particular, y **debe seguir posicionándose como líder en un entorno extremadamente competitivo**.

A lo anterior han de sumarse los compromisos medioambientales de reducción de emisiones, fomento de la innovación, aumento de la seguridad vial o mejora de la movilidad, apoyados a través de políticas tanto europeas (CARS 2020, Horizonte 2020, etc.), como nacionales (Plan de movilidad segura y sostenible, Proyecto Clima, etc.).

Por lo expuesto, la **normalización y estandarización** que han constituido un servicio de apoyo a la automoción desde hace décadas, **siguen evolucionando con el sector**, pasando de ser herramientas puramente técnicas a convertirse en **herramientas estratégicas** para éste. En consecuencia, se puede decir que en la actualidad son básicas para el posicionamiento en el mercado global y la internacionalización, ayudando a las organizaciones a afrontar los retos que se presentan en el desempeño de sus actividades.

En la siguiente imagen se presentan los ámbitos de aplicación de las diferentes normativas en el sector de la automoción:



ILUSTRACIÓN 41: ÁMBITOS DE APLICACIÓN NORMATIVAS SECTOR AUTOMOCIÓN. FUENTE: AENOR

¹² https://www.valeo.com/wp-content/uploads/2017/05/VALEO_RA_2016_GB_MEL.pdf

Cabe destacar los diferentes enfoques y ámbitos que las normativas presentan en función del agente del sector al que se encuentran dirigidas. De esta forma, diferenciando entre constructores de automóviles y fabricantes de equipos y componentes se tienen las siguientes prioridades industriales:

- **Fabricantes de vehículos**
 - Seguridad
 - Medio ambiente
 - Logística y distribución
 - I+D+i
- **Fabricantes de equipos y componentes**
 - Producción
 - Logística y distribución
 - Recambios y comercialización
 - I+D+i

A continuación se especifican los **estándares de aplicación masiva en el sector de la automoción** y se exponen de manera concisa el objeto y beneficios derivados de la certificación de las empresas automovilísticas en los mismos:

NORMAS ISO 9000 (QUALITY MANAGEMENT SYSTEMS)

Las **normas ISO 9000** son el conjunto de normas sobre **calidad y gestión de calidad de las organizaciones**. De esta forma, especifican la manera en las que éstas operan, sus estándares de calidad, tiempos de entrega y niveles de servicio.

En el sector de la automoción se exigen niveles de primera categoría para la calidad del producto, productividad, competitividad y mejora continua. Por tanto, los agentes implicados encuentran en la certificación en esta serie de normativas los siguientes objetivos y ventajas:

1. Proporcionar elementos para que una organización pueda lograr la calidad del producto o servicio, a la vez que mantenerla en el tiempo, de manera que las necesidades del cliente sean satisfechas permanentemente, permitiéndole a la empresa reducir costos de calidad, aumentar la productividad, y destacarse o sobresalir frente a la competencia.
2. Proporcionar a los clientes o usuarios la seguridad de que el producto o los servicios tienen la calidad deseada, concertada, pactada o contratada.
3. Proporcionar a la dirección de la empresa la seguridad de que se obtiene la calidad deseada.
4. Establecer las directrices, mediante las cuales la organización, puede seleccionar y utilizar las normas.

NORMA IATF 16949:2016 (AUTOMOTIVE CERTIFICATION REQUIREMENTS)

Las exigencias de la industria de la automoción hacia toda la cadena de suministros han requerido el establecimiento de un estándar propio para la producción en serie de componentes y piezas de recambio. Dicha certificación es indispensable para proveedores directos de los constructores de vehículos, llegando a constituir un requisito para el establecimiento de una relación comercial.

La **norma IATF 16949**, que sustituye a la norma con mayor aplicación internacional en sistemas de calidad de empresas del sector de la automoción ISO/TS 16949:2009, es el **estándar de gestión de calidad reconocido en la industria de la automoción** e incluye un modelo de gestión por procesos concreto, consensado y reconocido en el sector. A continuación se destacan las ventajas que la normativa ofrece a las entidades certificadas:

1. Contribuir al cumplimiento de los requisitos de entrada a las cadenas de suministro de la industria del automóvil.
2. Disponer de un modelo de gestión de probada eficacia y eficiencia.

3. Reducir significativamente o eliminar los costes de no calidad.
4. Reducir auditorías de cliente.
5. Impulsar dinámica de mejora continua de la organización.
6. Fomentar la implicación de la dirección y del personal en el sistema de calidad y mejorar la interrelación de departamentos y procesos.

NORMAS ISO 14000 (ENVIRONMENTAL MANAGEMENT SYSTEMS)

La familia de **normas ISO 14000** especifica los requisitos para un **sistema de gestión ambiental** que permite a las organizaciones formular una política y objetivos, teniendo en cuenta los requisitos legales y la información sobre los impactos ambientales significativos.

La implantación de un sistema de gestión ambiental posiciona a las entidades como organizaciones socialmente responsables, diferenciándose de la competencia y reforzando su imagen ante clientes y consumidores. Estas normativas permiten a las organizaciones obtener los siguientes beneficios:

1. Optimización gestión de recursos y residuos.
2. Reducción impactos ambientales negativos derivados de las actividades que se efectúan.
3. Reducción de riesgos asociados a situaciones accidentales.

NORMAS OHSAS 18000 (OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY ASSESSMENT SERIES)

Las **normas OHSAS 18000** son una serie de **estándares voluntarios internacionales relacionados con la gestión de seguridad y salud ocupacional**, buscan a través de una gestión sistemática y estructurada asegurar la mejora de la salud y seguridad en los lugares de trabajo.

Se destacan a continuación algunos de los objetivos derivados de su implantación en las empresas:

1. Fomentar actitudes proactivas y responsables hacia la seguridad y la salud en todos los niveles dentro de la empresa.
2. Mantener actitud productiva en el análisis de riesgos.
3. Impulso a la participación de los trabajadores en las tareas de prevención de riesgos laborales. Además de la participación en el proceso de adopción de comportamientos seguros por aporte de todo el personal dentro de un proceso de mejora continua.
4. Aporte de ideas para mejorar la seguridad de las instalaciones.

De forma complementaria, **es importante destacar normativas y estándares de aplicación en el sector de la automoción más novedosos**, y cuya integración en las organizaciones se encuentra actualmente en proceso. Estas ampliaciones de estandarización son debidas en gran medida a los nuevos avances que implementa el sector, ya sea a nivel de desarrollo de producto o bien de innovación tecnológica relacionada con los procesos productivos:

NORMA ISO 26262 (FUNCTIONAL SAFETY IN THE AUTOMOTIVE INDUSTRY)

La **norma ISO 26262** tiene como objetivo garantizar la **seguridad funcional de los sistemas eléctricos y electrónicos de un vehículo motor**, regulando su desarrollo a nivel hardware, software y sistema durante todo el ciclo de vida.

De esta forma, define un marco, modelo de aplicación, actividades, métodos y resultados, ofreciendo a los fabricantes un mecanismo común para medir y documentar la seguridad de un sistema de automoción.

Asimismo, contiene requisitos de seguridad relacionados con la realización de un análisis de riesgos, los cuales se especifican para evitar o prevenir daños y reducir riesgos.

NORMA ISO/TS 15066:2016 (ROBOTS AND ROBOTIC DEVICES – COLLABORATIVE ROBOTS)

Las normas ISO 10218 contienen los requisitos mínimos para el funcionamiento seguro de los robots industriales, pero en ellas las operaciones colaborativas representan tan sólo 8 páginas del total de 152. Cuando se redactaron se preveía que la colaboración fuese una condición de operación singular para robots industriales “típicos”. Por eso, ante la creciente aparición de robots colaborativos se lanzó en 2015 la especificación técnica ISO/TS 15066:2016 *Robots and robotic devices -- Collaborative robots*.

La **ISO/TS 15066:2016** especifica los **requisitos de seguridad para los sistemas de robots industriales colaborativos y el entorno de trabajo**, y complementa los requisitos y directrices sobre el funcionamiento de robots industriales colaborativos que figuran en las normas ISO 10218-1 e ISO 10218-2.

2.3 MEJORES PRÁCTICAS

De **manera complementaria** a la descripción de las **iniciativas** más destacables impulsadas por los **fabricantes** de automóviles, con su espíritu de tracción sobre toda la cadena de valor, y articulados a través de sus correspondientes planes estratégicos, así como por algunos Tier 1 destacados, a continuación se hace una **breve síntesis** de algunos **ejemplos** de las **prácticas best-in-class** identificadas en las **diferentes tecnologías emergentes 4.0**, que articulan el esquema de este estudio.

AUTOMATIZACIÓN Y ROBÓTICA AVANZADA Y COLABORATIVA

El sector Automoción, al contrario que otros sectores como el aeronáutico, se caracteriza por **ciclo de tiempos muy cortos y por altos volúmenes de producción**. Tradicionalmente, el sector ha realizado grandes inversiones en sistemas de automatización, que poco a poco, han sido sustituidos por **sistemas más flexibles** y reconfigurables entre los que se incluyen los robots.

El nuevo tipo de automatización presenta un alto interés, especialmente a nivel de las plantas de fabricación de constructores europeos, para **satisfacer las demandas de los clientes** (mayor personalización del vehículo e inclusión de nuevas tecnologías) y **mejorar la competitividad** frente a los países *low-cost*. Para lograrlo las empresas del sector se centran en tres aspectos: **productividad** (automatización tareas), **calidad** (aumento de la precisión de las piezas) y **durabilidad**.

APLICACIÓN	MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD / ERGONOMÍA
CASO DE USO	Robot colaborativo en la planta de BMW en Carolina del Sur (EE.UU)
DESCRIPCIÓN	<p>El fabricante de automóviles BMW está empleando robots colaborativos de Universal Robot (UR5 y UR10) en su planta de Spartanburg (Carolina) para realizar operaciones de sellado para aislamiento de ruido y agua en las puertas y parabrisas del vehículo en cooperación con el operario. El robot extiende y encola el material a lo largo de todo el perímetro de la puerta. Cuando se realiza este trabajo sin la ayuda del robot, los trabajadores deben rotarse tras una o dos horas de trabajo para prevenir posibles esguinces o lesiones en los codos durante la realización de esta tarea.</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div>
FUENTE	https://www.press.bmwgroup.com/global/article/detail/T0209722EN/innovative-human-robot-cooperation-in-bmw-group-production?language=en

APLICACIÓN	MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD / ERGONOMÍA
CASO DE USO	Robot colaborativo flexFELLOW provee asistencia en las operaciones de pre-montaje del grupo motopropulsor en la planta de VW en Wolfsburg
DESCRIPCIÓN	El atornillado del soporte del péndulo en su lugar como parte del proceso de pre-ensamblaje del grupo motopropulsor es una operación de rutina ergonómicamente inconveniente y ardua. El componente, que previene problemas de <i>weaving</i> cuando

	<p>se producen cambios en la carga del motor, se sitúa debajo del grupo motopropulsor y se encuentra por tanto en una posición de difícil acceso para los trabajadores. En la planta de VW en Wolfsburg, Alemania, el robot colaborativo KUKA flexFELLOW-bolt asiste a los trabajadores con el montaje ergonómico del soporte del péndulo y sin la necesidad de utilizar vallado de protección.</p> 
<p>FUENTE</p>	<p>https://www.kuka.com/en-us/press/news/2016/09/20160926_vw_setzt_auf_mensch-roboter-kollaboration</p>

HUMAN MACHINE INTERACTION

A pesar de que el *Human Machine Interaction* o Interface es considerado **un área clave para el desarrollo de los futuros vehículos**, y que por tanto es ampliamente estudiada desde el punto de vista del producto, en el ámbito de la producción todavía se trata de una tecnología poco madura y que se está actualmente testeando.

<p>APLICACIÓN</p>	<p>REALIZACIÓN DE DIAGNÓSTICOS EN TALLER DE REPARACIÓN</p>
<p>CASO DE USO</p>	<p>BMW utiliza Realidad Aumentada para realizar diagnósticos</p>
<p>DESCRIPCIÓN</p>	<p>Los mecánicos de BMW utilizan gafas de realidad aumentada a través de las cuales reciben información tridimensional adicional sobre el motor que están reparando. Esta información ayuda al operario a detectar el problema y realizar de manera más rápida el diagnóstico. Además del entorno real, se pueden observar también componentes virtualmente animados, así como las herramientas que se deben utilizar en cada operación e incluso se pueden escuchar instrucciones, a través de unos auriculares integrados en las gafas, que van guiando al operario por los distintos pasos que debe seguir para realizar la tarea.</p> 
<p>FUENTE</p>	<p>https://www.youtube.com/watch?v=-t2vVChAZr0</p>

APLICACIÓN	MEJORA DE LA ERGONOMÍA
CASO DE USO	AUDI implanta la tecnología “chairless” para proteger la ergonomía de sus operarios
DESCRIPCIÓN	<p>Audi está probando en su planta de Neckarsulm (Alemania) una nueva tecnología denominada <i>chairless</i> para facilitar numerosas actividades de montaje. El dispositivo está construido en fibra de carbono y permite a los empleados trabajar como si estuvieran sentados sin utilizar una silla, lo que mejora su postura y reduce la tensión en sus piernas.</p> 
FUENTE	http://www.auto-revista.com/es/notices/2015/03/audi-implanta-la-tecnologia-chairless-para-proteger-la-ergonomia-de-sus-operarios-51584.php#.WAhdHNSLSWh

SISTEMAS CIBERFÍSICOS E INTERNET DE LAS COSAS (IOT)

Las empresas del sector Automoción **implementan tecnologías basadas en la integración de equipos ciberfísicos conectados** con objeto de obtener un incremento de la productividad, y al mismo tiempo, conseguir ahorros de tiempo y costes. De esta forma, pueden obtener una **visión global de rendimiento** de las plantas, pudiendo así **optimizar las operaciones**.

Cabe destacar que la filosofía actual del sector, basada en la fabricación de grandes series de vehículos de configuraciones limitadas, se abandona en pro de una **fabricación de series cortas con operaciones de personalización**. Además, la deslocalización de la fabricación provoca la **necesidad de mejorar comunicaciones** entre plantas, con el resto de actores de la cadena de valor e incluso con los clientes. En consecuencia, muchas empresas clave del sector han desarrollado o planean hacerlo, **soluciones basadas en IoT**.

APLICACIÓN	MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD
CASO DE USO	“Connected factory” se convierte en realidad para GM mediante cloud de Cisco en un sistema basado en IoT analytics
DESCRIPCIÓN	Uno de los grandes proveedores de fabricantes de automóviles ha implementado herramientas de basadas en IoT con objeto de mantener sus plantas en funcionamiento sin interrupción. General Motors, fundada en 1908, ha construido un sistema que controla 800 robots implantados a pie de fábrica desde la <i>cloud</i> . El sistema, que ha sido desarrollado con la ayuda del <i>networking</i> Cisco, el proveedor de robots Fanuc y el desarrollador de hardware Rockwell Automation, recoge datos desde los robots y servicios externos, enviándolo a la <i>cloud network</i> .

	Se trata de una combinación de IoT con Big Data obtenida a partir de sensores y <i>data analytics</i> , todo ello englobado mediante la tecnología <i>cloud</i> , lo cual permite ayudar a identificar problemas antes de que estos sean realmente serios. Por ejemplo, puede incluir la detección de que un brazo robótico está a punto de fallar debido a que la presión del fluido en el sistema es incorrecta. Además, no permite sólo mejorar el funcionamiento de la planta, sino también garantizar la seguridad de los trabajadores.
FUENTE	http://www.cbronline.com/news/internet-of-things/connected-factory-becomes-a-reality-for-gm-as-cisco-cloud-enables-iot-analytics-4798118/

APLICACIÓN	MODELO DE FÁBRICA DEL FUTURO
CASO DE USO	El grupo PSA se plantea un modelo de fábrica del futuro centrada en las preferencias del cliente
DESCRIPCIÓN	El modelo de fábrica que plantea el grupo PSA para dentro de unos años se encuentra centrado en las preferencias del cliente a lo largo de toda la cadena de producción. El cliente realizará un pedido personalizado y a su medida del vehículo, transmitiéndose esta información a la planta de producción. De manera automática se solicitarán las piezas necesarias a los proveedores y en la línea de producción se asociarán automáticamente con la plataforma del vehículo a construir durante todo el proceso de fabricación. Dentro de la planta de producción se recopilará toda la información de los procesos y se analizará en tiempo real. De esta forma, se facilitará, por ejemplo, la detección de defectos inmediatamente, pudiendo enviar las órdenes adecuadas a los robots de producción para corregirlos. Finalmente, una vez que el vehículo esté terminado se notificará automáticamente al cliente para proceder a su entrega. Como se puede ver, el modelo planteado abarca una integración y comunicaciones totales en toda la cadena de valor, implicando a diversos actores como proveedores y clientes, además del propio fabricante.
FUENTE	https://www.groupe-psa.com/en/automotive-group/industrial-performance/

FABRICACIÓN ADITIVA

La fabricación aditiva ha transformado la manera en la que diseñar, desarrollar, fabricar y distribuir productos en muchos sectores; concretamente, en Automoción, la fabricación aditiva ha abierto **nuevas oportunidades a nuevos diseños, más ligeros y seguros, con ciclos de vida más cortos y menores costes**. Aunque en la actualidad la fabricación aditiva se emplea principalmente en la fabricación de prototipos y para la validación de las primeras series de los nuevos modelos, **presenta un gran potencial** para ser utilizado en altos volúmenes de producción en el futuro.

APLICACIÓN	RODAMIENTOS
CASO DE USO	BMW produce rodamientos para la bomba de agua
DESCRIPCIÓN	BMW ha diseñado unos rodamientos para la bomba de agua de DTM <i>racecars</i> y Z4 GT3, que se fabrican en aluminio utilizando la técnica SLM (<i>Selective Laser Melting</i>). La técnica es una buena solución para lotes pequeños, ya que, en primer lugar, permite la inclusión de refinamientos de diseño en la rueda de la bomba centrífuga de seis palas, que requeriría de mucho mayor esfuerzo con métodos tradicionales de

	<p>producción. Usando SLM, sin embargo, es posible alcanzar la aerodinámica ideal requerida del componente. Un beneficio adicional es que no se necesitan herramientas o moldes complejos para la producción.</p>
	
FUENTE	http://www.automotivemanufacturingsolutions.com/technology/does-3d-printing-add-up


APLICACIÓN	VEHÍCULO DEPORTIVO
CASO DE USO	Blade , un coche deportivo por impresión 3D
DESCRIPCIÓN	<p>Según Divergent, empresa radicada en San Francisco (USA), el proceso de fabricación incluye empalmes impresos en 3D, que conectan los materiales estructurales de fibra de carbono, obteniendo un chasis con una rigidez industrial en pocos minutos.</p> <p>Además de un proceso más rápido, una de las ventajas es que el peso del vehículo construido con una impresora 3D puede ser hasta 90% más ligero que un vehículo tradicional. Con su motor de gas natural, Divergent asegura que el modelo Blade puede producir 700 caballos de fuerza y puede llegar a las 60 mph en 2.5 segundos.</p>
	
FUENTE	http://www.divergent3d.com/

TECNOLOGÍA DE MATERIALES INTELIGENTES

El sector de la automoción busca nuevos materiales con el objetivo de **crear productos y componentes de menor tamaño, más inteligentes, con más funciones, medioambientalmente sostenibles y más personalizables**. El diseño y desarrollo de estos nuevos productos tendrá asociados nuevos retos en los procesos de fabricación.

APLICACIÓN	CRISTAL DE CONTROL INTELIGENTE
CASO DE USO	Continental crea cristales inteligentes
DESCRIPCIÓN	<p>Continental ha anunciado el lanzamiento de los primeros cristales inteligentes capaces de modificar su transparencia a través de señales de control electrónico. El cristal está formado por láminas que lo oscurecen de forma selectiva y gradual, tanto en las ventanillas laterales como en las traseras, así como en diferentes partes del parabrisas. El sistema mejora la seguridad ya que evita situaciones en las que los rayos del sol reducen la visibilidad, y por otra parte supone un ahorro energético, ya que se reduce la radiación solar y por lo tanto se puede reducir el tiempo de funcionamiento del sistema</p>

	<p>de climatización. Otro aspecto es la privacidad que ofrece al dejar estacionado el vehículo y quedar oculto lo que hay en el interior.</p> 
FUENTE	<p>http://www.continental-corporation.com/www/pressportal.com/en/themes/press_releases/3_automotive_group/interior/press_releases/pr_2015_12_10_intelligent_car_window_en.html</p>

APLICACIÓN	MATERIAL CON MEMORIA DE FORMA
CASO DE USO	Aleaciones metálicas con memoria de forma en el Chevrolet Corvette
DESCRIPCIÓN	<p>En el nuevo Corvette, una aleación con memoria en forma de alambre abre la escotilla de ventilación cuando el portón trasero se abre, utilizando el calor de una corriente eléctrica de una manera similar a las luces. Cuando se activa, el alambre mueve un brazo a modo de palanca para abrir la rejilla, permitiendo que la tapa del maletero pueda cerrarse. Una vez que la tapa del maletero está cerrada, los conmutadores de corriente eléctrica, permiten que el alambre se enfríe y vuelva a su forma normal, que cierra la abertura para mantener la temperatura de en el interior.</p>  <p>The new 2014 Chevrolet Corvette uses a lightweight heat-activated shape memory alloy wire in place of a heavier motorized part to open a vent that allows the trunk lid to close more easily.</p>
FUENTE	<p>http://newatlas.com/smart-material-2014-corvette/26249/</p>

LOGÍSTICA AVANZADA

La gestión de la logística eficiente se está convirtiendo cada vez más en un **factor de supervivencia para el sector de automoción**. En las condiciones de impactos post-crisis a la industria automotriz y la fuerte presión competitiva de los fabricantes en el mercado global, la flexibilidad a nivel de gestión de los materiales y de flujo de la información en las plantas de ensamblaje se declara como la especificación clave para el futuro crecimiento.

APLICACIÓN	MEJORA LOGÍSTICA
CASO DE USO	AGV's entregan piezas en la línea de ensamblaje de Mercedes
DESCRIPCIÓN	<p>El fabricante alemán Mercedes-Benz ha desarrollado sistemas de transporte sin conductor (AGV's) para ofrecer al personal de la línea de montaje mercancía de logística en las instalaciones de la planta de Ludwigsfelde, eliminando de esta forma el empleo de carretillas elevadoras (mejora de la seguridad y aumento de la zona de montaje), durante la producción de la camioneta Sprinter. El nuevo vehículo robótico (AGV) dotado con sensores de detección desarrollados por SICK entrega un juego de kits suficientes para tres vehículos (full-kitting) para los trabajadores de la línea de montaje, reponiendo automáticamente las piezas y luego retirando los contenedores vacíos</p>
FUENTE	http://www.automotivemanufacturingsolutions.com/focus/intelligent-production



APLICACIÓN	MEJORA LOGÍSTICA
CASO DE USO	Audi Smart Factory (Drones)
DESCRIPCIÓN	<p>Realización de las primeras pruebas piloto en la planta alemana de Ingolstadt de Audi para el transporte automatizado de componentes en la fábrica mediante sistemas de transporte aéreo autónomo (drones) realizados por pilotos especialmente entrenados a través de control remoto para ver la factibilidad del empleo de esta nueva tecnología, que permita solucionar problemas de espacio en planta para las rutas de transporte adicionales.</p>
FUENTE	http://techthelead.com/audi-smart-factory-how-drones-ar-and-vr-gears-help-build-cars/



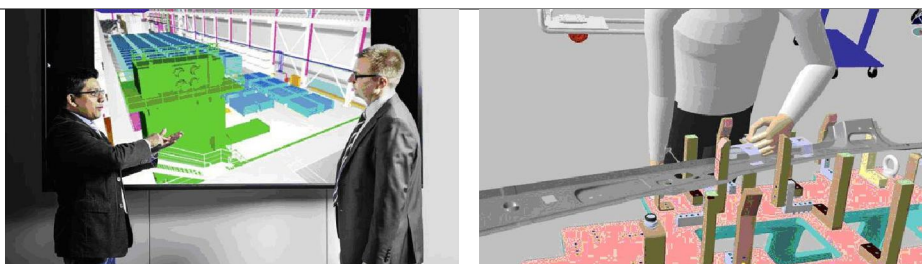
MODELIZACIÓN, SIMULACIÓN Y VIRTUALIZACIÓN DE PROCESOS

El **diseño asistido por ordenador está ampliamente extendido** en el sector de Automoción para el diseño de producto y proceso. La tecnología permite actualmente mejorar la eficiencia y calidad de los desarrollos gracias a las **simulaciones virtuales**. Sin embargo, todavía queda un largo camino por recorrer en cuanto a

la incorporación de los procesos de control en estos simuladores. El nuevo reto que se plantea el sector es disponer de un **modelo virtual** que sea una **copia fidedigna de la planta física**, que permita a los ingenieros validar el sistema completo.

APLICACIÓN	EFICIENCIA DE LA LÍNEA DE MONTAJE
CASO DE USO	Ford planea una “fábrica virtual” para optimizar la eficiencia de la línea de montaje
DESCRIPCIÓN	<p>En colaboración con Siemens y Google, Ford lanzó en 2014 su primer programa piloto para facilitar el control de una de sus plantas en Michigan (EEUU) a través de un software basado en realidad virtual. El programa permite simular el entorno de la fábrica en tiempo real. Gracias a la integración con <i>Google Earth</i>, se puede realizar un recorrido virtual por la planta de producción desde cualquier lugar con la ayuda de un <i>smartphone</i>, <i>tablet</i> u ordenador, siguiendo en tiempo real el proceso de ensamblaje paso a paso.</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div> <p>La simulación virtual del proceso de montaje permite que la construcción del vehículo sea ensayada antes de invertir en los recursos necesarios para una línea de producción real. Con esta nueva tecnología, la compañía busca mejorar la calidad y reducir los costes de fabricación, mediante la creación y el análisis de simulaciones por ordenador de los procedimientos de producción de los vehículos.</p>
FUENTE	<p>http://www.ford.co.uk/experience-ford/AboutFord/News/CompanyNews/2012/Virtual-Factory</p> <p>https://www.youtube.com/watch?v=L2iOKIdONoE</p> <p>http://www.theengineer.co.uk/issues/august-2012-online/ford-creates-virtual-factory-to-simulate-assembly-line-process/</p>

APLICACIÓN	DISEÑO Y PLANIFICACIÓN DE UNA NUEVA PLANTA
CASO DE USO	La Factoría Digital de Audi: construir con realidad virtual
DESCRIPCIÓN	<p>Audi empleó durante 2014 técnicas de simulación avanzada para la fabricación de su nueva planta en San José Chiapam en México, que ha sido la planta encargada de fabricar el Audi Q5 en 2015. La Factoría Digital de Audi proporcionó una gran cantidad de plataformas y sistemas, lo que permitió que la instalación se planificase con anterioridad hasta el más mínimo detalle. En 3D, los ingenieros de Audi pueden rápidamente identificar y abordar los problemas, incluso antes de que haya comenzado la construcción.</p>



FUENTE

<http://www.autobild.es/noticias/factoria-digital-audi-contruir-realidad-virtual-217037>

BIG DATA, CLOUD COMPUTING Y DATA ANALYTICS

El almacenamiento masivo de datos y su análisis **genera nuevas oportunidades** en el sector de la automoción para afrontar desafíos y presiones derivados de la competencia, costes, globalización, cambios y volatilidad de mercado.

Por un lado, existen aplicaciones **directamente relacionadas con la recogida de información y datos del proceso productivo**, las cuales permiten optimizar los procesos disponiendo de sistemas más flexibles que posibilitan la toma de decisiones en tiempo real gracias a la información obtenida y disponible.

Por otro lado, se presta interés en la implantación del Big Data en una capa más estratégica a nivel de negocio, relacionada con la **recogida de información a partir de los clientes y proveedores**, que puede **retroalimentar la cadena productiva**.

APLICACIÓN	MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD
CASO DE USO	Big Data: lubricante y materia prima para Audi (análisis tornillos y pernos)
DESCRIPCIÓN	<p>Los empleados de los laboratorios de producción de Audi han desarrollado una nueva metodología para las operaciones de apriete de tornillos y pernos, que permite reducir el tiempo de operación en base a un estudio de análisis de datos (ángulo funcionamiento y par aplicado) de tornillos y pernos anónimos realizados en la planta de Ingolstadt en Alemania durante varias semanas. El resultado: un error ya se puede predecir con una alta probabilidad después de 0,3 segundos. Cuando el destornillador se apaga inmediatamente, el operario ahorra tiempo y se apresura menos por el siguiente tornillo o perno.</p> <p>El nuevo análisis de tornillos y pernos ya está en uso en los módulos de montaje del A3/Q2. Esto ha dado como resultado un enorme avance de eficiencia para Audi AG en la planta de Ingolstadt, y el método se extenderá ahora a otras plantas. El siguiente paso es ampliar el espectro de evaluación y averiguar si el método se puede transferir a otras operaciones.</p>
FUENTE	https://www.audi-mediacycenter.com/en/presskits/audi-techday-smart-factory-7008

APLICACIÓN	MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD
CASO DE USO	The Smart Factory (Daimler AG)
DESCRIPCIÓN	Todo proceso genera grandes cantidades de información y datos, algo que se incrementará incluso más en el futuro. El procesamiento digital de los datos se emplea

	<p>para predecir cuándo los procesos se desviarán de los estándares, y establecer mantenimientos predictivos.</p> <p>En la cabeza de producción de los cilindros, por ejemplo, la captura y evaluación de 600 parámetros que influyen en la calidad ha reducido significativamente el ratio de rechazo por un factor de 4. El efecto ha sido todavía considerable durante el comienzo de la producción: el tiempo necesario para que el proceso de producción se desarrolle sin inconvenientes se ha reducido sustancialmente.</p> <p>En la producción de transmisiones de doble embrague, la retroalimentación de los datos de producción y los datos de servicio de campo han conducido a mejoras de calidad y costos reducidos. El análisis predictivo también proporciona indicaciones tempranas para la puesta en marcha de componentes comparables.</p>
FUENTE	http://media.daimler.com/marsMediaSite/en/instance/ko/The-smart-factory-The-completely-networked-value-chain.xhtml?oid=9905147

SAFETY & SECURITY

En un nuevo entorno de producción totalmente automatizado y robotizado la **seguridad de las personas y el medio constituye un aspecto fundamental**. Tradicionalmente la seguridad se garantiza mediante el empleo de barreras de seguridad que separan a las personas de los sistemas automáticos. No obstante, la **inclusión de las tecnologías emergentes** en las plantas conlleva el **desarrollo de nuevos elementos de seguridad que reduzcan riesgos** mediante la introducción de sensores e inteligencia en los sistemas automáticos.

En lo que a la **seguridad computacional** se refiere, no se trata de un factor probabilístico, las amenazas sobre el sistema provienen de variedad de fuentes, incluyendo las intencionadamente maliciosas. En consecuencia, el objetivo de la seguridad es **mitigar dichas amenazas antes y después de que ocurran**, durante todo el ciclo de vida del producto, desde las decisiones de diseño tempranas hasta la fabricación y cierre.

APLICACIÓN	IDENTIFICACIÓN, MITIGACIÓN Y APRENDIZAJE DE CIBER AMENAZAS
CASO DE USO	Seguridad en la colaboración hombre - robot
DESCRIPCIÓN	<p>Dürr suministra una celda robotizada completa para el pegado de ciertos componentes de los automóviles en la cual el concepto de seguridad debe cumplir unas especificaciones y normas estrictas basadas en una evaluación de riesgos. Entre otros, el paquete de seguridad requiere que los robots se ubiquen de manera que se minimice el contacto con el hombre en la medida lo posible. No obstante, también deben tenerse en cuenta los movimientos humanos. Por ello, el robot debe trabajar con suavidad y desconectarse en milisegundos si se registra un contacto.</p> <p>Dürr ha diseñado el concepto de la celda de pegado de manera que el robot básicamente funcione por debajo de la zona de la cabeza y el pecho del hombre. También el sistema de aplicación y el propio robot son ligeros, de amplia superficie, blandos y de formas redondeadas, de manera que en caso de contacto con el robot, solo se generen pequeñas fuerzas.</p>

	
<u>FUENTE</u>	http://www.tecnicaindustrial.es/TIFrontal/a-6548-solucion-innovadora-permite-colaboracion-hombre-robot-montaje-vehiculos.aspx

<u>APLICACIÓN</u>	IDENTIFICACIÓN, MITIGACIÓN Y APRENDIZAJE DE CIBER AMENAZAS
<u>CASO DE USO</u>	SDL – Security Development Lifecycle
<u>DESCRIPCIÓN</u>	Frameworks como SDL (Security Development Lifecycle), permiten al desarrollador del producto tratar la identificación de amenazas, utilizar mecanismos para mitigar las amenazas, implementar procesos para fabricar el producto, entender cómo manejar las hazañas y replicar aprendizajes para futuros productos.
<u>FUENTE</u>	https://www.mcafee.com/tw/resources/white-papers/wp-automotive-security.pdf

GESTIÓN DE LA ENERGÍA Y DE LOS RESIDUOS

En el sector Automoción, las empresas apuestan firmemente por la **creación de un entorno sostenible**, ya sea a través de la **innovación en procesos productivos**, disminuyendo el consumo energético, de recursos y residuos, o a través de la **investigación en fuentes de energía alternativas para los vehículos**.

<u>APLICACIÓN</u>	MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD
<u>CASO DE USO</u>	Industry 4.0 BMW : Intelligent energy data management for sustainable production
<u>DESCRIPCIÓN</u>	<p>BMW está trabajando en una aproximación de “<i>big data</i>” para mejorar la eficiencia energética en sus plantas de Spartanburg y Leipzig en Alemania. El enfoque de ‘big data’ para la eficiencia energética se está logrando mediante la introducción de un sistema inteligente de gestión de la información sobre la energía (iEMDS) puesto a prueba en Spartanburg para la producción de los modelos BMW X. El sistema se basa en medidores de electricidad inteligentes que miden constantemente el consumo de energía de las instalaciones de producción y los robots para alinearlos con la red central de los grandes datos de la compañía. Gracias a estos “contadores inteligentes”, las desviaciones que conducen a un consumo excesivo se pueden identificar desde el principio. Además, los datos ayudan a evitar interrupciones inminentes o incluso averías de instalaciones de producción individuales o de robots, garantizando así la calidad Premium requerida para la producción de vehículo.</p> <p>En la actualidad, BMW Group aplica iEDMS en las plantas de Spartanburg (South Carolina, USA), Leipzig, Regensburg, Munich y Landshut; y planea lanzar nuevas plantas en la red de producción global de BMW.</p>

**FUENTE**

<https://www.press.bmwgroup.com/global/article/detail/T0195345EN/industry-4-0:-intelligent-energy-data-management-for-sustainable-production?language=en>

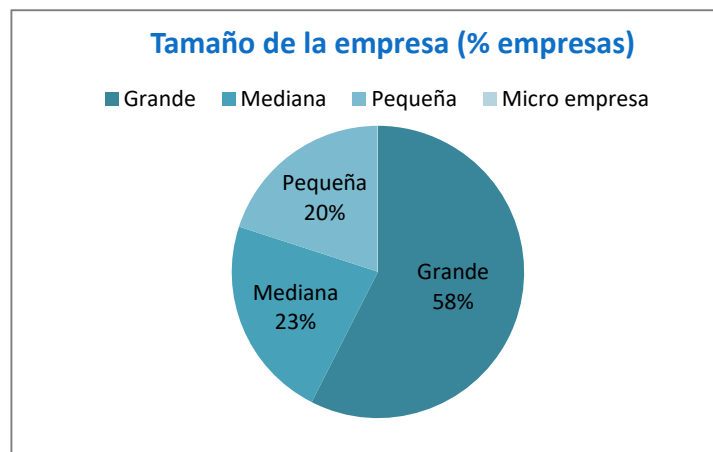
3. DIAGNÓSTICO SECTORIAL

Este **diagnóstico sectorial** del **grado de conocimiento e implantación de tecnologías 4.0** en el **sector Automoción** se ha realizado en base a las entrevistas efectuadas a una **muestra representativa** de la **cadena de valor en Galicia** entre los meses de mayo y noviembre de 2017, siguiendo la metodología de ejecución descrita en el Anexo de este documento.

Así, se ha incluido en el proceso de encuestado a entidades que van desde el **fabricante de automóviles** (OEM), hasta el **proveedor de piezas o materias primas**, pasando por el **fabricante de equipos y módulos** y el **proveedor de componentes**, sin olvidar a otras organizaciones proveedoras de **servicios auxiliares** o a **carroceros** y **spin-outs**.

En cuanto a CNAE's, los más representativos se encuentran bajo el epígrafe el 29-*Fabricación de vehículos de motor, remolques y semirremolques*, y en lo relativo a distribución geográfica, por la propia configuración del sector las entidades visitadas se encuentran mayoritariamente en la provincia de Pontevedra, aunque se han visitado empresas en las provincias de A Coruña y Ourense.

Por la propia configuración del sector, donde un elevado porcentaje de las organizaciones pertenece a grupos empresariales, cerca del 60% de las empresas muestreadas son de tamaño grande, si bien se ha hecho un esfuerzo de diversificación, identificando y encuestando a un 43% de PYMES.



En términos de antigüedad de las entidades encuestadas, el 73% han sido constituidas del año 2000, y un 25% previamente a 1981, lo que deja patente el arraigo del sector en la Comunidad.

Evaluando otros parámetros más concretos, cabe destacar que la práctica totalidad de las empresas entrevistadas cuenta con departamentos de ingeniería y de I+D o asimilables.

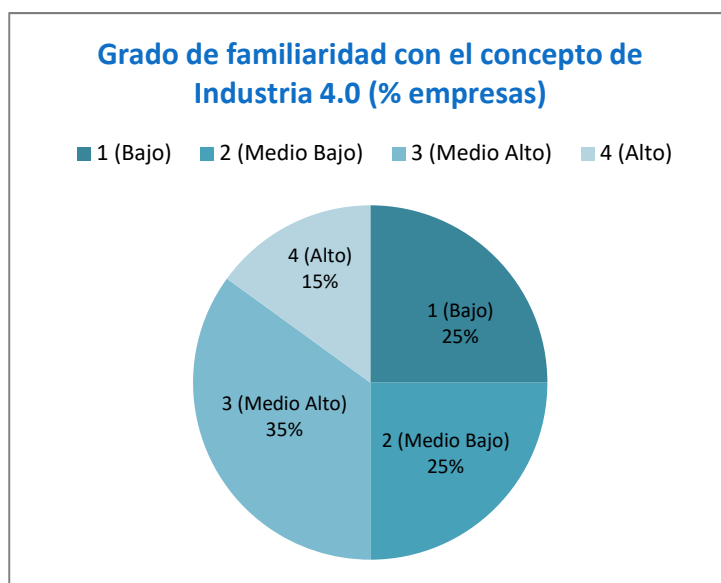
3.1 FAMILIARIDAD CON EL CONCEPTO DE INDUSTRIA 4.0

La muestra de empresas del sector de Automoción entrevistadas define, de manera mayoritaria, la Industria 4.0 como una **tendencia tecnológica** que, basándose en aplicaciones concretas, permite monitorizar los **procesos productivos en tiempo real** para poder **gestionarlos de manera eficaz y eficiente**, **agilizando la toma de decisiones**.

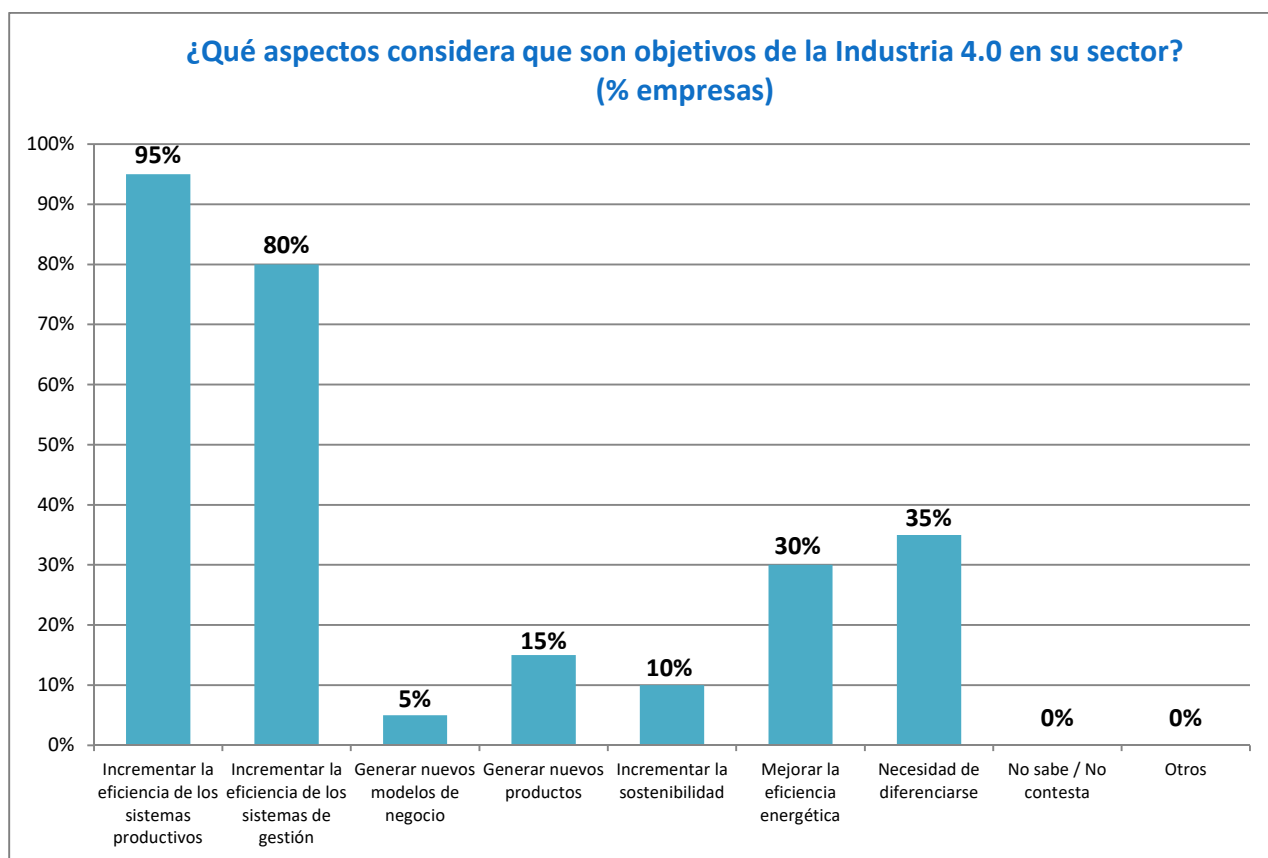
En este contexto, prácticamente **todas** las entidades visitadas **conocen**, en mayor o menor medida, **las tecnologías habilitadoras o emergentes** asociadas a esta nueva revolución industrial.

En cuanto a la **familiaridad** de las empresas con el **concepto general de Industria 4.0**, ha sido posible determinar que existe una cierta disparidad entre los grados de **nivel de conocimiento de la Industria 4.0**

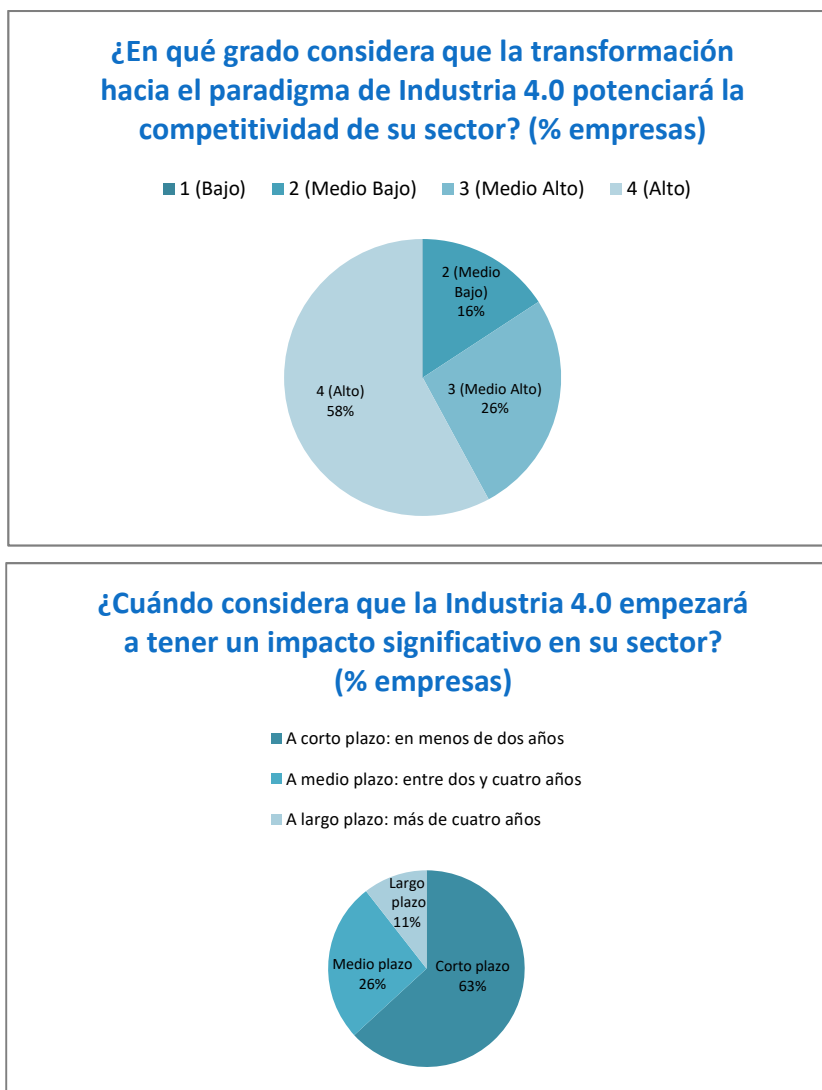
por parte de las empresas. Así, mientras un **75%** reconoce disponer de un conocimiento **alto o medio**, un **25%** admite que su nivel en la materia es **bajo**.



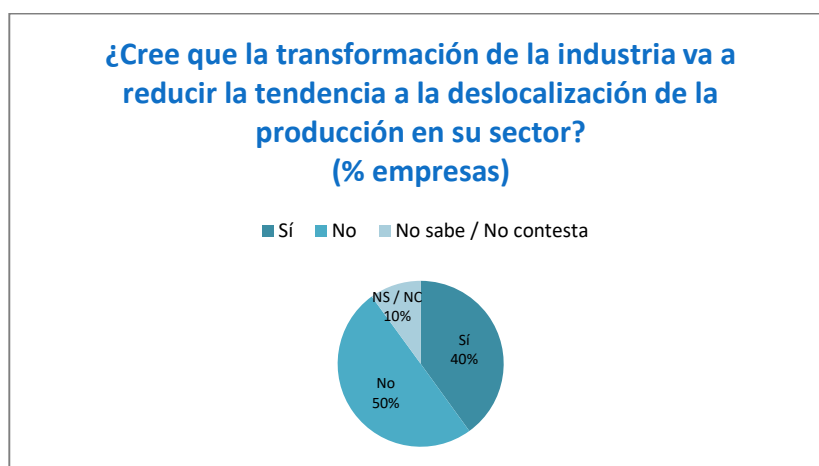
El **95%** de las **empresas entrevistadas** considera el **incremento de la eficiencia de los sistemas de gestión** como el **objetivo fundamental** de esta corriente tecnológica, seguido muy de cerca por el **incremento de la eficiencia de los procesos productivos**.



En cuanto a la **capacidad** para **incrementar** la **competitividad** de las empresas, en torno al **60%** de las entidades ve en las **tecnologías 4.0** unos **elementos potenciadores clave**, con un **impacto significativo en el corto plazo** (menos de 2 años).

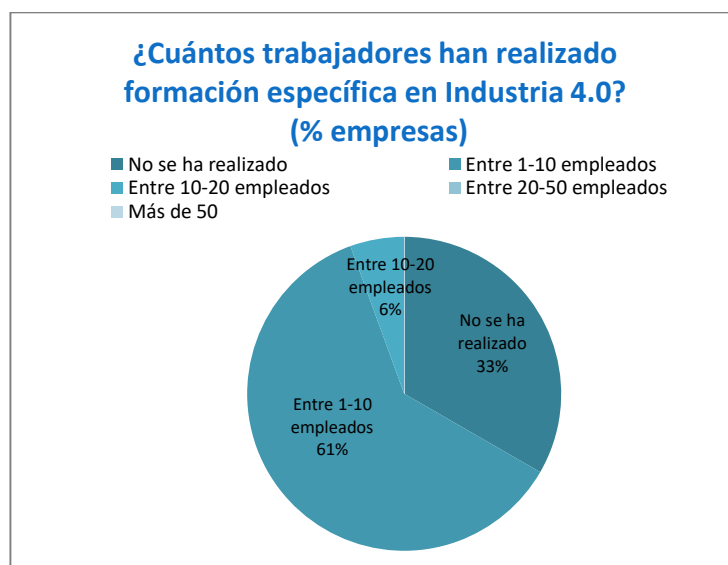


En relación con la **influencia** de la **implantación** de **tecnologías** asociadas a **Industria 4.0** en la tendencia a la **deslocalización**, la mitad de las empresas entrevistadas considera que la **decisión** de deslocalizar una determinada actividad se rige por **otros factores**, de manera que **no** visualizan una **relación clara** entre ambos aspectos.



El **75%** de las **empresas** entrevistadas en el sector **Automoción participa** en **asociaciones** o **plataformas tecnológicas**, destacando aquellas de carácter empresarial y ámbito regional como CEAGA – Clúster de Empresas de Automoción de Galicia y ASIME - Asociación de Industriales Metalúrgicos de Galicia. De aquellas que participan, más del **70%** han tenido algún **contacto** con los **ámbitos 4.0** a través de dichos foros, especialmente en aspectos relacionados con **formación** y apoyo a **inversiones**.

En respuesta a la pregunta sobre qué porcentaje de la plantilla ha realizado **formación específica** en **tecnologías 4.0**, el **61%** de las **entidades** declara haber realizado **algún tipo de iniciativa en este ámbito**, computando entre 1 y 10 empleados formados.



En cuanto a la tipología de programas de ayudas que resultan familiares a las empresas del sector, destaca la participación en **programas de apoyo a la I+D colaborativa** como son **FEDER-Innterconecta** (CDTI-Ministerio de Economía, Industria y Competitividad) o **Conecta-PEME** (GAIN-Xunta de Galicia).

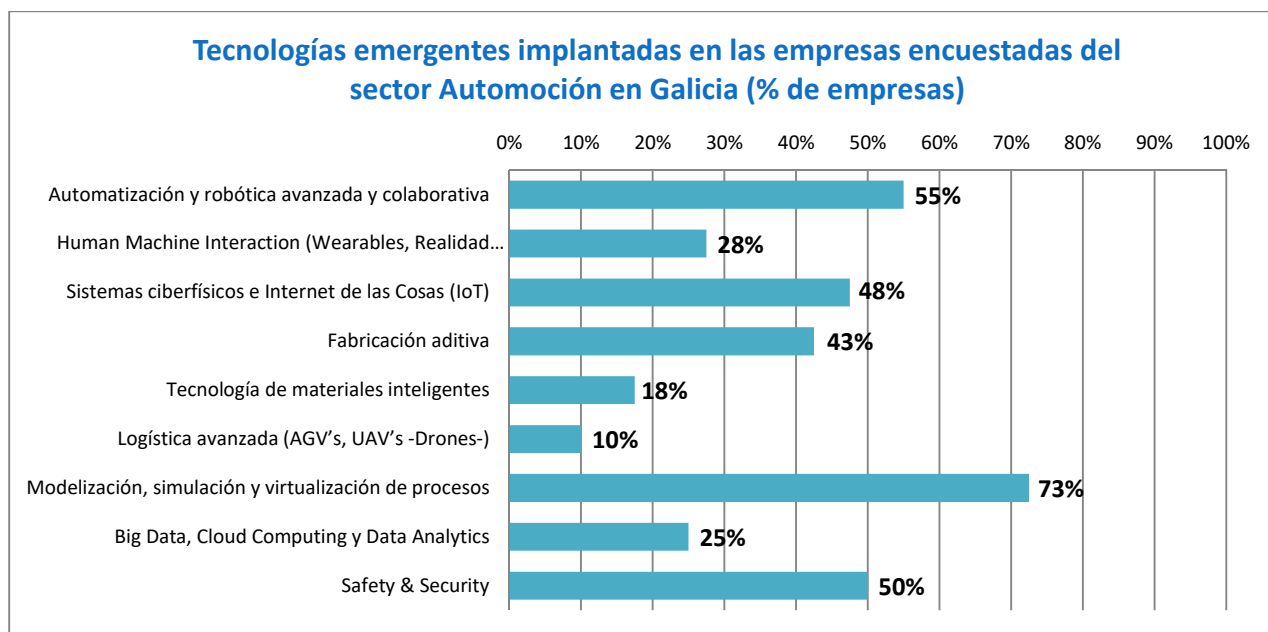
Cabe resaltar que la práctica totalidad de la muestra ha tenido algún tipo de **colaboración** con **centros de conocimiento** tales como Centros Tecnológicos o Universidades, lo que pone de relieve la **cultura de innovación y actualización tecnológica** existente en el sector.

En cuanto a invenciones o innovaciones relacionadas con Industria 4.0, más del 80% de las entidades entrevistadas opta por el **secreto industrial** como **herramienta** de **protección** de su propiedad.

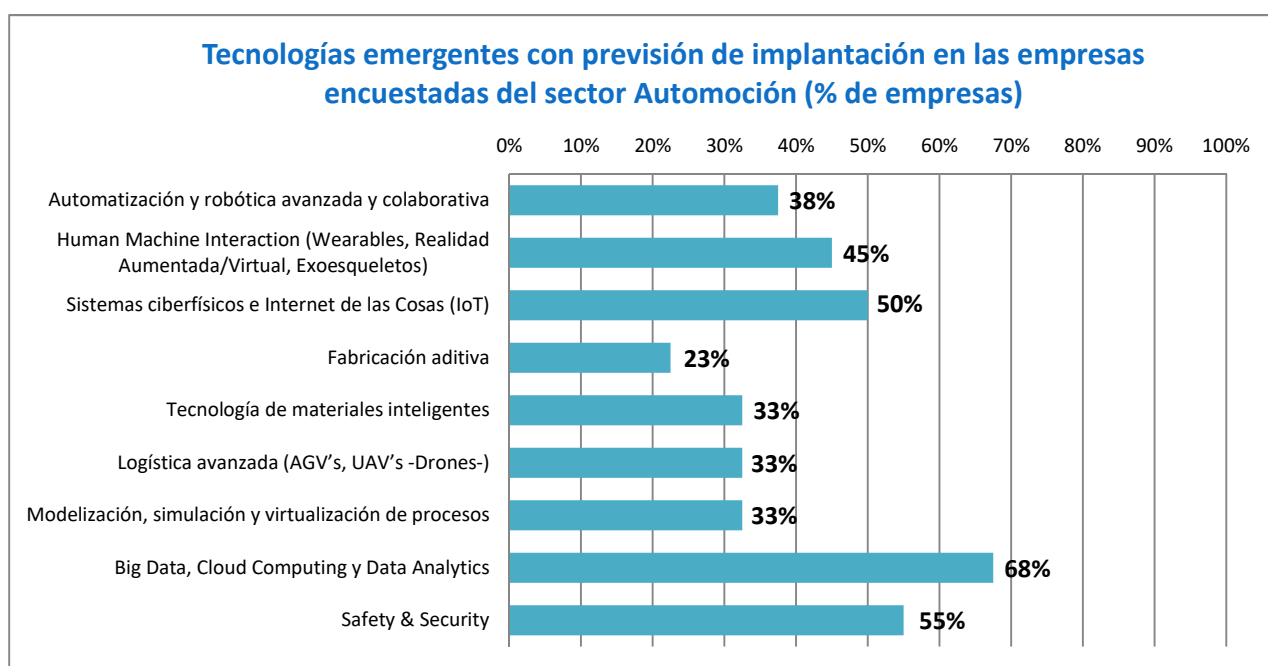
3.2 NIVEL TECNOLÓGICO ACTUAL

El análisis siguiente pretende hacer una **revisión** del **interés y grado de familiaridad** de las empresas del sector **Automoción** con las **tecnologías** definidas como **emergentes** o **habilitadoras** en el contexto de este estudio, identificando su potencialidad de aplicación.

Así, de la muestra de entidades entrevistadas, más del **70%** tiene implantadas **tecnologías asociadas a la modelización, simulación y virtualización de procesos**, en un sentido amplio, seguidas de implantaciones de automatización y robótica avanzada y colaborativa, herramientas de *Safety & Security* y sistemas ciberfísicos e Internet de las Cosas (IoT), en el entorno del 50-60%.



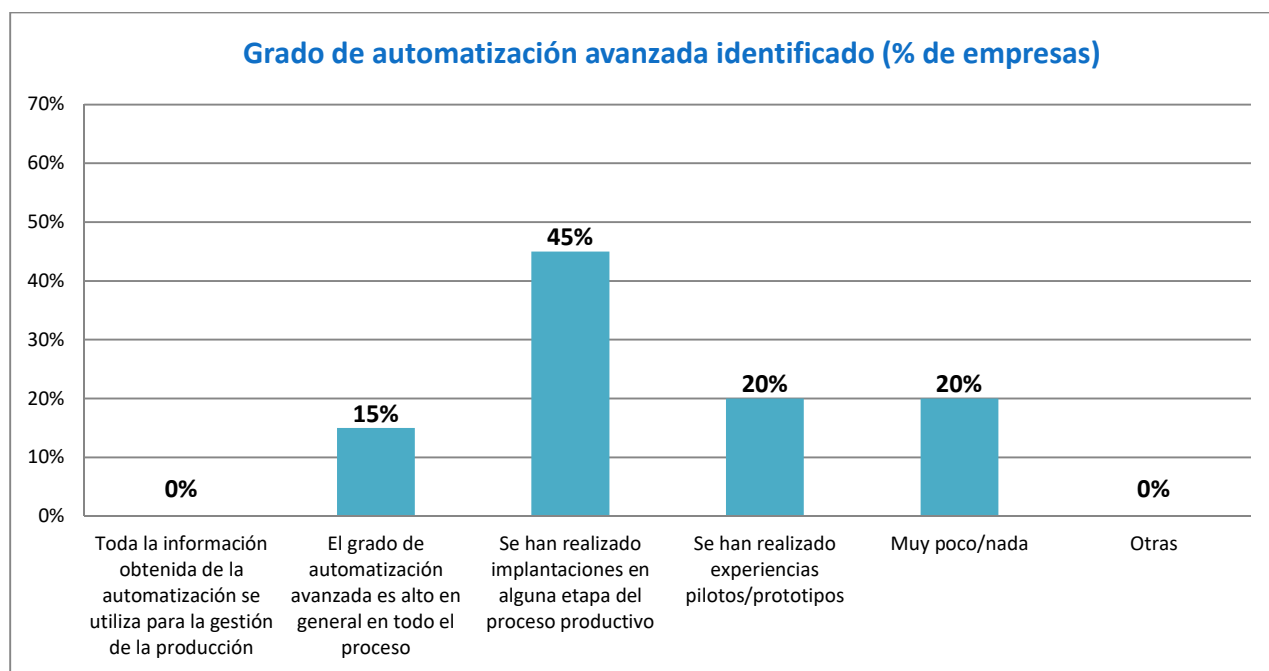
Son las tecnologías de **Big Data, Cloud Computing y Data Analytics, Safety & Security y sistemas ciberfísicos e Internet de las Cosas (IoT)**, las que despiertan mayor **interés** en cuanto a **previsiones de implantación** en el sector.



3.2.1 Resumen de la situación actual por tecnologías emergentes

AUTOMATIZACIÓN Y ROBÓTICA AVANZADA Y COLABORATIVA

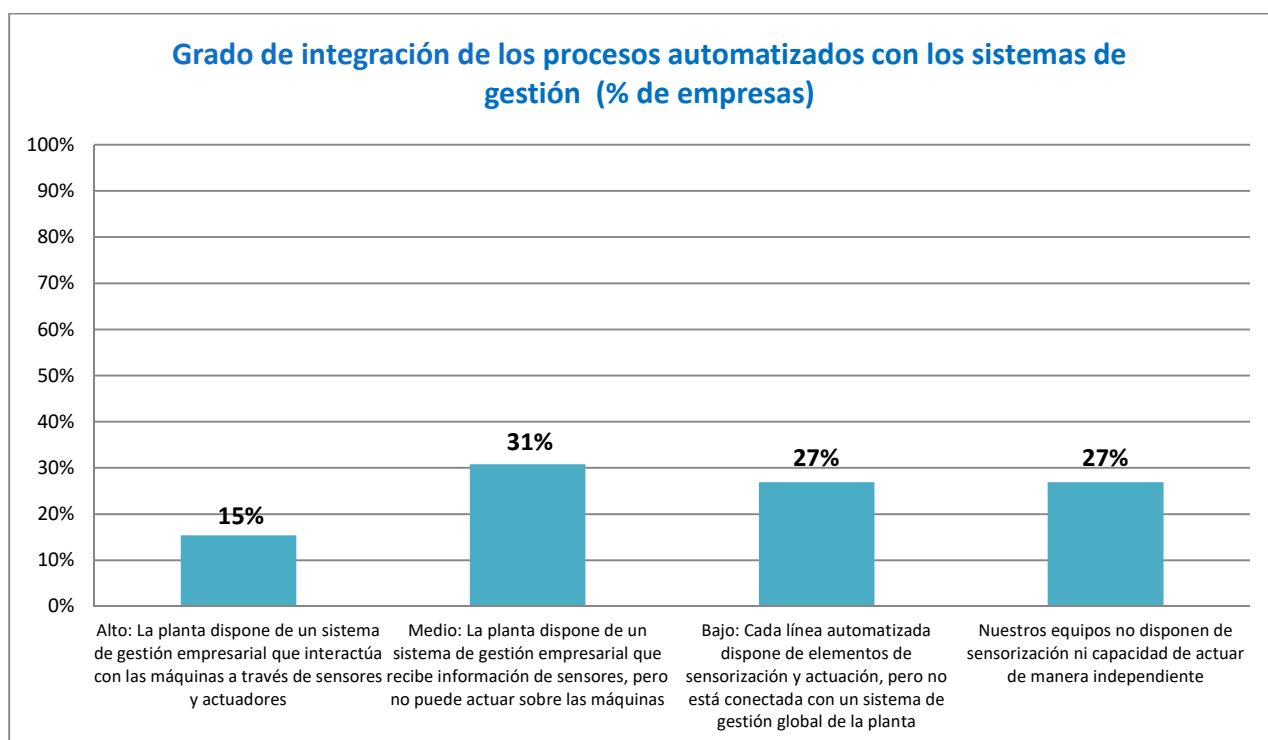
El **15%** de las empresas encuestadas en el sector Automoción considera que el **grado de automatización avanzada es alto** en términos generales en sus plantas de producción, y **más del 60%** de la muestra ha realizado **implantaciones en alguna etapa** de sus respectivos **procesos** o **experiencias piloto**.



En relación a las **áreas de actividad** en las que las empresas encuestadas visualizan **potencial de aplicación** de la **robótica colaborativa**, es el ámbito de la **producción** en el que se vislumbran las mayores posibilidades, si bien es cierto que, en términos generales, resulta difícil identificar aplicaciones prácticas en el corto plazo.

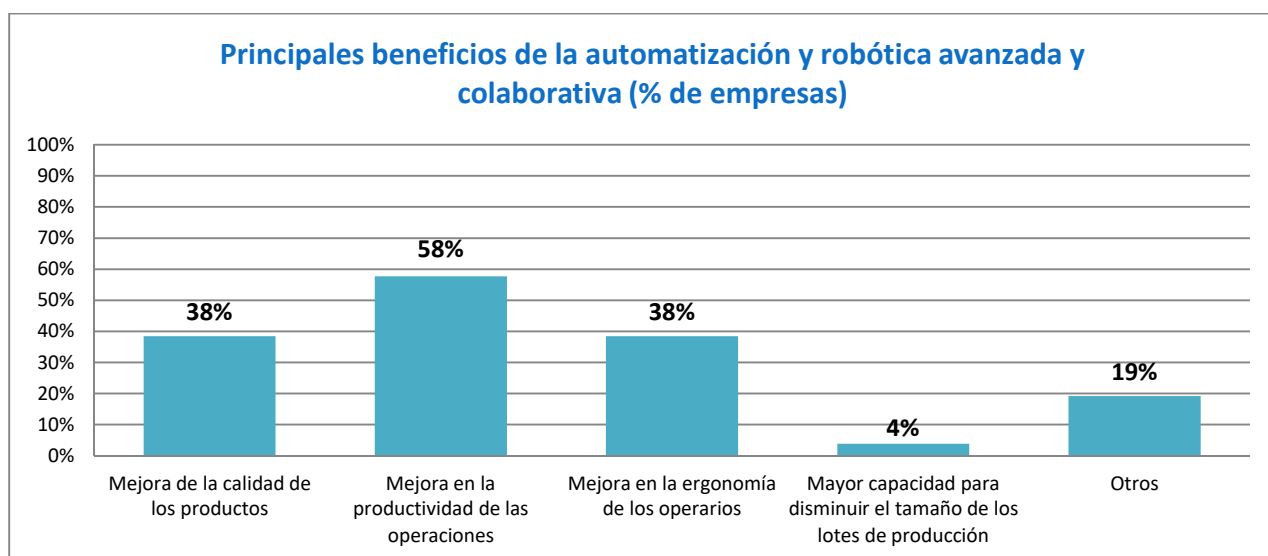
¿En cuáles de las siguientes áreas de actividad piensa que tiene mayor potencial de aplicación la robótica colaborativa en su empresa?	1 (Bajo)	2 (Medio Bajo)	3 (Medio Alto)	4 (Alto)
Almacén Materia Prima	74%	0%	14%	13%
Logística Interna	63%	16%	11%	11%
Producción	40%	16%	0%	44%
Control de Calidad	89%	0%	11%	0%
Almacén de Producto Terminado	84%	0%	16%	0%

Un **46%** de las entidades consideran que el grado de **integración** de los **procesos automatizados con sus sistemas de gestión** es **medio o alto**, destacando que el **54%** de las empresas autoevalúa este grado como **bajo o no factible**.



Debido a la diversidad de entidades que constituyen la cadena de valor en el sector automoción, con actividades muy amplias, y siendo muchas de ellas ajenas a procesos de fabricación en serie, que por su naturaleza son los más proclives a su robotización, del orden del 40% de las empresas entrevistadas no dispone de ningún robot (p.e., matriceras, constructores de utillajes, proveedores de servicios logísticos, etc.); en el extremo contrario, un porcentaje similar dispone de más de 10, dejando patente las diversas realidades encuadradas en un mismo contexto sectorial.

Por último, las entidades que configuran la muestra encuestada **identifican mayoritariamente** (58%) como **principal beneficio** de la incorporación de tecnologías de automatización y robótica avanzada y colaborativa la **mejora en la productividad de las operaciones**.

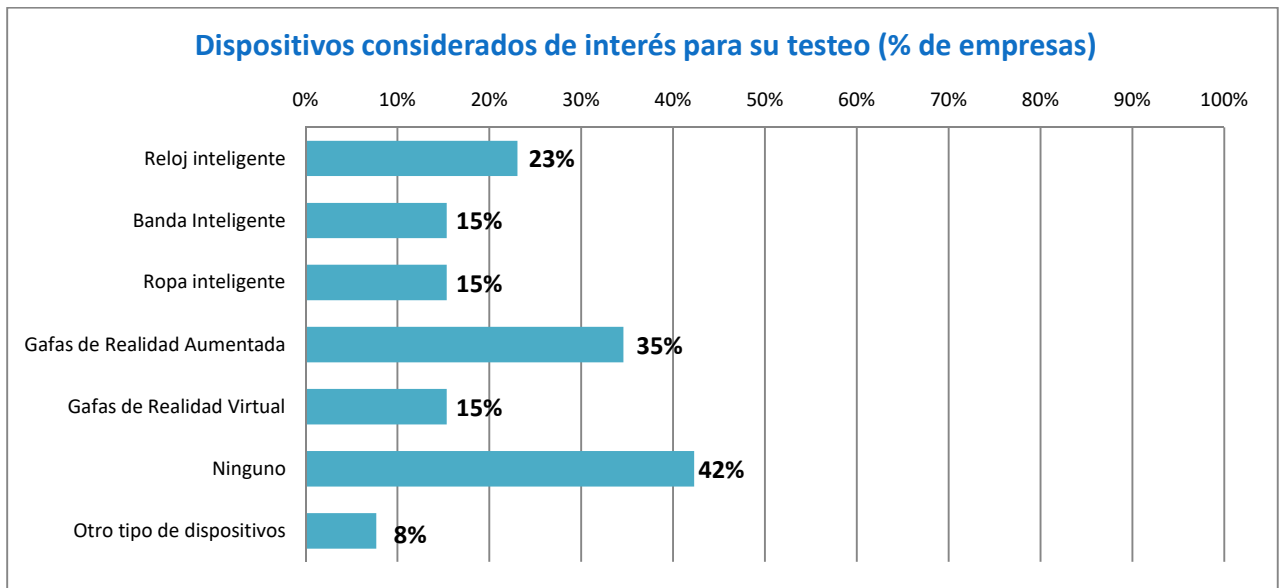


HUMAN MACHINE INTERACTION

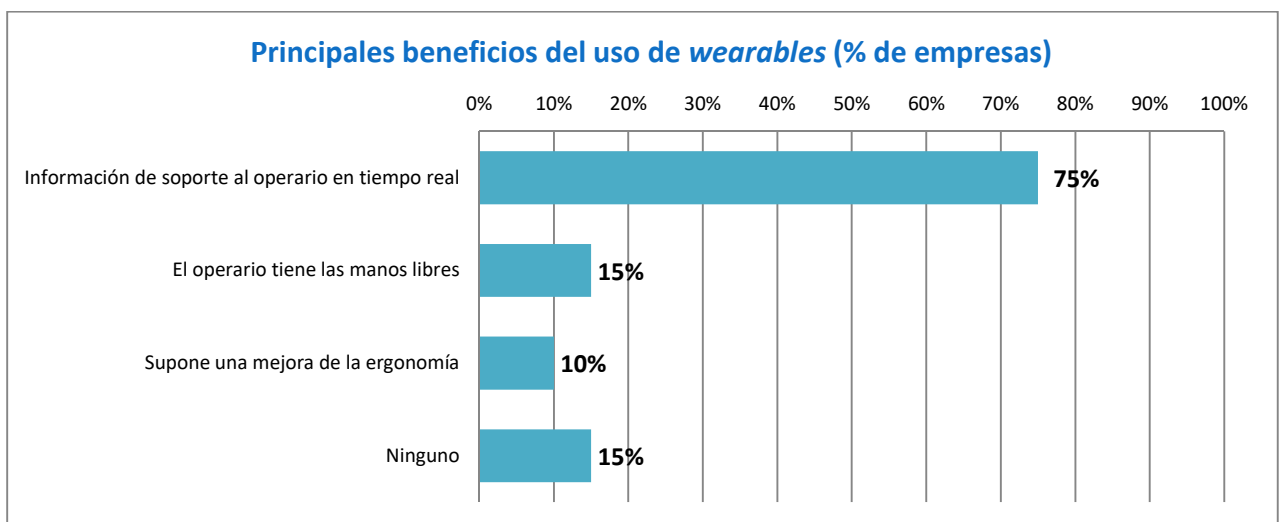
Cabe destacar que en este apartado se pretende identificar el nivel de conocimiento de las empresas visitadas en tecnologías relacionadas con *wearables*, realidad aumentada/virtual y exoesqueletos, por su consideración de elementos de apoyo al operario 4.0.

Wearables

Existe un **interés moderado** en el testeo de *wearables*, en torno a los cuales se detecta un cierto **desconocimiento** de su **potencial de aplicación**. Además de los dispositivos introducidos, un porcentaje de empresas próximo al 10% manifiesta su interés por otros elementos, como pueden ser PDA's o *tablets*, en los diferentes procesos, tanto productivos como de soporte.

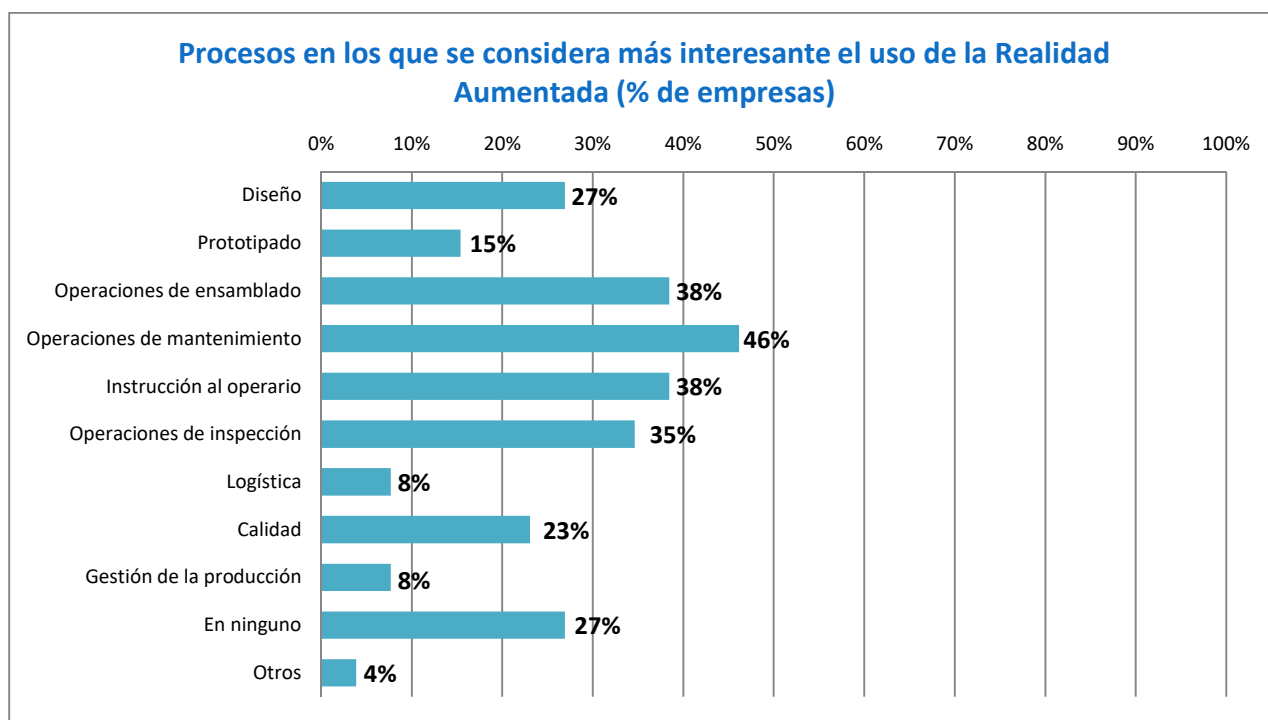


Se identifica como **principal beneficio** del empleo de *wearables* la posibilidad de ofrecer al operario **información de soporte en tiempo real**, mientras que, otros aspectos como la mejora de la ergonomía de los puestos de trabajo tienen menor relevancia

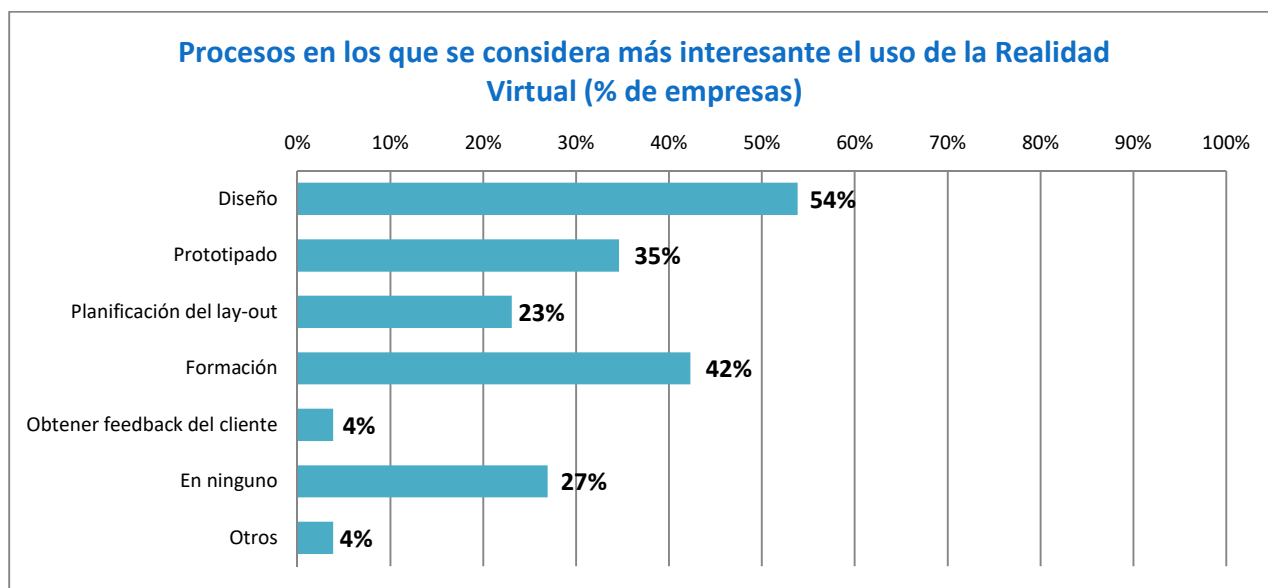


Realidad Aumentada / Virtual

Para aquellas entidades en las que la **Realidad Aumentada** se considera de interés, la **aplicación** más **interesante identificada** guarda relación con las **operaciones de mantenimiento** (46%), seguidas por aquellas relacionadas con las **operaciones de ensamblado e instrucción al operario**.

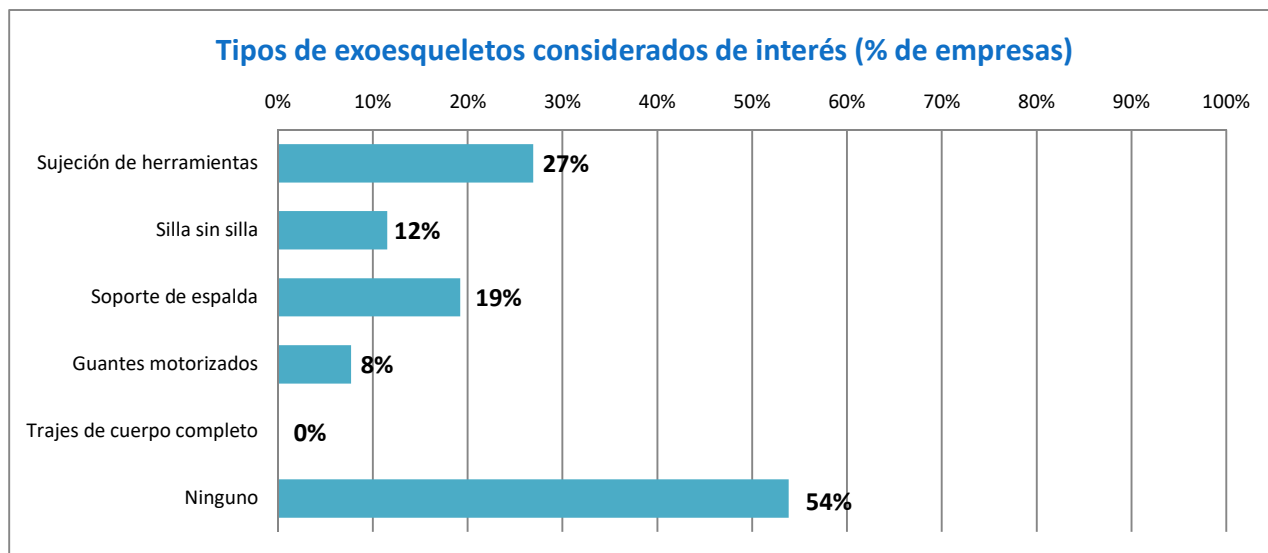


Siguiendo un patrón similar al de la pregunta anterior, para aquellas entidades en las que la **Realidad Virtual** se considera de interés, la **aplicación** más **interesante identificada** guarda relación con las **actividades de diseño** (54%), seguidas por aquellas relacionadas con la **formación**.

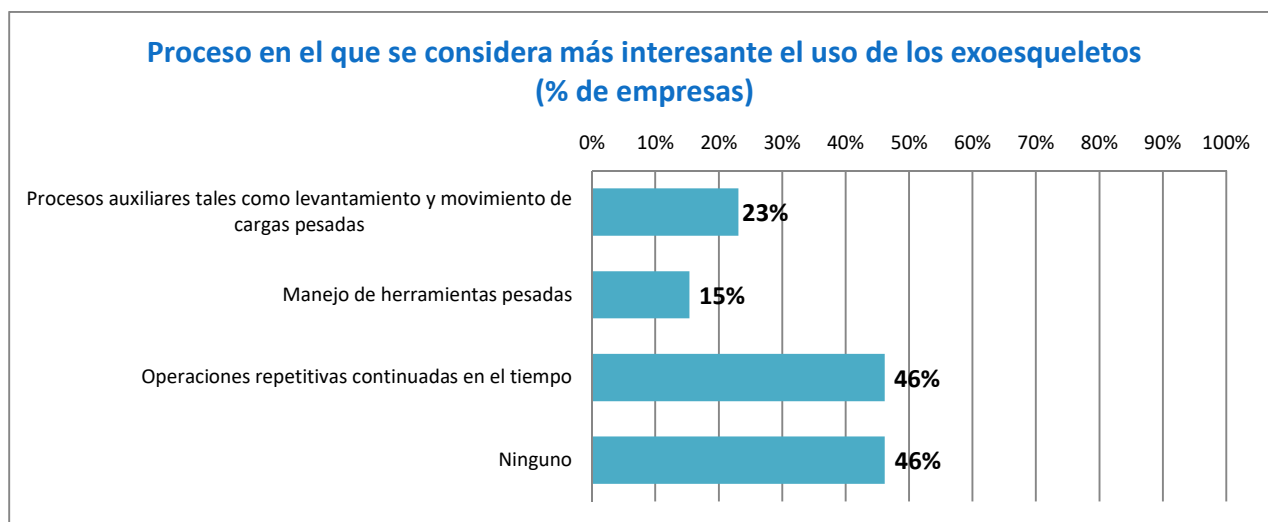


Exoesqueletos

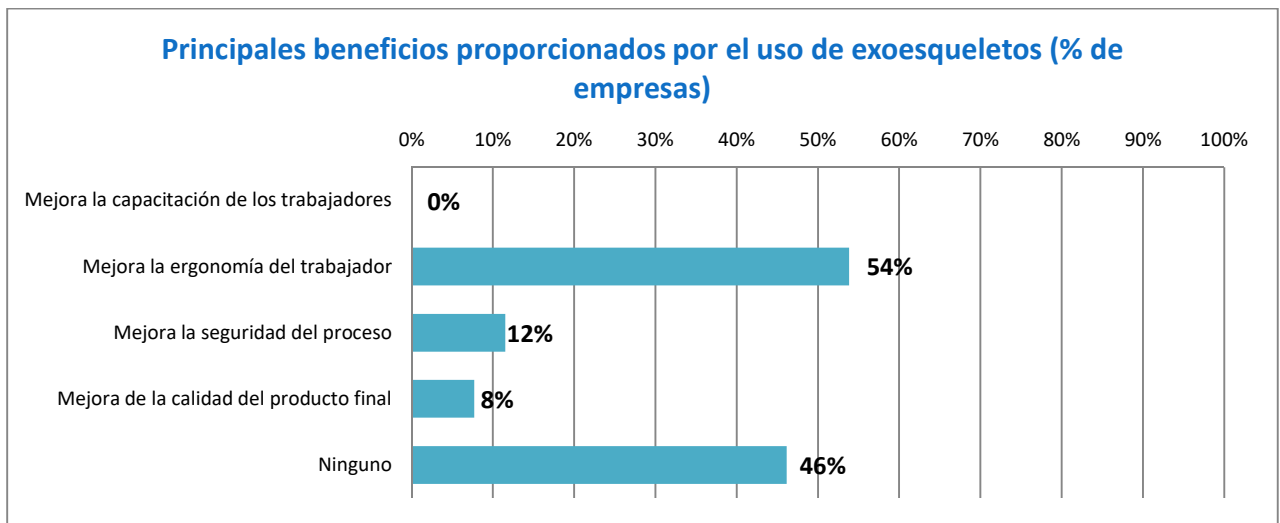
La tipología de **exoesqueletos** que despierta interés para su empleo por las empresas muestreadas, en caso de ser considerada, es mayoritariamente la relacionada con la **sujeción de herramientas**.



En cuanto a su **aplicabilidad**, destaca la relacionada con las **operaciones repetitivas continuadas en el tiempo**, mencionada por el 46% de las empresas entrevistadas; también es relevante que un porcentaje parejo de las entidades encuestadas no considera interesante la utilización de estos elementos.

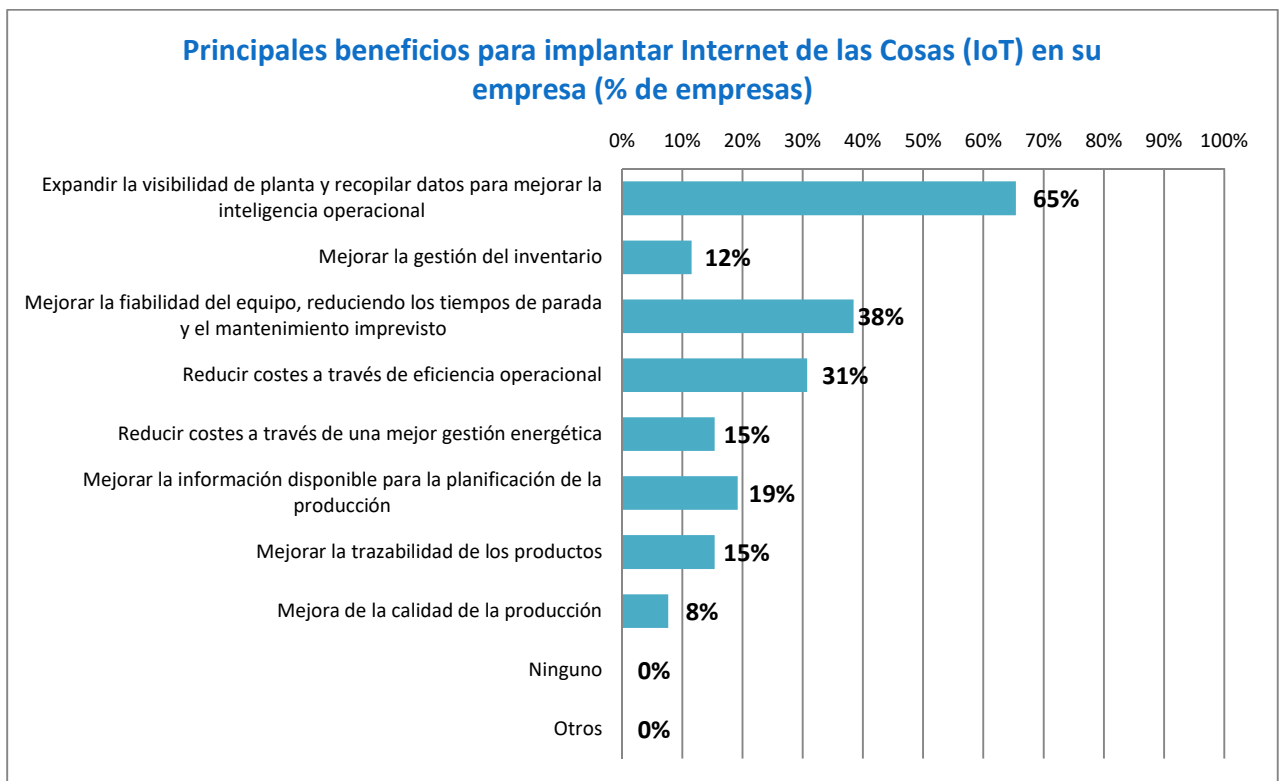


La **mejora de las condiciones ergonómicas del trabajador** es el **principal beneficio** identificado del uso de esta tecnología, seguida de la mejora de la seguridad del proceso; destaca que la capacitación de los trabajadores no se considera relevante, al igual que el importante porcentaje que no percibe beneficios en la aplicación de exoesqueletos, dado que por las circunstancias de sus respectivos procesos productivos no resultan de aplicación.



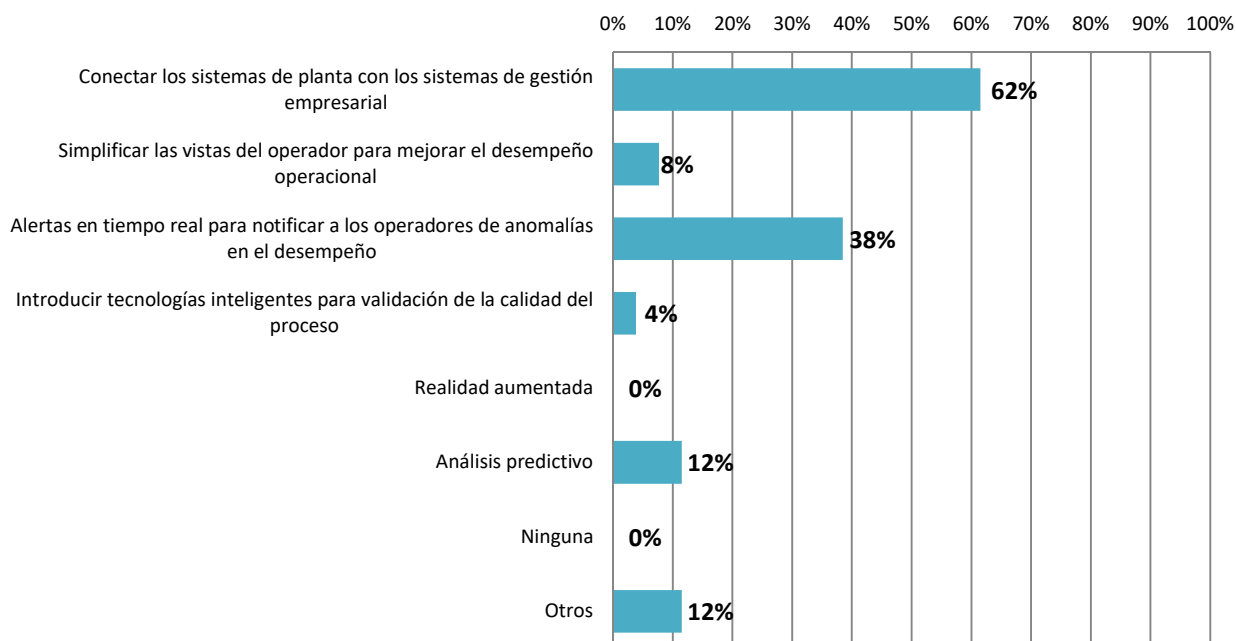
SISTEMAS CIBERFÍSICOS E INTERNET DE LAS COSAS (IOT)

La **expansión** de la **visibilidad de la planta y la recopilación de datos para mejorar la inteligencia operacional** es la **principal motivación** de las entidades para llevar a cabo implantaciones de IoT, seguida por la mejora de la fiabilidad de las instalaciones.



Mayoritariamente las entidades visualizan o están llevando a cabo, si no lo han hecho ya en un porcentaje reseñable, una primera **implantación** de **Internet de las Cosas** consistente en la **conexión** de los **sistemas de planta con los sistemas de gestión empresarial**.

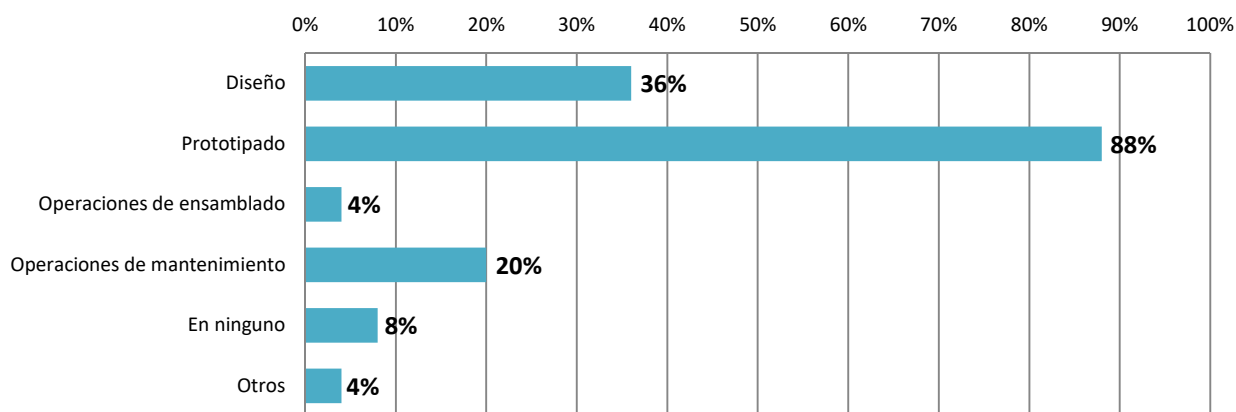
Primera implementación de Internet de las Cosas (IoT) (% de empresas)



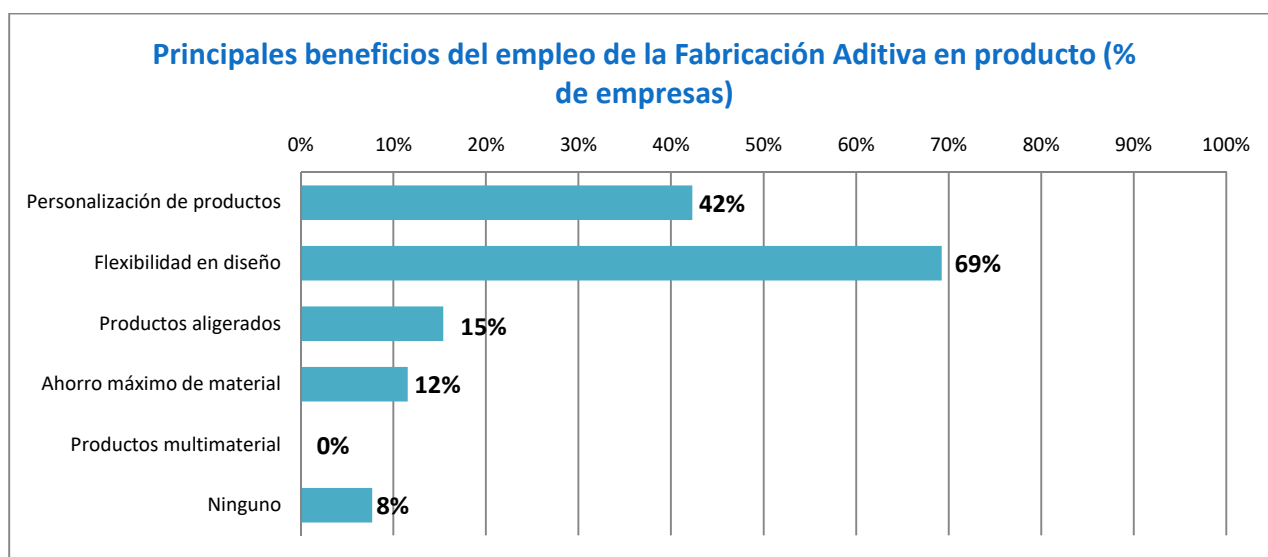
FABRICACIÓN ADITIVA

El **empleo** de la **fabricación aditiva** es valorado de manera destacada en la construcción de **prototipos**, seguido de los procesos de **diseño** y las **operaciones de mantenimiento**.

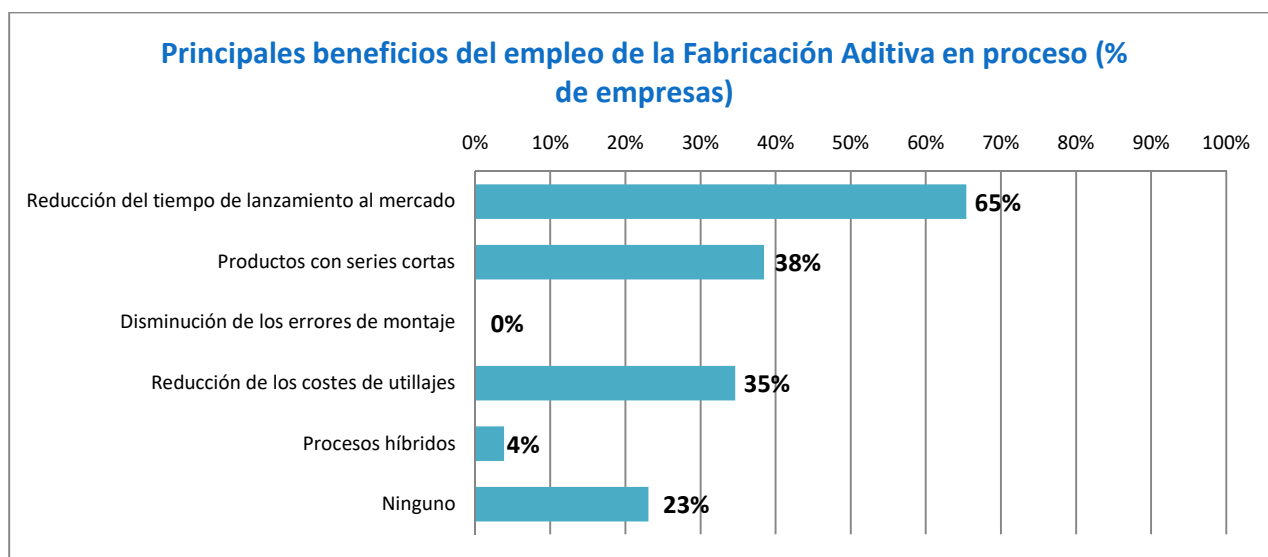
Procesos en los que se considera más interesante el uso de la Fabricación Aditiva (% de empresas)



Los **beneficios** de la **aplicación** de **tecnologías** de **fabricación aditiva** en **producto** se consideran asociados a la **flexibilidad en diseño**, en mayor medida, y a la **personalización de productos**.

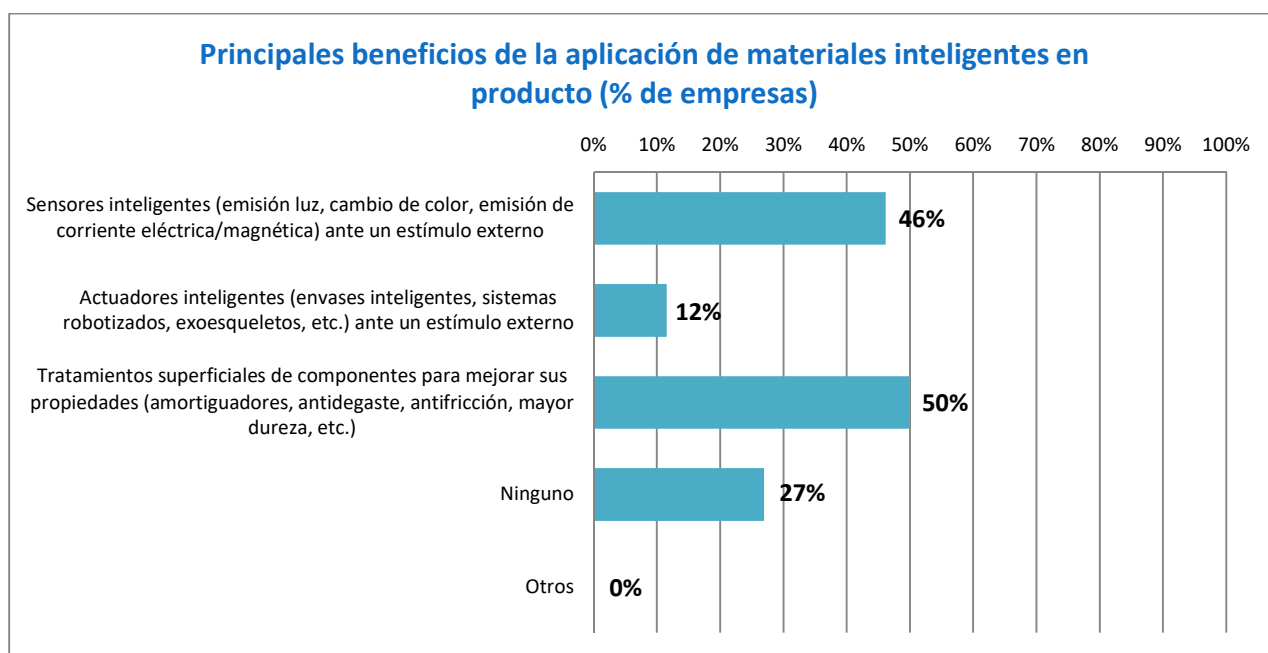


En lo que respecta al **proceso**, es la **reducción del tiempo de lanzamiento al mercado** (65%) el **principal beneficio** señalado por los integrantes de la muestra entrevistada, seguido de la producción en series cortas y la reducción de costes de utillajes.

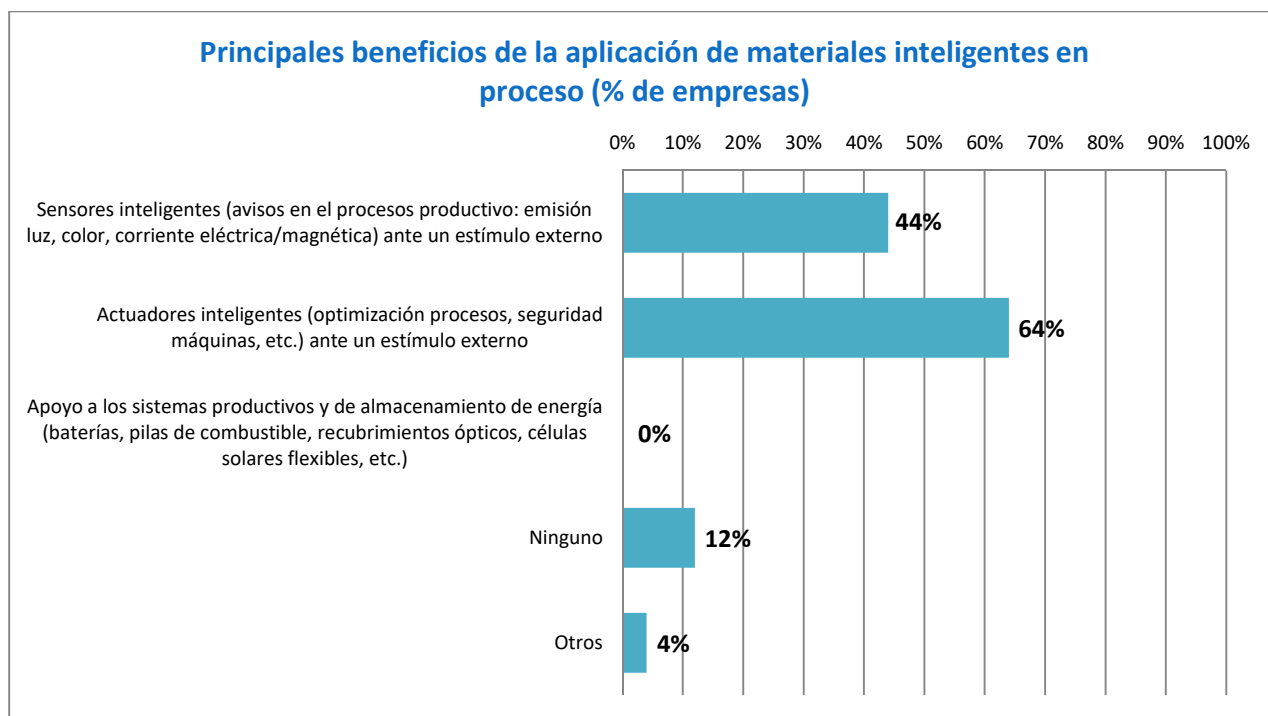


TECNOLOGÍA DE MATERIALES INTELIGENTES

Son los **tratamientos superficiales** de **componentes** para la **mejora** de sus **propiedades** el **principal beneficio** asociado al empleo de materiales inteligentes **en producto** que ha identificado la muestra entrevistada.

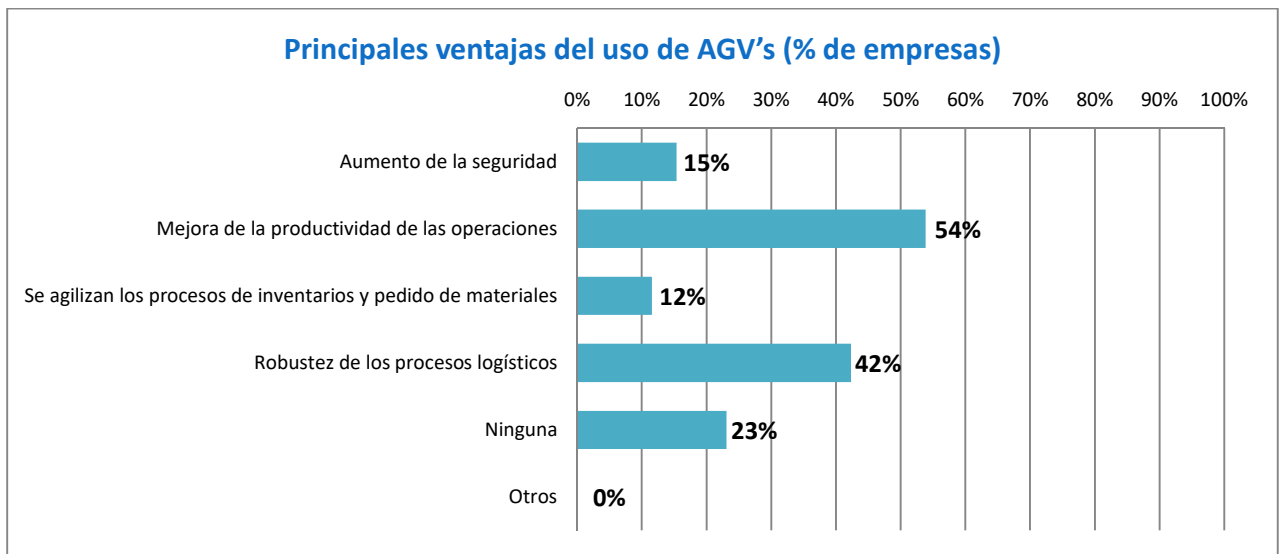


En cuanto a **proceso**, los **actuadores inteligentes** ante un **estímulo externo** (optimización procesos, seguridad de las máquinas, etc.) destacan de manera clara como el principal aliciente de la aplicación de esta tecnología, con un porcentaje del 64%.

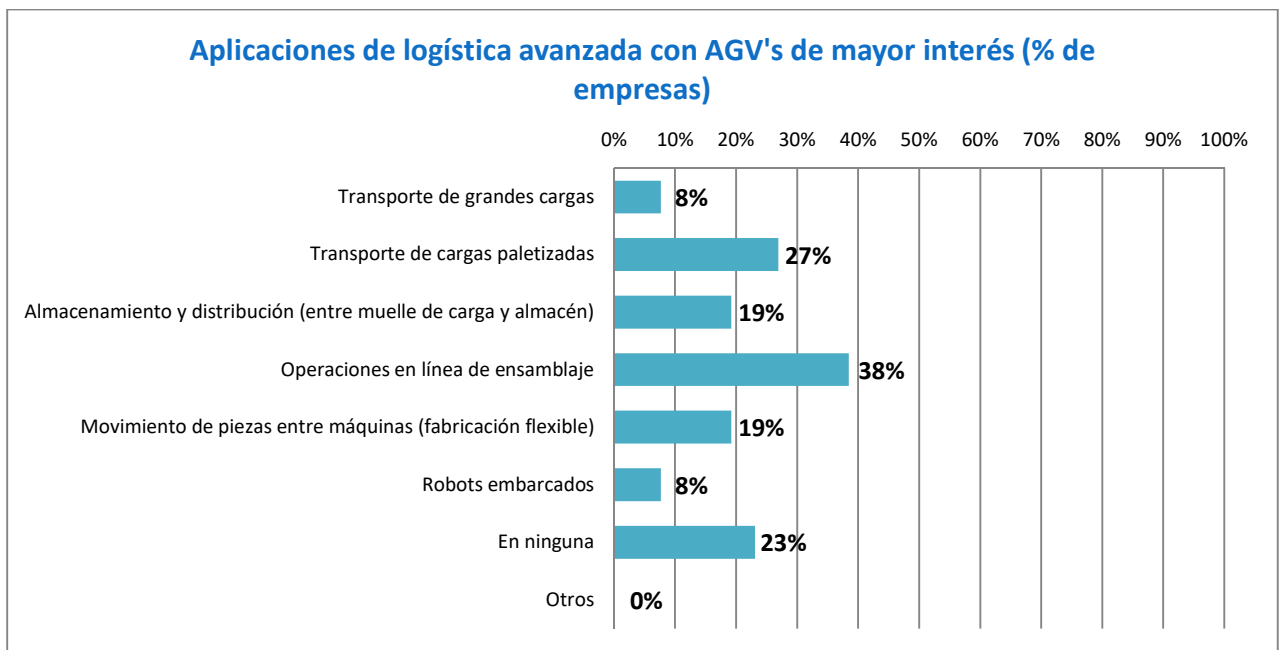


LOGÍSTICA AVANZADA

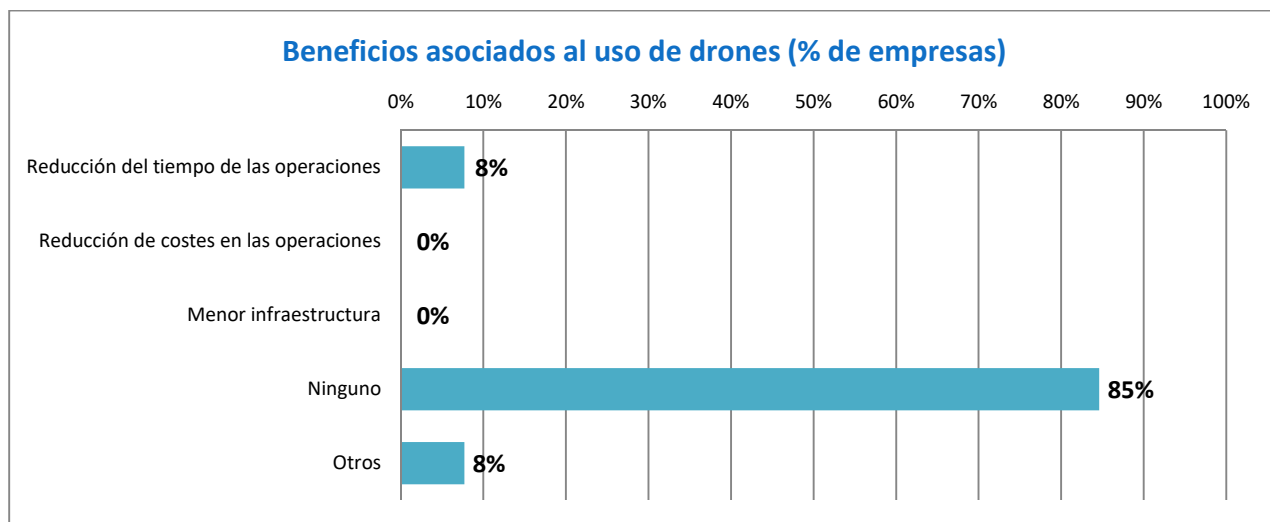
En el sector Automoción el empleo de **herramientas** de **logística avanzada** como son los **AGV's** se asocia a la **mejora de la competitividad de las operaciones** y a la **robustez de los procesos logísticos**, mayoritariamente.



Las **aplicaciones de mayor interés**, para aquellas entidades que valoran positivamente la incorporación de AGV's, son las relacionadas con la inclusión de **operaciones en línea de ensamblaje** (38%), seguida del transporte de cargas paletizadas.

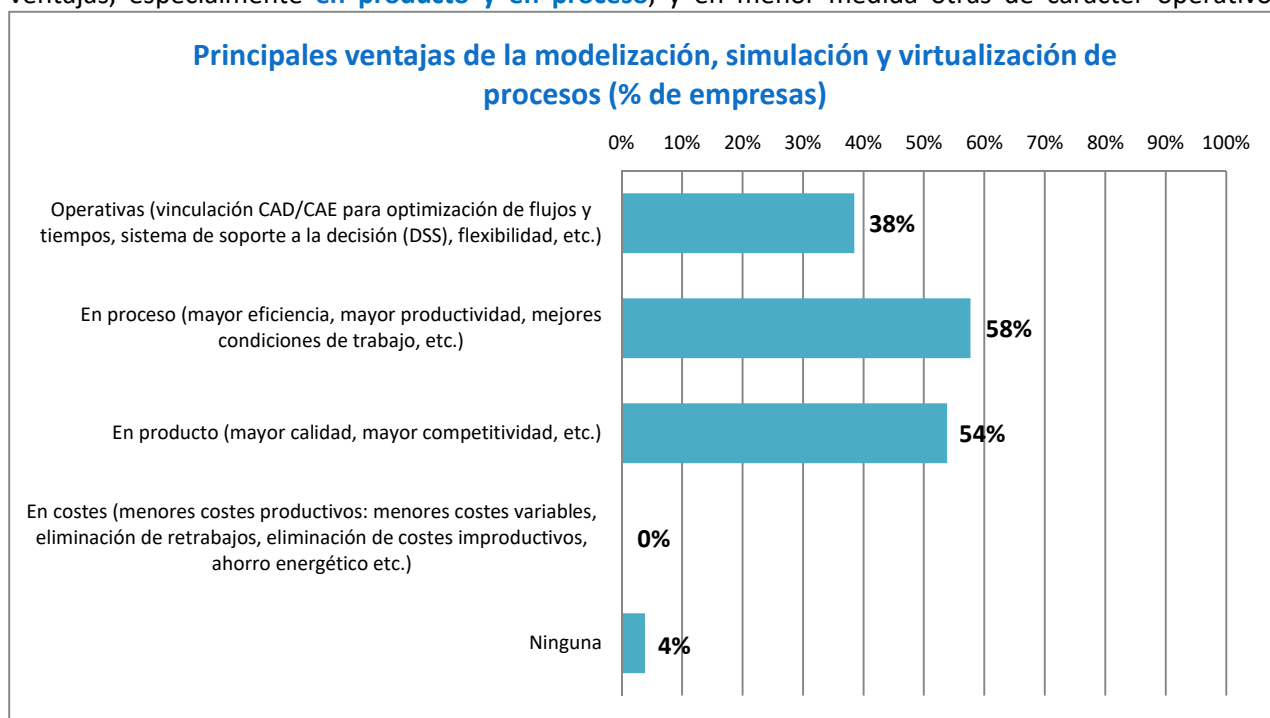


Para aquellas otras entidades de la muestra que valoran positivamente la **incorporación** del uso de **drones** en sus **actividades logísticas**, circunstancia minoritaria entre la muestra encuestada, asocian sus beneficios a la **reducción del tiempo de las operaciones**. Otras utilidades identificadas se relacionan con las **inspecciones en altura** y los **controles de seguridad**.

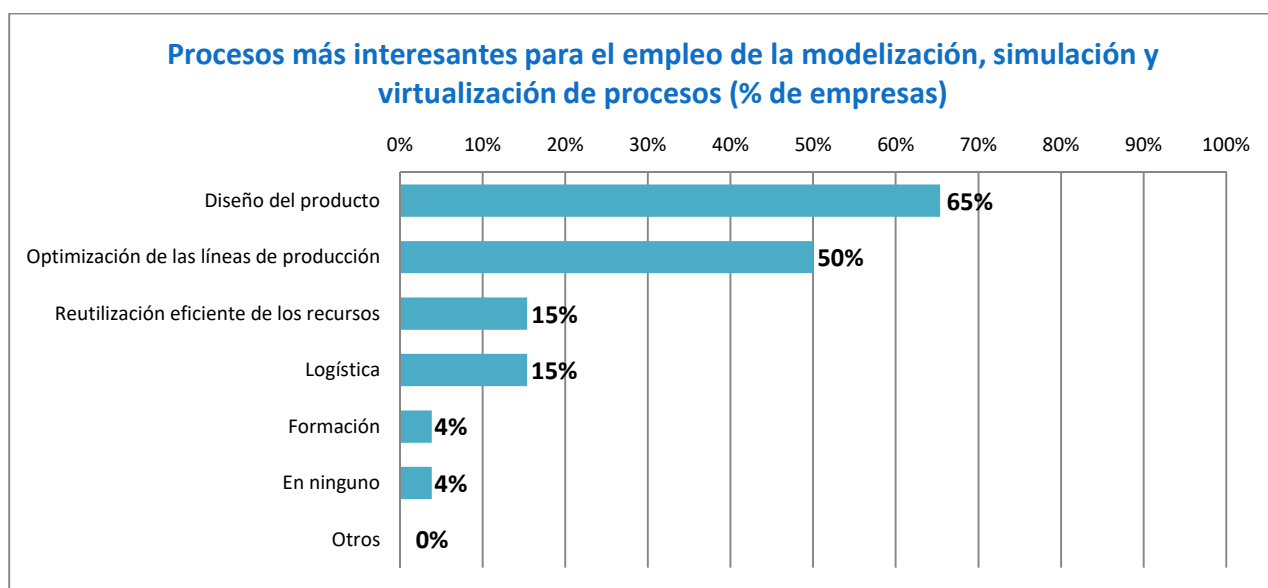


MODELIZACIÓN, SIMULACIÓN Y VIRTUALIZACIÓN DE PROCESOS

En el sector Automoción un elevado porcentaje de las entidades entrevistadas identifica la **modelización, simulación y virtualización de procesos** como una **tecnología con gran potencial** que reporta interesantes ventajas, especialmente **en producto y en proceso**, y en menor medida otras de carácter operativo.

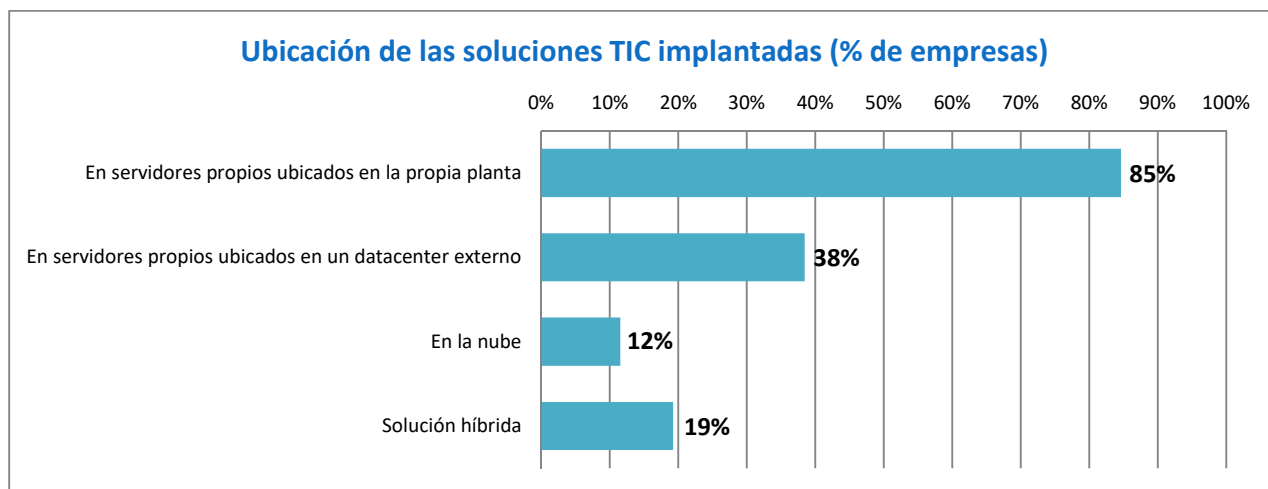


Es en el **diseño de producto** y en la **optimización de las líneas de producción** los ámbitos considerados más relevantes para el empleo de estas tecnologías.



BIG DATA, CLOUD COMPUTING Y DATA ANALYTICS

Las **soluciones TIC** de las empresas del sector Automoción se **encuentran, mayoritariamente, en servidores propios ubicados en la planta**. Cabe destacar que en una misma entidad se dan varias alternativas, siendo la opción de la propiedad la más extendida dadas las exigencias de confidencialidad propias del sector.



Es en los procesos de **producción y mantenimiento** aquellos en los que las entidades del sector consideran de **mayor interés** el **análisis de datos desde una perspectiva masiva**.

¿En qué procesos considera más interesante la aplicación de Big Data o análisis de datos en su empresa?	1 (Bajo)	2 (Medio Bajo)	3 (Medio Alto)	4 (Alto)
Adquisición de materias primas	28%	12%	16%	44%
Logística interna	35%	15%	15%	35%
Logística externa	32%	24%	24%	20%
Producción	4%	4%	4%	88%
Control de calidad	8%	24%	24%	44%
Mantenimiento	4%	32%	4%	60%
Servicio postventa	46%	17%	13%	25%

En cuanto a los datos extraídos de los diferentes procesos de la empresa, destaca que prácticamente todas las tipologías de **informaciones internas** a las empresas son consideradas relevantes, y por ello se recogen, bien en **modo manual** (esto es, sin datos específicos obtenidos sin intervención humana que alimenten los sistemas TI de gestión) o de **forma automatizada**.

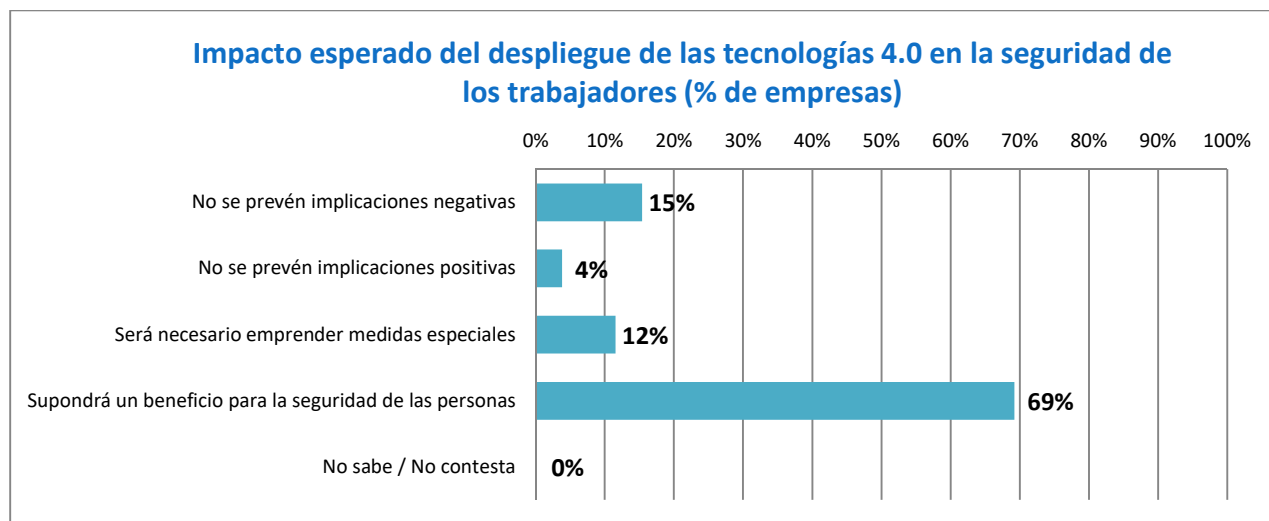
¿Qué tipo de datos recoge de sus máquinas de producción, de sus procesos, de sus productos, así como otros datos externos y cómo?

	Se recoge manualmente	Se recoge automáticamente	No se recoge pero sería interesante	No se recoge y no es interesante
Inventario/Stock	22%	74%	4%	0%
Tiempos de actividad de las máquinas de producción	25%	63%	8%	4%
Tiempo de actividad de operarios	40%	56%	4%	0%
Residuos generados	60%	16%	4%	20%
Defectos generados	68%	20%	4%	8%
Variables de proceso (tª, P, potencia, I, V, humedad, etc.)	21%	38%	4%	38%
Datos externos que afectan al proceso (meteorológicos, etc.)	13%	9%	17%	61%

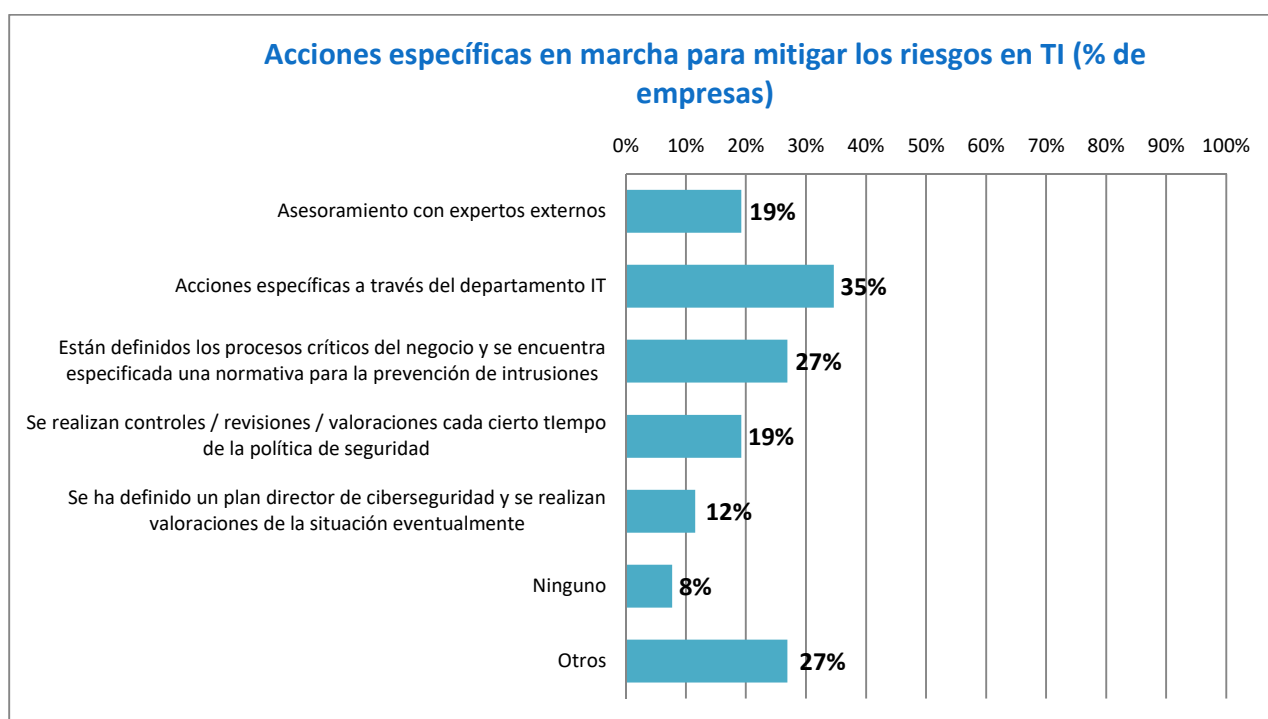
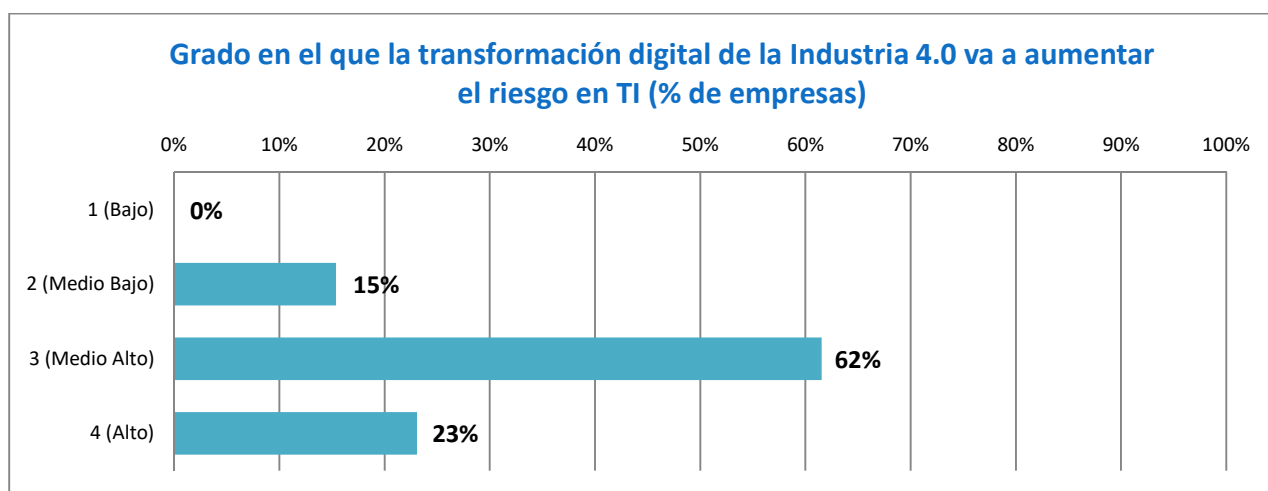
El empleo de **servicios informáticos en la nube** resulta **minoritario**, tal y como se ha introducido con anterioridad, y en relación a su empleo en las diferentes fases del proceso, destaca su utilización en **logística**, tanto interna como externa, fundamentalmente en aplicaciones de **tracking**.

SAFETY & SECURITY

La aplicación de tecnologías asociadas a Industria 4.0 se identifica, desde la perspectiva de la **seguridad de las personas**, con un **impacto positivo** (69%), de manera que supondrá un beneficio para su integridad física.

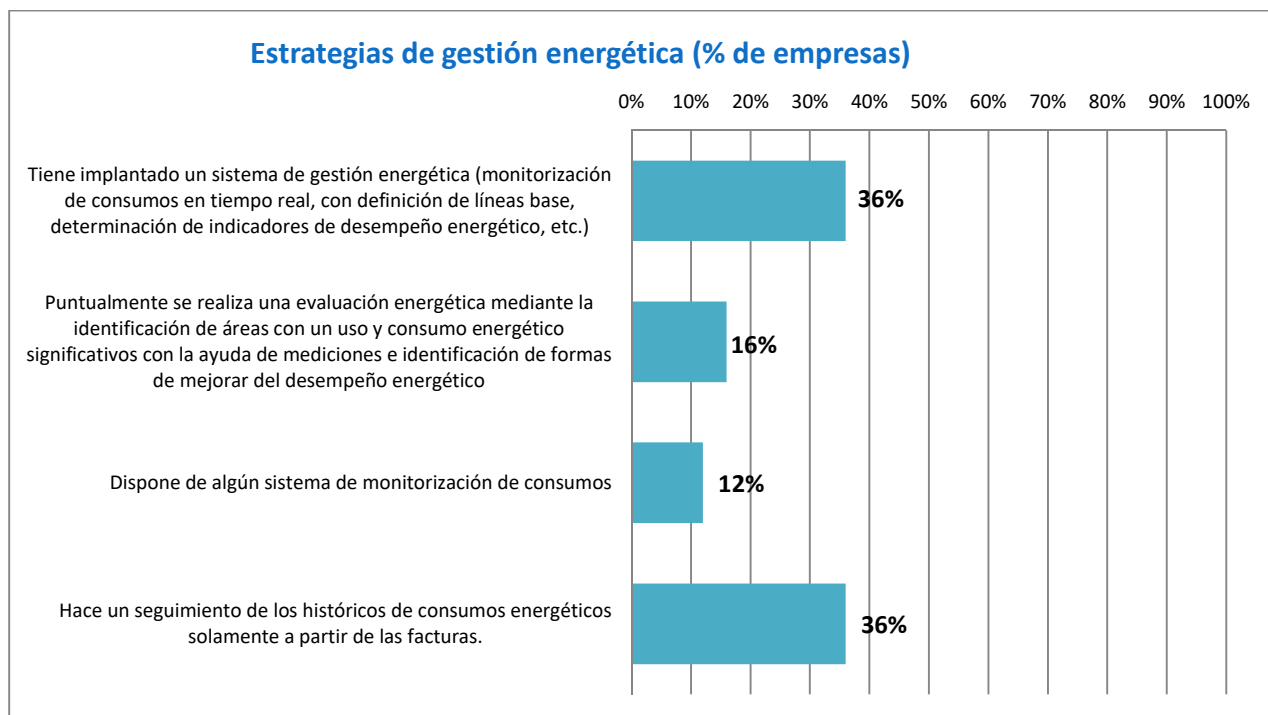


El **riesgo en Tecnologías de la Información** (TI) asociado a la transformación digital de la Industria 4.0 es percibido como **alto o medio alto** por **más del 80%** de las entidades del sector Automoción encuestadas; así, y aunque el dimensionamiento del riesgo no está del todo definido en muchos casos, sí se percibe la existencia del mismo y sus posibles implicaciones, con el lanzamiento de **acciones específicas en interno** y la definición de los procesos críticos del negocio y de una normativa interna de prevención.

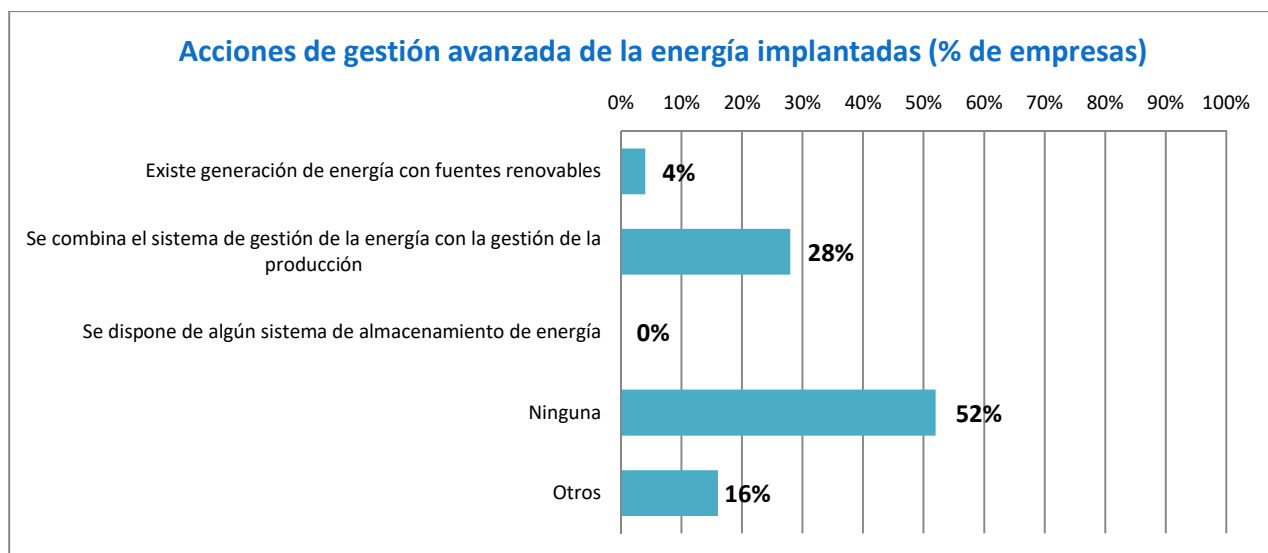


GESTIÓN DE LA ENERGÍA Y LOS RESIDUOS

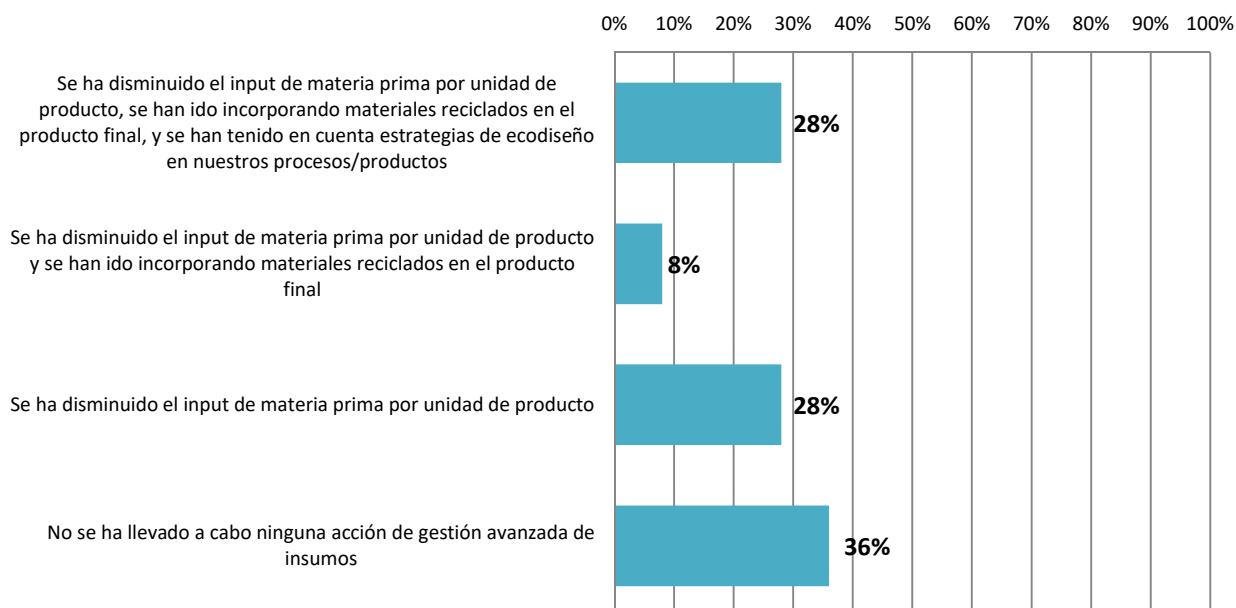
En cuanto a **estrategias de gestión energética**, en la muestra del sector Automoción encuestada existe un cierto grado **dispersión**, ya que, a modo de ejemplo, presentan porcentajes de aparición similares la alternativa de seguimiento más básica de las opciones disponibles, con un análisis histórico de consumos, y la escogida por entidades que aplican procesos más expertos con diferentes niveles de sofisticación.



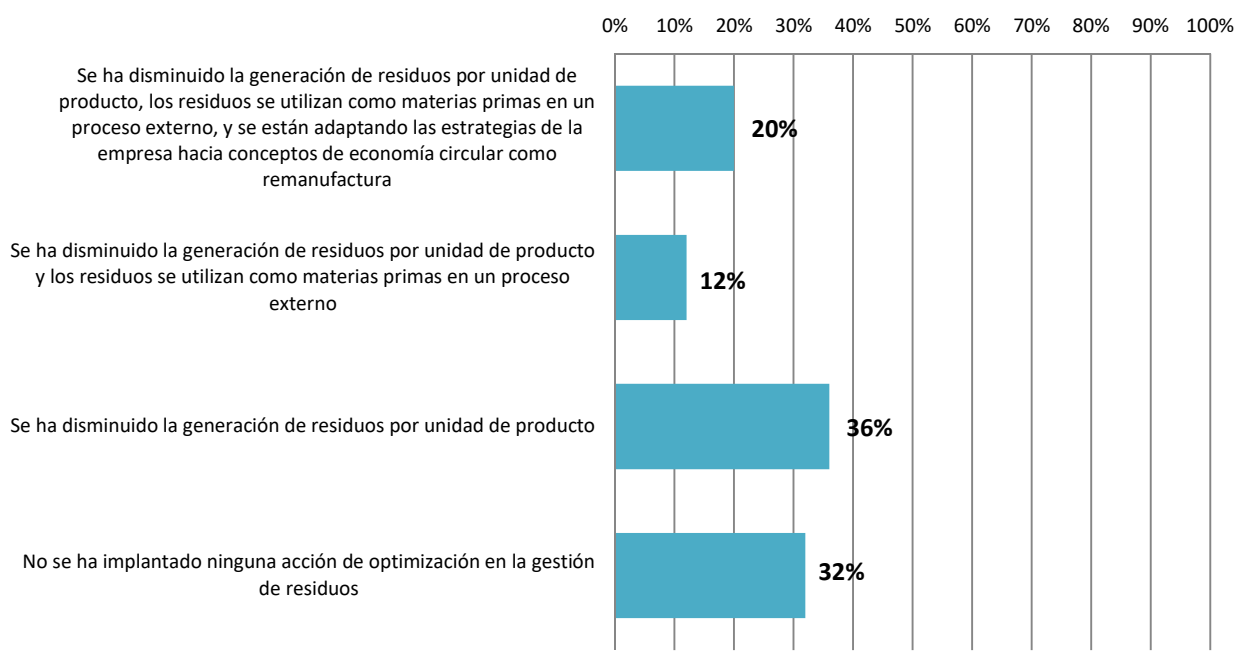
En relación a **acciones de gestión avanzada de la energía, insumos y residuos**, se percibe un menor interés en el sector por estas cuestiones, más allá de la **combinación puntual de la gestión de la energía con la gestión de la producción** y la **disminución del input de materias primas y la generación de residuos por unidad de producto**. Por otro lado, es destacable que en Automoción está muy **extendido el empleo de estándares medio ambientales**, que desvelan las cuestiones relativas a **sostenibilidad** como un **ámbito de gestión ya interiorizado** en las empresas, y en torno al cual cuesta identificar las ventajas que pueden aportar las tecnologías 4.0.



Acciones de gestión avanzada de insumos implantadas (% de empresas)



Acciones de gestión avanzada de los residuos implantadas (% de empresas)



3.2.2 Situación de los principales indicadores asociados a los Elementos Generadores de Valor

A continuación, se muestra un **análisis individual de los considerados**, en el marco de este estudio, como los **principales Elementos Generadores de Valor** en la empresa, fruto de un ejercicio de racionalización

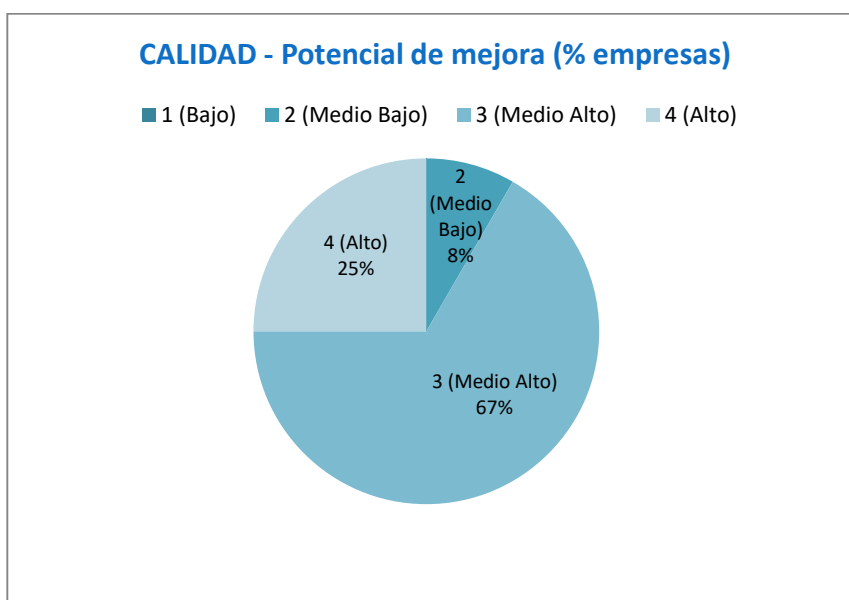
entre los diez sectores de la economía gallega objeto de diagnóstico (*Calidad, Producción, Personas y Productos y servicios*)¹³ en el que se analizan los siguientes factores:

- Potencial de mejora
- Grado de relevancia de palancas tecnológicas en relación a diferentes agentes relacionados con cada Elemento Generador de Valor

A partir de los datos extraídos es posible comprobar cómo las entidades encuestadas conciben la implantación de las tecnologías habilitadoras de la Industria 4.0 como dinamizadores del proceso de cambio hacia la competitividad empresarial en el corto-medio plazo.

CALIDAD

La muestra de empresas entrevistadas considera mayoritariamente que **existe un importante potencial de mejora relacionado con el incremento de la Calidad** en el proceso de producción y en los productos fabricados, de manera que un **92%** de las entidades **considera que el potencial de mejora es alto o medio alto**.



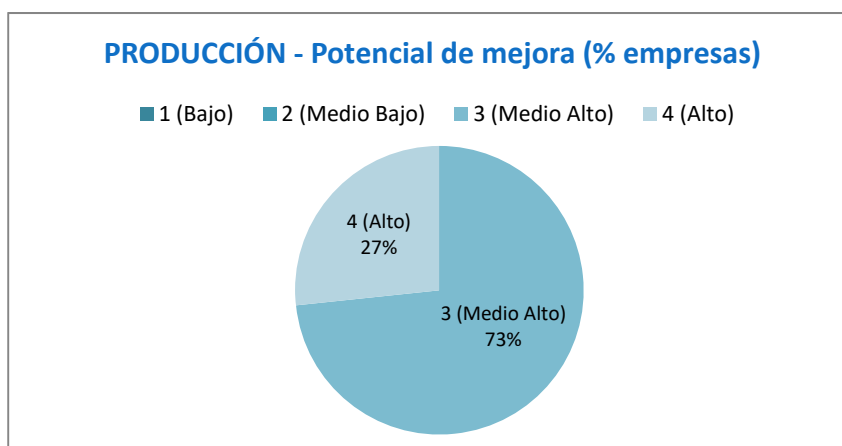
Respecto al **grado de relevancia** que las entidades asocian entre parámetros y factores asociados a la **Calidad y sus Palancas Tecnológicas**, se destacan con **valores** de importancia **altos, el control de calidad y/o de la producción y la mejora continua**.

Grado de relevancia de Palancas Tecnológicas	1 (Bajo)	2 (Medio Bajo)	3 (Medio Alto)	4 (Alto)
Control de la calidad / Control de la producción	8%	0%	25%	67%
Planificación de calidad / Identificación y trazabilidad	8%	33%	17%	42%
Mejora continua (Producto, proceso, organización)	0%	25%	25%	50%
Defectos / Despilfarro	17%	8%	50%	25%

PRODUCCIÓN

¹³ Detalle en el entregable de este estudio *Estado del Arte: Contexto y Claves Metodológicas*

La **Producción** es concebida como un Elemento Generador de Valor con un **alto grado de potencial de mejora** por las empresas entrevistadas. De forma mayoritaria, las organizaciones consideran que se dispone de **márgenes de optimización medios altos**, llegando algunas de ellas a considerarlos como altos.

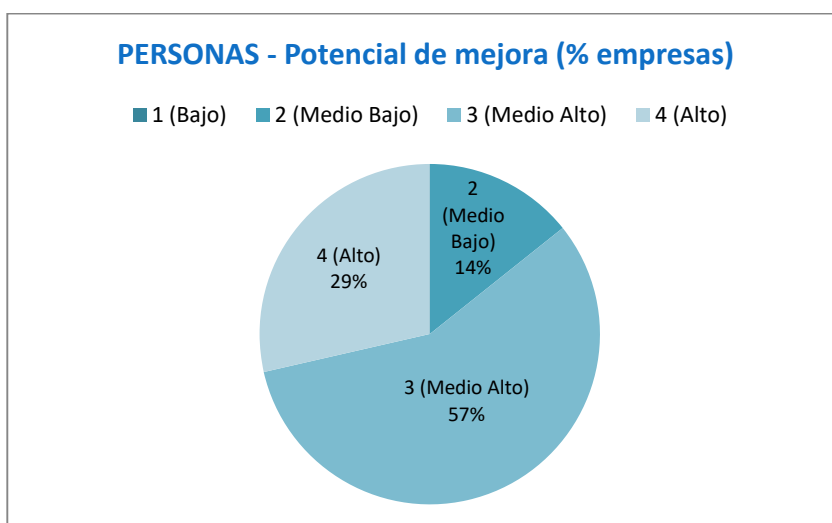


A la hora de analizar el **grado de relevancia que pueden aportar las tecnologías** de la Industria 4.0 en las diferentes palancas que componen la productividad de las plantas de fabricación, las entidades resaltan su posible empleo en ámbitos como la **producción flexible**, en la **optimización del uso de máquinas y de operarios** o la **visión de la producción en tiempo real**.

Grado de relevancia de Palancas Tecnológicas	1 (Bajo)	2 (Medio Bajo)	3 (Medio Alto)	4 (Alto)
Mejora de la planificación de la producción	0%	40%	27%	33%
Rapidez en la toma de decisiones	0%	40%	40%	20%
Visión de la producción en tiempo real	0%	20%	53%	27%
Producción flexible	0%	13%	40%	47%
Optimización del uso de máquinas	13%	7%	60%	20%
Optimización de uso de operarios	13%	20%	47%	20%
Reducción del tamaño de lote	67%	20%	13%	0%
Mantenimiento predictivo	20%	40%	33%	7%
Reducción de inventarios	20%	33%	47%	0%
Gestión avanzada de la energía	40%	13%	47%	0%
Gestión avanzada de insumos (agua, etc.)	47%	20%	33%	0%
Reciclaje, reutilización y valoración de residuos	33%	47%	7%	13%

PERSONAS

Las empresas encuestadas entienden que en los aspectos relativos a los **trabajadores** existen **potenciales de mejora medios altos**, de esta forma, un 57% se decanta por valores medios altos y un 29% por valores altos.

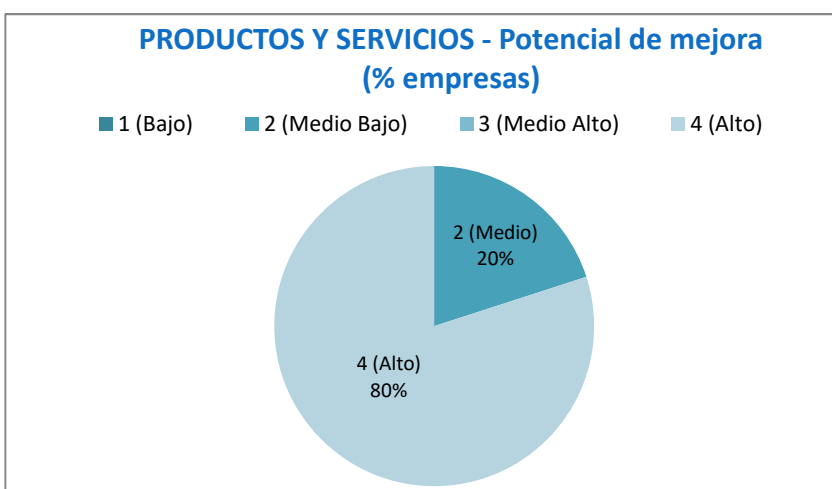


De forma concreta, si se analiza cuáles de las disciplinas englobadas dentro del Elemento Generador de Valor Personas **destacan por su potencialidad** a la hora de **implementar tecnologías 4.0**, destacan la consecución de **beneficios ergonómicos**, la **reducción de trabajos penosos** y el **empoderamiento del operario**.

Grado de relevancia de Palancas Tecnológicas	1 (Bajo)	2 (Medio Bajo)	3 (Medio Alto)	4 (Alto)
Reducción de trabajos penosos	29%	29%	43%	0%
Ergonomía	29%	14%	57%	0%
Reducción de tiempos de aprendizaje	29%	29%	29%	14%
Empoderamiento del operario	0%	57%	0%	43%

PRODUCTOS Y SERVICIOS

Finalmente, la muestra de empresas entrevistada considera que los **Productos y servicios** que éstas ofrecen presentan **grandes posibilidades de incrementar su valor añadido**. De esta forma, destaca como el Elemento Generador de Valor con mayor grado de mejora, donde el **80% de las entidades** le otorga un **potencial de mejora alto**.



Los aspectos relacionados con los **productos y servicios** que las empresas consideran que pueden tener una **mayor relevancia** a la hora de **integrar tecnologías novedosas** son la **personalización de los productos** ofrecidos y la aplicación de **nuevas funcionalidades** a los mismos.

Grado de relevancia de Palancas Tecnológicas	1 (Bajo)	2 (Medio Bajo)	3 (Medio Alto)	4 (Alto)
Co-creación de producto con el cliente	0%	0%	40%	40%
Predicción de la demanda	20%	40%	40%	0%
Nuevos servicios basados en datos	40%	40%	0%	20%
Seguridad producto	0%	0%	40%	60%
Personalización producto	0%	0%	20%	80%
Productos energéticamente eficientes	0%	20%	40%	40%
Nuevas funcionalidades en productos	0%	0%	20%	80%
Servicios avanzados al consumidor	20%	20%	40%	20%
Mantenimiento remoto del producto	20%	20%	0%	60%
Reducción del tiempo servicio postventa	0%	40%	0%	60%
Reducción del tiempo de diseño	20%	20%	20%	0%
Prototipado rápido de producto	0%	20%	20%	20%
Reducción del tiempo de industrialización	20%	20%	60%	0%
Reducción del tiempo de entrega	40%	0%	20%	40%

3.2.3 Problemas detectados

En relación a las **principales problemáticas** detectadas en torno a los identificados como principales Elementos Generadores de Valor en la empresa o *Value Drivers*, es relevante destacar los **altos nivel de competitividad** que rigen la actividad en el sector Automoción; así, los aspectos a mejorar están alineados con **cuestiones operativas concretas** más que con macro-tendencias, como se puede observar a continuación:

CALIDAD

- *Estandarización: control de calidad no sistemático, con dependencia del saber hacer del operario en algunos casos*
- *Coste de la calidad: en determinados procesos con alto grado de criticidad es preciso realizar un control 100% de la producción, con un coste asociado elevado, en el que también influye el nivel de implicación humana*
- *Nivel de calidad: necesidad de retrabajos*

El impacto económico de estas problemáticas se puede estimar entre un 1 y un 5% de la facturación.

PRODUCCIÓN

- *Gestión y planificación: obtención de datos fiables y relevantes, así como su gestión para la generación de valor añadido*
- *Tiempos de inoperación: parada, set-up's, etc.*
- *Nivel de intervención humana*

El impacto económico en este caso es considerado de menor relevancia que el surgido a causa de factores relacionados con la calidad, no obstante, los sobrecostes pueden alcanzar el 2% de la facturación.

PERSONAS

- *Carga ergonómica de los puestos*
- *Influencia de la habilidad y capacidades de las personas en el desempeño*
- *Comunicación, tanto desde una perspectiva asociada a la actividad productiva como motivacional*

El impacto económico asociado a este *Value Driver* se valora en términos de absentismo.

PRODUCTOS Y SERVICIOS

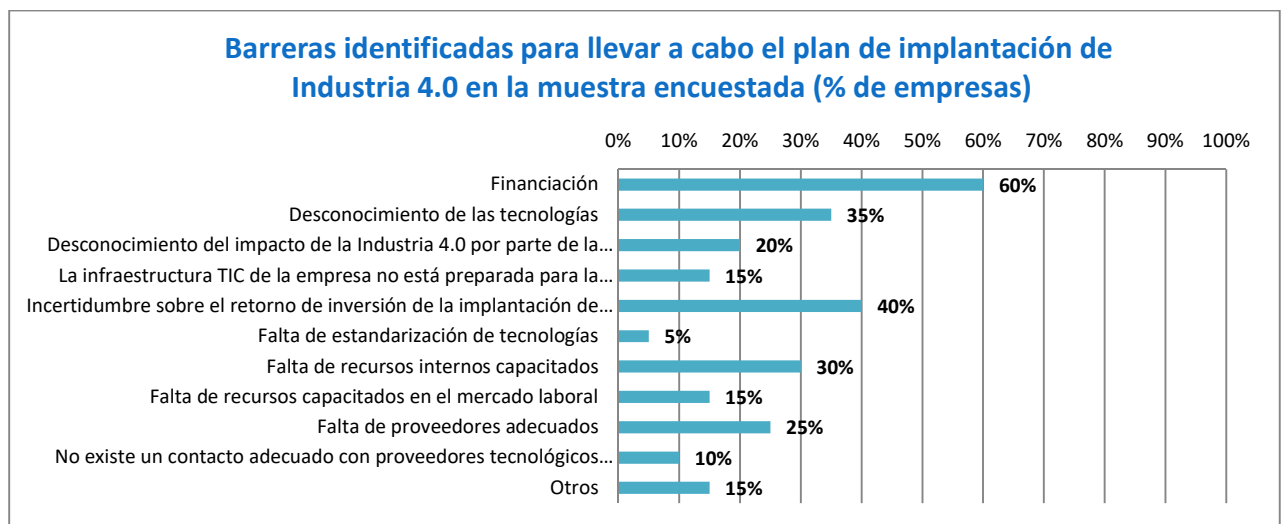
- *Penalización por entrega + gravamen postventa*

El impacto económico de esta tipología de problemas tiene por una parte, un factor cuantitativo vinculado a posibles incumplimientos de condiciones contractuales, y por otro un factor cualitativo de imagen que, aunque difícil de cuantificar, es tanto o más relevante si cabe.

Las problemáticas detectadas resultan comunes para una mayoría de la muestra, y con la implementación de tecnologías emergentes 4.0 se podría contribuir a solventarlas, por ejemplo detectando defectos productivos antes de que lleguen a convertirse en problemas, como los anteriormente desglosados, basándose en la premisa de *hacer visible lo invisible*.

3.2.4 Restricciones o condicionantes identificados

El diagrama que se adjunta a continuación sintetiza cuáles son las **principales barreras** que impiden o dificultan a las empresas entrevistadas la **puesta en marcha de planes de implantación relacionados con Industria 4.0**:



A la vista de la información que se facilita, es posible observar que entre los obstáculos que la muestra identifica, destaca como **principal problema la financiación empresarial** de los planes de actuación en esta materia (60%).

Por otro lado, es necesario hacer referencia a la **incertidumbre** que las entidades conciben sobre el **retorno de la inversión** una vez implantadas las nuevas tecnologías (40% de las empresas entrevistadas), que permita obtener un entorno productivo moderno de manera sostenible desde el punto de vista económico.

Finalmente, se considera interesante hacer mención al **desconocimiento de las tecnologías emergentes** por parte de las empresas (35%) y a la **falta de recursos internos capacitados** (30%) para afrontar el cambio.

Por lo expuesto, las empresas entrevistadas no sólo identifican **dificultades económicas** a nivel de financiación en inversiones relacionadas con Industria 4.0, si no que existe una **carencia de conocimiento técnico** a la hora de seleccionar qué tecnologías de mejora implantar en cada caso, y una **falta de personal capacitado técnicamente** para poner en marcha las nuevas medidas elegidas y efectuar una transición en el modelo de gestión productiva.

En lo que a **financiación empresarial** se refiere, con objeto de **analizar cuál es el grado conocimiento** que las empresas entrevistadas tienen sobre la **disponibilidad de programas de ayudas** ofrecidos por diferentes organismos, se muestra el siguiente análisis que refleja que la gran mayoría de entidades es conocedora de este tipo de iniciativas.

¿Cuáles de los siguientes programas de ayudas a la I+D+i o de otro tipo conoce?	No la conozco	La conozco y no me interesa	La conozco y me interesa pero no he participado	He participado
IN.CI.TE	6%	0%	31%	63%
Conecta-PEME	0%	0%	45%	55%
Unidades Mixtas de Investigación	11%	11%	53%	26%
Reacciona	26%	0%	47%	26%
Pilotos Industria 4.0	6%	0%	71%	24%
FEDER-Innterconecta	4%	0%	9%	87%
CIEN	19%	5%	38%	38%
Retos-Colaboración	26%	5%	32%	37%
H2020	13%	0%	75%	13%
INTERREG	63%	11%	21%	5%
Otros	0%	0%	0%	100%

Destaca la **participación de empresas** en programas promovidos por **CDTI** (Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial) como FEDER-Innterconecta, u otras convocatorias promovidas por la Xunta de Galicia, así como la **participación residual** en proyectos de ámbito europeo caracterizados por su nivel de excelencia en la investigación y el desarrollo, como **Horizon 2020**.

No obstante, es necesario poner el foco en el **elevado porcentaje** de entidades que **siendo conocedoras de los diferentes programas de financiación y estando interesadas en ellos no han participado**. Las razones de esta casuística pueden deberse a múltiples factores, como los cortos plazos de presentación de solicitudes, la falta de recursos para llevar a cabo su tramitación, el incumplimiento de algún requerimiento de las bases reguladoras, la ausencia de *partners* en el caso de proyectos de colaboración, o la falta de adaptación de las ayudas a la realidad estratégica de las empresas, entre otras.

Respecto a la incertidumbre acerca del **retorno de la inversión y el desconocimiento de la tecnologías y falta de recursos capacitados**, aunque se tratan de aspectos de menor relevancia porcentual para la muestra de empresas entrevistada que el factor financiero, son **muy significativos** a la hora de conocer el estado tecnológico de las empresas gallegas, puesto que los nuevos entornos industriales se encontrarán basados en dedicaciones horarias con mano de obra técnicamente cualificada, destacando las tecnologías TIC, y dejarán obsoletas tareas tediosas o repetitivas.

3.3 GAP TECNOLÓGICO

Uno de los aspectos fundamentales de este estudio es el relativo al **análisis comparativo** establecido entre el **grado de madurez** en **tecnologías emergentes o habilitadoras 4.0** de la muestra de empresas encuestada y el de la identificada como mejor práctica internacional en el sector Automoción, obtenida como fruto del conocimiento profundo del Estado del Arte.

Así, a modo de referencia se ha definido una **escala patrón** que gradúa, para los **diferentes ámbitos técnicos**, el nivel de profundidad con el que se ha abordado su análisis o implantación, y que ha servido de guía para la identificación del GAP tecnológico sectorial:

Automatización y robótica avanzada y colaborativa	
Grado	Definición
4 (Alto)	Toda la información obtenida de forma automática de los procesos productivos se utiliza para la gestión de la producción
3	El grado de automatización es alto en general en toda la planta de producción, aunque no se obtiene información de forma automática de todos los procesos
2	Se han realizado implantaciones o experiencias piloto en alguna etapa del proceso
1 (Bajo)	Muy poco/nada

Human Machine Interaction (Wearables, Realidad Aumentada/Virtual, Exoesqueletos)	
Grado	Definición
4 (Alto)	Está implantado el uso habitual de las tres herramientas HMI consideradas (wearables, realidad aumentada/virtual y exoesqueletos) en determinados puestos clave del proceso por aspectos como carga ergonómica, criticidad de la gama de operación, etc.
3	Está implantado el uso habitual de una/dos de las tres herramientas HMI consideradas (wearables, realidad aumentada/virtual o exoesqueletos) en determinados puestos clave del proceso por aspectos como carga ergonómica, criticidad de la gama de operación, etc.
2	Se han realizado tests o pruebas piloto sobre la implantación de alguna de las herramientas HMI consideradas (wearables, realidad aumentada/virtual o exoesqueletos)
1 (Bajo)	No se emplea ninguna de las herramientas consideradas para la mejora interacción hombre-máquina en un entorno 4.0

Sistemas ciberfísicos e Internet de las Cosas (IoT)	
Grado	Definición
4 (Alto)	- Se dispone de una visión en tiempo real del estado de la planta y se pueden hacer cambios de forma dinámica sobre la planificación y las órdenes de producción - Los equipos y maquinaria de producción están totalmente digitalizados. La maquinaria de producción dispone de sistemas inteligentes que interactúan con la máquina a través de sensores y actuadores y envían la información a sistemas de gestión de la producción - La información fluye de forma automática entre los distintos sistemas TIC de la compañía (por ejemplo, los planos CAD de los productos se envían a las máquinas de producción de forma automática a través del ERP o del MES)
3	- Sólo se dispone de visión en tiempo real de algunas de las operaciones o de las líneas de producción - Se dispone de un MES que captura parte de los datos del proceso productivo de forma automática y se comunica con el ERP, pero existen parámetros de producción que aún no se están capturando
2	- La maquinaria de producción dispone de sistemas inteligentes que interactúan con la máquina a través de sensores y actuadores pero esta información se almacena en los autómatas de las máquinas o en la celda de producción y no se envían la información a sistemas de gestión de la producción - La información de producción se introduce en los sistemas de gestión de la compañía (MES, ERP) principalmente de forma manual, no se obtiene de forma automática de los procesos productivos
1 (Bajo)	- Las máquinas de producción no disponen de sistemas inteligentes que interactúan con la máquina a través de sensores y actuadores - No existe un intercambio automático entre los sistemas de información de la empresa - No se dispone de visión en tiempo real del estado del proceso productivo a través de sistemas TIC. Se generan informes diarios o semanales de indicadores de producción

Fabricación aditiva	
Grado	Definición
4 (Alto)	La fabricación aditiva permite en el proceso productivo la personalización del producto con una total flexibilidad en el diseño y construcción
3	La fabricación aditiva permite llevar a cabo prototipos funcionales, sin necesidad de fabricar utillajes
2	La fabricación aditiva se emplea para repuestos, trabajos de reparación, prototipos no funcionales, etc.
1 (Bajo)	No se emplea la fabricación aditiva

Tecnología de materiales inteligentes	
Grado	Definición
4 (Alto)	Los procesos productivos integran sensores y actuadores inteligentes en un entorno interconectado
3	Se emplean soluciones inteligentes en productos y/o procesos, pero no en un entorno interconectado
2	Se emplean soluciones inteligentes con funcionalidades ad hoc en los productos
1 (Bajo)	No se emplea tecnologías de materiales inteligentes

Logística avanzada (AGV's, UAV's -Drones-)	
Grado	Definición
4 (Alto)	Está implantado el empleo de AGV's y UAV's en determinados procesos logísticos y/productivos
3	Está implantado el empleo de AGV's en determinados procesos logísticos y/productivos
2	Se han realizado tests o pruebas piloto sobre la implantación de alguna de las herramientas de logística avanzada consideradas (AGV's, UAV's -Drones-)
1 (Bajo)	No se emplea ninguna de las herramientas de logística avanzada consideradas

Modelización, simulación y virtualización de procesos	
Grado	Definición
4 (Alto)	Se emplea modelización, simulación y virtualización de procesos en: diseño de producto, optimización de las líneas de producción y eficiencia energética, logística y formación
3	Se emplea modelización, simulación y virtualización de procesos en: diseño de producto y optimización de las líneas de producción
2	Se emplea modelización, simulación y virtualización de procesos en: diseño de producto
1 (Bajo)	No se emplea modelización, simulación y virtualización de procesos

Big Data, Cloud Computing y Data Analytics	
Grado	Definición
4 (Alto)	Los datos son el principal motor de valor del modelo de negocio y estos son almacenados en la nube y en datacenters externos. Emplea técnicas de análisis de datos para adquirir información del proceso productivo a través de procesado en la nube
3	Los sistemas de gestión empresarial y de análisis de negocio tienen acceso a todos los datos de los procesos de negocio y dicha información no se utiliza para descubrir información en los procesos
2	La información dentro de un mismo nivel en la pirámide de producción se genera y almacena muchos casos en sistemas aislados, no interconectados imposibilitando la adquisición de conocimiento entre diferentes procesos
1 (Bajo)	Se obtiene datos de forma manual y la información de la empresa se encuentra en servidores en planta

Safety & Security	
Grado	Definición
4 (Alto)	<p>- Safety:</p> <ul style="list-style-type: none"> * Se dispone de elementos activos que monitorizan parámetros críticos asociados a la seguridad de los empleados, y actúan sobre el proceso productivo en caso de riesgo * Se monitorizan parámetros de salud de los operarios. Se dispone de un sistema de alertas ante la detección de riesgo para un operario individual <p>- Security:</p> <ul style="list-style-type: none"> * Se realiza una vigilancia activa de los riesgos de seguridad informática y se lanzan alertas cuando se detectan incidencias * Existe un plan de contingencia definido ante incidentes de seguridad informática
3	<p>- Safety:</p> <ul style="list-style-type: none"> * La maquinaria de producción dispone de elementos activos para reducir riesgos de accidentes * Se realizan controles / revisiones / valoraciones cada cierto tiempo de la política de seguridad * Se monitorizan parámetros ambientales que pueden afectar a la salud de los operarios (gases, ruidos, temperatura, humedad, etc.). Se dispone de un sistema de alertas ante la detección de riesgo para los operarios en una zona de la planta <p>- Security:</p> <ul style="list-style-type: none"> * Están definidos los procesos críticos del negocio y se encuentra especificada una normativa para la prevención de intrusiones * Se han establecido responsables de seguridad informática y sus responsabilidades * Se realizan controles / revisiones / valoraciones cada cierto tiempo de la política de seguridad * Se guarda registro de las actividades de interés para seguridad informática (logs de acceso a recursos, trazas de red, ...) y se analizan ante la detección de incidencias
2	<p>- Safety:</p> <ul style="list-style-type: none"> * Se han identificado los riesgos principales para la seguridad * Se dispone de elementos pasivos para reducir riesgos de seguridad (marcas en el suelo para delimitar zonas, barreras de paso, etc.) * Se hace una vigilancia activa del seguimiento de normas de seguridad (uso de EPIs, correcto uso de equipos industriales, etc.) * La maquinaria de producción dispone de elementos pasivos para reducir riesgos de accidentes <p>- Security:</p> <ul style="list-style-type: none"> * Existe una política de seguridad informática en la compañía y se realiza una vigilancia activa del cumplimiento de las normas de seguridad * Todo el personal conoce las normas y la política de seguridad informática * Existe un sistema centralizado de identificación de usuarios y control de accesos
1 (Bajo)	<p>- Safety:</p> <ul style="list-style-type: none"> * Se dispone de una normativa de seguridad y PRL. Se ha formado a los operarios en PRL. La responsabilidad de seguir las normas de seguridad recae fundamentalmente en los operarios <p>- Security:</p> <ul style="list-style-type: none"> * Se dispone de herramientas básicas de seguridad informática a nivel de equipos y servidores de la compañía (antivirus, firewall)

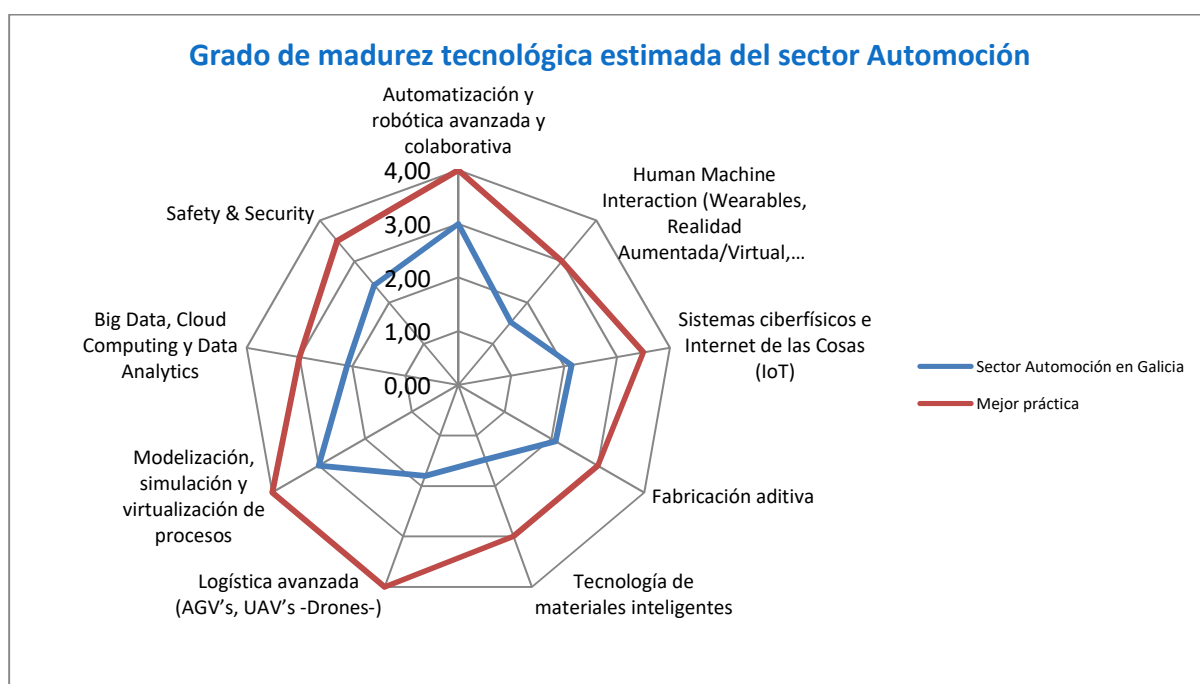
Considerando los criterios identificados, a continuación se muestra una estimación del **grado de madurez tecnológica del sector Automoción**, en términos globales, para las **mejores prácticas** en cada tecnología emergente:

Grado de madurez tecnológica del sector Automoción	Mejor Práctica
Automatización y robótica avanzada y colaborativa	4
Human Machine Interaction (Wearables, Realidad Aumentada/Virtual, Exoesqueletos)	3
Sistemas ciberfísicos e Internet de las Cosas (IoT)	3,5

Fabricación aditiva	3
Tecnología de materiales inteligentes	3
Logística avanzada (AGV's, UAV's -Drones-)	4
Modelización, simulación y virtualización de procesos	4
Big Data, Cloud Computing y Data Analytics	3
Safety & Security	3,5

3.3.1 Posicionamiento agregado del sector con respecto a las mejores prácticas

Estableciendo la **comparativa** resultante entre la **media del grado de madurez por tecnologías de la muestra de empresas entrevistada**, y la **mejor práctica en el sector Automoción**, se obtiene el siguiente posicionamiento agregado:

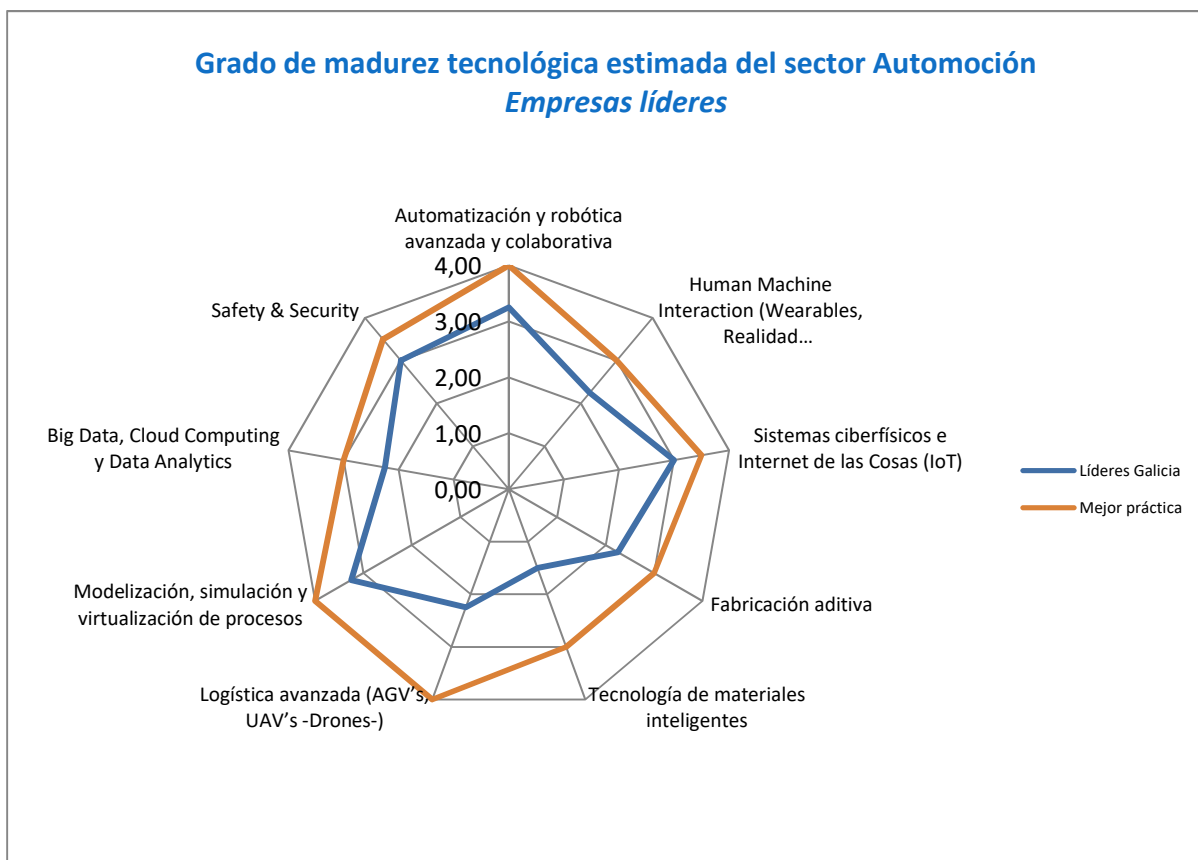


El sector **Automoción** muestra un **grado de madurez tecnológico alto** en **términos generales**, y en concreto en los ámbitos de **automatización y robótica avanzada y colaborativa**, **modelización, simulación y virtualización de procesos** y **logística avanzada** se posiciona en el más alto nivel en cuanto a mejores prácticas. La **media del sector en Galicia** también **destaca** en las **dos primeras tecnologías mencionadas**, con un grado de madurez estimado de **3 sobre 4**, seguida de **Safety & Security**, **sistemas ciberfísicos e Internet de las Cosas (IoT)**, **Big Data, Cloud Computing y Data Analytics**, y **fabricación aditiva**, que se ubican en el entorno del nivel **2**, considerado el referente *best-in-class* en un nivel **3-3,5**.

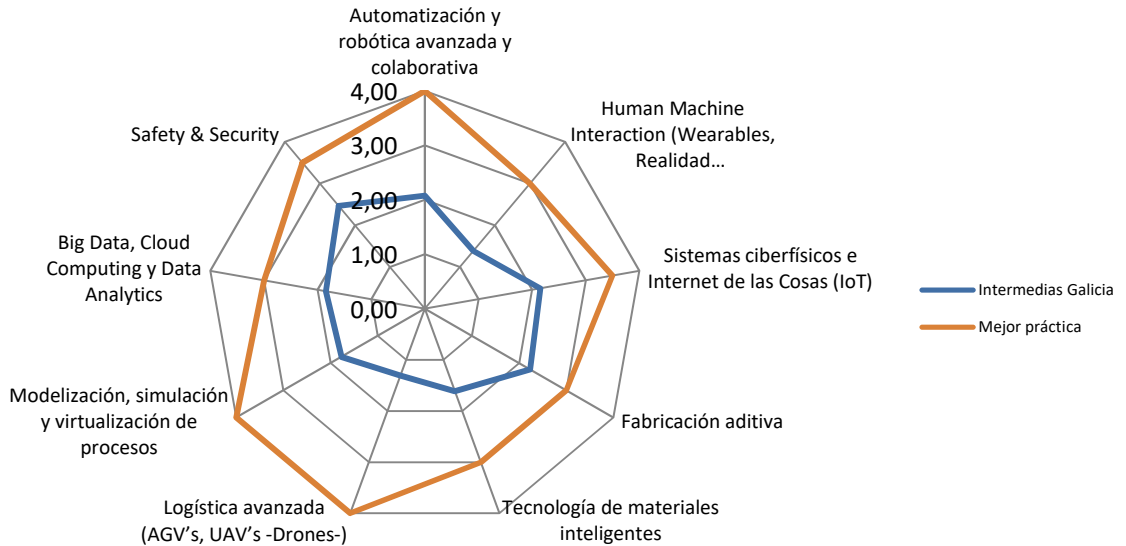
De forma pormenorizada, se han clasificado las empresas visitadas en tres categorías, en función del siguiente **criterio cuantificado**:

- Si en una tecnología emergente, la empresa tiene una valoración de 4, o bien, en tres o más de las tecnologías emergentes tiene la valoración de 3, la empresa se considera **líder**
- Si en varias de las tecnologías emergentes la entidad presenta una valoración de tres y/o dos, la empresa se considera **intermedia**
- Si en la mayoría de las tecnologías emergentes, la valoración es de 1, la empresa se considera **menos avanzada**

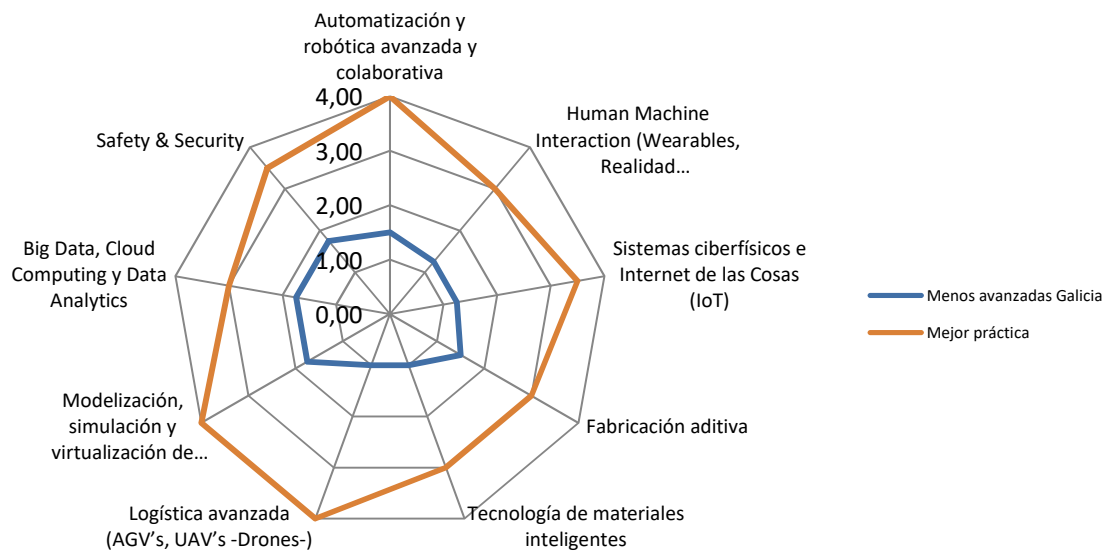
A continuación se muestra la **comparativa** establecida entre la **mejor práctica global** y la **media** obtenida por las **entidades** posicionadas en las **distintas categorías**, por tecnologías emergentes:



Grado de madurez tecnológica estimada del sector Automoción Empresas intermedias



Grado de madurez tecnológica estimada del sector Automoción Empresas menos avanzadas



Es destacable que las consideradas como **empresas líderes en el sector** se posicionan a **menos de un grado de separación** que la **mejor práctica** en aspectos relacionados con **automatización y robótica avanzada y colaborativa, Human Machine Interaction, sistemas ciberfísicos e Internet de las Cosas (IoT), fabricación aditiva, modelización, simulación y virtualización de procesos Big Data, Cloud Computing y Data Analytics y Safety & Security**; es en los ámbitos de logística avanzada y tecnología de materiales inteligentes donde se detecta mayor potencial de mejora.

Las **entidades** clasificadas con un **grado de madurez en tecnologías 4.0 intermedio** se ubican en un grado de madurez medio en torno al **nivel 2** para prácticamente todas las temáticas, y las **organizaciones menos avanzadas** lo hacen a medio camino **entre el nivel 1 y 2**.

Un **análisis** similar considerando la **cadena de valor del sector** Automoción, detallada en los primeros capítulos de este documento, dejaría patente que el **nivel de desarrollo tecnológico es más avanzado** cuanto **más próxima** se posicione la **entidad al constructor u OEM**, manteniendo un nivel similar entre los proveedores de primer y segundo nivel.

4. OPORTUNIDADES DE MEJORA

4.1 PRINCIPALES CONCLUSIONES DE LA ESTRATEGIA DEL SECTOR

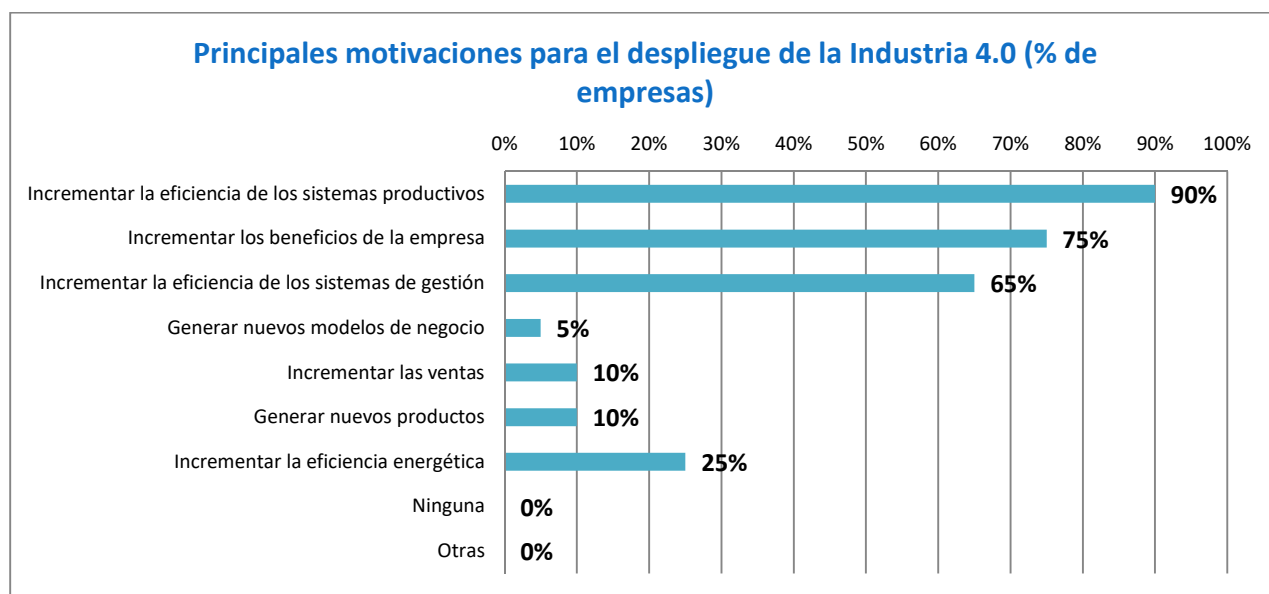
A continuación se analizan las **estrategias de innovación tecnológica** basados en la **Industria 4.0** por parte de las empresas pertenecientes al sector Automoción encuestadas. Este estudio permite disponer de información acerca de su actual estado tecnológico, y se encuentra basado en el análisis de los siguientes aspectos:

- Factores que constituyen las **principales motivaciones** para afrontar el cambio de modelo
- **Fase de integración** en la que se encuentran en el momento actual
- **Tipología de estrategia** en la que basan sus acciones de innovación tecnológica
- **Necesidad de apoyo** por parte de las Administraciones

PRINCIPALES MOTIVACIONES

Los **principales motivos** que llevan a las empresas encuestadas a acometer inversiones en la implementación de **tecnologías 4.0** se basan en mayor medida en ventajas derivadas del **incremento de la eficiencia de los sistemas productivos** (90% de las empresas). De forma complementaria, también destacan como motivaciones el incremento del **beneficio empresarial**, con un 75%, **y de la eficiencia de los sistemas de gestión**, con un 65%.

De forma más **marginal**, se identifica como motivación el **incremento de la eficiencia energética** y se destaca que ninguna de las empresas que realiza la entrevista considera que no existan motivaciones que lleven a aplicar las nuevas tecnologías emergentes.



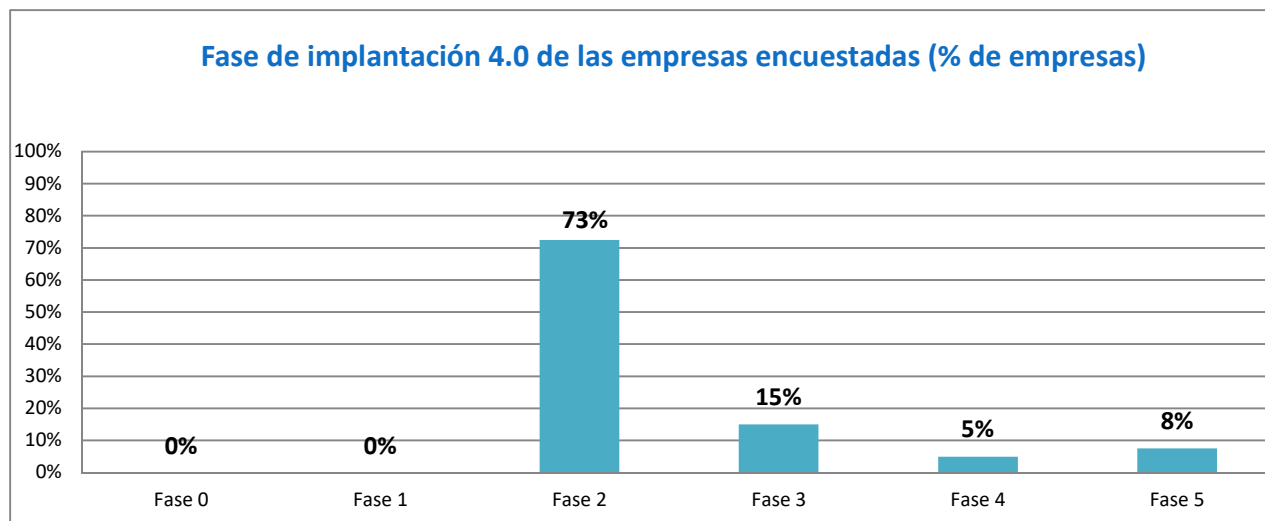
FASE DE INTEGRACIÓN

Con objeto de conocer el **estado actual de implantación de las estrategias empresariales** basadas en Industria 4.0, se efectúa una **clasificación de fases** desde un nivel de implantación nulo, hasta la integración de un nuevo *roadmap* en un plan de negocio actualizado:

- Fase 0: No se ha realizado ningún tipo de acción
- Fase 1: La empresa es consciente de la importancia, pero no ha iniciado ningún tipo de acción
- Fase 2: Se ha comenzado a efectuar algunas acciones

- Fase 3: Se ha definido un *roadmap*
- Fase 4: Se ha desarrollado un plan de negocio
- Fase 5: La entidad está implantando el *roadmap* según el plan de negocio definido

En el siguiente gráfico presenta los resultados obtenidos, en el que se muestra que **el 73% de las empresas** se encuentra en **fase 2**, lo cual indica que **mayoritariamente** las empresas son **concedoras de la importancia de estas acciones y han iniciado su implementación**, con diferentes niveles de intensidad.

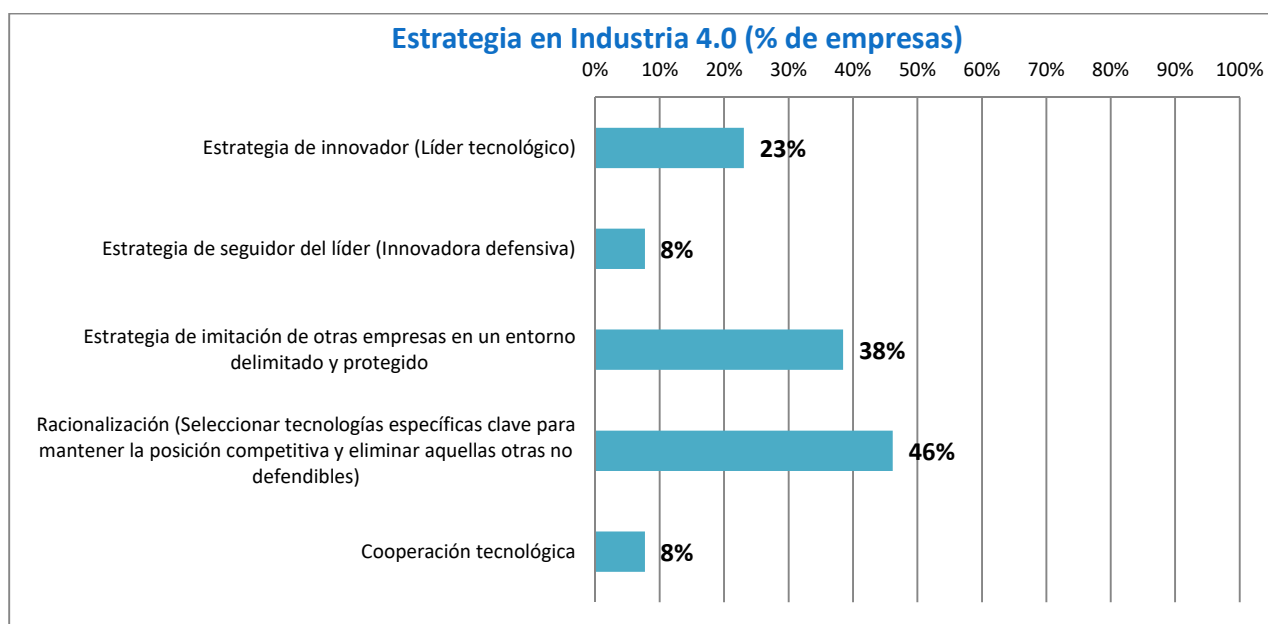


TIPOLOGÍA DE ESTRATEGIA

Disponer de información acerca de la **estrategia empresarial** que siguen las entidades para abordar la **implantación de planes de integración de tecnologías emergentes** permite vislumbrar el potencial de las empresas a la hora de tomar de decisiones y adquirir roles activos o pasivos. A la vista de los resultados obtenidos se puede afirmar que un **amplio número** de las **empresas** entrevistadas optan por comportamientos pasivos, basados en la **racionalización** (46%) o en la **imitación de la competencia** (38%), seleccionando aquellas aplicaciones clave que les permitan mantenerse en la posición que ocupan.

Un **porcentaje más reducido** de las empresas encuestadas asumen **roles de liderazgo en la implantación de estrategias tecnológicas** y establecen alianzas estratégicas con otras organizaciones mediante **cooperación tecnológica**.

Desde el punto de vista metodológico es destacable que muchas entidades no manifiestan una sola tipología de estrategia, sino una combinación de varias.



NECESIDAD DE APOYO PÚBLICO

Actuaciones que promuevan el **apoyo a proyectos de transformación** en las empresas son concebidas como **una necesidad** a la hora de conseguir una **evolución hacia la economía digital**.

Por un lado, las empresas encuestadas coinciden en la **necesidad de impulsar las inversiones con apoyo financiero**, a través de ayudas o subvenciones destinadas a la implantación de infraestructura y soluciones TIC (80% de las empresas).

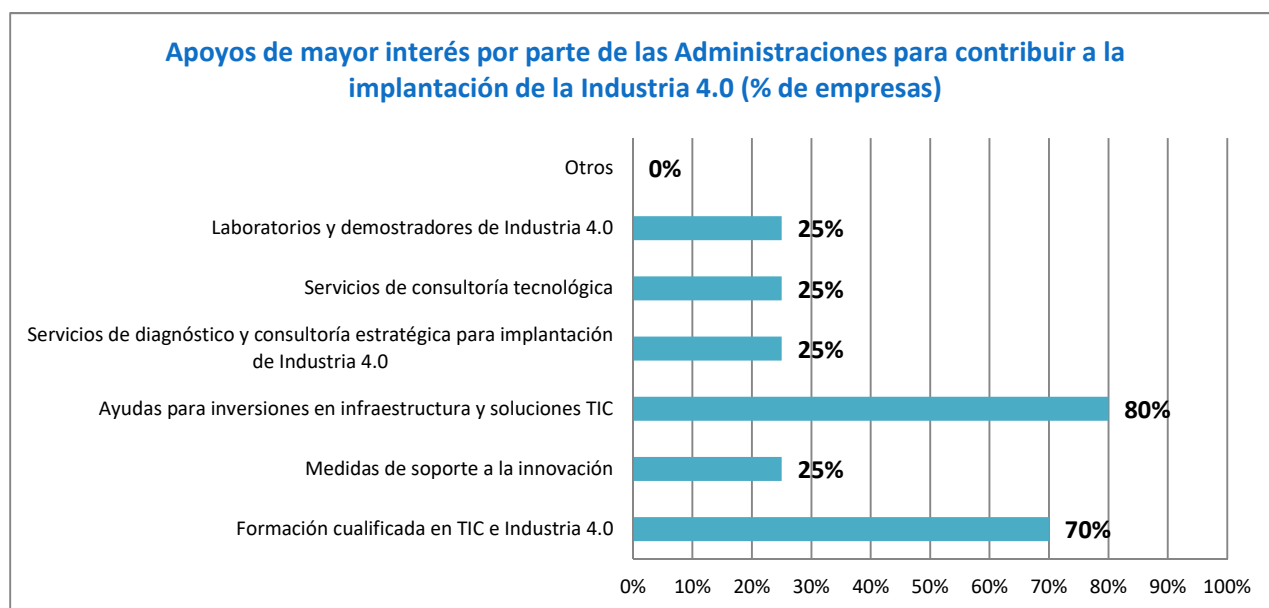
Por otro lado, es un **factor significativo** el porcentaje de empresas que demanda la necesidad de **soporte para la formación cualificada en tecnologías TIC e Industria 4.0 (70% de las empresas)**, ya que, tal y como se exponía previamente, las empresas consideran que tienen carencia de recursos internos capacitados para asumir el cambio.

Finalmente, al hilo de los análisis previos que reflejaban la falta de conocimiento tecnológico profundo sobre las tecnologías emergentes y la incertidumbre de retorno de la inversión (asociada también a la selección correcta de las técnicas a implantar, de forma que se asegure un crecimiento sostenible de las entidades) las empresas **demandan servicios de consultoría tecnológica** aplicada a sus situaciones particulares, y de manera más global, **servicios de diagnóstico y consultoría estratégica** que les permitan trazar una hoja de ruta en la que integrar todas las actuaciones dentro de un nuevo plan de negocio, así como **demolabs** que les permitan familiarizarse y profundizar en el potencial de aplicación que poseen las tecnologías emergentes.

Analizando de forma agregada todos los factores que las empresas encuestadas solicitan como apoyo público, es necesario tener en cuenta que en el momento actual los intereses de los préstamos que las entidades bancarias formalizan con empresas privadas presentan condiciones favorables, y por tanto, el acceso a este tipo de financiación para entidades financieramente saneadas no resulta un problema.

En consecuencia, es el cómputo global de todos los factores el que impide que se desarrolle esta tipología de inversiones en innovación tecnológica. Así, la instauración de ayudas financieras a fondo perdido junto con acciones destinadas a la orientación de planes de implantación particulares a cada caso y a la formación, implicarían retornos económicos más rápidos de las inversiones realizadas dentro de modelos de negocio sostenibles, venciendo el temor a la incertidumbre a nivel económico y técnico. En este sentido, también resulta interesante el establecimiento de programas de ayudas con modalidades de disposición monetaria

anticipada, dichos anticipos podrían disponer de límites si se considera necesario y ser acompañados de la aportación de avales que ofrezcan garantías adicionales a las Administraciones.



Por otro lado, el sector Automoción cuenta con iniciativas asociadas con el concepto Industria 4.0 promovidas por **CEAGA** - Clúster de Empresas de Automoción de Galicia, entre las que destaca el **Tercer Plan Estratégico para la Mejora Competitiva del Sector de Automoción de Galicia (P3CA 2025)**. Este programa cuenta con 35 planes de acción para ejecutar en el periodo 2016-2020, con objeto de potenciar su capacidad estratégica a nivel cooperativo, permitiendo anticiparse a los nuevos escenarios competitivos de forma proactiva.

Otro de los programas destacables en los que participa CEAGA es el denominado **Business Factory Auto (BFA)**. Esta es una iniciativa promovida por la Xunta de Galicia a través de **distintas entidades públicas y privadas**, cuyo objetivo es la consolidación de proyectos especializados en Automoción y la transformación de las empresas en organizaciones que destaquen por su capacidad innovadora. En su segunda edición, se han seleccionado 20 proyectos empresariales de ámbito 4.0.

Además, por segundo año consecutivo CEAGA y nueve pymes han conseguido el primer premio que otorga IGAPE para poner en marcha **proyectos piloto de Industria 4.0**. Los objetivos del proyecto liderado por CEAGA se basan en la sensibilización, apoyo e impulso de la transición de la Automoción gallega a la **Industria 4.0**.

De forma complementaria, el Clúster de Empresas de Automoción de Galicia, promueve cursos formativos como **El Directivo 4.0**, que pretende ayudar a los directivos a identificar el nivel de madurez tecnológico de sus empresas, comprender la necesidad de los cambios, las implicaciones asociados a la transformación digital, etc.

Mención aparte requieren herramientas como la **Universidad Corporativa CEAGA (UCC)**, cuyo plan de formación se elabora en estrecha colaboración y continua comunicación con las empresas del Clúster, combinando cursos orientados a las necesidades tácticas de las empresas con programas propios derivados del Plan Estratégico Sectorial.

Otro tipo de instrumento formativo es el **Máster en Ingeniería de la Automoción**, organizado de manera conjunta por la Universidad de Vigo, CTAG, CEAGA y PSA Groupe; en concreto, la Especialidad de Procesos, orientada a la fabricación de vehículo completo y componentes, incluye en su plan formativo contenidos relacionados con el concepto de Industria 4.0.

Estas últimas iniciativas se consideran de alta relevancia teniendo en cuenta que una de las principales debilidades que presentan las empresas para acometer la transformación digital es la falta de personal altamente cualificado en tecnologías TIC, y es que la Industria 4.0 constituirá de forma entrelazada una revolución en los ámbitos industrial y social.

Por tanto, desde el punto de vista del beneficio social, las acciones de apoyo deben extenderse al nivel educativo, donde la información y la orientación hacia la adquisición de conocimientos útiles para la inserción laboral en nuevos entornos industriales será clave para que las empresas puedan afrontar el cambio de modelo, ya que serán los niños de hoy los que se conviertan en los nuevos directivos y trabajadores de las empresas del futuro.

Además, siguiendo con el análisis del ámbito social en el que se desarrollará el nuevo modelo de Industria 4.0, es necesario destacar que el sector Automoción actual se caracteriza por una baja inclusión de la mujer; en Galicia sólo el 19,8 % de los trabajadores son mujeres, según datos del Servicio Público de Empleo (SEPE). Teniendo además en cuenta la necesidad de orientación de los jóvenes a la hora de desarrollarse profesionalmente hacia los modelos de la Industria 4.0, conviene establecer referentes femeninos que permitan vencer los obstáculos actuales de desarrollo profesional de la mujer en diferentes ámbitos, en este caso el de la industria de Automoción.

4.1.1 Matriz DAFO

Finalmente, a modo recapitulativo, se presenta a continuación un **análisis DAFO** con el que se pretende sintetizar la **situación de la Industria 4.0 en el entorno actual**, teniendo en cuenta las conclusiones aportadas en el presente apartado:



4.2 OPORTUNIDADES TECNOLÓGICAS DE MEJORA DETECTADAS

A continuación se pretenden identificar puntos u **oportunidades de mejora tecnológica** a través del **análisis** de cada uno de los **Elementos Generadores de Valor** destacados (Calidad, Producción, Personas y Productos y servicios). Para efectuar este estudio se han determinado cuáles son las **tecnologías emergentes con mayor grado de aplicación en cada uno** de los elementos de valor, y de cuya implantación se derivarían optimizaciones que conformarían palancas tecnológicas asociadas a cada uno de ellos.

CALIDAD

El elemento generador de valor **Calidad** se analiza teniendo en cuenta la afección de las tecnologías 4.0 en las siguientes palancas tecnológicas:

- Control de calidad / Control de producción
- Planificación de calidad / Identificación y trazabilidad
- Mejora continua (producto, proceso y organización)
- Defectos / Despilfarro

La siguiente tabla muestra el **potencial de empleo** de las diferentes **tecnologías 4.0** en aspectos relacionados con su implantación en los factores vinculados con la **Calidad**, según las opiniones vertidas por

las empresas encuestadas. Se puede apreciar que destaca como tecnología con mayor aplicación en el Elemento de Valor estudiado la relacionada con **Big Data, Cloud Computing y Data Analytics**, seguida de otras como automatización y robótica avanzada y colaborativa, sistemas ciberfísicos e IoT y modelización, simulación y virtualización de procesos.

Possible empleo de las tecnologías emergentes 4.0 en los diferentes Elementos Generadores de Valor	1 (Bajo)	2 (Medio Bajo)	3 (Medio Alto)	4 (Alto)
Automatización y robótica avanzada y colaborativa	39%	9%	0%	52%
HMI (Wearables, RV/RA, Exoesqueletos)	58%	25%	0%	17%
Sistemas ciberfísicos e IoT	8%	67%	8%	17%
Fabricación Aditiva	58%	17%	25%	0%
Tecnología de Materiales Inteligentes	75%	8%	0%	17%
Logística avanzada (AGV's y UAV's)	83%	8%	8%	0%
Modelización, simulación y virtualización de los procesos	17%	17%	50%	17%
Big Data, Cloud Computing y Data Analytics	0%	42%	33%	25%
Safety & Security	25%	58%	8%	8%

PRODUCCIÓN

A **nivel productivo**, se analiza la afección en los siguientes parámetros:

- Mejora de la planificación de la producción
- Rapidez en la toma de decisiones
- Visión de la producción en tiempo real
- Producción flexible
- Optimización del uso de máquinas
- Optimización del uso de operarios
- Reducción del tamaño de lote
- Mantenimiento predictivo
- Reducción de inventarios
- Gestión avanzada de la energía
- Gestión avanzada de insumos (agua, etc.)
- Reciclaje, reutilización y valoración de residuos

Las empresas resaltan las aportaciones y beneficios que tecnologías como la implantación de **Big Data, Cloud Computing y Data Analytics** de manera destacada pueden aportar, como se muestra a continuación:

Possible empleo de las tecnologías emergentes 4.0 en los diferentes Elementos Generadores de Valor	1 (Bajo)	2 (Medio Bajo)	3 (Medio Alto)	4 (Alto)
Automatización y robótica avanzada y colaborativa	37%	10%	27%	26%
HMI (Wearables, RV/RA, Exoesqueletos)	53%	33%	13%	0%
Sistemas ciberfísicos e IoT	13%	27%	40%	20%
Fabricación Aditiva	33%	13%	28%	25%
Tecnología de Materiales Inteligentes	43%	38%	19%	0%
Logística avanzada (AGV's y UAV's)	50%	21%	29%	0%
Modelización, simulación y virtualización de los procesos	20%	20%	33%	27%
Big Data, Cloud Computing y Data Analytics	0%	20%	20%	60%
Safety & Security	7%	43%	26%	24%

PERSONAS

Se estima que la implantación de tecnologías de la **Industria 4.0** tendrá un profundo impacto en el modo en el que las **Personas** generan valor en la manufactura atendiendo a los siguientes factores:

- Reducción de los trabajos tediosos y repetitivos
- Ergonomía
- Reducción de tiempos de aprendizaje
- Empoderamiento del operario

A la vista de la siguiente tabla, es posible observar cómo las empresas encuestadas consideran que las mayores **oportunidades** de implementación de tecnologías emergentes en relación a los puestos de los trabajadores se encuentran en **HMI (Wearables, RV/RA, Exoesqueletos)** y en la **automatización y robótica avanzada y colaborativa**, además de las implicaciones obvias en **Safety**.

Possible empleo de las tecnologías emergentes 4.0 en los diferentes Elementos Generadores de Valor	1 (Bajo)	2 (Medio Bajo)	3 (Medio Alto)	4 (Alto)
Automatización y robótica avanzada y colaborativa	25%	15%	10%	50%
HMI (Wearables, RV/RA, Exoesqueletos)	25%	10%	15%	50%
Sistemas cyberfísicos e IoT	83%	17%	0%	0%
Fabricación Aditiva	83%	0%	17%	0%
Tecnología de Materiales Inteligentes	100%	0%	0%	0%
Logística avanzada (AGV's y UAV's)	83%	0%	17%	0%
Modelización, simulación y virtualización de los procesos	67%	17%	0%	17%
Big Data, Cloud Computing y Data Analytics	33%	50%	17%	0%
Safety & Security	0%	33%	33%	33%

PRODUCTOS Y SERVICIOS

Los **productos y servicios** presentan las siguientes palancas tecnológicas, sobre las que se estudia la posibilidad de implementación de las distintas tecnologías relacionadas con la Industria 4.0:

- Co-creación de producto con el cliente
- Predicción de la demanda
- Nuevos servicios basados en datos
- Seguridad producto
- Personalización producto
- Productos energéticamente eficientes
- Nuevas funcionalidades en productos
- Servicios avanzados al consumidor
- Mantenimiento remoto del producto
- Reducción del tiempo servicio postventa
- Reducción del tiempo de diseño
- Prototipado rápido de producto
- Reducción del tiempo de industrialización
- Reducción del tiempo de entrega

Las empresas entrevistadas consideran que las **oportunidades** relacionadas con los desarrollos de productos y servicios están basadas mayoritariamente en la **fabricación aditiva**, seguidas por la implantación de **Big Data, Cloud Computing y Data Analytics**.

Possible empleo de las tecnologías emergentes 4.0 en los diferentes Elementos Generadores de Valor	1 (Bajo)	2 (Medio Bajo)	3 (Medio Alto)	4 (Alto)
Automatización y robótica avanzada y colaborativa	60%	0%	40%	0%
HMI (Wearables, RV/RA, Exoesqueletos)	60%	0%	40%	0%
Sistemas cyberfísicos e IoT	40%	40%	0%	20%
Fabricación Aditiva	20%	0%	40%	40%
Tecnología de Materiales Inteligentes	40%	40%	20%	0%
Logística avanzada (AGV's y UAV's)	60%	30%	10%	0%
Modelización, simulación y virtualización de los procesos	67%	0%	33%	0%
Big Data, Cloud Computing y Data Analytics	0%	40%	40%	20%
Safety & Security	20%	60%	0%	20%

A continuación se revisa de forma particular para los diferentes Elementos Generadores de Valor, y en base a las problemáticas actuales detectadas, **aspectos y actuaciones concretas de intervención**:

CALIDAD + PRODUCCIÓN

Las empresas entrevistadas han detectado que la mayoría de problemas relacionados con la calidad de los sistemas productivos se encuentran relacionados con el **control de defectos**, el cual presenta carencia de estandarización y sistematización, con una fuerte dependencia del operario en los procesos de verificación que deriva en errores debido al factor humano. En consecuencia la fabricación presenta errores y defectos que implican un elevado sobre coste; como ejemplos se pueden citar la necesidad de rediseños y ejecución de nuevos desarrollos de prototipos o piezas debido a problemas en su etapa constructiva, o el aseguramiento del control geométrico de la soldadura, para lo que sería necesario implantación de técnicas no invasivas, como los ensayos no destructivos.

Los problemas que surgen a nivel productivo, son de diferente naturaleza y se desencadenan en todas las etapas de fabricación, desde la recepción de la materia prima hasta la logística. De forma común, se puede señalar la falta de una **visión global** que incluya las diferentes fases y facilite la **planificación**, así como la necesidad de **flexibilizar** los puestos de trabajo, focalizándose en el aumento de valor añadido.

A pesar de las diferentes implicaciones de las dificultades en Calidad y Producción, las oportunidades de mejora concretas están muy vinculadas entre sí, ya que tienen su origen en el mismo proceso, y cualquier mejora en él tendrá por lo tanto su repercusión en ambos *Value Drivers*. Consecuentemente, sería interesante implantar medidas relacionadas con aspectos como los siguientes:

- *Control de calidad integrado, con tecnologías de verificación sin contacto y escaneado, que permitan retroalimentar el proceso en bucle cerrado (p.e., aplicaciones de visión embarcadas)*
- *Modelización integral, con orientación a la virtualización de las plantas productivas, integrando el proceso desde la adquisición de materia prima, hasta la logística de producto terminado*
- *Gestión masiva de los datos generados en torno al proceso productivo, incluyendo nuevas tecnologías de captación de los mismos*

PERSONAS

Los principales problemas que señalan las empresas muestreadas en relación a los trabajadores que constituyen sus plantillas, se pueden englobar en **cuestiones ergonómicas**, de **capacitación** y de **comunicación**.

A continuación se identifican oportunidades de mejora tecnológica concretas relacionadas con este ámbito:

- *Sistemas de Inteligencia Artificial que aprendan de las mejores prácticas humanas*
- *Herramientas de mejora de la interacción con el usuario (Wearables que muestren comunicaciones de diversa índole, permitan solicitar asistencia al operario ante incidencias, etc.)*
- *Transformación del perfil del operario de mano de obra directa a indirecta (evolución en el nivel formativo), asociado a la automatización creciente de los procesos*

PRODUCTOS Y SERVICIOS

Las oportunidades de mejora en este ámbito deberán estar relacionadas con aspectos como la integración de **productos** o **servicios** que permitan ser **customizados** por los clientes finales, de manera que estos sean altamente flexibles, pero que permitan, a su vez, la producción en masa. Las empresas entrevistadas destacan también los costes del servicio postventa, donde existe un amplio potencial de mejora.

A continuación se recogen ejemplos concretos de aplicaciones para la resolución de los problemas detectados:

- *Aplicaciones de fabricación aditiva en producto terminado*
- *Desarrollo de nuevos canales de venta*

4.3 PROPUESTA DE ACCIONES A CORTO PLAZO

El sector **Automoción** dispone de un **nivel tecnológico general elevado**, destacando por encima de otros sectores que conforman el tejido industrial gallego. No obstante, dentro del propio sector existen **diferencias** destacables en función del **posicionamiento dentro de la cadena de valor** de las empresas que lo conforman; de esta forma, los fabricantes de vehículos presentan grados de madurez tecnológica sobresalientes, y estos disminuyen a medida que se desciende a lo largo de la cadena de valor, desde Tier 1 con una madurez alta, hasta empresas auxiliares con madurez tecnológica menor.

El análisis de la muestra de empresas entrevistada ha permitido concluir que las inversiones en tecnologías englobadas dentro del concepto de la Industria 4.0 se basan en **actuaciones concretas** en áreas determinadas del sistema productivo, y que, una vez validada su viabilidad técnica y económica, se hacen extensivas a más áreas de la organización, llevando a cabo una **transición al modelo de negocio 4.0 sostenible** desde el punto de vista económico. Por otro lado, dicha transición hacia la Industria 4.0 se encuentra fuertemente condicionada por la **escasez** de **personal técnico** con conocimiento en las **tecnologías emergentes** mencionadas.

A partir de los comentarios efectuados por las empresas con carácter adicional, es posible extraer que éstas son **conscientes de la revolución industrial y social** que se desencadenará alrededor de este nuevo concepto, y se encuentran fuertemente interesadas en su aplicación, en el corto plazo para obtener rentabilidad y en el largo para aumentar su competitividad. No obstante, señalan los elevados costes derivados de las tecnologías TIC y la dificultad en su adaptación a aplicaciones concretas, destacando la falta de integradores con capacidades reales en Industria 4.0, que presenten actuaciones interesantes para su puesta en marcha, así como la falta de demostradores.

En cuanto a la síntesis de la magnitud económica que tienen las acciones concretas introducidas en el apartado anterior de este documento, en general éstas se caracterizan por **periodos de implantación cortos** (<1 año, 1-3 años), **presupuestos de inversión acotados** (en general no superiores a 250K€) y **retornos económicos de la inversión breves** (entre uno y dos años), si bien es cierto que existen planes de implantación puntuales de mayor calado.

En relación a los criterios de priorización de las iniciativas más representativas manifestadas por las empresas entrevistadas atendiendo a los diferentes Elementos Generadores de Valor, las entidades dan prioridad a la ejecución de inversiones en tecnología 4.0 en aspectos relacionados con **Producción**, seguidas

por aquellas que se dirigen a mejorar y optimizar la **Calidad** de los procesos, parámetro directamente relacionado con el anterior. De forma secundaria, las entidades muestreadas deciden efectuar intervenciones basadas en mejoras hacia los trabajadores y aquellas relacionadas con el producto y el servicio final.

En consecuencia, las **preferencias establecidas** por las entidades están asociadas con los factores directamente relacionados con el **beneficio industrial**, ya sea a partir de actuaciones que optimizan la **gestión de los recursos** o mediante **mejoras concretas en puntos del proceso productivo**.

A continuación se presenta, a modo de **síntesis**, una propuesta de **transformaciones a corto plazo con efecto sinérgico** que pretenden recoger los distintos dominios recogidos, de los cuales se introducen aplicaciones concretas:

INGENIERÍA DE ENFOQUE INTEGRAL EN RED

Descripción general

El desarrollo de productos o servicios ha de orientarse a su cadena de valor, disponiendo de un enfoque integral que abarque a todos los procesos implicados: diseño, producción, mantenimiento, logística, servicio al cliente, etc.

Puntos clave

Modelización virtual + Procesos de alta calidad

Aplicaciones concretas

Modelización y simulaciones integrales, con orientación a la virtualización de las plantas productivas, integrando el proceso desde la adquisición de materia prima, hasta la logística de producto terminado

Control de calidad integrado, con tecnologías de verificación sin contacto y escaneado, que permitan retroalimentar el proceso en bucle cerrado (p.e., aplicaciones de visión embarcadas)

TECNOLOGÍAS AVANZADAS DE FABRICACIÓN

Descripción general

Disponibilidad de equipos de última generación que permitan reducir costes en el sistema productivo y mejorar su eficiencia energética

Puntos clave

Capacitación de los empleados + Robustez del sistema

Aplicaciones concretas

Implantación de sistemas automatizados que permitan reducir errores originados por fallos humanos

Desarrollo de implantaciones adhoc

Aplicaciones de fabricación aditiva

FÁBRICA DIGITAL

Descripción general

Fusión entre el entorno real y el digital, que permita extender la visión del proceso para la toma de decisiones

Puntos clave

Sistemas ciberfísicos + Big Data & Data Analytics

Aplicaciones concretas

Gestión masiva de los datos generados en torno al proceso productivo, incluyendo nuevas tecnologías de captación de los mismos

PRODUCCIÓN CENTRADA EN LAS PERSONAS**Descripción general**

Los nuevos entornos industriales se caracterizan por la disminución de labores tediosas o repetitivas, de modo que se requerirá personal con capacitación y formación en tecnologías emergentes, que ofrezca respuestas y resuelva incidencias

Puntos clave

Evolución formativa del perfil del operario

Aplicaciones concretas

Herramientas de mejora de la interacción con el usuario (*Wearables* que muestren comunicaciones de diversa índole, permitan solicitar asistencia, etc.)

Sistemas de Inteligencia Artificial que aprendan de las mejores prácticas humanas

Robótica colaborativa que permitan desarrollar entornos de trabajo en los que se integre la cooperación entre el trabajador humano y el robot

5. CONCLUSIONES

La Automoción es uno de los sectores tractores de la economía de Galicia, representando el **14% del PIB industrial de la Comunidad** (2016), y está concentrado mayoritariamente en la provincia de Pontevedra y de forma más concreta en Vigo y su área metropolitana, debido a la presencia de una de las plantas más productivas de PSA Groupe en este entorno. Las empresas del sector se aglutinan en un Clúster, CEAGA - Clúster de Empresas de Automoción de Galicia -, que cuenta **con más de 100 entidades** que engloban la mayor parte de la **cadena de valor**, formando una **sólida estructura**: el fabricante, las empresas de equipos y componentes, denominados proveedores de primer nivel y sucesivos, y las de servicios y procesos de apoyo.

En relación con el diagnóstico realizado para conocer el nivel de conocimiento e implantación de la Industria 4.0 en el sector, y a partir de los datos obtenidos mediante la realización de entrevistas a una muestra representativa de empresas en Galicia, ha sido posible determinar que existe una cierta disparidad entre los grados de **nivel de conocimiento de la Industria 4.0**. Así, mientras un 75% reconoce disponer de un conocimiento alto o medio, un 25% admite que su nivel en la materia es bajo. No obstante, en este contexto, prácticamente **todas** las entidades visitadas **conocen**, en mayor o menor medida, las **tecnologías habilitadoras o emergentes** asociadas a esta nueva revolución industrial, destacando la implantación de las asociadas a la **modelización, simulación y virtualización de procesos** (73%), en un sentido amplio, seguidas de implantaciones de automatización y robótica avanzada y colaborativa, herramientas de Safety & Security y sistemas ciberfísicos e Internet de las Cosas (IoT). Son las tecnologías relacionadas con **Big Data, Cloud Computing & Data Analytics** (68% de las empresas) las que despiertan mayor interés de cara a implantaciones futuras.

En este marco es relevante destacar que, debido a que en la industria automotriz son los **fabricantes de automóviles** (OEM's) los que están ejerciendo un **papel ejemplarizante y tractor sobre la cadena de valor auxiliar** en cuanto a la **transformación de las plantas de producción** hacia la **industria del futuro**, son sus iniciativas las que impulsan el desarrollo del tejido productivo asociado al completo.

La actividad en el sector Automoción se rige por unos **altos nivel de competitividad** en general, de manera que los aspectos a mejorar en los que la Industria 4.0 puede contribuir están alineados con **cuestiones operativas** concretas, como pueden ser el *control de defectos, la visión global del proceso orientada a la planificación y su flexibilización, la capacitación de los operarios en el nuevo marco tecnológico o la customización de productos o servicios*, y están principalmente asociados con los Elementos Generadores de Valor **Calidad** y **Producción**.

Así, actuaciones que promuevan el **apoyo a proyectos de transformación** que impulsen **el cambio de concepto y la competitividad** en las empresas son concebidas como **una necesidad** a la hora de conseguir una evolución hacia la economía digital. Las empresas encuestadas coinciden en la **necesidad de impulsar las inversiones con apoyo financiero** y de obtener **soporte para la formación cualificada en tecnologías TIC e Industria 4.0**, siendo ambas dos cuestiones en las que las Administraciones Públicas pueden servir de gran apoyo.

6. ANEXO: CUESTIONARIO Y METODOLOGÍA DE EJECUCIÓN

- Número y estructura de los cuestionarios empleados

Como base para la ejecución del trabajo de campo (entrevistas con empresas) se han definido **dos cuestionarios: uno en general para todos los sectores y otro particular para el sector TIC**. De esta manera un cuestionario se ha orientado a los usuarios de tecnologías (todos los sectores salvo el TIC) y el otro se ha configurado desde la perspectiva de entrevistar a los proveedores de soluciones 4.0 (sector TIC). Se han contemplado las 9 tecnologías consideradas 4.0 y como cuestión transversal la gestión de la energía y los residuos.

En el caso de las entrevistas con asociaciones empresariales y clústeres, y dado el diferente perfil de estas entrevistas, el cuestionario simplemente ha servido como referencia o apoyo a la hora de estructurar la reunión, de carácter más abierto y cualitativo.

En cuanto a su **estructura**, se presenta a continuación, por ser el de más amplio alcance, la del cuestionario general (para todos los sectores salvo TIC). Por cada bloque del mismo, se perfila el tipo de cuestiones que se abordan en él:

- **Bloque I: Análisis general de la empresa.** Se recogen los datos básicos de caracterización de cada empresa (localización, persona contacto, actividad, estructura organizativa,...). En la medida de lo posible, cada encuestador ha tratado de pre informar estos datos generales con anterioridad a la propia entrevista.
- **Bloque II: Conocimiento general de la entidad respecto al concepto 4.0.** Se recogen cuestiones sobre la cercanía y nivel de familiaridad con el concepto 4.0 y las tecnologías asociadas, así como sobre su perspectiva sobre el impacto 4.0 en el mercado, la participación en plataformas relacionadas y la formación en 4.0.
- **Bloque III: Análisis del estado actual de la empresa con respecto a la industria 4.0.** Se recogen distintas cuestiones sobre la implantación actual de las tecnologías y cierta perspectiva por cada una de las mismas sobre los intereses y beneficios para la empresa
 - Adicionalmente, en un anexo denominado *Madurez de los procesos de negocio* se ha preguntado para cada *Value Driver* / Elemento Generador de Valor por los problemas, alternativas de mejora, posible empleo de tecnologías emergentes e inversiones previstas 4.0
- **Bloque IV: Estrategia de implantación de tecnologías en industria 4.0.** En este punto se consideran cuestiones para conocer las motivaciones, situación actual, barreras y estrategia prevista al respecto del 4.0

- Tipo de cuestionario y tipo de entrevista

El cuestionario ha sido administrado presencialmente por el experto entrevistador de cada centro tecnológico. Se ha celebrado una reunión o entrevista, previamente concertada con la empresa y en caso necesario se ha recogido algún dato o aclaración a posteriori. La duración de la entrevista ha superado, en la mayor parte de los casos, las dos horas de duración; en muchas ocasiones la duración ha sido sensiblemente superior.

- Número de encuestas previstas y finalmente realizadas

Se muestra en la siguiente tabla:

Sector	Centro	Nº encuestas a realizar	Nº encuestas realizadas	Grado de avance
1 Aeronáutico	Gradient	25	25	100%
2 Agroalimentación y Bio	Anfaco-Cecopesca	40	40	100%
3 Automoción	Ctag	40	40	100%
4 EE.RR.	ITG	25	25	100%
5 Madera - Forestal	Energylab	40	40	100%
6 Metalmecánico	Aimen	40	40	100%
7 Naval	Aimen	40	40	100%
8 Piedra Natural	ITG	25	25	100%
9 Textil	Energylab	40	40	100%
10 TIC	Gradient	40	46*	115%
TOTAL ACUMULADO		355	361	102%

- Representatividad de las encuestas realizadas

Se ha tratado de que la **muestra por sector fuese lo más representativa de la población objetivo del sector**. Los criterios concretos y condicionantes por sector a la hora de definir la población objetivo han sido explicados previamente en este diagnóstico sectorial.

Al hablar de representatividad se ha tratado de obtener a nivel tamaño (pymes y grandes empresas, con especial foco en las pymes), a nivel territorial y en la medida de lo posible, teniendo en cuenta el sistema de valor existente.

No obstante es importante advertir que en casos puntuales, hay que tener en cuenta la elevada heterogeneidad de las empresas incluidas en términos de actividad.

- Proceso concertación de entrevistas:

En general este proceso, una vez listadas y asignadas las empresas a un sector (o a varios en algunos casos) se ha desarrollado con los siguientes pasos:

Envío email o llamada invitación a participar >> proceso de confirmación de la cita >> entrevista (obtención de la información) >> (si necesario) contacto posterior para aclarar dudas o datos adicionales