

ESTADO DE LA IMPLANTACIÓN DE LA INDUSTRIA 4.0 EN LAS EMPRESAS DE CASTILLA Y LEÓN

EQUIPO DE INVESTIGACIÓN

Director/Investigador principal

Dr. Miguel Ángel Mariscal Saldaña

*Departamento de Ingeniería de Organización,
de la Escuela Politécnica Superior de la Universidad de Burgos*

Miembros de equipo investigador

Dra. Susana García Herrero

*Departamento de Ingeniería de Organización,
de la Escuela Politécnica Superior de la Universidad de Burgos*

D. Jaime González Pérez

*Departamento de Ingeniería de Organización,
de la Escuela Politécnica Superior de la Universidad de Burgos*

Convocatoria 2019



Consejo Económico y Social
de Castilla y León



UNIVERSIDAD DE BURGOS

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN Y MARCO DE ESTUDIO	6
1.1.	Revoluciones industriales e industria 4.0	6
1.1.1.	Cloud Computing (La Nube)	9
1.1.2.	Ciberseguridad	10
1.1.3.	Robótica colaborativa	11
1.1.4.	Sistemas de integración vertical y horizontal	14
1.1.5.	Realidad virtual/realidad aumentada	15
1.1.6.	Simulación y BIM.....	17
1.1.7.	Fabricación aditiva e Impresión 3D.....	19
1.1.8.	Internet de las cosas (IoT)	26
1.1.9.	BIG DATA y analítica.....	31
1.1.10.	Blockchain	32
1.2.	Tejido empresarial Castilla y León	35
1.3.	Antecedentes, proyectos e iniciativas a nivel nacional y por CCAA en materia de Industria 4.0.....	36
1.3.1.	Cataluña	37
1.3.2.	Comunidad de Madrid	37
1.3.3.	Andalucía.....	38
1.3.4.	Comunidad Valenciana	38
1.3.5.	País Vasco.....	38
1.3.6.	Galicia.....	39
1.3.7.	Castilla y León	40
1.3.8.	Estudios nacionales.....	42
1.4.	Problemática observada y necesidades.....	50
2.	OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	52
2.1.	Objetivos generales	52
2.2.	Objetivos específicos.....	52
3.	MARCO METODOLÓGICO DE LA INVESTIGACIÓN.....	53

3.1.	Ámbito de estudio	53
3.2.	Diseño de investigación.....	54
3.3.	Triangulación metodológica.....	58
3.4.	Validez y Confiabilidad.....	59
3.5.	Selección de la muestra	60
3.5.1.	Diseño cuantitativo	60
3.5.2.	Diseño cualitativo.....	63
4.	METODOLOGÍA UTILIZADA	64
4.1.	Metodología cuantitativa	64
4.2.	Metodología cualitativa	68
4.3.	GANTT del proyecto.....	71
5.	RESULTADOS	72
5.1.	Resultados del estudio cuantitativo.	72
5.2.	Resultados del estudio cualitativo.	81
6.	CONCLUSIONES	106
7.	BIBLIOGRAFÍA	111
8.	ANEXOS	117
8.1.	Anexo I: Cuestionario Utilizado.....	117
8.2.	Anexo II: Guion básico de la entrevista a informante clave.	124
8.3.	Anexo III: Diagrama de Flujo. Metodología para envío de cuestionarios.	130

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Industria 4.0. Fuente: [2].....	7
Figura 2. Tecnologías habilitadoras Industria 4.0. Fuente: [3].....	8
Figura 3. Robots Colaborativos. Fuentes: [12, 13].....	12
Figura 4. Dispositivo de guiado manual para Cobots. Fuente: [15]	13
Figura 5. Número de nuevos robots tradicionales y robots colaborativos instalados en 2017 y 2018. Fuente: [16]	14
Figura 6. Realidad Virtual. Fuente: [19]	16
Figura 7. Realidad Aumentada. Fuente: [20]	16
Figura 8. Realidad Virtual. Fuente: [21]	17
Figura 9. BIM Aplicado a un edificio. Fuente: [3]	18
Figura 10. Tecnologías de Fabricación Aditiva. Fuente: MIT [24]	19
Figura 11. Materiales más utilizados en impresión 3D en 2017. Fuente: [26]	21
Figura 12. Materiales más utilizados en impresión 3D en 2019. Fuente: [27]	21
Figura 13. Comparación de los materiales más utilizados en impresión 3D desde 2016 hasta 2019. Fuente: Gráfico de [27] editado.	22
Figura 14. Principales usos de las tecnologías de fabricación aditiva en 2019. Fuente: [27].....	23
Figura 15. Ejemplo de fabricación aditiva en metal. Diseño en CAD 3D. Fuente: [28].....	24
Figura 16. Ejemplo de fabricación aditiva en metal. Parametrización de las capas a construir. Fuente: [28].....	24
Figura 17. Ejemplo de fabricación aditiva en metal. Fundido de capas mediante laser. Fuente: [28].	25
Figura 18. Ejemplo de fabricación aditiva en metal. Retirada del material sobrante para su reutilización en otros procesos de fabricación. Fuente: [28].....	25
Figura 19. Ejemplo de fabricación aditiva en metal. Pieza final. Fuente: [28]	26
Figura 20. Número Global de Dispositivos IoT conectados en 2018 (En billones). Estimaciones de crecimiento. Fuente: [33]	27
Figura 21. Principales Aplicaciones de los dispositivos y tecnologías IoT en 2018. Distribución por sectores y continentes. Fuente: [33].....	28
Figura 22. Distribución de las aplicaciones de IoT por segmentos en 2018. Fuente: Elaboración propia tomando datos de [33].....	29
Figura 23. IoT aplicado a cultivos. Fuente: [38].....	30
Figura 24. Drones aplicados a la agricultura de precisión. Fuente: [39]	30
Figura 25. Blockchain. Fuente: [43].....	33
Figura 26. Estructura Blockchain. Fuente: [44]	34
Figura 27. Número de empresas en CyL en 2018. Fuente: INE [45].....	35
Figura 28. Comunidades autónomas españolas en 2018. Fuente: Extracto de una tabla de Datosmacro.com [49].....	36
Figura 29. Barómetros de digitalización de los sectores económicos en España. Fuente: [65].....	44
Figura 30. ¿Tienen las empresas plan de transformación digital? Fuente: Gráfico del estudio de [66]45	
Figura 31. ¿Cuáles son los conocimientos de sus trabajadores que considera indispensables de cara al futuro? Fuente: Gráficos del estudio [66].....	46
Figura 32. ¿Cuáles son los paradigmas más punteros actualmente en las empresas? Fuente: Gráfico del estudio [66].....	47

Figura 33. ¿En qué paradigmas se va a enfocar su compañía en los próximos 2 años? Fuente: Gráficos del estudio [66].....	48
Figura 34. Principales barreras en la transformación digital. Fuente: Gráficos del estudio [66]	49
Figura 35. Ranking de competitividad digital mundial de 2018. Fuente:[68]	50
Figura 36. Ámbito de estudio. Fuente: Figuras de [69] editadas.....	53
Figura 37. Mapa Castilla y León. Provincias. Fuente:[70]	53
Figura 38. Distribución por facturación y por plantilla de las 5000 mayores empresas de CyL (2017). Fuente:[47].....	61
Figura 39. Selección de la muestra. Fuente: elaboración propia.....	61
Figura 40. Metodología para contacto y envío de cuestionarios. Fuente: Elaboración propia.....	65
Figura 41. Distribución empresas encuestadas. Fuente: Elaboración propia a partir de [70].....	66
Figura 42. Diagrama de Gantt. Fuente: Elaboración propia.	71
Figura 43. Resultados cuestionario. Sector, tamaño, implicaciones Industria 4.0. y percepción como Oportunidad o Amenaza. Fuente: Elaboración propia.	72
Figura 44. Resultados cuestionario. Tecnologías habilitadoras en las empresas castellanoleonesas. Fuente: Elaboración propia.	73
Figura 45. Resultados cuestionario. Percepción acerca de industria 4.0. Fuente: Elaboración propia. 74	
Figura 46. Resultados cuestionario. Robots industriales, cantidad y previsión de aumento en los próximos 3 años. Fuente: Elaboración propia.	75
Figura 47. Resultados cuestionario. Robots colaborativos. Posibilidades, cantidad y formas de trabajo. Fuente: Elaboración propia.	77
Figura 48. Resultados cuestionario. Conocimiento y utilización de la norma ISO/TS 15066 sobre robótica colaborativa. Fuente: Elaboración propia.....	78
Figura 49. Resultados encuesta. Robots colaborativos. Previsión a futuro. Grado de satisfacción. Fuente: Elaboración propia.	79
Figura 50. Resultados cuestionario. Seguridad y accidentes con robots colaborativos y grado de satisfacción con su uso. Fuente: Elaboración propia.....	80
Figura 51. Resultados cuestionario. Robots colaborativos. Implantación futura. Fuente: Elaboración propia.	80
Figura 52. Resultados cuestionario. Tecnologías habilitadoras en las empresas castellanoleonesas. Fuente: Elaboración propia.	106
Figura 53. ¿Cuáles son los paradigmas más punteros actualmente en las empresas? Fuente: Gráfico del estudio [64].....	107

ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1. Diferencias entre investigación cualitativa e investigación cuantitativa. Fuente: [74].....</i>	<i>54</i>
<i>Tabla 2. Ventajas e inconvenientes de los métodos cualitativos vs los métodos cuantitativos. Fuente: Adaptación propia de [77].....</i>	<i>56</i>
<i>Tabla 3. Listado de empresas encuestadas. Fuente: Elaboración propia.....</i>	<i>67</i>
<i>Tabla 4. Categorías y subcategorías. Fuente: Elaboración propia.</i>	<i>70</i>
<i>Tabla 5. Tecnologías usadas en empresas de los informantes. Fuente: Elaboración propia.</i>	<i>82</i>

1. INTRODUCCIÓN Y MARCO DE ESTUDIO

Antes de entrar en el tema de estudio concreto sobre la implantación de la industria 4.0 en las empresas de Castilla y León, en este apartado se identifica el contexto global del estudio incluyendo las distintas tecnologías de la industria 4.0, el vocabulario propio del estudio, la situación actual de la industria de Castilla y León, los distintos estudios existentes relacionados con el ámbito de este estudio y las necesidades que motivan la realización del mismo.

1.1. Revoluciones industriales e industria 4.0

Resulta importante conocer que transformaciones tuvieron lugar en pasadas revoluciones industriales para conocer la dimensión y la trascendencia del proceso en el cual estamos inmersos (figura 1).

A mediados del siglo XVIII nació en Gran Bretaña la conocida como primera revolución industrial, muy ligada a la máquina de vapor, que permitió la modernización de las herramientas de trabajo y la sustitución de la energía tractora animal por la que proporcionaba la máquina de vapor.

Entre la década de 1850 y el comienzo de la primera guerra mundial en 1914 se produjo, principalmente en Europa, Japón y Estados Unidos lo que se conoce como la segunda revolución industrial, con numerosos avances como el uso del acero, los motores de combustión interna, el ferrocarril, el teléfono, la electricidad, el petróleo, la producción en masa y el taylorismo.

La tercera revolución industrial hace referencia a las transformaciones tecnológicas y sociales ocurridas a partir de mediados del siglo XX. El principal elemento revolucionario fue Internet y todos los desarrollos tecnológicos, políticos y sociales derivados de esta tecnología. Este periodo está caracterizado además por el comienzo de la automatización de los procesos, el uso de la electrónica, microelectrónica, la miniaturización, el toyotismo, las nuevas formas de gestión de los procesos, la calidad y un largo etcétera.

El término industria 4.0 surgió en Alemania a principios de la década de los 2010 [1]. Hablar de industria 4.0 es hablar de la 4ª revolución industrial y su concepto es extremadamente amplio, pero podría resumirse en un proceso de transformación

digital de la industria, en la cual se implementan una serie de tecnologías habilitadoras para híper conectar todos los elementos tanto productivos como de sistemas de información del tejido empresarial y de esta manera dinamizar la producción, mejorar la competitividad y asegurar mejores estándares de calidad.

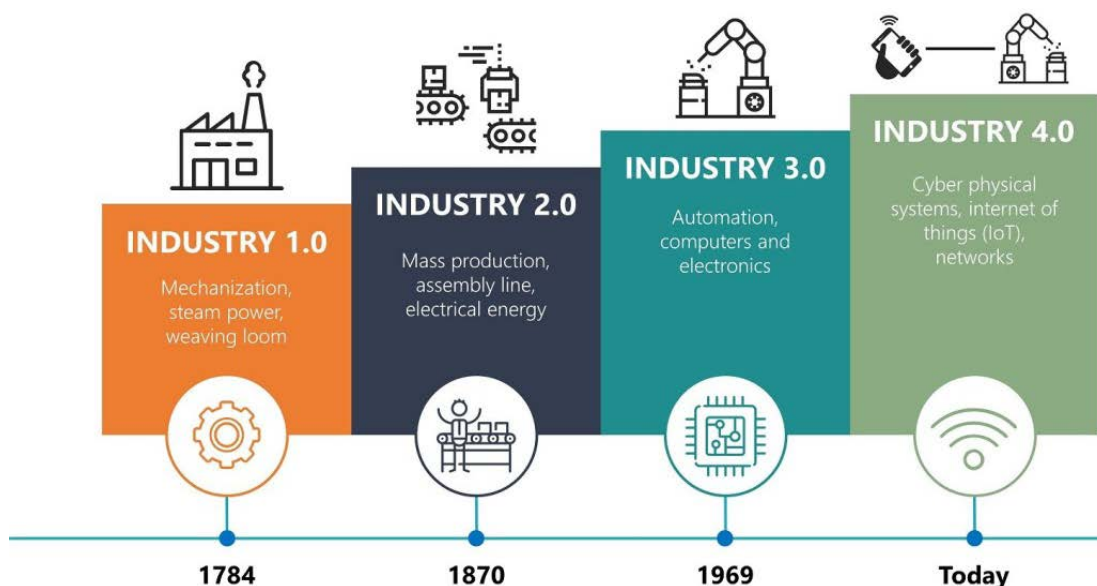


Figura 1. Industria 4.0. Fuente: [2]

La industria 4.0 es una etapa que trae mayor automatización, hiperconectividad, control de cada mínimo aspecto del proceso productivo, unión de sistemas físicos y ciber-físicos, almacenamiento masivo de información, biotecnología, computación cuántica, realidad virtual, conducción autónoma, ciberseguridad, y una interminable lista de aplicaciones ligadas a las nuevas tecnologías.

Las principales tecnologías habilitadoras (pero no las únicas) de la Industria 4.0 son las siguientes (figura 2):

1. Cloud Computing.
2. Ciberseguridad.
3. Robótica Colaborativa.
4. Sistemas de integración horizontal y vertical. (SCM, CRM, ERP...)
5. Realidad Virtual y realidad aumentada

6. Simulación y BIM.
7. Fabricación aditiva.
8. Internet de las cosas (IOT).
9. Big data y análisis masivo de datos.
10. Blockchain.

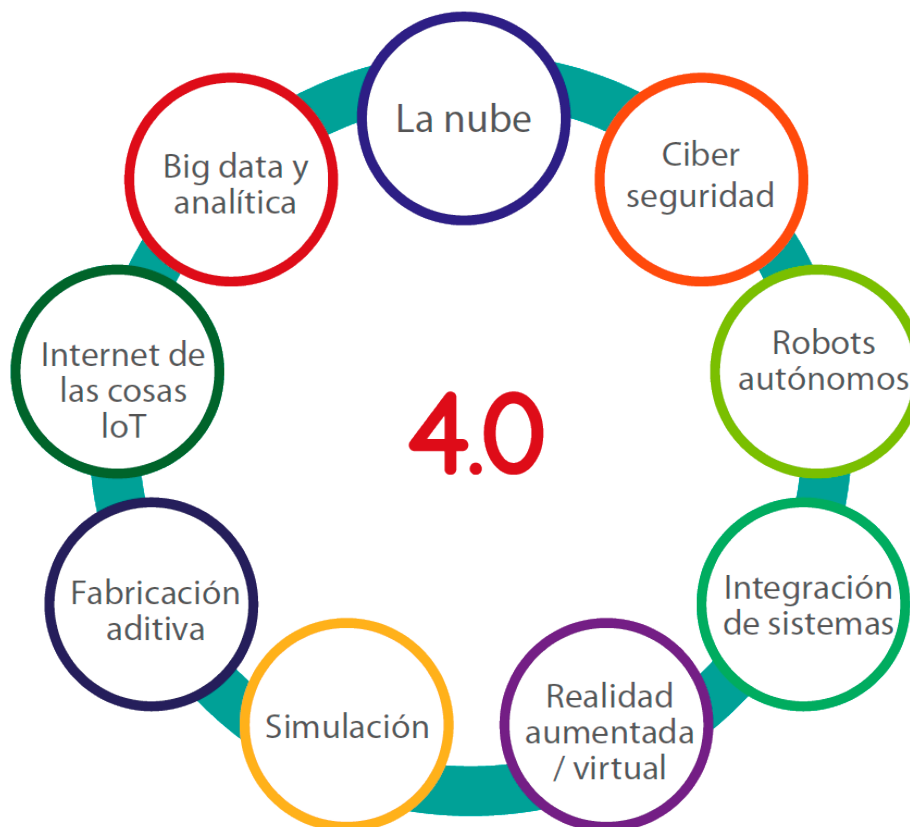


Figura 2. Tecnologías habilitadoras Industria 4.0. Fuente: [3]

A continuación, se describen todas ellas ya que van a ser el objeto del estudio y es necesario saber concretamente que se entiende que es cada una de ellas, que comprenden, su alcance y su posible implementación en las empresas, con ejemplos en alguna de ellas para poder identificarlas.

1.1.1. Cloud Computing (La Nube)

El Cloud Computing es un modo de transmisión y almacenaje de datos, a través de Internet. Es un paradigma que permite un acceso universal, práctico a la demanda de una red compartida y a un conjunto de fuentes informáticas configurables (como, por ejemplo, redes, servidores, almacenaje, aplicaciones y servicios) que pueden estar aprovisionados y liberados con un mínimo de administración [4].

El principal beneficio radica en poder utilizar recursos informáticos sin tenerlos, así como también el disponer de ellos en cualquier momento y lugar que tenga acceso a Internet. Esto supone una enorme ventaja para cualquier empresa y en especial para las PYMES, ya que las permite obtener servicios de computación a través de internet pagando solo por aquello que utilizan y en el momento que lo utilizan.

Otras aplicaciones o beneficios que proporciona esta tecnología son:

1. El Cloud Computing, nos permite obtener servicios de computación a través de Internet y que nuestra empresa sólo pague por los recursos que usa y en el momento en que los necesita.
2. Se reducen costes. Porque hace que las empresas no necesiten instalar ningún tipo de hardware ni software, ni pagar por las actualizaciones futuras.
3. Recuperación rápida del sistema y su información ante desastres (fallos). Un fallo, un bloqueo o un problema en un ordenador no va a borrar los datos virtuales [5].
4. Acceso remoto. Con esta tecnología es posible que un empleado o una persona autorizada acceda al sistema, al ordenador de la oficina o a los archivos desde cualquier lugar del mundo con acceso a internet. Esto permite la resolución de problemas de una manera más rápida, así como el teletrabajo y la flexibilidad laboral.
5. Posibilidad de un almacenamiento masivo, ya que no es necesario disponer de enormes servidores físicamente en la empresa. La empresa podrá optar por tener servidores privados o por subcontratarlos a empresas terceras en la nube.

Esta tecnología presenta muchas más ventajas que desventajas, pero es importante destacar también los aspectos negativos que introduce.

- En el caso de las empresas pequeñas (aquellas que no tengan un servidor privado) sus datos estarán almacenados fuera de la red empresarial, lo que puede crear recelo o preocupación en el cumplimiento de las leyes y las normas de protección de datos.
- Se requiere una conexión permanente a Internet. El Cloud Computing es imposible de utilizar si no se puede conectar a Internet. El período en que una conexión a Internet esté caída no se podrá trabajar con las aplicaciones ni acceder a sus datos.
- Seguridad. El uso de servicios basados en la nube requiere de protocolos y herramientas de ciberseguridad. Este tema se aborda a continuación.

Es importante mencionar que gran parte de estas tecnologías habilitadoras se complementan unas a otras. En la mayoría de los casos no será posible implementar una de ellas de manera aislada, sino en conjunción y sincronía entre varias de ellas.

1.1.2. Ciberseguridad

La Ciberseguridad es uno de los campos de trabajo que tendrá un gran desarrollo en los próximos años. Con la irrupción de la industria 4.0 y la difusión de las tecnologías de hiperconectividad, de las tecnologías 5G y de las futuras tecnologías 6G que ya están siendo desarrolladas e ideadas [6] la Ciberseguridad ganará un gran peso en multitud de entornos tanto industriales como no industriales.

Podemos definir la Ciberseguridad como “el conjunto de actividades centradas en mecanismos defensivos y ofensivos (ciberdefensa y ciberataques) empleados tanto para utilizar las capacidades del ciberespacio como arma de ataque por razones militares o de seguridad; como para proteger el ciberespacio contra el uso indebido del mismo, defender su infraestructura tecnológica, los servicios que prestan y la información que manejan” [7].

La utilización de sistemas de Ciberseguridad deja de ser algo opcional en el momento en que una empresa comienza a trabajar con dispositivos informáticos, y la complejidad y coste de esta Ciberseguridad será proporcional al grado de

digitalización, de dependencia tecnológica y de cantidad de información sensible dentro de los servidores y sistemas informáticos.

Las principales tendencias en Ciberseguridad en 2019, según Entelgy Innotec Cybersecurity [8] son:

- La irrupción de los criptomneros. Las criptomonedas se utilizan para realizar envíos de dinero virtual. Para registrar estas transacciones, es necesario que alguien compruebe y confirme los pagos. Los mineros son los encargados de escribir estos datos dentro de la cadena de bloques (blockchain, que se desarrolla más adelante). Al realizar una transacción, el minero que confirma y registra el pago se lleva una pequeña comisión. La posibilidad de enriquecerse con la minería ha creado el criptojacking, mineros que utilizan malware para apropiarse de las monedas de forma ilegal [8].
- Inteligencia Artificial. El hecho de que las grandes empresas utilicen inteligencia artificial para optimizar la toma de decisiones o la gestión de recursos y procesos supone una oportunidad para los ciberdelincuentes que podrán acceder a datos sensibles de dichas empresas [8].
- Privacidad de los datos personales.
- Ransomware. Es un programa dañino que restringe el acceso a determinados archivos o partes del sistema y pide un rescate a cambio de eliminar este bloqueo [8].
- Aplicaciones móviles maliciosas.
- Ataques a CEO de grandes empresas.
- Espionaje entre gobiernos y compañías rivales.

1.1.3. Robótica colaborativa

Los robots colaborativos o cobots son aquellos que por definición pueden compartir el espacio de trabajo con los operarios, sin necesidad de vallados perimetrales de seguridad o solo con protecciones parciales [9]. En la figura 3 se muestran algunos ejemplos de robots colaborativos comercializados.

Esta tecnología resulta muy importante, tanto en España, como en Castilla y León, dado que España es uno de los países con mayor densidad de robots industriales de

Europa (este término engloba tanto los robots tradicionales como los colaborativos), unos 170 robots por cada 10.000 empleados [10].

Las principales ventajas y diferencias respecto a la robótica tradicional son:

1. Los robots colaborativos o Cobots están diseñados explícitamente para compartir el espacio de trabajo colaborativo con los trabajadores, sin necesidad de vallados de seguridad.
2. Su capacidad de carga es menor que la de la robótica tradicional. Algunos modelos de Cobots soportan cargas de hasta 35kg, un valor muy alejado de las toneladas que son capaces de manipular los robots tradicionales [11].
3. Resultan muy fáciles de programar, lo que los convierte en un equipo muy flexible y permite reasignarlos diferentes tareas y reprogramarlos con mucha facilidad, esto supone una gran ventaja, especialmente para pequeñas y medianas empresas. Además su bajo peso en comparación con los robots tradicionales facilita también su reasignación a diferentes operaciones dentro de la empresa [9].
4. El espacio que ocupan en el LayOut de planta de una fábrica es menor que el que ocupan los robots tradicionales. En ocasiones esto supone un elemento diferencial muy importante de cara a decantarse por la utilización de un Cobot en lugar de un robot tradicional en determinadas tareas del sistema productivo.



Figura 3. Robots Colaborativos. *Fuentes: [12, 13]*

Los principales modos de trabajo con robótica colaborativa [14] son:

- Parada monitorizada de seguridad (Safety-rated monitored stop). Permite el movimiento del robot solo cuando el operador se encuentra fuera del espacio de trabajo colaborativo. Según la norma ISO 60204, esta es una parada de categoría 2, en la cual el robot se detiene, pero no se corta el suministro de energía del mismo. En el momento en que el operador abandona el espacio de trabajo colaborativo el movimiento se reanuda de manera automática [9].
- Guiado Manual. El operador deberá utilizar un dispositivo manual habilitador (ver figura 4) para transmitir los comandos de movimiento. Antes de que el operador entre en el espacio de trabajo colaborativo, el robot deberá efectuar un parada monitorizada de seguridad [9].



Figura 4. Dispositivo de guiado manual para Cobots. *Fuente:* [15]

- Control monitorizado de la velocidad y separación. Este modo de trabajo requiere dotar al Cobot de sensores que permitan identificar en tiempo real la distancia relativa entre cualquier parte del Cobot susceptible de golpear al operario (incluida la pieza de trabajo y el efector final) y el propio operario. En este modo de trabajo el Cobot trabajaría de manera autónoma siempre y cuando el operador este fuera del espacio de trabajo colaborativo. Si el operario entra en el espacio de trabajo colaborativo, el Cobot lo detecta y a medida que la distancia entre el operario y el Cobot disminuye, se disminuye automáticamente la velocidad de movimiento del Cobot hasta alcanzar una distancia mínima denominada distancia de separación mínima de protección. Una vez alcanzada esa separación mínima el Cobot ejecutaría una parada monitorizada de seguridad y a mayores, en caso de detectar contacto se ejecutaría una parada de emergencia [9].
- Limitación de fuerza y potencia. Este modo de trabajo consiste en limitar la fuerza y potencia con la que el Cobot puede operar. A menudo se combina con los modos anteriores para dotar de seguridad al proceso.

El número de nuevos Cobots instalados creció en 2018 un 23% respecto a 2017 (ver figura 5). La tendencia es a que este crecimiento se mantenga y que la presencia de estos dispositivos sea cada vez mayor en las industrias [16]. Algunas fuentes estiman incluso que el crecimiento se multiplique por 10 en los próximos años [10].

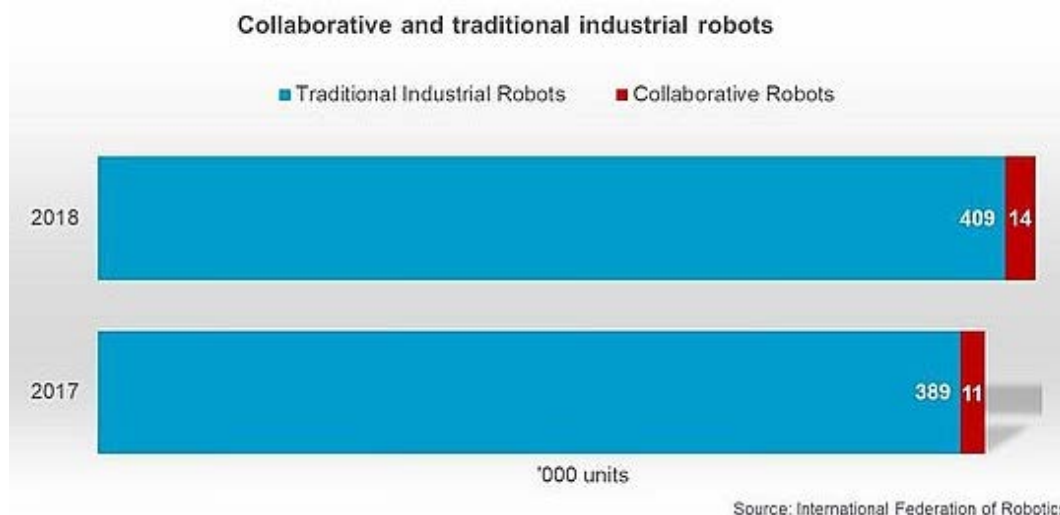


Figura 5. Número de nuevos robots tradicionales y robots colaborativos instalados en 2017 y 2018. Fuente: [16]

1.1.4. Sistemas de integración vertical y horizontal

Como definición, se entiende por integración vertical la incorporación, dentro de la actividad productiva de la empresa, de nuevas actividades complementarias relacionadas con el bien o el servicio que se produce, tanto por encima (Upstream), como por debajo de la cadena (Downstream), con el fin de lograr eficiencias productivas asociadas a la disminución en los costos de producción y de transacción, el control de suministros y la mayor calidad en el bien o servicio ofrecido al consumidor [17].

De esta manera, podemos decir que la integración vertical ocurre cuando una misma empresa se hace cargo de actividades que tradicionalmente ha delegado en manos de terceros. En el caso de labores de “proveedor” haría referencia a una

integración vertical hacía atrás. En el caso de labores de distribución, venta, procesado, etc., haría referencia a una integración vertical hacia adelante.

La estrategia de integración horizontal se refiere a la unión de dos o más empresas productoras de un mismo bien, con el objetivo de producirlo en una organización única [17]. La integración horizontal se diferencia de la integración vertical en cuanto la primera “involucra empresas que son directas competidoras, mientras que la segunda, involucra empresas que producen en diferentes etapas de la producción en la misma industria” [18]. El objetivo de la integración vertical es producir eficientemente dentro de una sola empresa el mismo bien, que en principio estaba siendo producido posiblemente de manera ineficiente en un mercado de dos o más empresas.

En lo referente a la industria 4.0 es más concreto hablar de integración de sistemas de información y de producción. Se trata de que tanto los empleados, como los colaboradores, clientes o proveedores compartan las herramientas de **SCM, ERP, MES, CRM, CMS, HRM, etc.**, haciendo posible que la información fluya de una manera mucho más eficiente tanto horizontal como verticalmente.

Se trata de una tecnología de vital importancia en la digitalización de procesos y en la implantación de la industria 4.0.

1.1.5. Realidad virtual/realidad aumentada

La aplicación de soluciones de Realidad Virtual y Realidad Aumentada supone un avance muy sustancioso en múltiples aspectos. La realidad aumentada es una técnica que combina imágenes reales y virtuales, de manera interactiva y en tiempo real, de tal forma que permite añadir la información digital a los elementos que el usuario tiene en el mundo real, [19] y la realidad virtual “lleva al usuario fuera” del mundo real reemplazando éste por un entorno completamente virtual con el cual dicho usuario puede interactuar. Por tanto, son tecnologías muy similares pero su diferencia radica en que una superpone capas de elementos virtuales sobre la realidad y la otra nos sumerge completamente en un entorno simulado/digital (ver figuras 6, 7 y 8).

Estas tecnologías se utilizan para multitud de aplicaciones (En algunos sectores como el del videojuego las aplicaciones y la proyección a futuro resulta inimaginable).



Figura 6. Realidad Virtual. *Fuente:* [19]

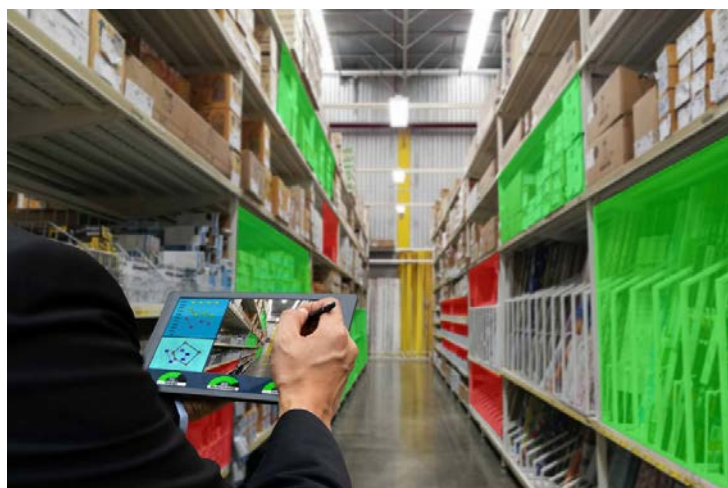


Figura 7. Realidad Aumentada. *Fuente:* [20]

Algunas de las aplicaciones más extendidas en la industria son:

- Ahorrar tiempos a causa de averías o para solucionar incidencias conectando en directo con el servicio técnico.
- Realización de Prototipos en Realidad Virtual, siendo posible ver el producto final con todas las características como si lo tuviéramos delante de nuestros ojos [21]. Esto es muy útil en sectores como el automovilístico o textil.
- Formación y simulación en entornos críticos [19]. (Incendios, manipulación de materiales peligrosos o costosos...)

- Gestión Logística de almacenes. La utilización de realidad aumentada está popularizándose enormemente en este sector. Aumenta la productividad de las grandes empresas del sector logístico entre un 10 y un 15% mejorando las tareas de selección, minimizando tiempos en los procesos de Picking, ayudando a la toma de decisiones y reduciendo el margen de error [20].
- Sobreimpresión de información. La posibilidad de sobrescribir información digital sobre la realidad puede servir tanto para facilitar la formación a los operarios, como para reducir los errores en las tareas de mantenimiento y el tiempo de realización de las mismas [19].

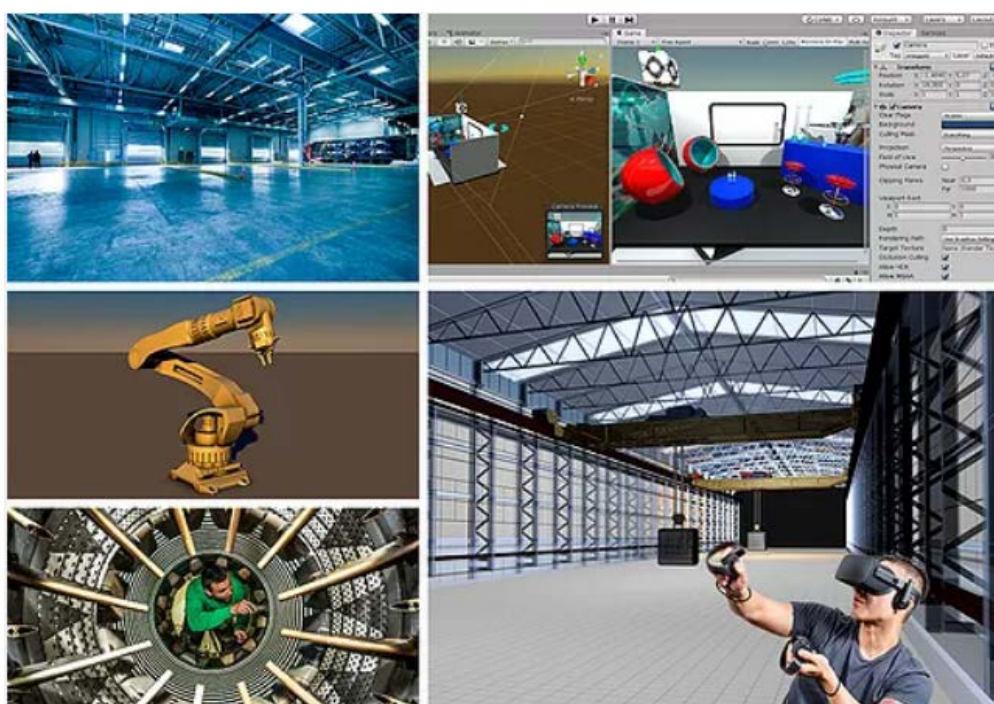


Figura 8. Realidad Virtual. *Fuente:* [21]

1.1.6. Simulación y BIM

A menudo los conceptos explicados anteriormente y el concepto de simulación se confunden. La simulación consiste en la representación mediante elementos virtuales, de la realidad física o inmaterial, tratando de reproducir y predecir mediante un modelo, el comportamiento en diferentes situaciones y escenarios [3].

La simulación computacional se utiliza actualmente en muchos sectores, como la educación, ciencia y tecnología, economía, ciencias sociales, medicina, ingeniería, arquitectura, industria, construcción (ver figura 9), etc.

Por lo que respecta a los sistemas BIM (Building Information Modeling) son de aplicación en numerosas disciplinas pero sobre todo se están utilizando en el mundo de la ingeniería y la arquitectura [3].

Mediante un software, se construye un modelo simulado con multitud de detalles, tratando de que se adecue lo más posible a la realidad. Por ejemplo, en un edificio la simulación contendría todas las características físicas y estructurales de su diseño, así como todo lo que englobaría su construcción, mantenimiento, uso, características ambientales, etc. Así, las simulaciones permiten evaluar multitud de situaciones pudiendo tomar decisiones que minimicen y prácticamente eliminen errores en base a un conocimiento global del proyecto a través del modelo virtual [3].

Otro ejemplo, esta vez en el sector del automóvil, puede ser el ensayo de seguridad con “dummies” de los modelos de los coches. Introduciendo en la simulación todos los datos del vehículo y todas las condiciones externas e internas implicadas en el accidente se puede lograr un modelo de simulación que reproduzca con enorme fiabilidad lo que ocurriría en una situación real.

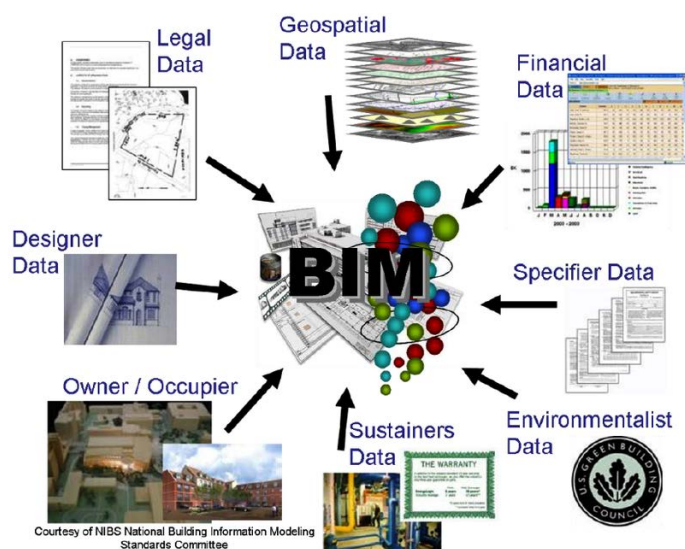


Figura 9. BIM Aplicado a un edificio. Fuente: [3]

1.1.7. Fabricación aditiva e Impresión 3D

Antes de hablar sobre estas tecnologías hay que señalar que a menudo se utilizan ambos conceptos de manera indistinta, fabricación aditiva e impresión 3D pero no son lo mismo. El termino fabricación aditiva hace referencia a todas las técnicas de fabricación por adición de material y empleadas con el objetivo de producir nuevos componentes [22]. La impresión 3D es una de las tecnologías de fabricación aditiva más básicas y sencillas, a menudo muy limitada, que permite fabricar un objeto tridimensional mediante la superposición de capas sucesivas de material [23].

La manera de obtener los modelos 3D para fabricar una pieza suelen ser; la utilización de un software de diseño CAD 3D o un escáner 3D que digitalice una pieza ya existente.

Cabe mencionar que en la fabricación aditiva de metales existen diferentes técnicas, como el SLM (Selective Laser Melting), EBM (Electron Beam Melting), Láser Cladding, etc. En la figura 10 podemos ver diferentes tecnologías con sus acrónimos y con el material que pueden procesar cada una de ellas.









Process	Acronyms	Feedstock	Thermoplastics	Photopolymers	Metals	Ceramics	Composites	Biomaterials	Multimaterial	Other
 Extrusion	FFF, FDM, BMD	Filament, rod, pellets	●	● ¹	●	○	●	●	●	Food, Concrete
 Photopolymerization	SLA, DLP, CLIP	Liquid		●	● ²	● ³	●	●		
 Selective Laser Sintering	SLS, HSS, MJF	Powder	●			●	●			
 Selective Laser Melting	SLM, DMLS, EBM	Powder			●					
 Binder Jetting	BJ, 3DP	Powder			●	●		●		Sugar, Sand, Plaster, Pharmaceuticals
 Material Jetting	MJ, Polyjet, Multijet	Liquid	●	●	● ⁴	●		●	●	
 Directed Energy Deposition	DED, LENS, EBAM	Wire, powder			●	○			●	
 Sheet Lamination	LOM, UAM	Sheet	● ⁵		●	○	● ⁶		●	Paper

Figura 10. Tecnologías de Fabricación Aditiva. Fuente: MIT [24]

Notas [25]:

● o ● Significa que existen máquinas disponibles comercialmente en el mercado que son capaces de procesar el material.

○ Significa que la combinación proceso-material ha sido demostrada a nivel de investigación o en artículos técnicos, pero la máquina todavía no está disponible comercialmente.

● Representa procesos directos, es decir, el proceso de impresión 3D produce la pieza con las dimensiones y densidad final deseada.

● Representa procesos indirectos, significa que el paso de densificación tal como el sinterizado es necesario para dar a la pieza su densidad final y dimensiones.

Los materiales más utilizados en fabricación aditiva son los polímeros (ABS y sobretodo PLA), las resinas y cada vez más los metales. Sculpteo lleva 5 años realizando informes anuales del estado del arte de la impresión 3D (realmente sería más correcto referirse a ello como el estado del arte de la fabricación aditiva). En sus informes de 2017 y 2019 [26, 27] podemos ver cómo ha evolucionado la tendencia en utilización de unos u otros materiales.

En las figuras 11 y 12 se puede observar que, en 2017, el plástico era indiscutiblemente el material más utilizado, y como ha cambiado esa realidad con los avances en impresión de metal y los avances en inclusión de nuevos materiales, de tal manera que en 2019, en servicios internos el plástico sigue siendo el más utilizado, pero pierde algo de peso, y en servicios externos ganan mucho peso otros materiales como el metal, la cerámica o los materiales derivados de compuestos orgánicos (Wax, biomateriales, etc). En la figura 13 podemos ver esta comparación en el uso de materiales, pero entre los años 2016 y 2019.

El estudio de 2017 (figura 11) no distinguía materiales utilizados en servicios internos “in house” con aquellos utilizados a través de servicios externos. Si se comparan solo los materiales “in house” los resultados no reflejan el crecimiento real de materiales como el metal (figura 12). La tecnología de fabricación aditiva con metal resulta muy útil para prototipos o pruebas de concepto de nuevos productos, pero disponer de un servicio propio para fabricar este tipo de componentes resulta en la mayoría de los casos poco rentable económicamente, por este motivo muchas

empresas deciden subcontratar la fabricación a una empresa externa. Algo similar ocurre en la utilización de otros materiales, como los cerámicos y las resinas.

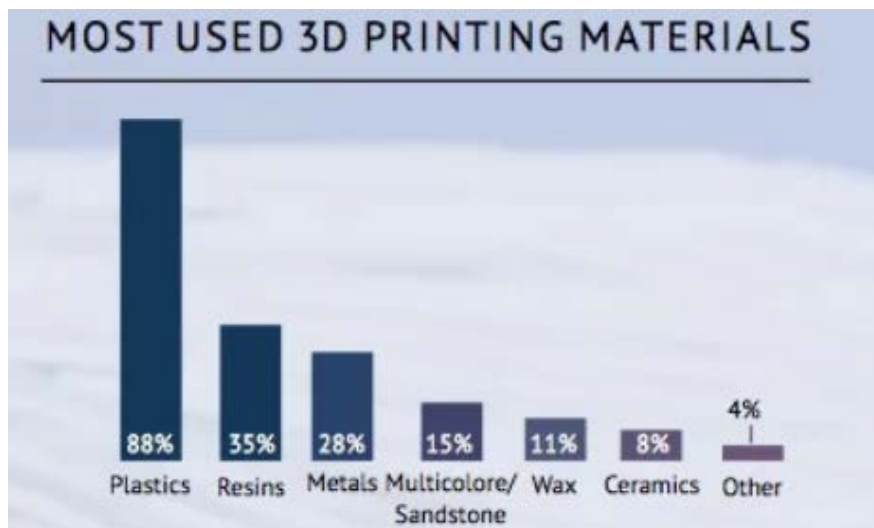


Figura 11. Materiales más utilizados en impresión 3D en 2017. Fuente: [26]

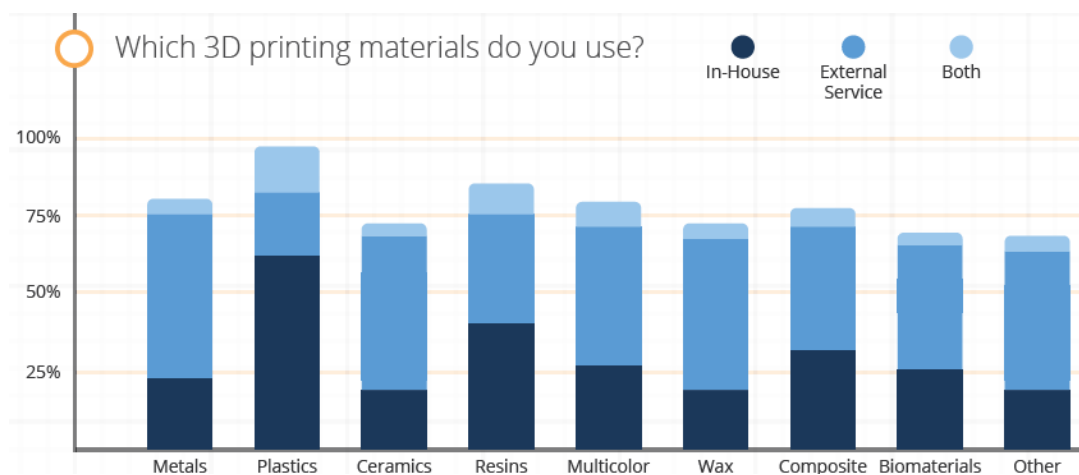


Figura 12. Materiales más utilizados en impresión 3D en 2019. Fuente: [27]

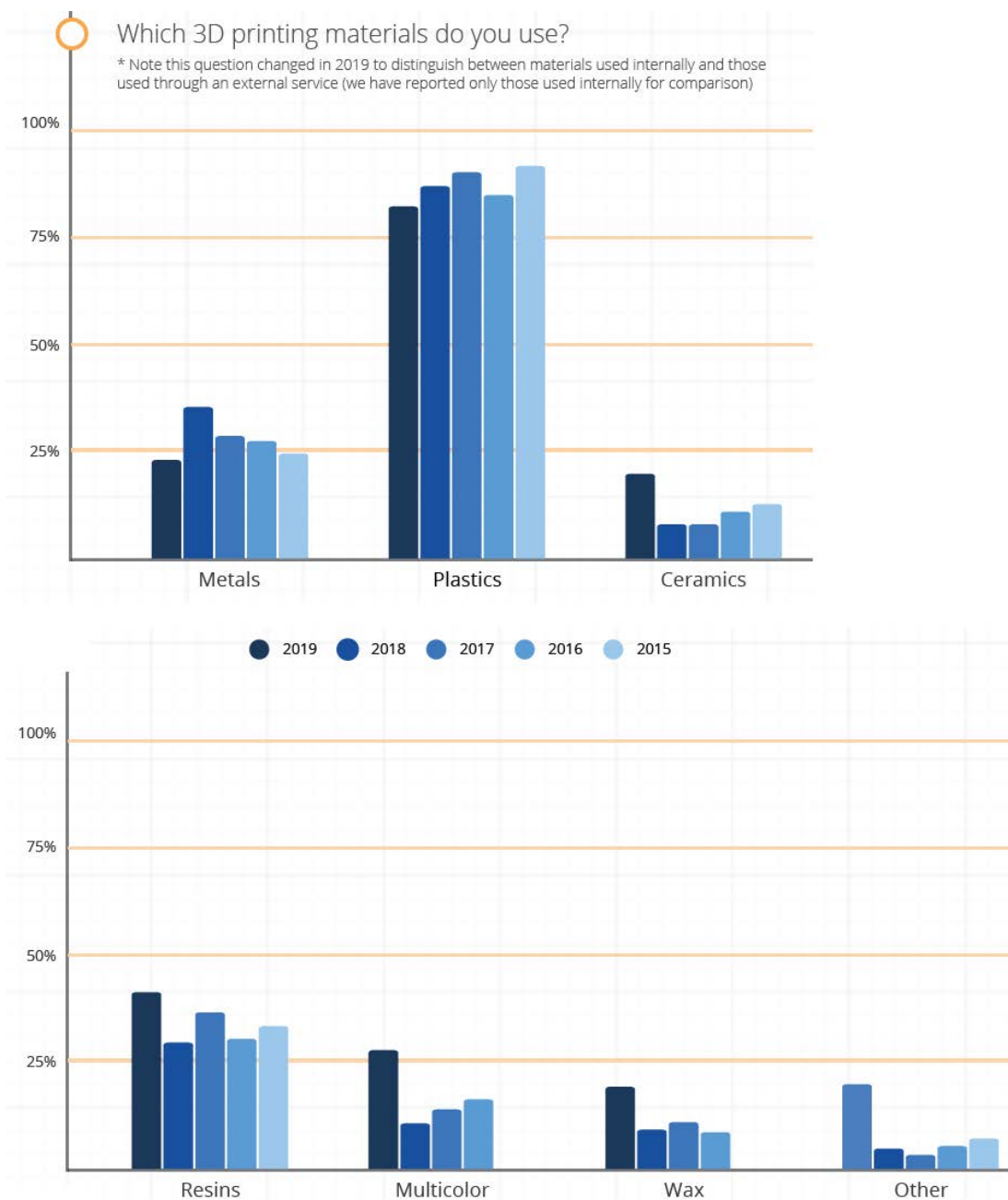


Figura 13. Comparación de los materiales más utilizados en impresión 3D desde 2016 hasta 2019. Fuente: Gráfico de [27] editado.

Principalmente, la tecnología de fabricación aditiva se utiliza para la creación de prototipos, la definición y concepción de nuevos productos y cada vez más en el ámbito de la educación e investigación [27]. Se puede observar en la figura 14 esa evolución en el uso, desde el año 2015 al 2019.

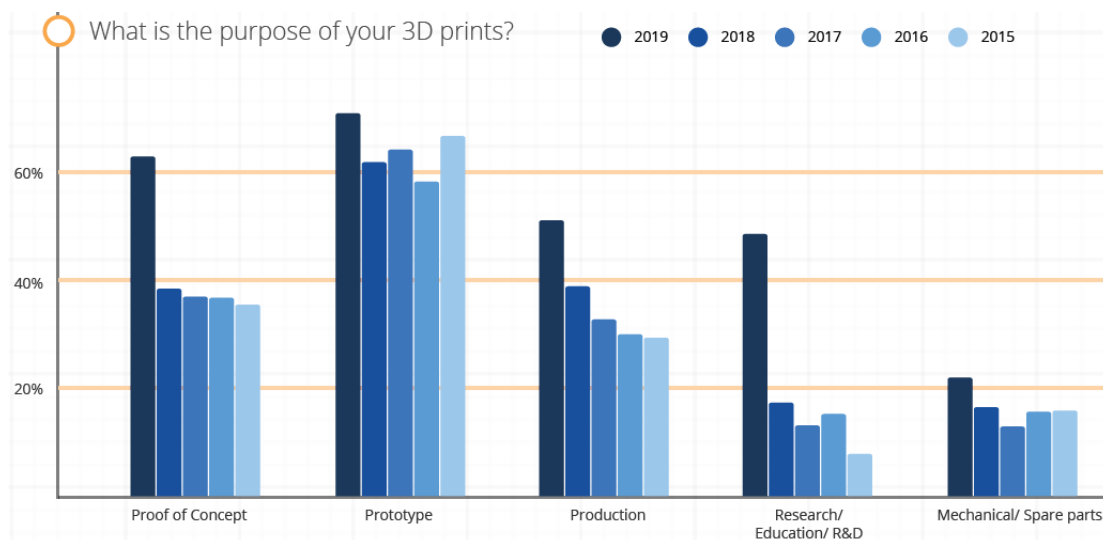


Figura 14. Principales usos de las tecnologías de fabricación aditiva en 2019.

Fuente: [27]

En industrias como la del automóvil, a la hora de crear un nuevo producto o diseñar un prototipo, si recurrimos a procesos tradicionales, como la creación de moldes para la fabricación de productos, para crear únicamente 1 pieza o unas pocas piezas de prueba, el coste económico de este proceso resulta muy superior al coste de crear ese prototipo de prueba mediante fabricación aditiva en metal, plásticos, resinas o el material necesario. Esta es posiblemente una de las utilidades más importantes de este tipo de tecnología.

En las figuras 15-19 podemos ver un ejemplo de un proceso real de fabricación de piezas de metal mediante fabricación aditiva.

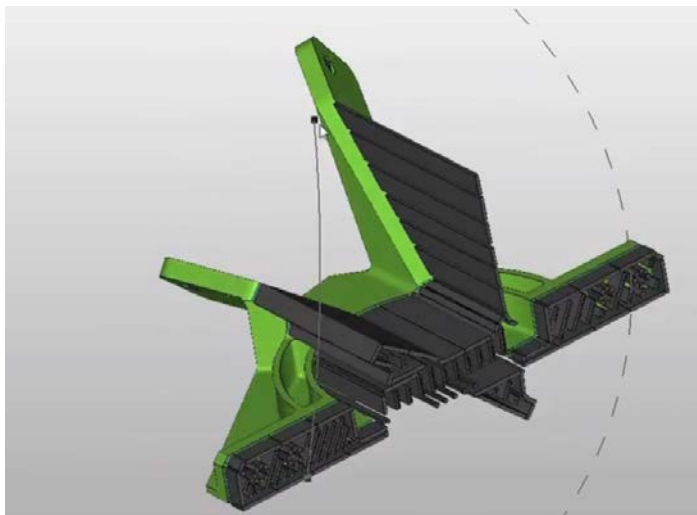


Figura 15. Ejemplo de fabricación aditiva en metal. Diseño en CAD 3D. *Fuente:* [28]

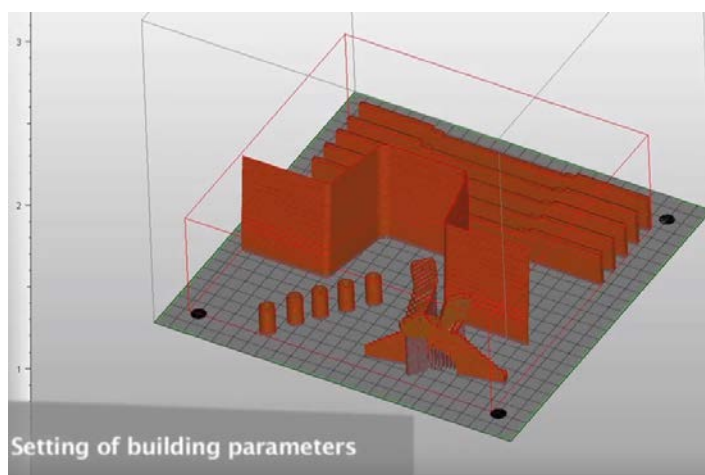


Figura 16. Ejemplo de fabricación aditiva en metal. Parametrización de las capas a construir. *Fuente:* [28]

La altura de las capas depende de la precisión de los instrumentos, el acabado que se desee conseguir y la altura final de la pieza entre otros factores. Por dar un dato orientativo las alturas de las capas estarían en torno a 20-150 μm .

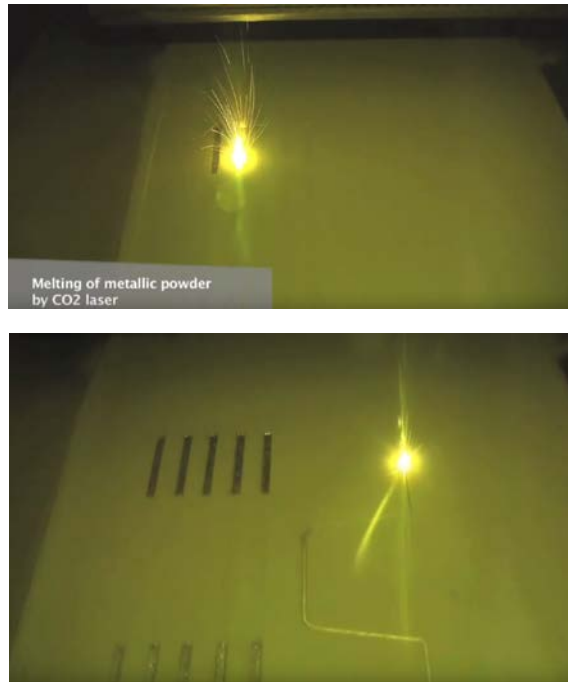


Figura 17. Ejemplo de fabricación aditiva en metal. Fundido de capas mediante laser. *Fuente: [28]*

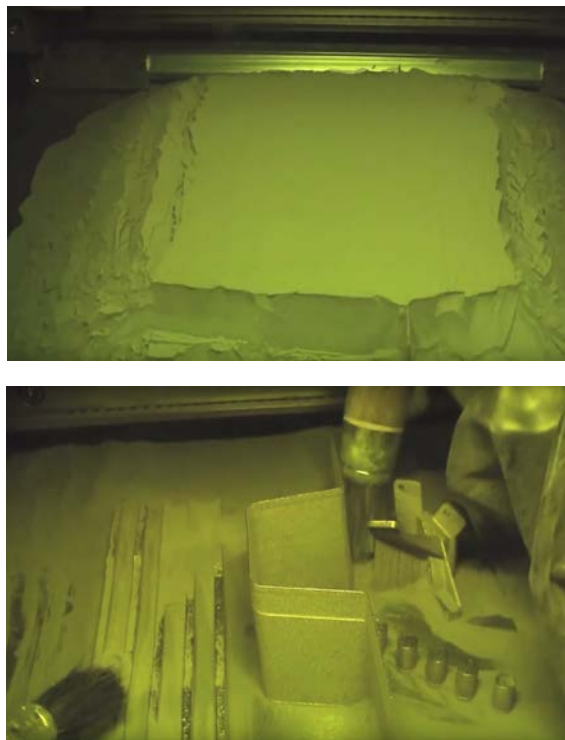


Figura 18. Ejemplo de fabricación aditiva en metal. Retirada del material sobrante para su reutilización en otros procesos de fabricación. *Fuente: [28]*



Figura 19. Ejemplo de fabricación aditiva en metal. Pieza final. *Fuente:* [28]

1.1.8. Internet de las cosas (IoT)

El internet de las cosas o “internet of things” en su término original, es un concepto que se utiliza para referirse a todos los objetos cotidianos que son capaces de recibir instrucciones y emitir datos utilizando internet [3].

En el entorno doméstico y no industrial, el internet de las cosas hace referencia a la enorme cantidad de dispositivos que son capaces de interconectarse entre sí para mandar o recibir información a través de internet. Hablamos de dispositivos como los Google Home [29], Alexa [30], Siri [31], etc., que a día de hoy se conectan con la gran mayoría de aparatos domésticos, como el frigorífico, las luces de casa, aparatos de limpieza tipo Roomba [32], altavoces, ordenador, enchufes, la radio y ordenador de a bordo del coche y un larguísimo etcétera.

El futuro inmediato de este tipo de tecnologías es la hiperconectividad total M2M (machine to machine o máquina a máquina); de tal forma que, por poner ejemplos cotidianos, el frigorífico detecte que se van a caducar los yogures y lance un aviso a través del asistente virtual (tipo Alexa, Google o Siri) o bien que ese mismo frigorífico conozca tus consumos habituales y detecte que no quedan huevos y que apunte huevos en la lista de la compra o incluso que llegue a comprarlos de manera automática. Uno de los ejemplos típicos y también uno de los más complejos es el de

la conducción automática de los vehículos. Dentro del ejemplo de los vehículos vemos la relación entre muchas de las tecnologías habilitadoras, ya que para conseguir la conducción automática se necesitará de tecnologías de conexión muy rápidas tipo 6G o quizá superior, y también de gran capacidad de Big Data y analítica, de Ciberseguridad, de Cloud Computing, de aplicaciones de Machine Learning para la toma de decisiones, en resumen, de una combinación muy precisa de muchas tecnologías.

La cantidad de ejemplos de aplicación es infinita. Se popularizarán unas u otras aplicaciones en función de las demandas y las modas sociales. Actualmente ya hay incontables aplicaciones en el mercado y el número de ellas no parará de crecer.

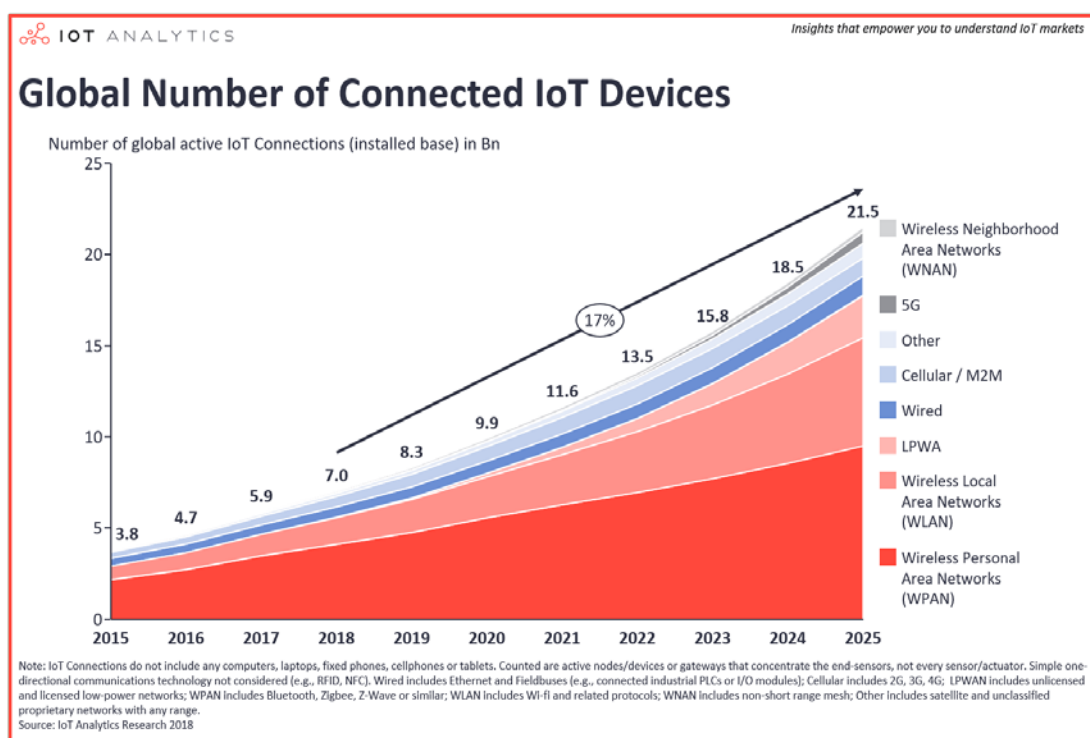


Figura 20. Número Global de Dispositivos IoT conectados en 2018 (En billones). Estimaciones de crecimiento. Fuente: [33]

Como podemos ver en la figura 20, el número de dispositivos de IoT conectados no ha parado de crecer en los últimos años. Según los informes de IoT analytics [33] el número global de dispositivos en 2018 era cercano a 7 billones y se espera un crecimiento en los próximos años del 17% anual.

En las figuras 21 y 22 observamos cuales están siendo los principales campos de aplicación de estas tecnologías. En cabeza encontramos las ciudades inteligentes, con un 23% de la cuota global, a la cual podríamos sumar la conducción inteligente (11%) y la conectividad de los edificios e infraestructuras civiles (12%), sumando un total del 46% de las aplicaciones. En segundo lugar, encontramos los entornos industriales, con un 17%, a los cuales podríamos sumar la conectividad de las cadenas de suministro (5%) y la agricultura inteligente (4%), alcanzando una cifra total del 26%.

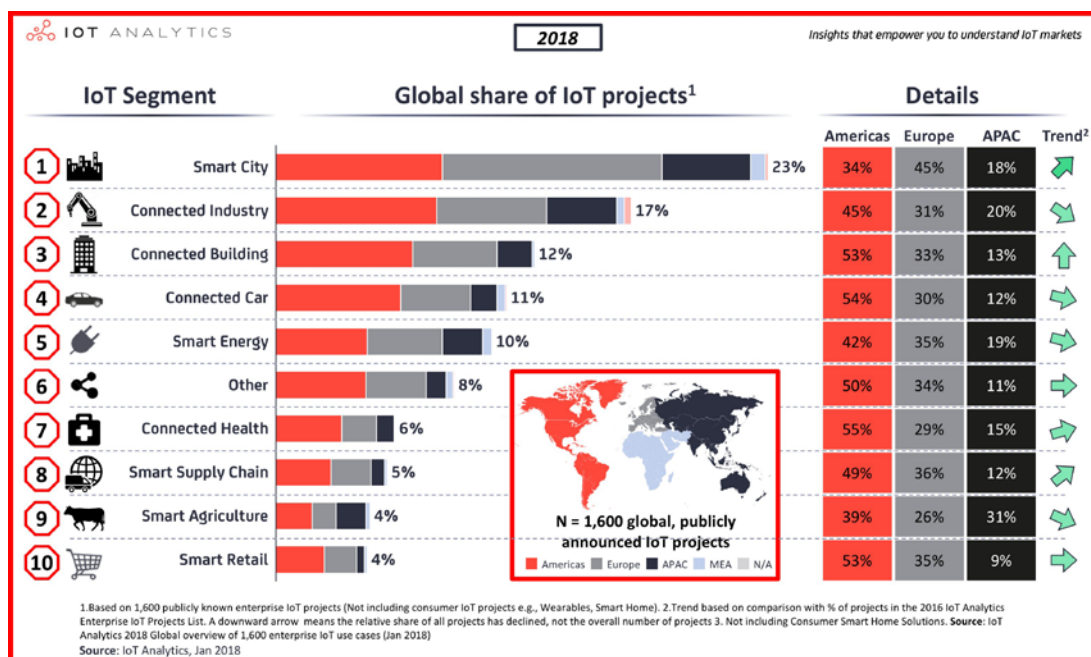


Figura 21. Principales Aplicaciones de los dispositivos y tecnologías IoT en 2018. Distribución por sectores y continentes. Fuente: [33]

Dentro del ámbito empresarial, los beneficios de su uso en las empresas son, entre otros, el acceso a un gran volumen de datos de sus propios productos y sistemas internos [34].

Si se añaden sensores a los componentes de los productos, estos podrán mandar datos sobre su funcionamiento, ayudando a las empresas a predecir cuándo un componente podría fallar y sustituirlo antes de que ocasione daños [34], con lo que, facilitan las labores de mantenimiento predictivo y disminuyen las pérdidas de productividad derivadas de las averías (mantenimiento correctivo).

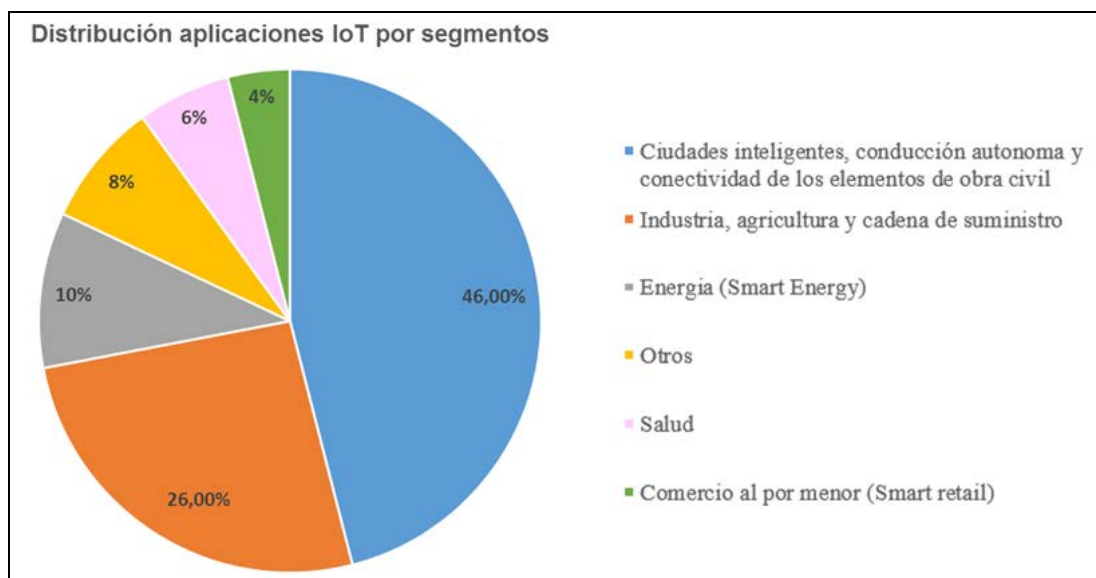


Figura 22. Distribución de las aplicaciones de IoT por segmentos en 2018. *Fuente: Elaboración propia tomando datos de [33]*

Estos datos también se pueden utilizar para conseguir cadenas de proveedores más eficientes (como se veía en las figuras anteriores ya está siendo utilizado para la gestión de las cadenas de suministro o Supply Chain), ya que dispondrán de datos exactos y en tiempo real sobre lo que necesitan y el estado de sus productos. [34]

Como ya se ha comentado, las aplicaciones del IoT son muy extensas, por tanto, se exponen a continuación algunos ejemplos en diferentes sectores:

- IoT supone para la industria energética la desaparición de la lectura manual de contadores y optimización de los sistemas de tele medida existentes. Se espera además que IoT, junto con otras nuevas tecnologías como el Big Data, sean los responsables de optimizar el sistema de generación y demanda de energía [35].
- En el campo de la logística y la gestión de almacenes se recurre a tecnologías como los drones, que permiten leer códigos de productos en los almacenes, ahorrando tiempo a los operarios. Es el caso de Walmart [36] en USA que ha introducido el uso de drones en sus almacenes para controlar el stock. Estos drones leen el código de barras de los productos y lo transmiten directamente al software de gestión de inventarios [35]. Esta tecnología permite también detectar artículos mal colocados, así como revisar el inventario en un solo día, frente a un mes que costaba realizarlo de forma manual [35].

- Otro ejemplo de aplicación es en el sector ganadero dónde la monitorización biométrica y la geolocalización es un factor que ayuda a los ganaderos a que sus animales estén siempre controlados [37].
- En agricultura las aplicaciones de IoT son muy variadas y a su vez muy importantes. Las más extendidas son la agricultura de precisión, los drones para vigilar tanto ganado como cultivos, los invernaderos inteligentes, los controles de plagas o los sistemas de riego inteligentes (ver figuras 23 y 24).



Figura 23. IoT aplicado a cultivos. *Fuente:* [38]



Figura 24. Drones aplicados a la agricultura de precisión. *Fuente:* [39]

1.1.9. BIG DATA y analítica

El Big Data es un concepto ligado al uso de todas las tecnologías explicadas anteriormente. Se define Big Data [40] como el proceso de recolección y análisis de grandes cantidades de información. La complejidad y el gran volumen de datos impiden que estos puedan ser analizados por los medios tradicionales.

Se habla de Big Data cuando se dan una o varias combinaciones de las siguientes características [3]:

- Gran volumen de todo tipo de datos estructurados y no estructurados (variedad) de baja densidad.
- Almacenamiento específico para dicho volumen y variedad
- Procesamiento veloz. Necesidad de la información en tiempo casi-real.
- Tolerancia a fallos. Si algo se pierde que sea fácilmente recuperable.
- Escalabilidad con el crecimiento exponencial de los datos es necesario tener sistemas capaces de responder a dicho crecimiento.

Para entender mejor el concepto, hay quien habla de las “tres V” de Big Data [41], Volumen-Velocidad-Variedad. Gran cantidad de datos no estructurados de baja densidad, gran velocidad, en ocasiones se evalúan y se actúa en tiempo real y diversos tipos de datos disponibles.

Como ejemplos de casos de uso de Big Data se puede hablar de:

- Desarrollo de Productos: Empresas como HBO, Netflix o Spotify (entre otras) usan Big Data para prever la demanda de los clientes. Construyen modelos predictivos para nuevos productos y servicios clasificando atributos clave de productos anteriores y actuales, y modelando la relación entre dichos atributos y el éxito comercial de las ofertas [41].
- Mantenimiento Predictivo: Analizando datos estructurados, como el año del equipo, marca o modelo de una máquina y datos no estructurados que cubren millones de entradas de registros, datos de sensores, mensajes de error o temperaturas de motor podemos ser capaces de predecir fallos mecánicos

[41]. Al analizar estos indicadores de problemas potenciales antes de que estos se produzcan, se puede programar mantenimientos predictivos.

- Experiencia del cliente: El Big Data permite recopilar datos de redes sociales, visitas a páginas web, cookies, registros de llamadas y otras fuentes para mejorar la experiencia de interacción, así como maximizar el valor ofrecido [41]. Con toda esta información se pueden sugerir ofertas personalizadas y campañas de marketing “personalizadas” a los gustos de cada usuario.
- Fraude y conformidad: El Big Data ofrece tal cantidad de información tanto de las personas, en ámbitos domésticos, como de los procesos en ámbitos industriales que realmente, la amenaza de seguridad ya no es solo los piratas o hackers informáticos, sino que ahora el riesgo está en la publicidad masiva, los intentos de “fraude” o engaño a través de esta publicidad, los robos de información personal, espionaje de ciertas compañías etc.
- Machine Learning: Esta es una disciplina en auge que consiste en entrenar un algoritmo o serie de algoritmos para que sean capaces de aprender por sí mismos.
- Eficiencia operativa: Una de las mejoras más importantes que aporta el uso de Big Data en el ámbito empresarial, ya que mejora la toma de decisiones, y el control de todo el proceso productivo, desde la concepción y creación hasta la opinión de los clientes acerca del mismo.

1.1.10. Blockchain

Hay autores que incluyen esta tecnología dentro de las tecnologías habilitadoras de la industria 4.0 y hay quienes no la incluyen. Bien es cierto que las aplicaciones industriales y domésticas no son ni de lejos tan numerosas como las de las otras tecnologías anteriormente mencionadas, pero su utilización en ámbitos como el de las criptomonedas hace que tenga una gran importancia en ciertos sectores y negocios.

La traducción literal es “cadena de bloques”, donde “el bloque” sería información digital almacenada dentro de una base de datos pública, “la cadena” [42]. La cadena de bloques es un registro de todas las transacciones que tienen lugar “empaquetadas” en bloques que los mineros se encargan de verificar [43]. Cada una de las

transacciones debe ser verificada por varios mineros antes de que el bloque correspondiente a esa transacción se registre dentro de la cadena (ver figuras 25 y 26).

Los bloques en la cadena están formados por datos digitales. Cada bloque contiene el conjunto de transacciones confirmadas e información adicional que se ha incluido en la cadena de bloques (como la hora, la fecha, el precio, información sobre quien participa en las transacciones, etc.). Cada bloque almacena un código único llamado "hash" que permite distinguirlo de cualquier otro bloque [42].

Todos los bloques, excepto el primer bloque de la cadena están formados por [43]:

- Un código alfanumérico que enlaza cada bloque con el bloque anterior.
- El "paquete" de transacciones que incluye (cuyo número viene determinado por diferentes factores).
- Otro código alfanumérico que enlazará con el siguiente bloque.

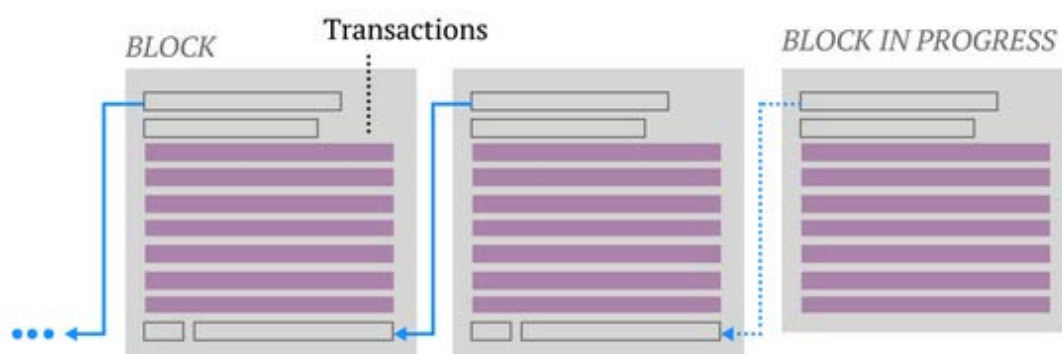


Figura 25. Blockchain. *Fuente:* [43]

El bloque en progreso lo que intenta es averiguar con cálculos el tercer punto anteriormente indicado. Un código que sigue unas determinadas reglas para ser válido y sólo puede sacarse probando sin parar [43].

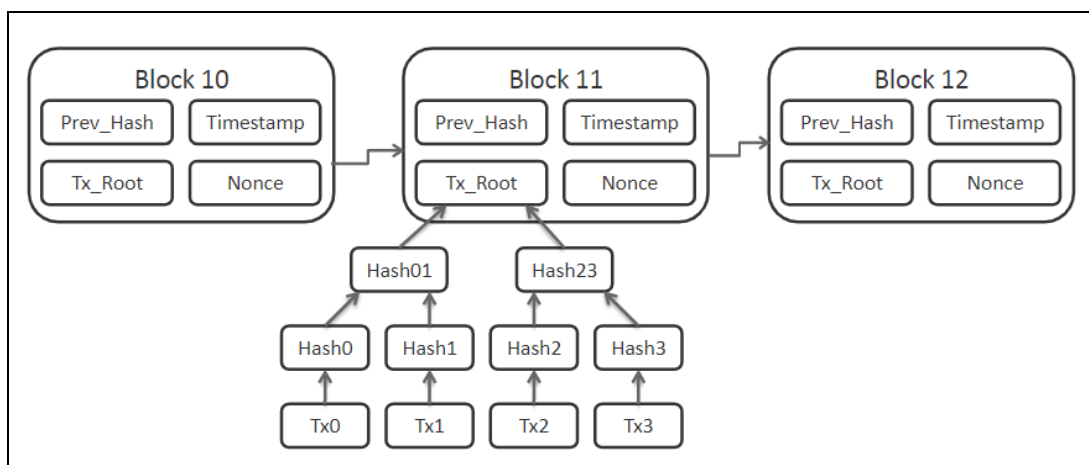


Figura 26. Estructura Blockchain. Fuente: [44]

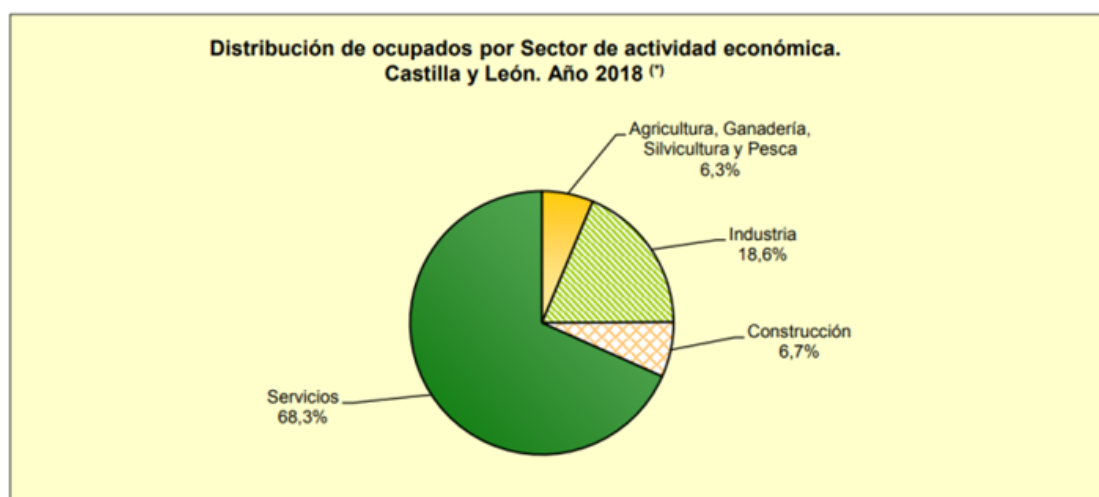
Las aplicaciones de la tecnología Blockchain son, entre otras:

- Su utilización en criptomonedas como el Bitcoin [43].
- Lo que se conoce como “contratos inteligentes” o smart contracts, en los cuales se confirma que un contrato de cualquier tipo ha sido cumplido sin revelar en ningún momento ninguna información confidencial ni de las partes ni de la naturaleza de la transacción [43].
- El voto electrónico. En el cual la identidad de los votantes estaría protegida contra ataques de hackers y a su vez sería infalsificable, ya que en ningún caso se podrían emitir votos dobles con una misma identidad, ni se podría falsificar identidades.[43]
- Utilización en las cadenas de suministro. Los proveedores pueden usar blockchain para registrar el origen de los materiales que han comprado. Esto permitiría a las compañías verificar la autenticidad de sus productos, junto con etiquetas de salud y ética como "Orgánico", "Local", "Comercio justo” o por citar uno de nuestra comunidad “Tierra de sabor” [42].
- Usos sanitarios. Asegurando la privacidad de los datos de los pacientes[42].

1.2. Tejido empresarial Castilla y León

Según el Instituto Nacional de Estadística (INE) en 2018 en Castilla y León había 161.986 empresas [45] que generan un total de 1.118.079 empleos (ver figura 27), de los cuales el 18,6% se ocupan en el sector industrial [46].

Provincia	
Ávila	71.807
Burgos	173.679
León	202.279
Palencia	72.631
Salamanca	151.853
Segovia	74.072
Soria	43.923
Valladolid	250.272
Zamora	77.562
Total	1.118.079



Nota: (*) Media anual.

FUENTE: D. G. de Presupuestos y Estadística de la Junta de Castilla y León con datos del INE, explotación microdatos "EPA".

Figura 27. Número de empresas en CyL en 2018. Fuente: INE [45]

Cada año, Castilla y León Económica realiza su informe de las 5.000 mayores empresas de Castilla y León. Según el informe de 2017, de las 5000 mayores empresas, el 2,70% facturan más de 50 millones de euros y el 58,54% facturan entre 2 y 50 millones de euros [47]. Según el análisis económico publicado por Unicaja

Banco sobre las empresas castellanoleonesas [48], en 2017 el tejido industrial castellanoleonés englobaba 11.580 empresas, de las cuales 1.497 se dedicaban a la producción y distribución de energía, gas y agua, 265 eran industrias extractivas y 9.818 industrias manufactureras.

1.3. Antecedentes, proyectos e iniciativas a nivel nacional y por CCAA en materia de Industria 4.0

A continuación, se describen algunos de los proyectos y de las iniciativas que se están poniendo en marcha a nivel nacional y en las comunidades autónomas con mayor PIB del territorio español en materia de industria 4.0 tanto para analizar el grado de implantación como para mejorar dicho grado de adaptación a la cuarta revolución industrial.

Las comunidades autónomas que mayor PIB anual tenían en 2018 son (ver figura 28), ordenadas de mayor a menor, Cataluña, Madrid, Andalucía, Comunidad Valenciana, País Vasco, Galicia y Castilla y León. [49]

Comparativa: PIB anual			
CCAA	Fecha	PIB anual	
Cataluña [+]	2018	231.277M.€	
Madrid [+]	2018	230.018M.€	
Andalucía [+]	2018	160.812M.€	
Comunidad Valenciana [+]	2018	112.128M.€	
País Vasco [+]	2018	74.041M.€	
Galicia [+]	2018	62.878M.€	
Castilla y León [+]	2018	58.817M.€	
Canarias [+]	2018	46.029M.€	
Castilla La Mancha [+]	2018	41.926M.€	
Aragón [+]	2018	37.691M.€	

Figura 28. Comunidades autónomas españolas en 2018. Fuente: Extracto de una tabla de Datosmacro.com [49]

1.3.1. Cataluña

El estudio titulado “**Mapa y análisis de la Industria 4.0 en Cataluña**” o “**Mapa i anàlisi de la Indústria 4.0 a Catalunya**” en su título en catalán, analiza la situación de la industria 4.0 en las empresas industriales catalanas. Se trata de un estudio de 2019 realizado por la Generalitat de Cataluña y dentro del mismo se analiza que empresas de Cataluña ya son 4.0, en que sectores operan, cuál es su número de trabajadores y que tecnologías habilitadoras concretas de la industria 4.0 utilizan [50].

El informe indica a su vez, recogido de diversas fuentes:

- Datos globales mundiales de los países mejor preparados para beneficiarse de la cuarta revolución industrial.
- Estimación del impacto de cada tecnología habilitadora dentro de las empresas. (Las tecnologías que previsiblemente tendrán mayor impacto serán el Big Data, Cloud Computing y la robótica avanzada)
- El grado de digitalización por sector en 2016 y su estimación para 2021.

1.3.2. Comunidad de Madrid

El “**DIAGNÓSTICO GLOBAL DE LA TRANSFORMACIÓN DIGITAL EN LA EMPRESA MADRILEÑA**” se trata de una iniciativa enmarcada en el “Plan industrial de la Comunidad de Madrid 2019-2025” y consiste en un informe diagnóstico y plan de acción global de transformación digital de las PYMES de la Comunidad de Madrid, en ocho sectores concretos (Agroalimentario, Artes Gráficas, Comidas y bebidas; Construcción; Jurídico; Logística; Química y Seguridad) a través del estudio individualizado de 130 empresas [51].

En el estudio se miden el grado de implantación de diferentes tecnologías habilitadoras de la industria 4.0 en las empresas madrileñas.

1.3.3. Andalucía

El proyecto de la Junta de Andalucía “SERVICIOS DE DIAGNÓSTICO DE INDUSTRIA 4.0 EN ANDALUCÍA”, fue adjudicado en Julio de 2019 y busca analizar el grado de implantación de las tecnologías habilitadoras de la industria 4.0 en las empresas industriales andaluzas, así como identificar las necesidades y elaborar planes de mejora [52].

También existe el Proyecto de la Junta de Andalucía “SERVICIOS PARA IMPULSAR Y DINAMIZAR LA INDUSTRIA 4.0 EN ANDALUCÍA”, adjudicado en Agosto de 2019 y que busca difundir modelos y experiencias de fabricación avanzada para concienciar a las empresas y directivos andaluces de la necesidad de implantación de la industria 4.0 [53].

1.3.4. Comunidad Valenciana

En la Comunidad Valenciana, una de las instituciones que más está aportando en el ámbito de la transformación digital es el “INSTITUT VALENCIÀ DE COMPETITIVITAT EMPRESARIAL” IVACE cuya principal herramienta es la “Agenda Industria 4.0 de la Comunitat Valenciana” un programa que viene desarrollando desde finales de 2017 y que en definitiva constituye una hoja de ruta regional alineada con políticas nacionales e internacionales en materia de fortalecimiento y transformación digital de la industria. Se estructura en 5 ejes estratégicos y 15 retos [54].

1.3.5. País Vasco

El “Basque Industry 4.0” es un evento anual multidisciplinar en el cual se realizan exhibiciones, conferencias, talleres, etc. y se fomentan las relaciones entre empresas, centros tecnológicos, instituciones o cualquier persona que desee conocer aspectos asociados a la industria 4.0 [55].

Este proyecto y evento está muy ligado al “Basque Digital Innovation Hub“, que es una red de activos y servicios de fabricación avanzada conectados que permite a

las pymes industriales contar con las tecnologías necesarias para hacer frente a los retos que les plantea la industria 4.0. Esta red de colaboración está formada por universidades, centros tecnológicos, centros de I+D y empleados internacionales del entorno público y privado que pueden ayudar a las industrias en su camino hacia la industria 4.0 o en la mejora de cualquiera de sus aspectos tecnológicos y/o productivos. De esta manera, cualquier empresa vasca, y en especial cualquier Pyme vasca tiene a su disposición laboratorios, maquinaria, software, investigadores, asesores y cualquier activo que pueda necesitar para desarrollar, investigar o validar cualquier iniciativa de mejora [55].

Ligado a estas iniciativas existe otro programa llamado “Bind 4.0” que ayuda a aquellas Startups vascas que desarrollan un producto o solución relacionado con la industria 4.0. Se les ofrecen subvenciones, ayudas, participación en eventos y un largo etcétera.

También existe el documento “REFLEXIONES SOBRE LA INDUSTRIA 4.0 DESDE EL CASO VASCO”. Se trata de un artículo de Mikel Navarro Arancegui y Xabier Sabalza Laskurain [56], publicado en 2016 en el cual analizaban la situación de la industria vasca en materia de industria 4.0 en ese año, las expectativas a futuro y el grado de preparación ante este nuevo paradigma. Se destaca que a nivel tecnológico el tejido industrial vasco estaba fuerte y arrancaba esta revolución industrial desde un buen punto de partida, pero por el contrario la industria vasca “es más de proceso que de producto”, lo que dificulta mucho la aplicación e impacto de las tecnologías habilitadoras de la industria 4.0. En este artículo se menciona también iniciativas del gobierno vasco como la anteriormente citada Basque Industry 4.0 y otras que no se han mencionado, pero que tienen conexión con las sí citadas, como el denominado “grupo de pilotaje” [57] en el que participan la red vasca de ciencia-tecnología e innovación, diversas empresas tecnológicas, representantes del gobierno y clúster de empresas.

1.3.6. Galicia

El documento “OPORTUNIDADES INDUSTRIA 4.0 EN GALICIA” se trata de un estudio de 2018 de la Xunta de Galicia y la Alianza Tecnológica Intersectorial De Galicia en el cual se analizaba el estado tecnológico de una gran cantidad de sectores industriales gallegos. Se realizó un diagnóstico sectorial y un informe del estado del arte de las diferentes tecnologías habilitadoras de la industria 4.0 así como de otras

tecnologías vanguardistas. En el estudio participaron más de 350 empresas y aparte de los resultados se ofrecieron una serie de recomendaciones y oportunidades de mejoras para las empresas gallegas [58].

Otro estudio de 2016 es “IDENTIFICACIÓN DEL POSICIONAMIENTO DE GALICIA ANTE LOS NUEVOS REQUERIMIENTOS COMPETENCIALES LIGADOS A LA INDUSTRIA 4.0”, de la empresa PWC y El Instituto Gallego de Promoción Económica (IGAPE) que elaboraba un informe de reflexión y hoja de ruta sobre necesidades y acciones para la promoción del desarrollo de competencias para la industria 4.0 en Galicia, analizando la situación actual en la región (oferta y demanda), estudiando casos de éxito en España y Europa, identificando principales puntos débiles y estableciendo una hoja de ruta con acciones a corto, medio y largo plazo [59].

Durante gran parte de 2018 la Xunta de Galicia publicaba el “BOLETÍN OBSERVATORIO GALICIA INDUSTRIA 4.0”, un boletín con las novedades más significativas en materia de industria 4.0.

1.3.7. Castilla y León

Estos son algunos de los antecedentes de temática similares a este estudio en la Comunidad de Castilla y León:

1.- INDUSTRIA 4.0: ANÁLISIS, EVOLUCIÓN E IMPLICACIONES PARA EN EMPLEO EN CASTILLA Y LEÓN 2016

Uno de los antecedentes más completos es un estudio de la UGT, la junta de Castilla y León, la Fundación de Anclaje y Formación de Castilla y León y la Agencia de Innovación, financiación e internacionalización empresarial, en el cual se describía el panorama tecnológico industrial de las principales empresas tractoras de la comunidad en 2016, previo a la implantación y la irrupción masiva de la industria 4.0 en la comunidad. Este estudio destacaba que en 2016 la industria castellanoleonesa todavía no visualizaba el escenario final resultante del proceso de cambio asociado a la cuarta revolución industrial. Destacaba a su vez, que el tejido industrial de las principales potencias europeas estaba mucho más preparado para asumir el reto de implantación de la industria 4.0 y que por el contrario, las empresas

españolas y castellanoleonesas se situaban por detrás en grado de sofisticación tecnológica [60].

Se incidía en los siguientes aspectos y necesidades:

- Formar trabajadores especializados en las nuevas tecnologías asociadas a la digitalización. Potenciar el factor humano e impulsar la formación en disciplinas STEM.
- Impulsar que las microempresas y Pymes se sumen a la transformación digital, ya que de lo contrario correrían un riesgo muy alto de desaparecer.
- Responsabilidad de las empresas de cara a reciclar a sus propios trabajadores, formándolos y asignándolos tareas de mayor perfil técnico.

2.- DESAFÍOS Y OPORTUNIDADES DE LA INDUSTRIA 4.0 EN CASTILLA Y LEÓN

Otro antecedente, publicado a finales de 2016 y titulado “Desafíos y oportunidades de la industria 4.0 en Castilla y León” fue un estudio de CCOO, La junta de Castilla y León, la Fundación de Anclaje y Formación de Castilla y León y la Agencia de Innovación, financiación e internacionalización empresarial [61].

En este estudio, incluía, entre otras cosas:

- Definición de Industria 4.0 y de las 9 tecnologías habilitadoras con sus aportes de ventaja competitiva en cada caso.
- Requisitos de la industria 4.0. Factores que obstaculizan la innovación, objetivos de las empresas que innovan, ejemplos de empresas castellanoleonesas que innovan y aplicación de las TIC en el ámbito industrial.
- Un apartado de salud y prevención de riesgos laborales en la industria 4.0.
- Retos normativos y formativos de la industria 4.0.
- Responsabilidad social y perspectiva sindical en la implementación de la industria 4.0.

3.- REALIZACIÓN DIAGNÓSTICO DE SITUACIÓN Y PLAN DE DIGITALIZACIÓN EN MATERIA DE INDUSTRIA 4.0.

Otro antecedente es el proyecto “Realización Diagnóstico de situación y plan de digitalización en materia de Industria 4.0” que recogía en 2018 información sobre el grado de digitalización de los procesos en relación con las tecnologías habilitadoras de la Industria 4.0 en Castilla y León en el sector Agroalimentario y Transporte y Bienes de Equipo [62]. Se desarrolló en 2 fases de trabajo. La primera fase consistió en una serie de tareas tales como, recogida de datos mediante cuestionarios, elaboración de catálogos de tecnologías habilitadoras de industria 4.0 y creación de un inventario de buenas prácticas. La segunda fase consistió analizar los datos recogidos de esas encuestas para ver la situación de esos 2 sectores analizados y proponer de un plan de digitalización en materia de Industria 4.0.

4.- ESTUDIO DE TENDENCIAS 4.0 EN UN CONTEXTO GLOBAL CON IMPACTO EN EL SECTOR DE AUTOMOCIÓN.

Se trata de un estudio de la Junta de Castilla y León junto con el Foro de Automoción de Castilla Y León (FaCyL) en el cual se abordan las tecnologías de la industria 4.0 en el sector de la automoción en Castilla y León. En el documento se encuentra, principalmente definiciones de Industria 4.0, justificación de su utilidad y retos a los que hacer frente en la transformación [63].

1.3.8. Estudios nacionales

Estos son algunos de los antecedentes de temática similares a este estudio a nivel nacional:

1.- PROYECTO INDUSTRIA CONECTADA 4.0. HERRAMIENTA HADA

El proyecto industria conectada 4.0 es una iniciativa actual (2019) del Ministerio de Industria, Comercio y Turismo que busca impulsar la transformación digital de la industria española. Está alineada con otras dos iniciativas nacionales como son la Agenda Digital y la Agenda para el Fortalecimiento del Sector Industrial en España [64].

Este proyecto se compone de:

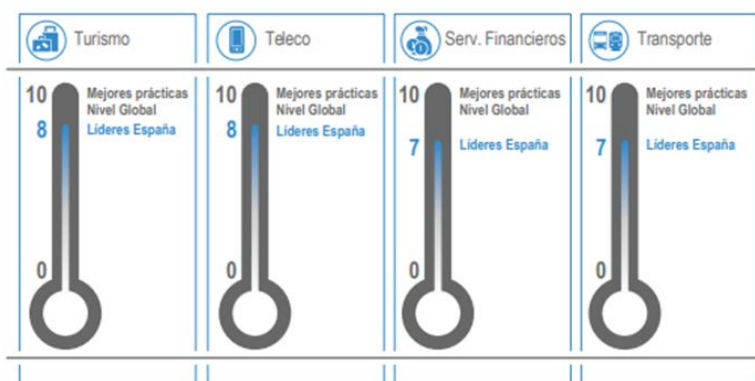
- Ayudas y financiación para proyectos de digitalización.
- Un programa de asesoría personalizada para PYMES.
- Un catálogo de iniciativas nacionales y regionales.
- Una herramienta de autodiagnóstico de la situación actual de cada empresa, la herramienta HADA, que consiste en responder a una encuesta de autoevaluación que como resultado indica a las empresas su nivel de madurez digital y su situación en comparación con otras organizaciones de distintos niveles de madurez, actividad económica y recursos.

Asimismo, de la mano de este proyecto se ha realizado un barómetro de capacidades tecnológicas en inteligencia artificial mediante una encuesta que podían responder de manera voluntaria las empresas que lo desearan [64].

2.- ESPAÑA 4.0. EL RETO DE LA TRANSFORMACIÓN DIGITAL DE LA ECONOMÍA.

Se trata de un informe de 2016, redactado por Roland Berger con el patrocinio de Siemens, en el cual se aborda que es la transformación digital y en que consiste, cual es la posición de España en el marco europeo en cuanto a grado de digitalización tanto empresarial como a nivel doméstico y de usuarios y el reto que supone el nuevo escenario de digitalización para la economía española. En este estudio se incluye también un “barómetro” de estado de digitalización de los distintos sectores económicos en España. Este estado se resume en la figura 29, incluida en ese mismo estudio [65].

Barómetro de digitalización – Sectores avanzados



Barómetro de digitalización – Sectores "Road ahead"

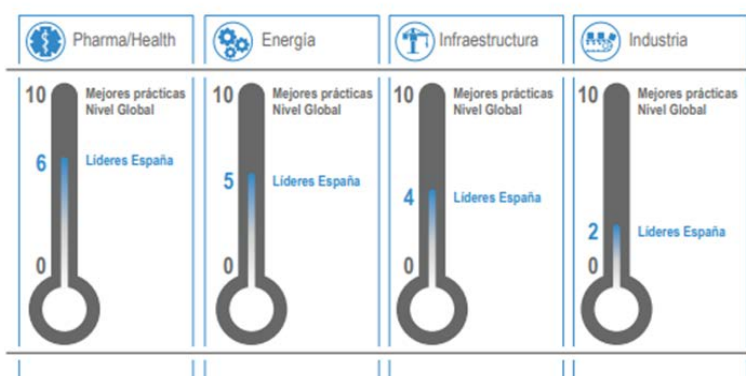


Figura 29. Barómetros de digitalización de los sectores económicos en España.

Fuente: [65]

3.- SMART INDUSTRY 4.0

Se trata de un estudio que realizan Everis, Advanced Factories, Club de Excelencia en Gestión y el Observatorio Industria 4.0 [66], que describe el grado de ejecución de las tecnologías habilitadoras disponibles en el mercado, sus posibilidades de uso, y las posibles necesidades futuras de la industria. Se trata de la segunda edición, la primera fue en 2018 [67]. En el estudio de 2019 [66] se compara la situación de las industrias en 2018 con la actual en 2019. Se trata de un estudio muy amplio y a continuación se exponen algunos de los resultados que se muestran en él en las figuras 31-34.

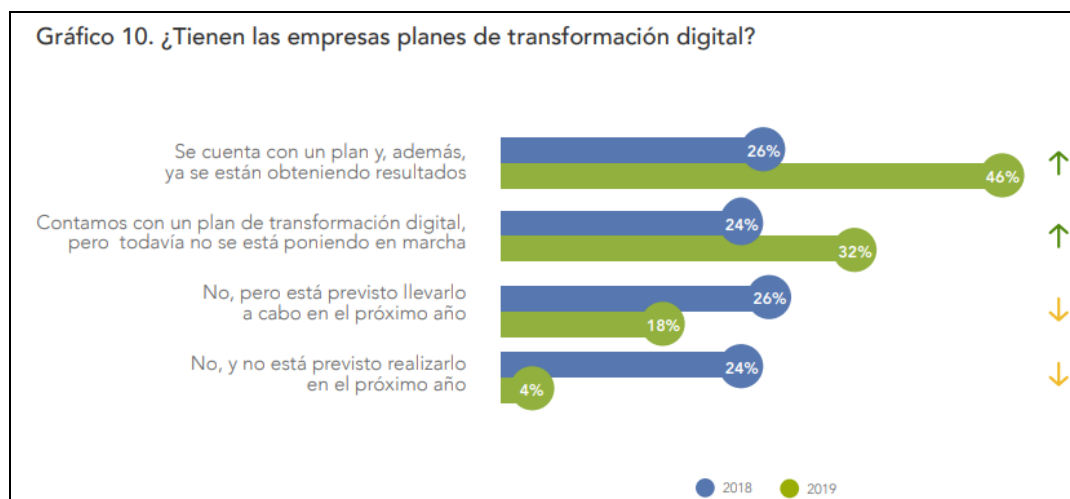
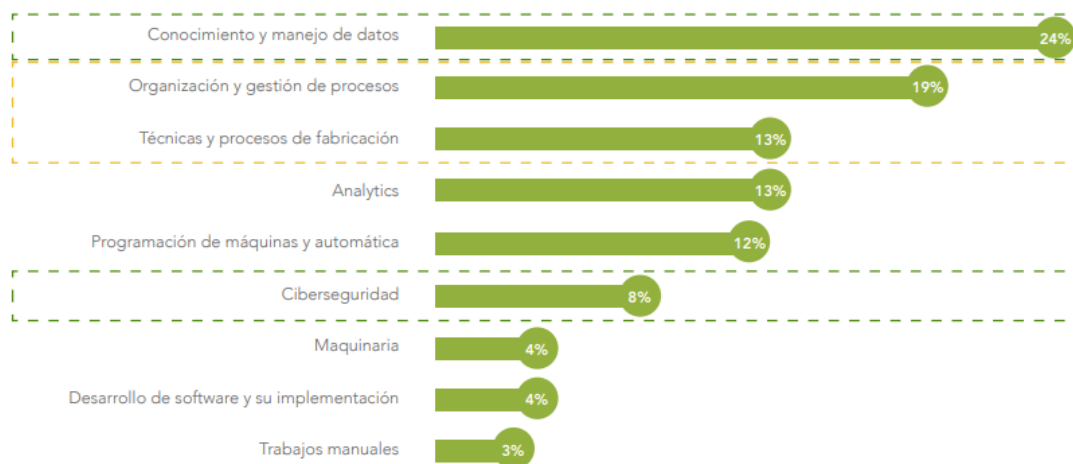


Figura 30. ¿Tienen las empresas plan de transformación digital? Fuente: Gráfico del estudio de [66]

En 2019 se ha incrementado en gran porcentaje el número de empresas que cuentan con planes de transformación digital, tanto las que lo tienen en marcha, como las que aún no. Asimismo se reduce a un 4% el porcentaje de empresas que no se plantean crear un plan de transformación digital en el próximo año. (Siempre según datos de [66]).

Otro dato obtenido y que será tratado en este estudio es “¿cuáles son los conocimientos de sus trabajadores que considera indispensables de cara al futuro?”. La competencia más demandada en ambos años es el conocimiento y manejo de datos. Aumentan analytics, ciberseguridad y desarrollo de software. Disminuye por el contra la demanda en conocimientos de organización y gestión así como en técnicas y procesos de fabricación [66].

Gráfico 12. ¿Cuáles son los conocimientos de sus trabajadores que considera indispensables de cara al futuro?
2018



2019

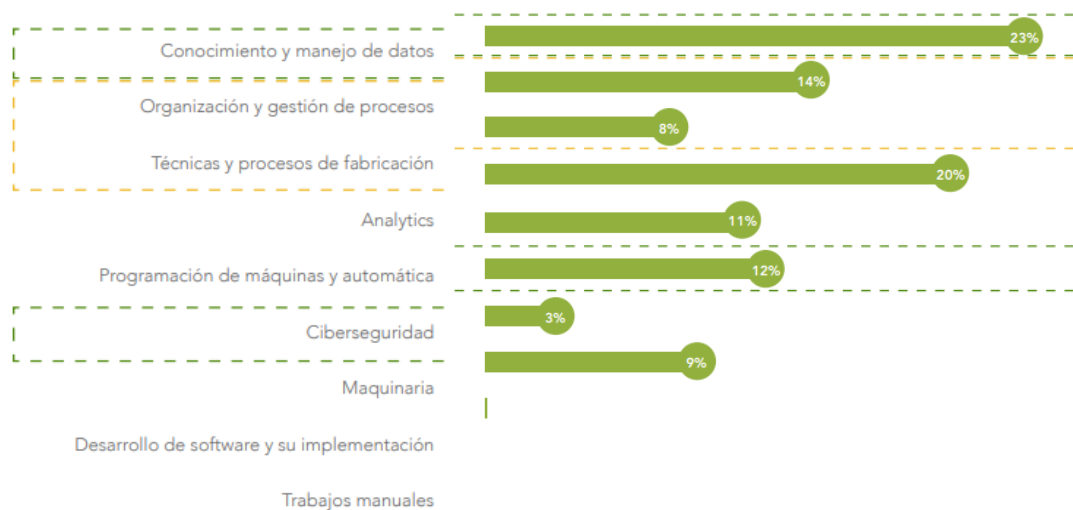


Figura 31. ¿Cuáles son los conocimientos de sus trabajadores que considera indispensables de cara al futuro? Fuente: Gráficos del estudio [66]

Gráfico 14. ¿Cuáles son los paradigmas más punteros actualmente en las empresas?

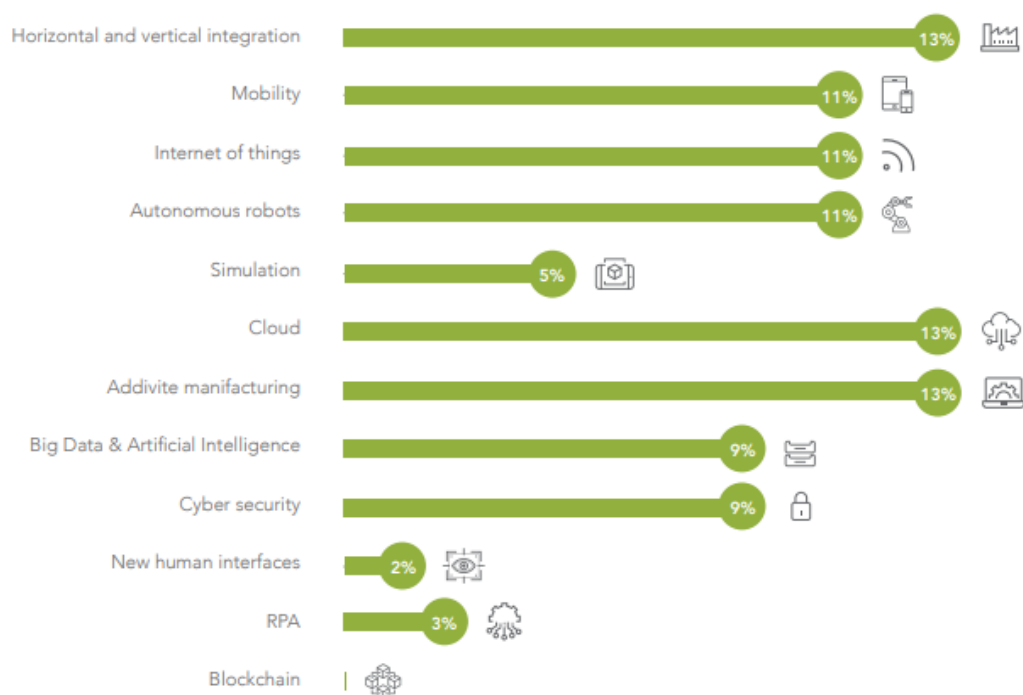


Figura 32. ¿Cuáles son los paradigmas más punteros actualmente en las empresas?
Fuente: Gráfico del estudio [66]

Observamos cómo, según el informe de [66] los paradigmas más punteros en las empresas encuestadas en su estudio son los sistemas de integración vertical y horizontal, el Cloud Computing, y el internet de las cosas, seguidos de cerca por las tecnologías de IoT, mobility, robótica autónoma, Ciberseguridad y Big data y analítica.

Gráfico 15. ¿En qué paradigmas se van a focalizar las compañías en los próximos 2 años?

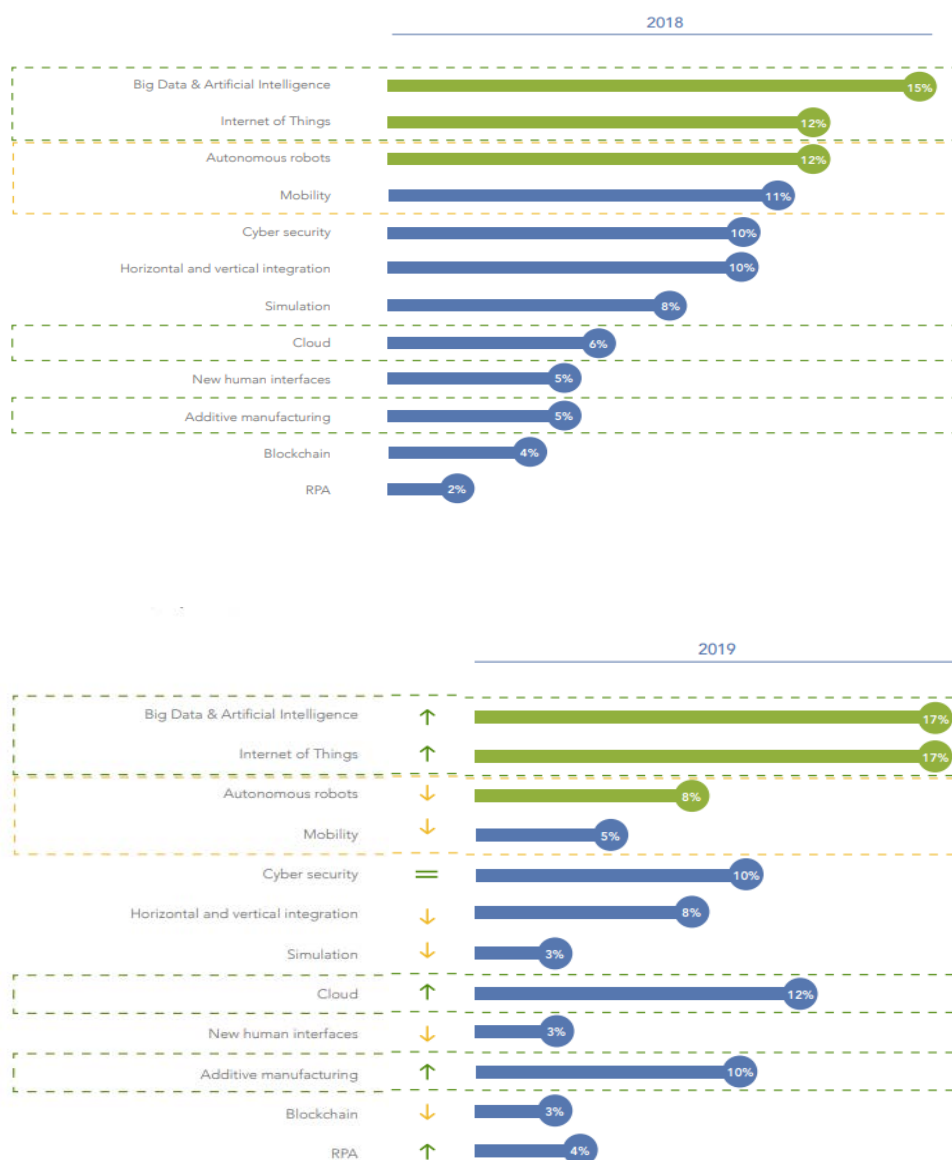


Figura 33. ¿En qué paradigmas se va a enfocar su compañía en los próximos 2 años?
Fuente: Gráficos del estudio [66]

Siempre según este estudio, las compañías entrevistadas tienen a focalizarse principalmente en el IoT “Internet of Things”, Big Data e Inteligencia artificial, ambos con un 17%. A continuación, con un 12% se encuentra el cloud computing y con un 10% la Ciberseguridad y la Fabricación aditiva. Se aprecia una disminución de ciertas tecnologías como la simulación, los interfaces hombre máquina; en palabras de los autores del estudio [66] quizá por una “baja madurez de las tecnologías o falta de un retorno claro en la inversión”.

Gráfico 18. ¿Cuáles son las barreras principales en la transformación digital?

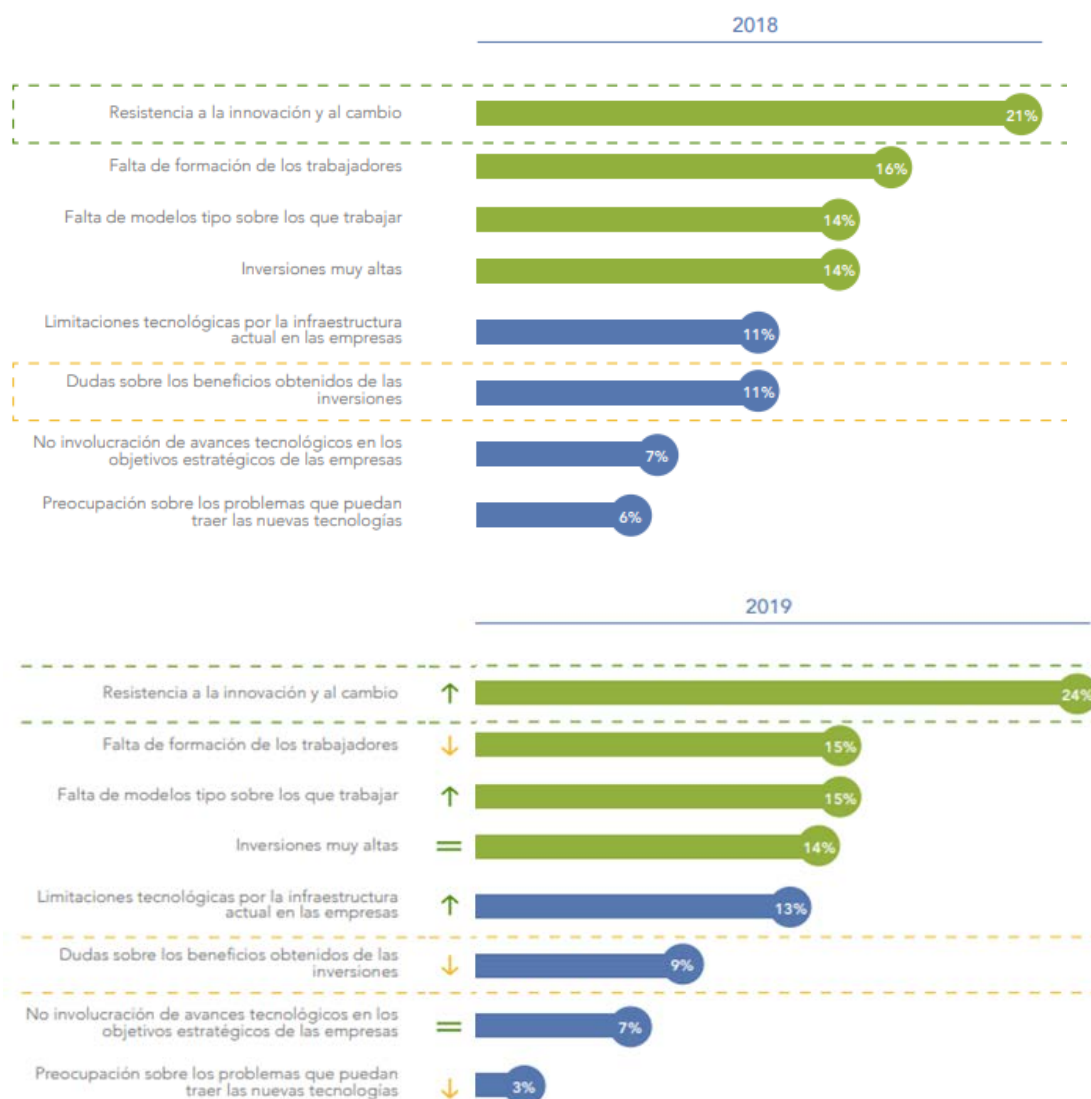


Figura 34. Principales barreras en la transformación digital. *Fuente: Gráficos del estudio [66]*

En esta otra parte del estudio se identifican las principales barreras en la transformación digital [66]. Las tendencias en cuanto a las principales barreras se mantienen entre 2018 y 2019, siendo en 2019 la resistencia al cambio, con un 24%, la principal barrera a superar, seguida por la falta de formación de los trabajadores, la falta de modelos tipo en los cuales basarse y el coste de la inversión.

1.4. Problemática observada y necesidades

Según el Ranking de competitividad digital mundial de 2018 de IMD [68], en su título original “IMD WORLD DIGITAL COMPETITIVENESS RANKING 2018” España se sitúa en el puesto número 31 a nivel mundial en cuanto a competitividad digital, cayendo un puesto con respecto a 2017 y situándose muy por detrás de países vecinos como Reino Unido (10º), Alemania (18º) o Francia (26ª). A la cabeza se encuentran Estados Unidos, Singapur y Suecia (ver figura 35).

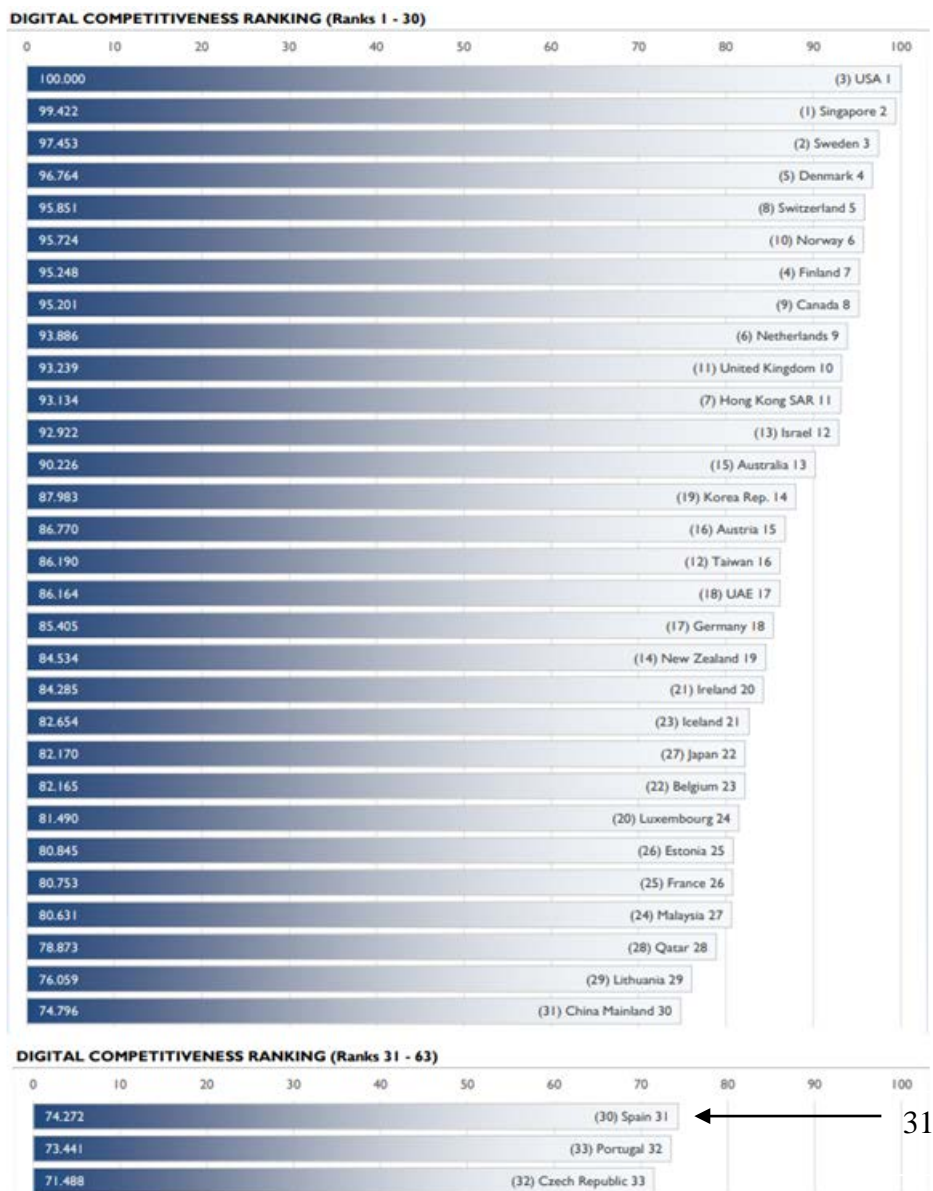


Figura 35. Ranking de competitividad digital mundial de 2018. Fuente:[68]

Tras analizar el panorama actual observamos que a la industria española le queda un enorme camino que recorrer en materia de digitalización y adaptación a la 4ª revolución industrial o industria 4.0. En líneas generales, tanto a nivel nacional como a nivel de las principales CCAA, se están impulsando iniciativas muy importantes de cara a mejorar la situación actual, pero se detecta que la comunidad de Castilla y León se está quedando rezagada en esta carrera de la digitalización. Hay una falta de información actualizada del estado global de esta temática en la comunidad.

Surge así la necesidad de llevar a cabo este estudio, para realizar un diagnóstico de la situación actual de las principales empresas tractoras de Castilla y León en materia de implantación de la Industria 4.0, ver los puntos fuertes y débiles, proponer medidas de mejora, líneas de actuación y propuestas de formación.

2. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.

2.1. Objetivos generales

Los objetivos generales de este estudio son:

- Realizar un diagnóstico del grado de implantación de las principales tecnologías habilitadoras de la Industria 4.0 en empresas tractoras de Castilla y León.
- Comparar la situación actual de la industria castellanoleonesa con la del resto de España en materia de digitalización.
- Identificar las tecnologías habilitadoras clave y esbozar cuáles serán las principales tendencias en materia de digitalización en los próximos 3 años.

2.2. Objetivos específicos

Los objetivos específicos de este estudio, a partir de los generales son:

- Analizar la situación actual en materia de industria 4.0 de las empresas líder de los sectores tractores castellanoleoneses; automoción, agroalimentario y farmacéutico.
- Identificar que perfiles profesionales serán los más demandados en el ámbito industrial y de la digitalización en los próximos 3-5 años.
- Identificar las debilidades y amenazas a las que hacen frente las empresas a la hora de implantar alguna tecnología de industria 4.0 en sus procesos productivos. Definir claramente el elemento o elementos que más preocupan a la hora de realizar una nueva inversión.
- Con los datos obtenidos, realizar una serie de recomendaciones/pautas para las cerca de 3.000 empresas castellanoleonesas que facturan entre 2 y 50 millones de euros al año. Se tratará de identificar que tecnologías son las más extendidas y más comunes, así como “cuales” identifican los responsables y expertos como “claves” y vitales.
- Analizar el estado de implantación de la robótica colaborativa en el tejido empresarial. Estudiar las previsiones de implantación a futuro, la percepción de los directivos, responsables y expertos sobre su seguridad y sus posibles usos futuros.

3. MARCO METODOLÓGICO DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Ámbito de estudio

El ámbito de estudio es la comunidad castellanoleonesa. Comunidad autónoma situada al norte de España, al sur de Europa (ver figura 36 y 37).



Figura 36. Ámbito de estudio. *Fuente: Figuras de [69] editadas.*



Figura 37. Mapa Castilla y León. Provincias. *Fuente:[70]*

3.2. Diseño de investigación

Un diseño de investigación aceptable es aquel que ofrece un modo coherente de abordar un problema [71]. Cualquier investigación que se pretenda llevar a cabo necesita fundamentarse en una metodología adecuada al problema a tratar. Este resulta uno de los momentos más cruciales de la investigación [72].

Antes de decantarse por una investigación cualitativa o una investigación cuantitativa es preciso analizar sus diferencias y particularidades con el objetivo de seleccionar el tipo de investigación que se adapte mejor a la problemática objeto de estudio.

Para Cook y Reichardt [73] la metodología cuantitativa posee una concepción global positivista, particularista y orientada a resultados, medibles y replicables, y se considera más propia de las ciencias naturales; por otro lado, relaciona la metodología cualitativa con la fenomenología, con la orientación al proceso, con los datos abundantes y auténticos, en ocasiones subjetivos y no generalizables. Una metodología propia de la antropología social.

Pita y Pértegas [74] , basándose en los trabajos de Reichardt y Cook [75] y de Cabrero y Richart [76] elaboraron una tabla (ver tabla 1) con las principales diferencias entre las investigaciones cualitativas y las investigaciones cuantitativas.

Tabla 1. Diferencias entre investigación cualitativa e investigación cuantitativa.

Fuente: [74]

INVESTIGACIÓN CUALITATIVA	INVESTIGACIÓN CUANTITATIVA
Centrada en la fenomenología y comprensión	Basada en la inducción probabilística del positivismo lógico
Observación naturista sin control	Medición penetrante y controlada
Subjetiva	Objetiva
Inferencias de sus datos	Inferencias más allá de los datos
Exploratoria, inductiva y descriptiva	Confirmatoria, inferencial, deductiva
Orientada al proceso	Orientada al resultado
Datos "ricos y profundos"	Datos "sólidos y repetibles"
No generalizable	Generalizable
Holista	Particularista
Realidad dinámica	Realidad estática

Tanto para Investigaciones cualitativas como para investigaciones cuantitativas, Lankshear y Knobel [71] describieron cinco características genéricas de la investigación de buena calidad.

1. Un tema claro y bien definido. Es preciso que la cuestión a estudiar este bien enfocada, no sea demasiado general ni demasiado confusa y esté cuidadosamente enmarcada.
2. Conocer a fondo el problema a tratar para poder realizar un diseño apropiado que se ajuste a dicho problema.
3. Para que los trabajos de compilación de datos e información puedan ser clasificados como propias de una investigación, deben llevarse a cabo en relación con algo que ha sido planteado como un “problema o una pregunta con sentido” y deben buscar no solo informar sino también comprender un fenómeno y/o explicarlo e interpretarlo.
4. “Un acercamiento apropiado de la recolección de datos”, es decir, debemos asegurarnos de que los datos recopilados sean adecuados, relevantes, de buena calidad, fiables... y a ser posible, el criterio de recopilación de datos debe permitir que otros investigadores repitan el experimento.
5. Se necesitan modos de análisis para los datos y modos de interpretación o traducción de nuestros datos en hallazgos o conclusiones.

Más allá de que existe cierta predisposición por unos diseños metodológicos u otros en función del ámbito científico en el que nos encontremos, lo cierto es que tanto las metodologías cualitativas como las cuantitativas presentan una serie de ventajas y limitaciones como las que se muestran en la tabla 2, la cual es una adaptación propia de las ventajas y limitaciones que describió en su día Rudy Mendoza Palacios [77].

Tras tener en cuenta esta serie de consideraciones se puede concluir que una investigación con una **metodología cuantitativa**, a una muestra suficientemente representativa, nos aportará una visión general del estado actual de nuestro problema a tratar, el estado de implantación de la industria 4.0, la robótica colaborativa y las principales tendencias en digitalización en la comunidad castellanoleonesa. Esto nos permite centrar el problema y conocer tanto las debilidades y fortalezas, como las amenazas y oportunidades que se presentan actualmente en materia de industria 4.0 en las empresas de la comunidad.

Tabla 2. Ventajas e inconvenientes de los métodos cualitativos vs los métodos cuantitativos. *Fuente: Adaptación propia de [77]*

MÉTODOS CUALITATIVOS	MÉTODOS CUANTITATIVOS
Son propensos a "comunicarse con" los sujetos del estudio. Interrelación.	Son propensos a "servirse de" los sujetos del estudio. Desvinculación
Se limita a preguntar	Se limita a responder.
La comunicación investigador/investigado es Horizontal. Existe mayor naturalidad y habilidad para estudiar los factores sociales en un escenario natural	La comunicación es vertical y despersonalizada. El contexto y escenario experimental debe ser replicable en otros estudios.
Su validez interna es muy fuerte, pero su validez externa resulta débil, lo que encuentran no es generalizable a la población objeto de estudio.	Su validez interna es débil (casi nunca sabemos si miden lo que quieren medir) pero su validez externa es fuerte, lo que encuentran es generalizable a la población.
Preguntan a los métodos cuantitativos: ¿Cómo de particularizables son los hallazgos?	Preguntan a los métodos cualitativos: ¿Son generalizables tus hallazgos?

Una vez obtenida esa información, generalizable a la población objeto de estudio, una **metodología cualitativa** nos permite completar esa información, en profundidad, de manera más cercana e incidiendo en aquellos aspectos más relevantes y de mayor calado. Por otro lado, una correcta metodología cualitativa que se centre en algunos casos referentes de éxito nos permitirá también esbozar soluciones, líneas de actuación o iniciativas para reforzar esas debilidades y poder hacer frente de una manera más eficaz a las amenazas que se presentan.

Varios autores [24, 73, 78-80] han analizado los atributos de la investigación cualitativa y cuantitativa llegando a la conclusión de que es posible utilizar de manera conjunta ambos paradigmas, ya que, en función del problema a tratar, una combinación de ambas puede aportar más ventajas que inconvenientes [72].

Para Cook y Reichardt [73] la utilización de ambas metodologías de manera conjunta aporta ventajas potenciales:

- La investigación evaluativa habitualmente adquiere propósitos múltiples, que a menudo exigen la utilización de varios métodos [73].
- Empleados de manera conjunta y con el mismo objetivo, los dos tipos de métodos pueden complementarse recíprocamente para ofrecer percepciones que no podrían ofrecer por separado [73].
- Partiendo de la base de que ningún método es perfecto, la manera de “llegar a la verdad” es mediante el empleo de diversas técnicas con las correspondientes triangulaciones [73].

Diversos autores, [72, 73, 81, 82] al utilizar ambas metodologías acuden a un término denominado triangulación metodológica, término que se desarrolla a continuación.

3.3. Triangulación metodológica

Denzin [83] definió en 1978 la triangulación metodológica como una combinación de metodologías en el estudio de un mismo fenómeno. Una combinación de métodos que nos permite tanto contrastar datos, como obtener otros datos que no han sido aportados en el primer análisis de la realidad [72].

La triangulación o diseño de métodos mixtos se apoya en la idea de que el objeto de estudio es más importante que los métodos que se han de utilizar [72, 84]. Partiendo de esta base se busca una combinación de metodologías con el objeto de analizar de la manera más amplia posible el objeto de estudio [72].

Denzin y Lincoln [85] describieron cuatro tipos de triangulación. La triangulación metodológica, la triangulación de los datos, la de los investigadores y a la de teorías.

- Triangulación metodológica, que consiste en la utilización de múltiples métodos o técnicas para estudiar un problema determinado [86]. Generalmente se utilizan técnicas cualitativas pero es posible utilizar técnicas cuantitativas en conjunto [87].
- Triangulación de datos, en la cual se utiliza una variedad de datos para realizar el estudio, procedentes de diferentes fuentes de información [86]. Para realizar este tipo de triangulación es necesario que los métodos utilizados para analizar el fenómeno sean equiparables [72].
- Triangulación de investigadores, que consiste en el análisis del problema por parte de diferentes personas. Estas pueden ser de diferentes disciplinas, profesiones o experiencia.
- Triangulación de teorías, que consiste en utilizar varias perspectivas para interpretar y analizar un mismo conjunto de datos. (Por ejemplo, usar una teoría basada en técnicas de correlación, análisis de varianza o análisis de regresión y otra basada en la observación participativa) [86].

3.4. Validez y Confiabilidad

Una investigación tiene un **alto nivel de validez** en la medida en que los resultados obtenidos reflejen una imagen lo más completa posible, clara y representativa de la realidad o problemática objeto de estudio [86].

Se debe garantizar, tanto una buena validez interna, como una validez externa. En el caso de las investigaciones cualitativas, para una buena validez interna hay que tener en cuenta aspectos como que el tema, ambiente o contexto de estudio puede variar desde el inicio de la investigación hasta la finalización, también hay que prestar atención a la credibilidad de la fuente de información, ya que puede variar o puede verse influida o distorsionada por diversos factores [86]. En cuanto a la validez externa de las investigaciones cualitativas, hay que prestar atención a que a menudo las estructuras de significado descubiertas en un grupo no son equiparables con las de otro grupo [86]; en nuestro caso el estudio está centrado en el grupo de empresas localizadas en Castilla y León, y desde luego sus particularidades, pueden distar y no ser trasladables a la situación de otras comunidades autónomas.

Asimismo, en el ámbito de las investigaciones cualitativas, una investigación con **buena confiabilidad** es aquella que es estable, segura, congruente, igual a sí misma en diferentes tiempos y predecible para el futuro [86].

Para garantizar una buena confiabilidad interna existen numerosas alternativas, la mejor de todas, es la presencia de varios investigadores [86], o la posibilidad de utilizar medios técnicos como la grabación de audio o de video para que puedan repetirse las observaciones, recoger datos que puedan haberse pasado por alto o facilitar que otros investigadores puedan “presenciar” ese material [86]. En cuanto a la confiabilidad externa, nos encontramos también con numerosas maneras de asegurarla, entre las cuales destacamos, la identificación clara de los informantes, que representen un grupo de estudio de referencia, y se intentará que en la medida de lo posible el experimento sea susceptible de réplica por otros investigadores [86].

Tanto la confiabilidad, como la validez, mejoran notablemente al emplear las **técnicas de triangulación metodológica** anteriormente descritas [86].

3.5. Selección de la muestra

Este capítulo se divide en dos partes ya que el estudio realizado tiene una parte cuantitativa y otra cualitativa.

3.5.1. Diseño cuantitativo

En el marco de diseño cuantitativo, el tamaño de la muestra (1) vendrá dado por factores como el tamaño de la población, el nivel de confianza adoptado o el error muestral.

$$n = \frac{N * (\alpha_c * 0,5)^2}{1 + (e^2 * (N - 1))} \quad (1)$$

Dónde:

n = tamaño de la muestra α_c = varianza (valor del nivel de confianza)

N = tamaño de la población e = margen de error

Según el Instituto Nacional de Estadística (INE) en 2018 en Castilla y León había 161.986 empresas [45] que generan un total de 1.118.079 empleos, cifra muy similar a las 161.619 empresas que había en 2017. Según el informe de Castilla y León económica de 2017 [47] sólo el 2,7% de las 5.000 mayores empresas de la región son grandes empresas, es decir, poseen una facturación superior a los 50 millones de euros; el 58,54% facturan entre 2 y 49 millones de euros; y el 38,76% facturan por debajo de los 2 millones de euros (ver figura 38).

Como población de estudio el estudio se centra en ese 2,7% de empresas que facturan por encima de 50 millones de euros y para abarcar de una manera más realista el panorama de la industria de la comunidad, también en ese 58,54% que se encuentra entre 2 y 50 millones de euros. Por tanto, eso nos indica una población de 3062 empresas.



Figura 38. Distribución por facturación y por plantilla de las 5000 mayores empresas de CyL (2017). Fuente:[47]

Teniendo en cuenta que se va a aplicar de manera conjunta metodología cualitativa[43] y cuantitativa mediante triangulación metodológica, y que la muestra seleccionada se obtendrá en gran medida del 2,7% de empresas que están a la cabeza en facturación y tratando de homogeneizar provincialmente la muestra, y que en todos los casos se enviará la encuesta a informantes clave de gran peso dentro de la empresa, se establece como intervalo de confianza inicial el 80%, con un margen de error del 10%. El tamaño de la **muestra** que obtenida es **de 41 empresas**.

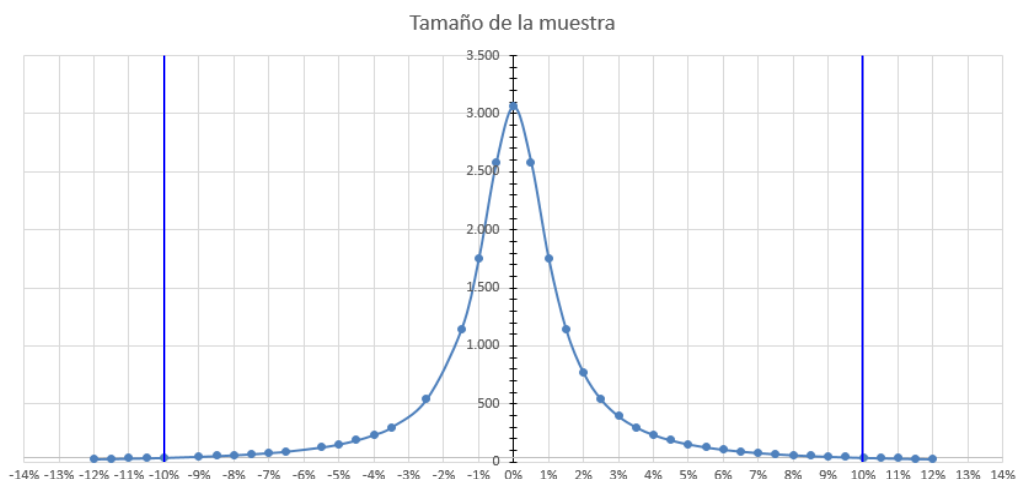


Figura 39. Selección de la muestra. Fuente: elaboración propia.

La manera de seleccionar las empresas a encuestar se basa en los siguientes factores:

- Uniformidad. Seleccionar aproximadamente el mismo número de empresas de cada provincia.
- Volumen de facturación. Dentro de cada provincia se seleccionaron aquellas empresas cuyo volumen de facturación es mayor. Teniendo en cuenta una serie de requisitos adicionales:
 - Que se trate de centros productivos. Solo se seleccionan empresas que realicen procesos de fabricación o producción dentro del territorio castellanoleonés.
 - Que engloben diferentes sectores económicos. Dentro de las empresas que más facturación tienen en cada provincia, se trata de diversificar los sectores industriales para obtener una visión más global y más fidedigna.
 - Líderes de sus respectivos sectores. Se incluyen casos de empresas que, no siendo líderes en facturación en su provincia, si son líderes o referentes dentro de su sector de actividad.
 - Número de empleados. Asimismo, se trata de listar aquellas que emplean a un gran número de empleados.
- Imparcialidad. Se busca realizar un diagnóstico válido, la única manera de asegurar esto es no caer en “la trampa de los resultados esperados”. La selección no puede basarse en la obtención de datos que reflejen ni un excelente grado de tecnificación, ni por el contrario un pésimo grado de tecnificación. Se trata en todo momento de seleccionar empresas de la manera más imparcial posible, atendiendo a los factores anteriormente citados.

Con estas premisas se elabora una lista con 100 empresas. Distribuidas entre las 9 provincias de Castilla y León y englobando los principales sectores económicos. Se seleccionan 100 empresas, atendiendo a que no todas las empresas contactadas estarán dispuestas a colaborar con el estudio y que en estudios similares el grado de participación ha sido menor del 50%. Las fuentes a las que se acude para elaborar este listado son [47, 88-90].

3.5.2. Diseño cualitativo

Para seleccionar correctamente la muestra del diseño cualitativo se eligen las unidades de estudio con el propósito de lograr un conocimiento intensivo, profundo y detallado del fenómeno que se está abordando [91], el grado de digitalización e implantación de la industria 4.0 y, en el caso de los sujetos participantes en la metodología cualitativa, las principales tendencias a futuro en estos ámbitos.

En cuanto a la fidelidad con la que el investigador puede captar la información aportada hay que dar gran importancia al reconocimiento de los numerosos matices que aporten las relaciones intersubjetivas que se dan entre los diferentes participantes [91], por tanto, se trata de establecer puntos comunes y opiniones compartidas entre los distintos informantes clave del proyecto.

Varios textos describen estrategias para orientar la elección de las unidades de observación y análisis, según el propósito específico de cada estudio [87, 91-93]. Patton [87] explica que este muestreo está orientado por la lógica y que su éxito reside en que los informantes elegidos aporten la mayor riqueza de información posible [91].

En lo referente al tamaño de la muestra, no existe una regla concreta de la cantidad exacta, “todo depende” [87], de la calidad de la selección, el objeto del estudio y la temática a tratar.

Por tanto, en el diseño cualitativo, se seleccionan un total de 6 expertos consolidados en industria 4.0, de varios sectores y de diferentes ámbitos, con el objetivo de poder tratar todas las tecnologías en los principales sectores, todos ellos vinculados al ámbito castellanoleonés y con visión global de la realidad nacional e internacional de la temática abordada. Estas 6 personalidades clave son:

- Un experto global en Industria 4.0 en España, que es una figura de prestigio y una autoridad referente e indiscutible en el tema.
- Un experto en internet de las cosas, Cloud Computing, técnicas de Machine Learning, tratamiento de datos y digitalización de procesos.
- Un experto de industria 4.0 del sector del automóvil.
- Un experto de industria 4.0 del sector agroalimentario.
- Dos expertos de industria 4.0 del sector farmacéutico.

4. METODOLOGÍA UTILIZADA

Este estudio se ha llevado a cabo en dos fases, combinando mediante las técnicas de triangulación metodológica anteriormente explicadas, una primera fase correspondiente a un estudio cuantitativo y una segunda fase con metodología cualitativa [43].

4.1. Metodología cuantitativa

La primera fase, consistente en una metodología cuantitativa, se llevó a cabo entre el segundo, tercer y cuarto trimestre de 2019. Consistió en el envío de una encuesta cerrada, al director de planta, responsable de producción, responsable de ingeniería o responsable de mantenimiento de las empresas seleccionadas. La selección de uno u otro responsable atendió a factores de disponibilidad, predisposición o conocimiento de la temática. Se ha buscado respuestas con alto valor e impacto, ya que se trata de perfiles con alto poder de decisión dentro de las estructuras empresariales.

En abril de 2019 se comenzó a elaborar un cuestionario con las preguntas que se consideraron clave en función del estado de la temática sobre industria 4.0. El cuestionario tiene 26 preguntas, que abarcan desde el conocimiento del estado de implantación de cada una de las principales tecnologías habilitadoras de industria 4.0, la percepción de esta nueva revolución industrial como amenaza u oportunidad, hasta la implantación de robótica industrial y robótica colaborativa (Ver Anexo I). El cuestionario se creó y envió a través de la plataforma Google Forms. En paralelo se elaboró la lista de 100 empresas de la comunidad Castellano-leonesa con las cuales se contactó posteriormente.

A mediados de mayo de 2019 comenzó el contacto con las empresas seleccionadas para el envío de cuestionarios para la recogida de datos. El proceso duró hasta finales de septiembre de 2019. Se utilizó la siguiente metodología para enviar la encuesta (ver figura 40):

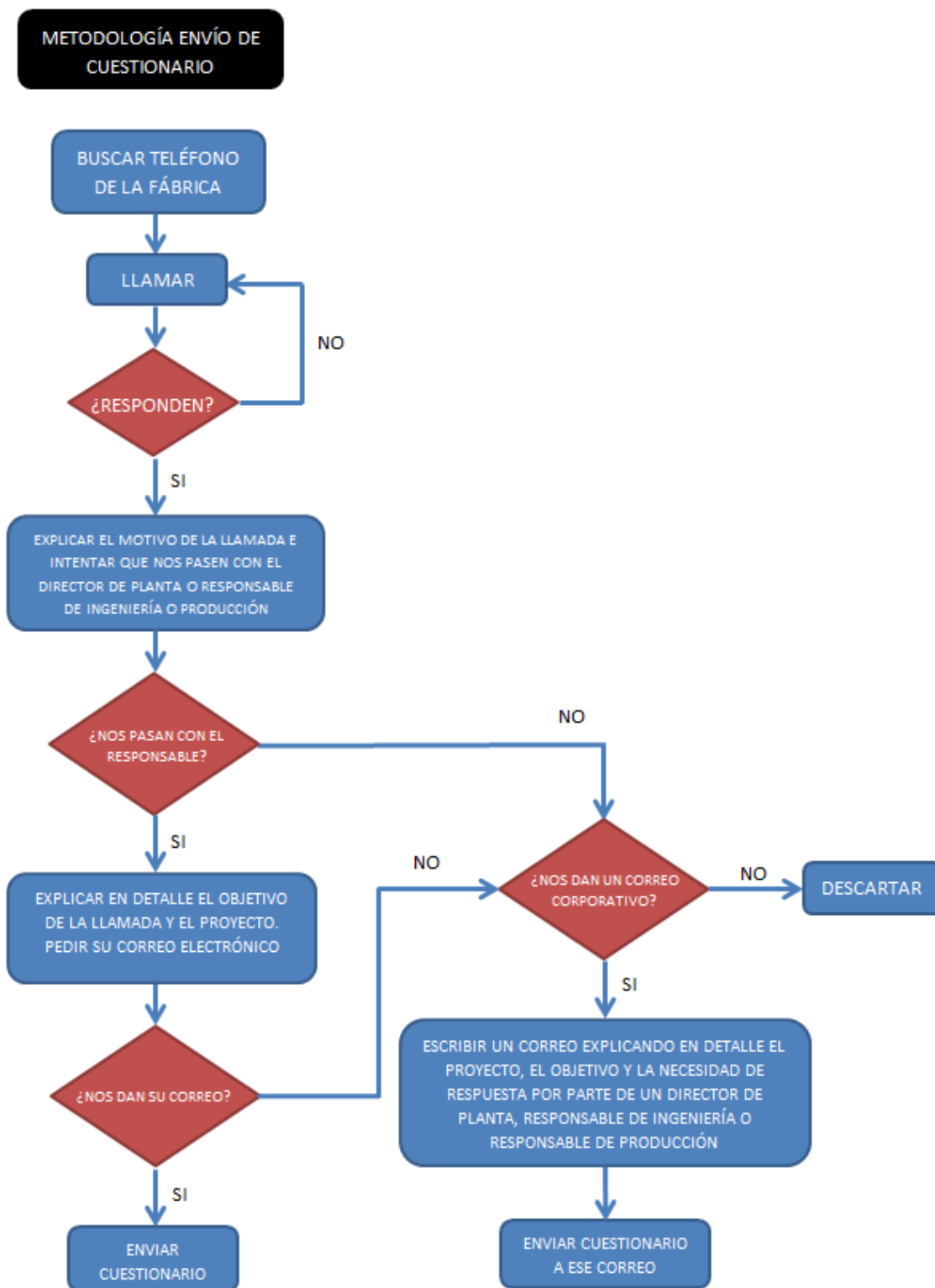


Figura 40. Metodología para contacto y envío de cuestionarios. Fuente: Elaboración propia.

Aplicando este procedimiento, con las pequeñas y lógicas variaciones correspondientes a cada situación concreta, se recibieron respuestas de 44 empresas, distribuidas de la siguiente manera: 4 en León, 3 en Palencia, 8 en Burgos, 7 en Soria, 5 en Segovia, 2 en Ávila, 3 en Salamanca, 3 en Zamora y 8 en Valladolid. A mayores, se recibió una respuesta extra de una compañía en la que respondió el gerente de la fábrica castellanoleonesa y el responsable a nivel nacional. Esa respuesta, al salirse del ámbito de estudio no se ha tenido en cuenta a efectos estadísticos, pero si se ha utilizado con fines comparativos dado la calidad de la fuente de información y de los datos recogidos. Asimismo, la encuesta incluía algunas preguntas de control para garantizar la validez de los datos obtenidos, y en caso de que se detectaran anomalías en esas preguntas de control poder descartar el cuestionario y que no afectase a los resultados. Con todo esto, la muestra final de cara a resultados se compone de 43 empresas con una distribución por provincias que se puede ver en la figura 41.



Figura 41. Distribución empresas encuestadas. *Fuente: Elaboración propia a partir de [70].*

Las empresas encuestadas que han colaborado en este estudio, ordenadas alfabéticamente, son:

Tabla 3. Listado de empresas encuestadas. *Fuente: Elaboración propia.*

ACITURRI AEROSTRUCTURES BOECILLO	INMAPA AERONAUTICA
ALTA MORAÑA S. COOP.	IVECO ESPAÑA S.L.
AMRI Albany Molecular Research Inc.	JULIÁN MARTÍN, S.A.
ARAN EUROPE	LEAR ARDASA BURGOS
AVIGASE, SCL	LECHE GAZA SL
AZUCARERA	LINGOTES ESPECIALES
BODEGAS VEGA SICILIA, S.A.	MABXIENCE
CARTONAJES IZQUIERDO, S.A.	MICHELIN VALLADOLID
CASPLE S.A.	MIRAT
CERÁMICAS GALA	NISSAN MOTOR IBÉRICA, S.A.
COPIISO SORIA, S. COOP.	NORMA DOORS TECHNOLOGIES, S.A.
CROPU S.A.	ONTEX
DIBAQ DIPROTEG, S.A.	PEPSICO MANUFACTURING AIE
DSM	PLASTICOS ABC SPAIN, S.A.
FAURECIA	PLASTICOS DUREX
FERTIBLEND SL COBADU	PRODUCTOS SOLUBLES
FRENOS Y CONJUNTOS, S.A.	QUESOS EL PASTOR-HIJOS DE SALVADOR S.A.
GOMEZ VALLEJO S.A.	SEDA OUTSPAN
GSK GlaxoSmithKline	SORIA NATURAL, S.A.
GRUPO ANTOLÍN	SUMIRIKO AVS SPAIN SAU
HUF ESPAÑA	VERESCENCE
INDUSTRIAS DEL UBIERNA, S.A.	

4.2. Metodología cualitativa

La segunda fase del proyecto se llevó a cabo entre diciembre de 2019 y enero de 2020. Corresponde con la fase de investigación cualitativa. En ella, se entrevista a 6 informantes clave en materia de digitalización e industria 4.0.

El guion de la entrevista (disponible en el anexo II) tiene un carácter abierto, ya que la finalidad de la conversación es captar los conocimientos, las opiniones y los comentarios de los informantes, más allá de ceñirse a una estructura rígida. Todas las entrevistas se realizaron en persona (salvo en uno de los casos) y su duración media fue de una hora y cuarto aproximadamente. Se abordó tanto la situación actual y el estado de implantación actual de la industria 4.0, como las tendencias a futuro en cada una de las tecnologías habilitadoras, en los diferentes sectores industriales en los que los informantes eran expertos y también en ámbitos domésticos o privados.

Por motivos de protección de datos y confidencialidad [94], no se exponen públicamente los nombres de los distintos entrevistados, ni de sus empresas, aunque a continuación se detalla su perfil y relación con la industria 4.0:

Informante n°1. Presidente del Observatorio de Industria 4.0, Co Director de la Cátedra en Industria Conectada 4.0. Empresario y ejecutivo con una dilatada carrera profesional.

Informante n°2. Corporate & Industrial Solutions Director del sector de la automoción con una gran experiencia en proyectos ERP, MES, EDI, proyectos de transformación digital y estandarización de procesos. Consultor IT especialista. Informante clave para abordar estas temáticas en el sector de la automoción en Castilla y León.

Informante n°3. Business Data Analytics Project Manager de una empresa castellanoleonesa. Experto de reconocido prestigio en ámbitos de tratamiento de datos, técnicas de machine Learning e IoT.

Informante n°4. CEO de empresa tecnológica, dedicada a las soluciones de agricultura inteligente, con la cual ha recibido varios premios en innovación. Persona con una trayectoria de éxito en el sector de las telecomunicaciones y experto en agricultura de precisión. Director académico de un máster en industria 4.0 y profesor en varios másteres de temáticas relacionadas con la Industria 4.0.

Informante nº5. Operational Engineering Lead. Profesional con más de 20 años de experiencia en industria farmacéutica con presencia en Castilla y León.

Informante nº6. HR Business Head, Communication & Innovation Lead. Profesional con más de 20 años de experiencia en industria farmacéutica con presencia en Castilla y León.

Los informantes entrevistados aportan conocimiento y visión a futuro en el sector de la automoción, sector agroalimentario y sector farmacéutico de la comunidad Castellano-leonesa. Además, cada uno de ellos destaca en ámbitos de la industria 4.0 diferentes, lo cual hace que las perspectivas a futuro aportadas engloben todo el abanico de tecnologías habilitadoras de la industria 4.0. De la misma manera, su visión en estas temáticas permite abordar el tema de la formación necesaria en un futuro próximo, así como establecer una serie de recomendaciones clave para aquellas empresas pequeñas y medianas que buscan entrar en la nueva revolución tecnológica.

Para enfrentarse al análisis y a la interpretación de datos de tipo verbal (textual al convertir la entrevista a texto) es importante comprender el significado y la perspectiva que los participantes otorgan al tema de la presente investigación.

Una vez realizada la transcripción de los datos recogidos, se procede a su lectura en profundidad y análisis. La reducción de los datos, categorización y codificación, se lleva a cabo por medio del análisis de contenido, teniendo en cuenta criterios temáticos y gramaticales. En primer lugar, el intercambio dialéctico entre la fundamentación teórica y la información recogida, permitieron la identificación, en el texto, de unidades de registro. En segundo lugar, la información se organizó en una serie de categorías formadas por elementos coincidentes de la información ofrecida por las personas entrevistadas, las unidades de análisis. En tercer lugar, aumentando el nivel de especificidad, se reorganizó la información de las categorías con subcategorías (tabla 3). Finalmente, en cuarto lugar, en las categorías y subcategorías se realizó una descripción e interpretación de la información.

Tabla 4. Categorías y subcategorías. *Fuente: Elaboración propia.*

CATEGORÍA 5 Perfil trabajador	CATEGORÍA 4 Situación en Castilla y León de Industria 4.0	CATEGORÍA 3 Implementación de nuevas tecnologías	CATEGORÍA 2 Tecnologías	CATEGORÍA 1 Situación actual empresa	Subcategoría 1
Perfil del trabajador	Situación actual en Cyl	Factores previos en nueva implantación	Cloud computing	Inversión en I+D	Subcategoría 2
		Factores desencadenantes para implantación	IOT	Cuales usa empresa	Subcategoría 3
		Futuro por sectores	Ciberseguridad	Departamento propio	Subcategoría 4
		Prioridades	Big Data		Subcategoría 5
			Realidad virtual y realidad aumentada		Subcategoría 6
			Simulación		Subcategoría 8
			Fabricación aditiva		Subcategoría 9
			Robótica Colaborativa		
			Sistemas integrados		

4.3. GANTT del proyecto

A continuación, se muestra un diagrama GANTT en el que figuran las tareas realizadas a lo largo del proyecto (ver figura 42).

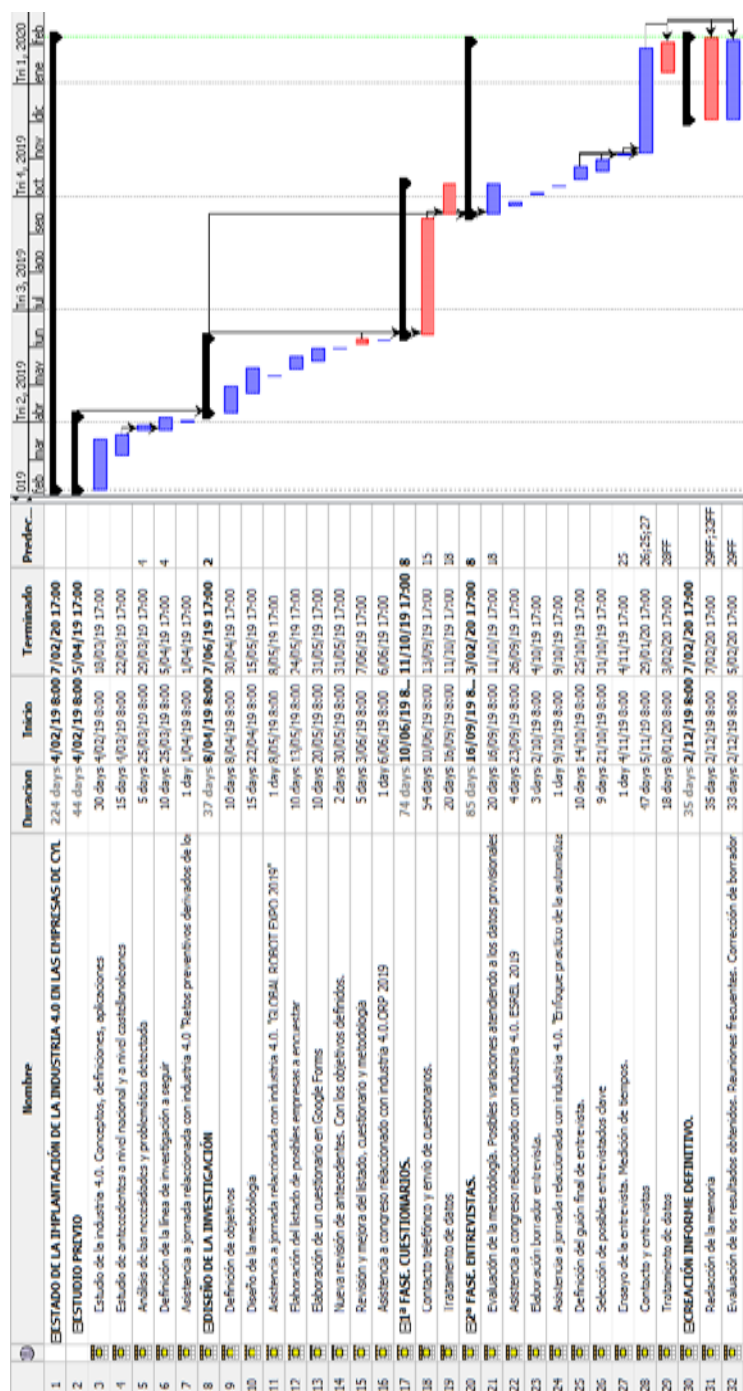


Figura 42. Diagrama de Gantt. Fuente: Elaboración propia.

5. RESULTADOS

Los resultados del estudio se dividen en dos partes, los obtenidos del cuestionario, con un tratamiento cuantitativo, y los de las entrevistas o estudio cualitativo.

5.1. Resultados del estudio cuantitativo.

Los resultados obtenidos se pueden ver a continuación. En primer lugar en la figura 43 se detallan los datos de las organizaciones y empresas participantes.

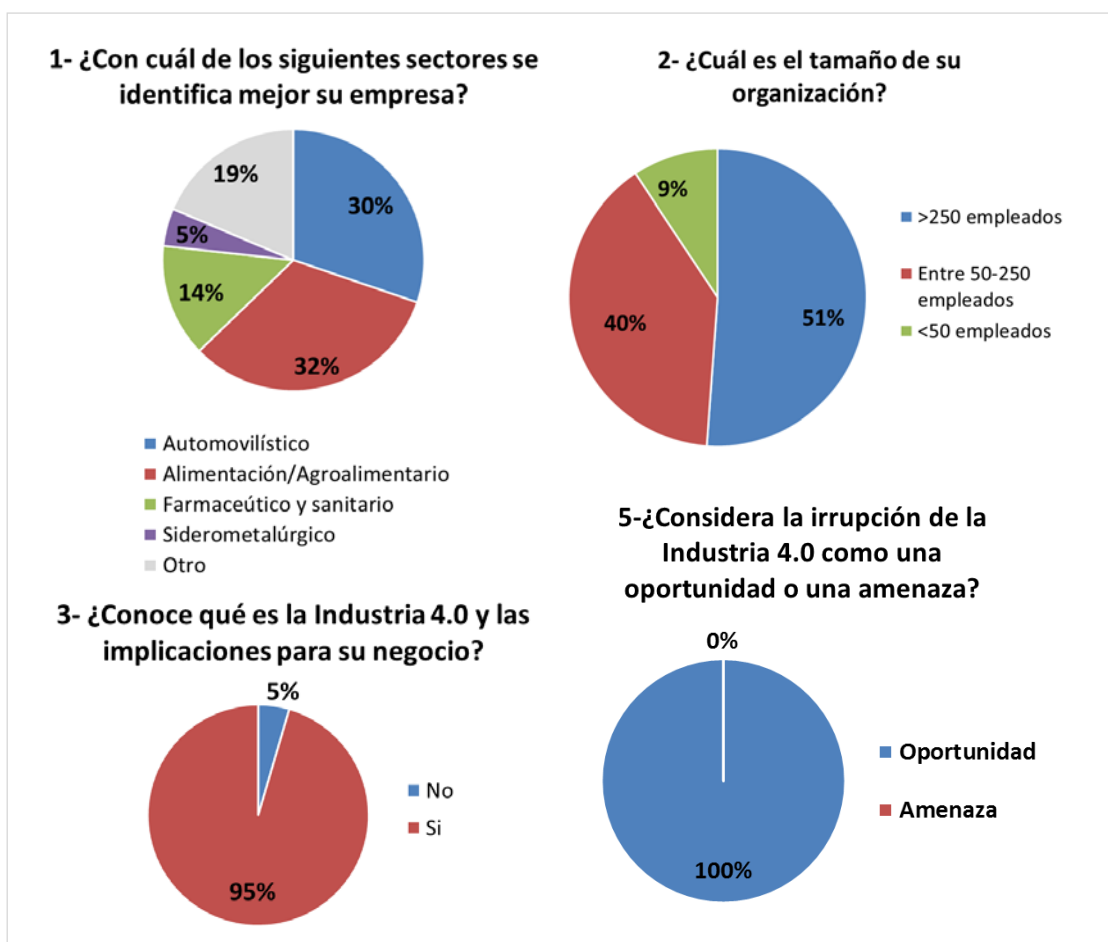


Figura 43. Resultados cuestionario. Sector, tamaño, implicaciones Industria 4.0. y percepción como Oportunidad o Amenaza. *Fuente: Elaboración propia.*

Las 43 empresas encuestadas se distribuyen de manera bastante equilibrada por sectores, siendo un 30% del sector de la automoción, un 32% del sector agroalimentario, un 14% del sector farmacéutico, un 5% del sector siderometalúrgico y un 19% de otros sectores. Todas ellas perciben la irrupción de la Industria 4.0 como una oportunidad.

Asimismo, más de la mitad (51%) son empresas de más de 250 trabajadores, un 40% tienen entre 50 y 250 trabajadores y el 9% restante tiene menos de 50 empleados.

Todas las empresas encuestadas afirman conocer el concepto de industria 4.0 y las aplicaciones posibles para su negocio.

Un aspecto fundamental del estudio, marcado en los objetivos generales y específicos es conocer la tecnologías ya implantadas en las empresas, que se pueden ver en la figura 44.

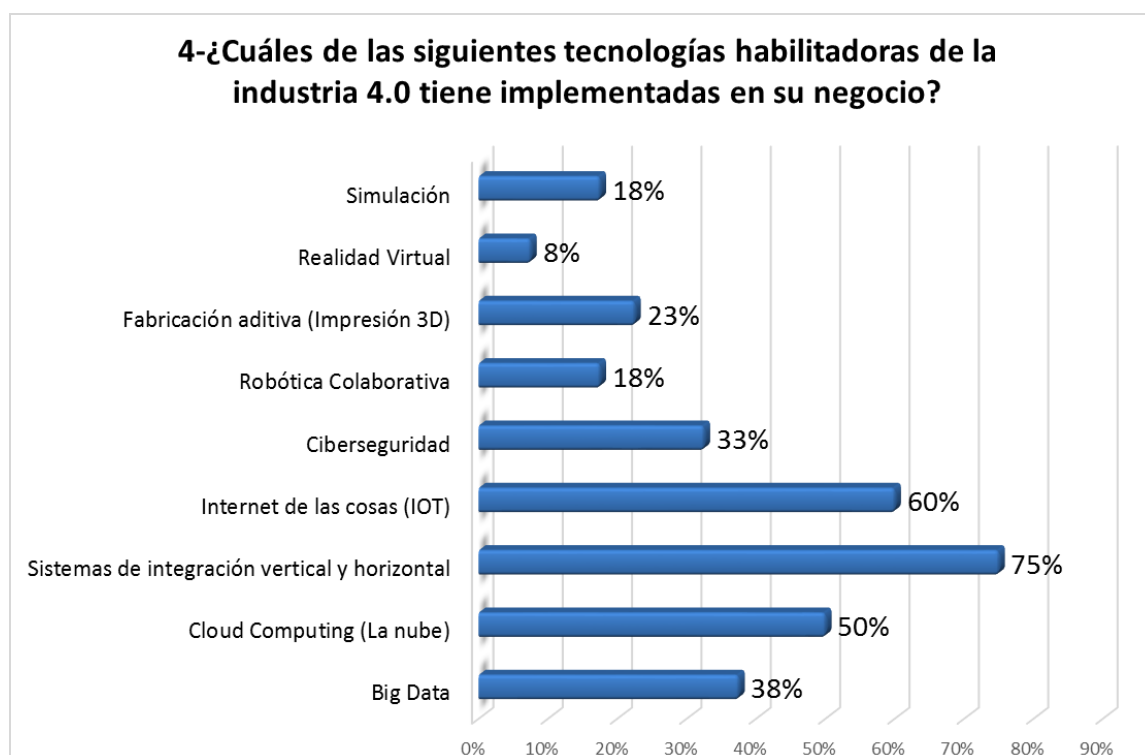


Figura 44. Resultados cuestionario. Tecnologías habilitadoras en las empresas castellanoleonesas. *Fuente: Elaboración propia.*

Dentro del gran abanico de tecnologías habilitadoras de la industria 4.0, observamos que la más extendida son los sistemas de integración vertical y horizontal, los ERP, MES, Supply Chain management etcetera, con un 75%. A continuación se encuentran el Internet de las cosas (60%), el cloud computing (50%), el Big Data, el análisis de datos (38%) y la ciberseguridad (33%). Estas últimas 4 tecnologías tienen una gran interconexión entre ellas, ya que, por lo general, la captación masiva de datos con sensores y tecnologías IoT, a menudo requiere ser almacenada en servicios de Cloud computing para su posterior análisis con técnicas de Big Data, machine learning. Todo esto tiene que estar validado y protegido por mecanismos de ciberseguridad. A su vez, estas 4 tecnologías trabajan de manera muy conjunta con los sistemas de integración tales como los clásicos ERP.

Llama la atención que los mecanismos de ciberseguridad tienen una presencia menor que el IoT, el Big data y el Cloud Computing, ya que al usar estas 3 técnicas, se está manejando un flujo de datos sensibles acerca del funcionamiento de los procesos productivos de la compañía.

Con un menor grado de implantación se encuentra, la fabricación aditiva, con 23%, la robótica colaborativa y la simulación con un 18%. En último lugar la realidad virtual y realidad aumentada con un 8%.

En la figura 45 se puede ver la contestación de los encuestados a distintas preguntas sobre Industria 4.0 y su influencia en el mercado laboral y la competitividad de su empresa.

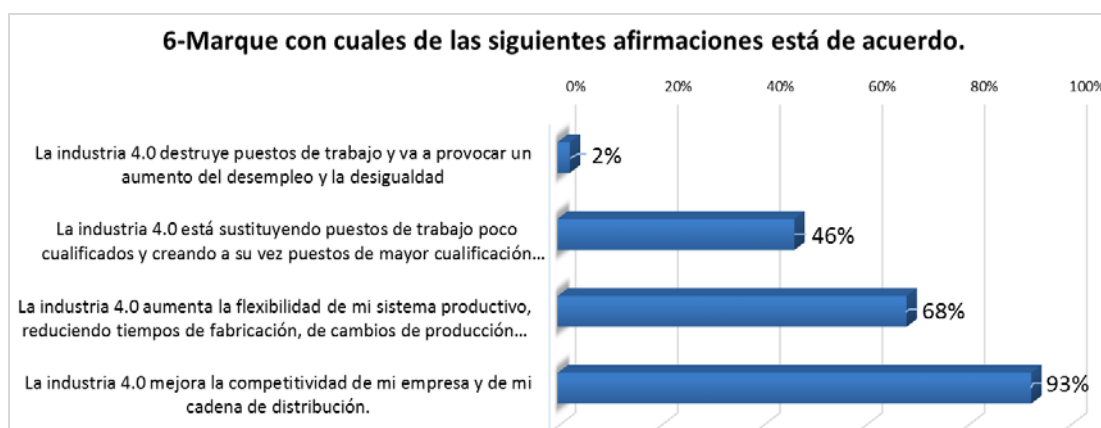


Figura 45. Resultados cuestionario. Percepción acerca de industria 4.0. Fuente: *Elaboración propia.*

Solo un 2% de los directivos encuestados percibe la industria 4.0 como un agente que destruirá trabajo y provocará un aumento del paro y la desigualdad. La mayoría de los directivos encuestados, el 93% están convencidos de que la industria 4.0 mejora la competitividad de sus empresas y de su cadena de distribución. Un 68% cree que además, mejora la flexibilidad de su sistema productivo, ayudando a reducir los tiempos de fabricación y los tiempos de cambios de producción. Un 46% de los directivos encuestados consideran que la industria 4.0 está destruyendo puestos de trabajo de baja cualificación y creando a su vez puestos de mayor cualificación.

En cuanto a la implantación de robots en la empresa y sus previsiones para los próximos 3 años, los resultados se pueden observar en la figura 46.

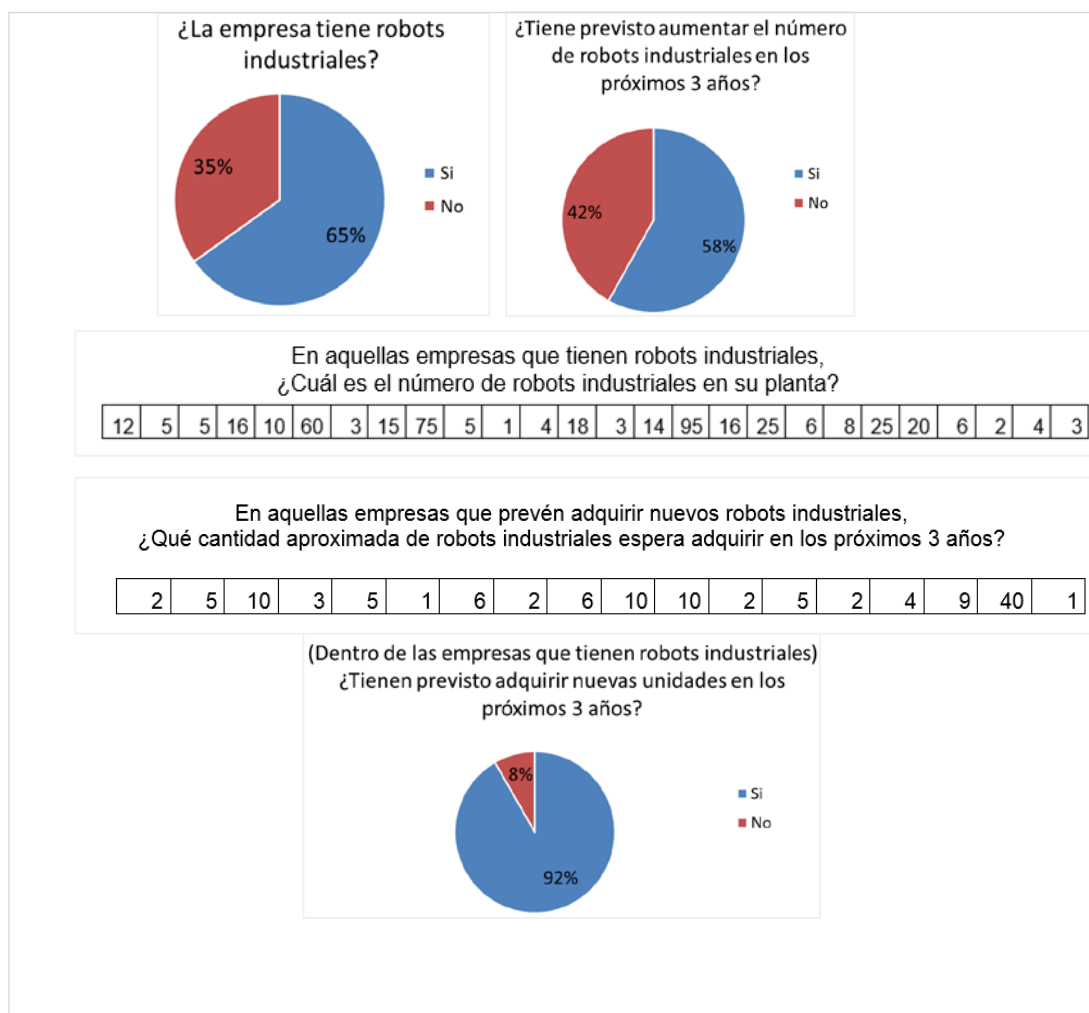


Figura 46. Resultados cuestionario. Robots industriales, cantidad y previsión de aumento en los próximos 3 años. *Fuente: Elaboración propia.*

El 65% de las empresas encuestadas tienen actualmente robots industriales. El número de robots varía desde 1 única unidad hasta 95 unidades.

El 58% de las empresas encuestadas tienen previsto aumentar el número de robots en los próximos 3 años. Esta cifra cambia cuando se evalúa la respuesta dentro de aquellas empresas que sí tienen robots industriales, de tal manera que el 92% de las empresas que tienen a día de hoy robots industriales esperan aumentar el número de dispositivos en los próximos 3 años.

La cantidad de unidades que esperan adquirir (tanto aquellos que tienen robots, como aquellos que aún no) oscilan entre 1 y 40 unidades.

Dentro de la robótica están los robots colaborativos. Su implantación se detalla en la figura 47.

El 79% de los responsables encuestados afirman conocer la robótica colaborativa y las posibles aplicaciones en su negocio. No obstante, solo el 21% de estas empresas dispone a día de hoy de robots colaborativos, en cantidades pequeñas en todos los casos, de 1 a 4 unidades.

El 44% de las empresas que utilizan robots colaborativos, lo hacen activamente junto con operarios. Esto quiere decir, que en el 44% de los casos hay aplicaciones en las que operario y Cobot comparten el espacio de trabajo (Workspace).

En cuanto a los modos de trabajo, la normativa ISO/TS 15066 [14] define 4 modos principales. Al no tener una muestra significativa de respuestas no se trata esta respuesta de manera porcentual. Se puede observar como en el caso de las empresas que respondieron a esta cuestión no existe una tendencia común, y que realmente se están implementando todos los modos de trabajo. De las entrevistas con expertos de la segunda fase del proyecto y de la experiencia observada en ferias y demostraciones, se observa, que en muchos casos las implantaciones son aún proyectos piloto. Asimismo, se observa que la tendencia a menudo es de implantar este tipo de robots en aplicaciones poco ergonómicas o que produzcan lesiones, aplicaciones en las que se sustituyen tanto empleados como robots tradicionales (por temas de costes, rentabilidad y ocupación de layout de fábrica) y aplicaciones en las que se aprovecha este tipo de dispositivos como “robots sensitivos”, valiéndose de las posibilidades de programación que aportan.

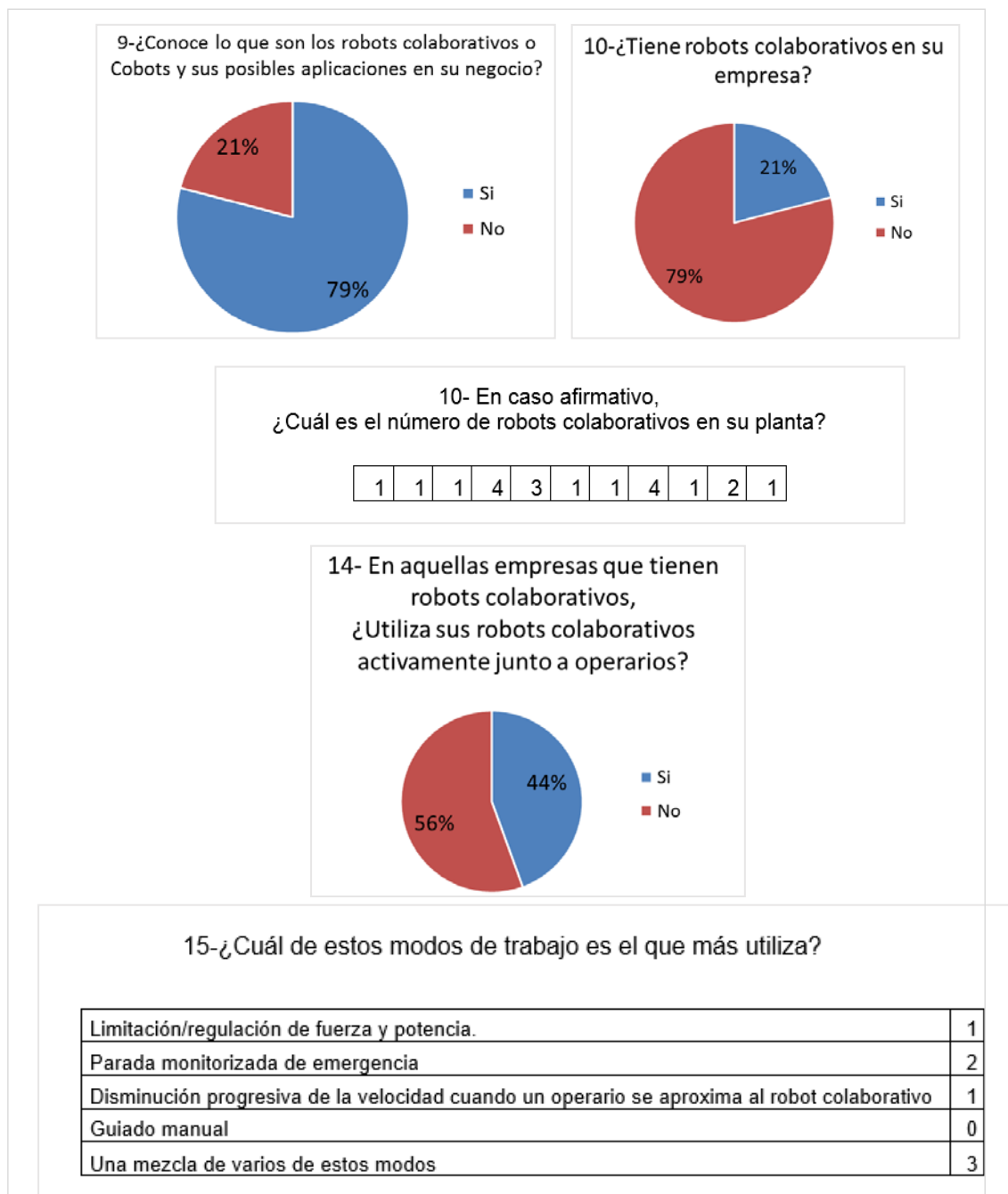


Figura 47. Resultados cuestionario. Robots colaborativos. Posibilidades, cantidad y formas de trabajo. *Fuente: Elaboración propia.*

En la figura 48 se detallan los resultados sobre la normativa de la robótica colaborativa. Solo un 7% de las empresas encuestadas dispone de la norma ISO/TS 15066 [14], la principal norma para el trabajo con robótica colaborativa. La cifra es también muy baja, el 9%, en el caso de empresas en las que exista alguien conocedor de esta norma.

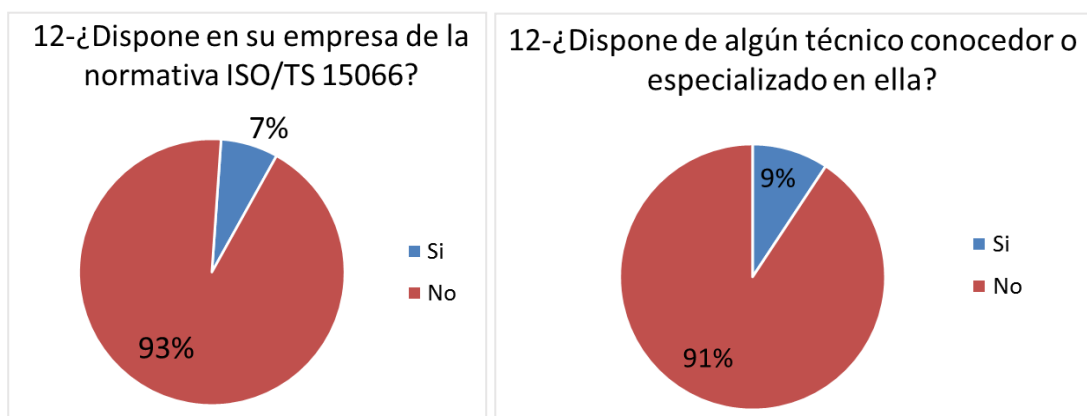


Figura 48. Resultados cuestionario. Conocimiento y utilización de la norma ISO/TS 15066 sobre robótica colaborativa. *Fuente: Elaboración propia.*

En la figura 49 se puede ver la previsión de implantación de nuevos robots colaborativos en el futuro, tanto de las empresas que ya los tienen como en el resto de las empresas.

Solo el 37% de las empresas encuestadas tienen previsto implantar Cobots en los próximos 3 años. Las cantidades varían desde 1 unidad hasta 10 unidades, en algunos casos se trata de empresas que ya tienen dispositivos y planean adquirir nuevas unidades, y en otros casos se trata de empresas que no tienen y que van a comenzar a utilizarlos en menos de 3 años.

Cuando analizamos exclusivamente las empresas que a día de hoy tienen Cobots, vemos que la mayoría, un 67% de ellas tienen previsto ampliar el número de dispositivos en los próximos 3 años, lo que indica que las empresas que han empezado la implantación de esta robótica tienen una experiencia satisfactoria que hace que se planteen seguir con nuevas implantaciones.

En la figura 50 se muestran los resultados de las empresas que tienen robots colaborativos, en cuanto a la satisfacción con ellos y los resultados en prevención de riesgos laborales. Sobre el futuro de los robots colaborativos, los resultados están en la figura 51. Prácticamente la mitad de los directivos y responsables encuestados se plantean la utilización de robots colaborativos para realizar tareas que ahora llevan a cabo con robots tradicionales. Hay que recordar que este tipo de dispositivos aportan

una serie de ventajas respecto a los tradicionales de cara a facilidad de programación y reprogramación, menor ocupación de espacio, menor coste (en muchos casos esto se traduce en un retorno de la inversión más rápido) y posibilidad de interacción segura con operarios. En cuanto a sustituir operaciones llevadas a cabo por operarios, un 38% afirma que, si lo tienen en mente, un 36% tiene sus dudas y un 26% no se lo plantea de momento.

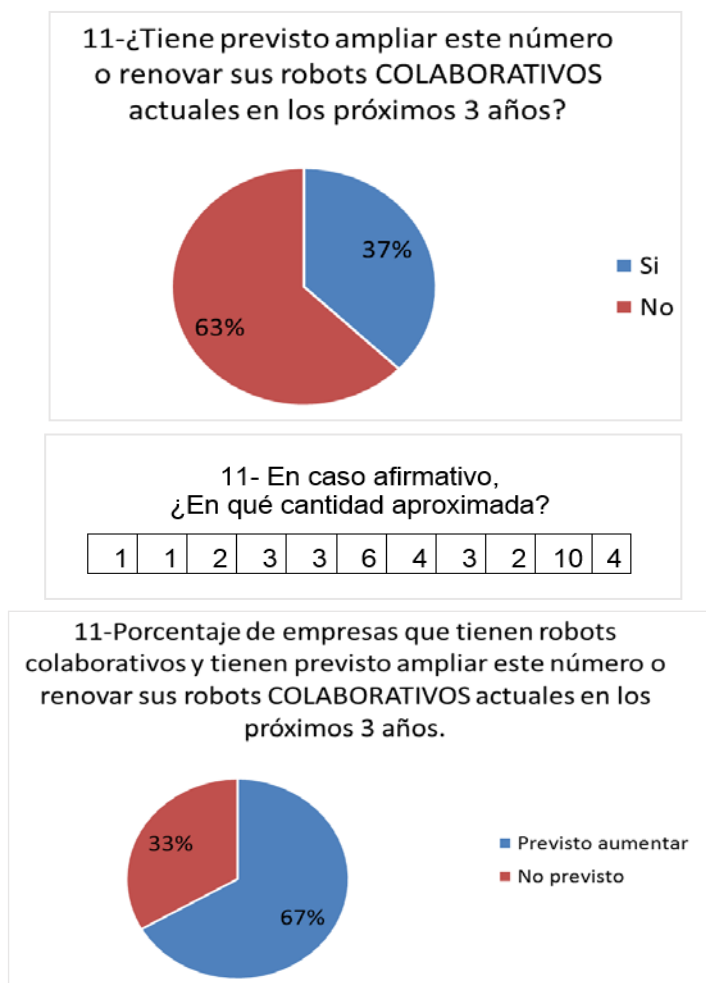


Figura 49. Resultados encuesta. Robots colaborativos. Previsión a futuro. Grado de satisfacción. *Fuente: Elaboración propia.*

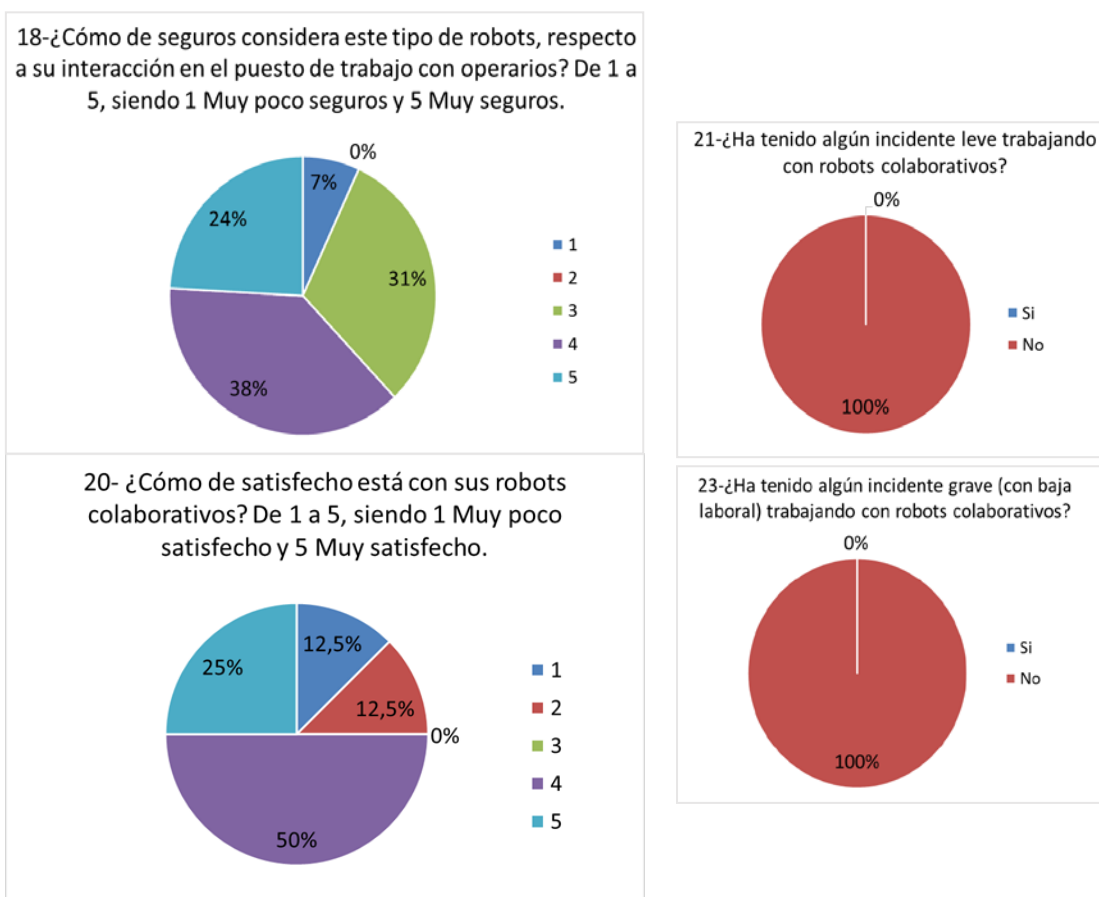


Figura 50. Resultados cuestionario. Seguridad y accidentes con robots colaborativos y grado de satisfacción con su uso. *Fuente: Elaboración propia*

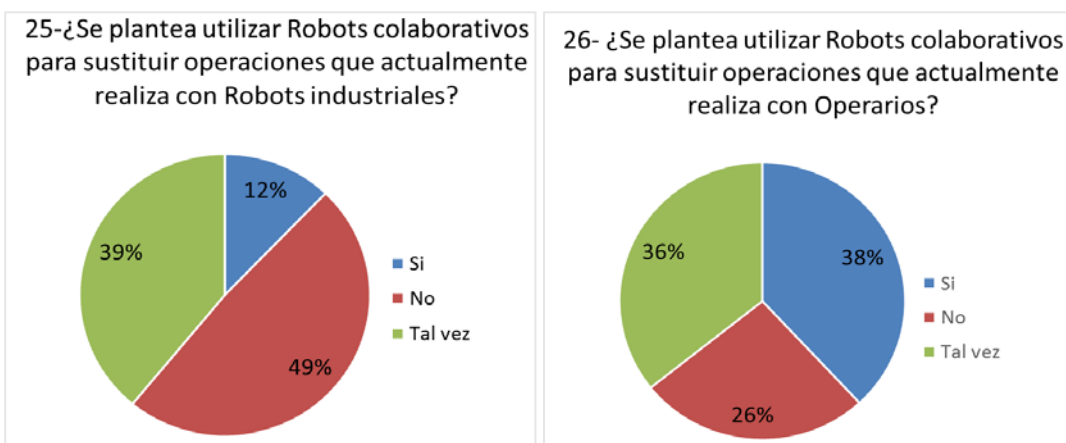


Figura 51. Resultados cuestionario. Robots colaborativos. Implantación futura. *Fuente: Elaboración propia.*

5.2. Resultados del estudio cualitativo.

En este apartado se transcriben las ideas principales obtenidas de las entrevistas con los expertos seleccionados en industria 4.0. Dado el carácter abierto de las entrevistas, hay casos en los que ciertas preguntas no se abordaron, y por el contrario hubo otras en las que se hizo un gran hincapié. La información está organizada por categorías y subcategorías, tal y como se detalla en el apartado 4.2. En algunos casos se muestra la información general recogida de todos los informantes y en otros casos se detalla la respuesta concreta de alguno de ellos por considerarse relevante.

Categoría 1. Tecnologías existentes en la empresa del informante.

Dentro de esta categoría existen 3 subcategorías, que se detallan a continuación.

1.1.- ¿Qué porcentaje de facturación/beneficios se reinvierte en I+D anualmente? ¿Qué cifra sería deseable reinvertir? ¿Mayor o igual que la actual?

Esta pregunta solo es contestada por 4 de los informantes. Dos de ellos cifran la reinversión entre un 1-2% de la facturación, y un tercero no lo cuantifica, simplemente remarca el escaso importe. Solo uno de los informantes cuantifica la inversión en el 50 % dado el carácter excesivamente tecnológico de la empresa y la contratación en exclusiva de parte de la plantilla para I+D. Tres de los informantes subrayan la necesidad de aumentar esta partida. Además, como ideas transmitidas en esta pregunta se pueden señalar los siguientes comentarios:

“Detectamos también una falta de mecanismos fiscales que incentiven una mayor inversión en I+D”.

“Sería deseable poder realizar una mayor inversión en I+D+I”

“En torno a un 1-2%... Sería ideal poder reinvertir más, quizá el doble”

“Depende de la fábrica, actualmente no mucho... se reinvierte, pero sería deseable poder reinvertir más o bastante más”

“No hay una partida como tal para nuevas tecnologías, sino que se van financiando proyectos de innovación en los que se detecta una oportunidad de mejora”

1.2.- Dentro del gran abanico de tecnologías 4.0, ¿Cuáles utilizan? ¿Cuáles conocen, pero no utilizan, o no utilizan de una manera tan extendida?

En la tabla 4 se muestran las tecnologías usadas por los informantes en sus respectivas empresas, distinguiendo entre el uso total (X), el uso experimental en algún caso (O) y la falta de cualquier tipo de uso (-).

Tabla 5. Tecnologías usadas en empresas de los informantes. *Fuente: Elaboración propia.*

	INFORMANTE 1	INFORMANTE 2	INFORMANTE 3	INFORMANTE 4	INFORMANTE 5	INFORMANTE 6
Cloud	X	X	X	X	X	X
IOT	X	X	X	X	X	X
CIBERSEGURIDAD	X	X	X	X	X	X
BIG DATA	X	X	X	X	X	X
REALIDAD VIRTUAL Y SIMULADA	X	X	X	O	O	O
SIMULACION	X	X	O	X	-	O
FABRICACIÓN ADITIVA	X	X	-	-	X	X
ROBOTICA COLABORATIVA	X	X	-	-	X	X
SISTEMAS INTEGRACIÓN	X	X	X	X	X	X

Se puede apreciar que hay 5 tecnologías implantadas en todas las empresas, y 4 que están menos implantadas. Estos porcentajes son similares y las tecnologías coinciden con las encuestadas en el estudio cuantitativo, ya que la realidad virtual y aumentada, la simulación, la fabricación aditiva y la robótica colaborativa, en ambos casos (encuesta y entrevista) tienen un menor grado de implantación. Como ideas complementarias al cuadro anterior, se pueden señalar las siguientes, por informante y tecnología

- Cloud Computing.

“Se utiliza, y se utiliza de una manera muy extendida, pero aún detectamos una cierta resistencia a la adopción del Cloud por temas de Ciberseguridad”.

“Lo utilizamos, pero uno de los hándicaps más importantes que vemos en ese aspecto es la Ciberseguridad”. Se usa, pero de manera limitada por estos temas de seguridad.

- Internet de las cosas (IOT).

“Sin duda, se utilizan... De hecho, observamos, que las empresas industriales que más ventajas están encontrando con la incorporación de esta tecnología son aquellas que tienen activos industriales de más de 12 años de antigüedad... ya que permite descubrir la fábrica oculta y mejorar los índices de eficiencia y productividad”.

“Lo utilizamos, pero con mucha cautela”.

- Ciberseguridad.

“Se ha avanzado mucho en los últimos años, pero, en mi opinión queda un capítulo muy importante de concienciación, actualización y sensibilización de las plantillas de las organizaciones”

“Si, para nosotros es un must”.

- Big data y análisis masivo de datos.

“Es una de las tecnologías más presentes actualmente, y se trata de una de las que mayor perspectiva tiene a futuro, tanto por las posibilidades, como por la demanda de perfiles formados en este aspecto...” “El reto que observamos es que se están adoptando, pero en algunos casos no se dedica el suficiente tiempo de calidad para definir el problema que se quería resolver...” “Entender el problema que quieres abordar y recopilar datos de calidad es la garantía de que los resultados sean los deseados”

“Si, en esto estamos trabajando mucho últimamente...sobretudo en crear una buena administración y una buena capa de los datos para que sea disponible para todo el mundo...”. “Para estudiar tendencias... ver patrones que se repiten y anticipar potenciales problemas... mantenimiento predictivo... anticipar resultados analíticos de productos”

- Realidad Virtual y realidad aumentada.

“Ha habido muchos proyectos piloto, tanto de realidad virtual, como aumentada e híbrida”. “Se trata de una tecnología muy atractiva... existe un peligro de adoptarla sin tener quizá bien definido el problema a solucionar... hay que entender bien el problema a resolver”

“Estamos realizando pruebas con realidad aumentada”.

“Alguna aplicación, pero no mucho”.

“Algún ensayo piloto, algún tema de formación, pero en líneas generales no”.
- Simulación.

“Se utiliza mucho, en particular, el concepto de gemelo digital, en procesos, simulación de espacios, robótica industrial...”

“De manera muy localizada”.

“Esa tecnología algo menos...”
- Fabricación aditiva.

“Observamos aplicaciones, pero no tanto en fabricación de piezas, si en fabricación de moldes y si en fabricación de determinados elementos de algún equipo industrial que ayuden a su operación y que no se encuentren en el mercado abierto...” *“Hay interés en la impresión en metal, pero observamos que a las tecnologías todavía les queda un recorrido”*
- Robótica Colaborativa.

“En aplicaciones muy concretas”, “conceptos como la combinación de AGVs con robots colaborativos creemos que pueden dar múltiples aplicaciones en el futuro”

“Si, llevamos un tiempo intentando implantar una solución para una tarea compleja ergonómicamente”
- Sistemas de integración horizontal y vertical. (Supply Chain Management, CRM, ERP...)

“Se está produciendo una integración vertical ERPs y MES” “...existen propuestas que integran verticalmente desde PLC, MES, ERP e incluso CRM”.

1.3. - ¿Disponen de un departamento propio que trata estas temáticas? (departamento de Industria 4.0).

La respuesta a esta pregunta no ha sido la esperada. Lejos de existir un departamento específico, quizás por el tamaño de las empresas o por la progresiva adaptación de las estructuras existentes, no existen dichos departamentos. Se transcriben las respuestas de los informantes para detallar cual es la situación de cada una de las empresas y como están avanzando en la modificación de la estructura empresarial. En ninguno de los casos existe un departamento propio salvo en uno, pero que depende de otro departamento.

*“En general no...” “Se han dado en algunas empresas pasos en ese sentido... pero sigue habiendo una gran separación entre el mundo OT y el mundo IT”
“En general empiezan a existir figuras y responsables de estas temáticas, pero habitualmente no tienen recursos/financiación propios”.*

“No hay un departamento propio, es un departamento compartido entre 3 direcciones diferentes, se trabaja en colaboración, dependiendo el proyecto participan unas u otras personas”. “No se planea crear un departamento propio en los próximos 3 años”.

“Disponemos de un departamento propio de industria 4.0... que depende a su vez de otro departamento...”.

“Se disponen de empleados dedicados de manera completa a investigación en desarrollo de nuevas tecnologías, pero no en un departamento específico”.

“No es tanto un departamento... tenemos un comité, de personas de diferentes departamentos, con inquietud por estos temas... liderados por una persona que trata de buscar nuevas tecnologías y aplicación de estas nuevas tecnologías en la empresa”

“No existe un departamento como tal... existe un equipo coordinado, de profesionales de distintas áreas que trabajan en estos temas.... existen varios bloques, por un lado, un equipo que se encarga de ver si lo que implantamos en la planta tiene valor y puede escalarse a otras plantas de la compañía... y por otro lado comprobar si se puede implementar algo que ya se está haciendo en otros sitios”. “No se planea crear un departamento propio en un futuro próximo”.

Categoría 2. Tecnologías existentes en la empresa del informante.

Esta categoría se divide en 9 subcategorías, una por cada tecnología. Las preguntas planteadas son bastante amplias para indagar en profundidad sobre la implantación de dicha tecnología en la empresa, por lo que se va a transcribir las contestaciones lo más literal posible en el sentido de no perder información. En algunos casos, aun usando dicha tecnología, el informante no comentó en profundidad su uso por lo que no siempre todos los informantes aportan información de todas las tecnologías.

2.1.-Almacenamiento de información en la nube/Cloud Computing. ¿Qué métodos de almacenamiento tienen? ¿Subcontratan los servicios de almacenamiento o los gestionan de manera interna? ¿Tienen previsto empezar a utilizar servicios de la nube en el futuro próximo? ¿Qué usos/datos almacenan? ¿Utilizan software en línea? ¿Qué tipo de aplicaciones?

2.1.1. *“Principalmente temas ofimáticos, gestión de correos, capacidad de procesamiento...analítica de datos de procesos...”. “Estar a último nivel constantemente en ciertas tecnologías no es factible ahora mismo con instalaciones en el local... la nube es una solución muy buena a este respecto”.*

2.1.2. *“Principalmente lo utilizamos para concentrar los datos de todas las plantas en un mismo sitio y aprovechar herramientas estándar para no tener que desarrollarlas nosotros... que lo que estamos construyendo se base en plataformas que los grandes suministradores de elementos en la nube se encargan de tener en la nube, de hacer mejoras... Todo lo que podamos utilizar basadas en eso va a tener una mejora más exponencial que lineal” “Subcontratamos los servicios a partners pero con una gran implicación del departamento de industria 4.0 y el departamento de IT” “En mi opinión esta es una de las tecnologías que más se va a notar y desarrollar a futuro”.*

2.1.3. *“Usamos la herramienta Watson de IBM, en almacenamiento, procesado y técnicas de inteligencia artificial... Usamos Amazon web services para almacenamiento de datos en la nube...”. “Creo que es una ventaja muy importante poder usar servidores a la medida en que los necesitamos... La posibilidad de usar servicios muy potentes de grandes compañías pero que están disponibles para su uso en empresas más pequeñas”* Asimismo se comenta que servicios como One Drive tanto para correos como para paquete ofimático. *“Te puedes permitir tener los servicios*

de una compañía de altos vuelos, porque al final pagas por lo que utilizas y en el momento en que lo utilizas.”

2.1.4. *“Temas internos si, en bastantes aplicaciones como utilizar software en la nube... volcar ciertos datos en la nube... todo en temas que sean internos, en cuanto hablamos de plataformas externas nos cuesta mucho más...”*. Nos muestra su preocupación de cara a la seguridad de los datos o elementos que vuelcas en la nube *“lo gestiona gente nuestra, habrá alguna persona que se subcontrate, pero es un departamento nuestro”*.

2.1.5 *“Cada vez más se vienen usando servicios de software y de almacenamiento de datos en la nube, a través de plataformas como Azure, Amazon etc... Los ordenadores los tenemos en local, pero no guardamos absolutamente nada, todo se vuelca a la nube”*

2.2.- Tecnologías IoT (Se liga esta temática a herramientas de Machine Learning, Deep Learning, etc.). Beneficios y aplicaciones.

2.2.1. *“Utilizamos principalmente soluciones de sensorización y conexión con actuadores en línea... Muchas de nuestras líneas de producción están automatizadas”* *“Nuestros clientes requieren productos a medida en un tiempo determinado y con unas características determinadas... Eso, normalmente, el ser humano no es capaz de tener todo ese tipo de controles... estas herramientas permiten que la propia línea de fabricación, con los sensores y actuadores se comuniquen con los sistemas IT y garantice la calidad de la pieza es la correcta, se hace en el tiempo determinado...”*

2.2.2. *“En el ámbito de la industria con lo que más contamos es con redes cableadas, PLC... y aquí el ahorro no es tanto pasar de un sistema cableado a un sistema inalámbrico... el IoT lo entiendo más como interconectar todo, no trabajar en isla”* *“... conectar todos estos PLC y sensores, almacenar estos datos en una base de datos o en la nube...”* *“Tenemos que enfocarnos en digitalizar toda la información que ya tenemos, de aquellos sensores que ya tenemos instalados... esto nos permite control de procesos, seguimientos de calidad, predecir averías, detectar anomalías...”* *“Hay una gran diferencia entre quien guarda los datos y quien los utiliza”*.

2.2.3. *“La única diferencia que veo entre una empresa de otro sector y una del sector agroalimentario es que aquí no hay techo”. “La importancia de estas tecnologías en el sector es que aquí los productos no pueden repetirse... en otros sectores, yo tengo una tuerca y puedo fabricar miles, pero si tengo un racimo de uvas no puedo hacer miles... Si algo falla y sale mal no puedo repetir la campaña, por tanto, se requiere más de internet de las cosas, de más sensores... requiere que tengamos tanta vigilancia de la parcela que no podamos permitirnos un error... el error en una finca se paga con no poder recoger producción... No podemos permitirnos esos errores”.*

2.2.4. *“Lo utilizamos, pero con mucha cautela”.*

2.2.5 *“Lo más importante de la fábrica es recoger las señales que emiten nuestras máquinas, que determina e identifica que está pasando en nuestro producto... Estamos trabajando en recoger el mayor número de datos relevantes... organizados en una gran base de datos... con el objetivo de tratar de interconectar todos los datos que engloban e influyen directa o indirectamente en el producto. Estamos entrenando un equipo de científicos de datos, que conozcan nuestros productos y nuestras necesidades... para poder explotar al máximo la información”. “No pensar solo en procesos o situaciones aisladas sino en todo como un conjunto global”. (Se cita, por ejemplo, ligar los datos con que persona y de que turno de trabajo estaba en ese momento interactuando con el producto).*

2.3.- IoT

2.3.1 ¿Utilizan algún software de inteligencia artificial que tome decisiones de manera automática, o por el contrario las decisiones las toman siempre empleados/mandos?

2.3.1.1. *“De momento no” “A día de hoy aún no” (las decisiones las siguen tomando las personas)*

2.3.1.2. *“Si y no, tenemos algún ejemplo funcionando, pero en otras muchas situaciones necesitamos que siempre haya una persona detrás... ciertas operaciones aún no garantizar una efectividad suficiente como para sean 100% autónomos” “se está haciendo una gran inversión en esta materia”.*

2.3.1.3. *“Hasta ahora no, hasta ahora es una ayuda para el operador, pero es esté quien sigue tomando la decisión final...”*

2.3.1.4. *“Creo que va a haber mucho tiempo de transición hasta que realmente nos fiemos de eso... sobretudo en el sector farmacéutico en el que somos muy cautelosos... La decisión fundamentalmente del riesgo...”* Se ilustra con ejemplos; al final si el riesgo de que yo deje a un algoritmo hacer esto es que un lote salga defectuoso, pero después tengo un control y lo voy a detectar; en ese caso, el riesgo es asumible, pero claro, si ese lote vale 2 millones de euros, el riesgo deja de ser asumible.

2.3.1.5. *“Utilizamos algoritmos que ofrecen al usuario soluciones... pero la toma de decisiones sigue en manos de las personas”*

2.3.2.- En el ámbito doméstico tenemos a Alexa, Google Home, los coches auto-pilotados, montones de ejemplos, ¿Qué ventajas cree que pueden aportar estas tecnologías en los procesos productivos? ¿Cuál cree usted que puede ser el futuro de estas técnicas en el ámbito industrial?

2.3.2.1. *“Este tipo de tecnologías te permiten descubrir en la realidad de tu operación industrial cosas en las que en el día a día no te has parado a pensar, como pueden ser desplazamientos, ciclos, que sucede durante la reparación de algo... Te permite descubrir la fábrica oculta”* *“Para poder aumentar la flexibilidad y competir necesitas recabar datos para construir información”* *“Puede influir muy favorablemente en prevención de riesgos laborales... señalizando zonas de peligro, riesgos...”*. *“Puede ayudar a reducir el índice de accidentes laborales con baja”*

2.3.2.2. *“Principalmente para resolución de problemas, para consultas a bases de datos... por ejemplo, un operario que tenga dudas de cómo hacer algo que pueda hacer una consulta en tiempo real... en varios idiomas...”*

2.3.2.3. *“El futuro está todo por hacer”*. *“Existen multitud de herramientas que se pueden aplicar...”* *“El mayor de los problemas que encontramos es la conectividad... ¿Por qué no ha evolucionado la agricultura hasta el 4.0? Porque aún hay zonas en las que la que la conectividad aun no es la idónea”* No obstante, se destaca los avances y en gran abanico de alternativas a este respecto, que permiten que estas herramientas se estén convirtiendo en una realidad. *“En España hay mucha conectividad aunque a veces se piense que no... el 100% de la cobertura satelital en España es viable”*. Las posibilidades son enormes.

2.3.2.4. *“Creo que el futuro podría ser que una inteligencia artificial tuviera tal control del proceso que te permitiera anticipar cualquier tipo de situación, error...”*

También hay ventajas, en temas de fichaje y control horario de los jornaleros, en aspectos tan clave como automatizar el regadío a través de aplicaciones móviles, evitando así tener que desplazarse hasta la finca para hacerlo manualmente, cámaras de seguridad, luces, alimentación automática de animales, todo automatizado... Cosas que pese a parecer sencillas aportan muchas posibilidades al sector. Se destaca así la idea de que multitud de herramientas que ya existen aportan mejoras muy notables en los procesos de este sector.

2.3.2.4. *“La inteligencia artificial aplicada al conteo de productos es algo que tiene mucho presente y también mucho futuro en este sector”*

2.3.2.5. *“Quizá el futuro pueda ser automatizar tareas administrativas repetitivas... que un algoritmo pueda coger información de SAP, pasar facturas...eliminar tareas administrativas repetitivas que son necesarias pero que no aportan un valor añadido”.*

2.4.-Ciberseguridad.

2.4.1. ¿Tienen estrategias de Ciberseguridad?

- Cambio de contraseñas.
- Intranets.
- Copias de seguridad de los servidores. Frecuencia de las copias.
- “Capar” los equipos de trabajo para impedir que se conecten dispositivos externos a ellos (USB capado, por ejemplo).
- Protección del correo empresarial.
- Ausentarse sin cerrar sesión del PC.
- Otras (averiguar cuáles)

2.4.1.1. *“...Servicios de equipo rojo y equipo azul... un equipo de profesionales que ataca el sistema y otro que trata de impedirlo, durante un*

cierto tiempo, para detectar donde hay agujeros de seguridad...” “Hay que buscar un equilibrio entre el riesgo de estar conectado a un tercero y el beneficio que te aporta”

2.4.1.2. *“Todas”. “Estamos usando sistemas de doble autenticación”. “En la Ciberseguridad encontramos 3 mecanismos, algo que yo sé, algo que yo tengo y algo que yo soy”.*

2.4.1.3. *“Todas ellas a excepción de captar los USB y periféricos capados”. “A mayores tenemos temas DMZ para separar zonas y prevenir riesgos”* Definir y delimitar que partes pueden o no acceder a unas u otras informaciones y partes del sistema. Similar al concepto de firewall, pero más avanzado.

2.4.1.4. *“...Al utilizar software de grandes compañías...”* hilando el tema con los servicios a través de la nube *“la Ciberseguridad viene de la mano de estas grandes compañías... no conozco pequeñas compañías que se dediquen a esto, sino grandes multinacionales que se dedican a blindar los dispositivos, el software, los ordenadores, los sistemas... Estamos en manos de grandes compañías”.*

2.4.1.5. *“Todo”. “La integridad de los datos es muy importante... quien ha hecho la operación y cuando la ha hecho... por eso es muy importante este tipo de estrategias como la de no ausentarse nunca sin cerrar sesión... se invierte mucho tiempo en sensibilizar a la gente en estos aspectos”.*

“Segregación de la información... antes podían estar juntas con firewalls, pero se tiende a segregadas... Comparten datos, eso siempre, pero se tiende a segregadas...”.

2.4.1.6 *“Todo”*

2.4.2. *¿Están subcontratadas o las gestionan desde su equipo de informática propio?*

2.4.2.1. *“Todo de manera interna y propia... con algún apoyo puntual”*

2.4.2.2. *“Algunas se subcontratan, pero básicamente en todo tenemos gente de IT involucrada”*

2.4.2.3. *“Al utilizar software de grandes compañías, la Ciberseguridad viene de la mano de estas grandes compañías...”* Además, se destaca que a su

juicio, en el caso de las empresas que no son grandes multinacionales es mejor ponerse en manos de expertos en estas temáticas.

2.4.2.4 *“Se gestiona desde la sede central de la compañía”.*

2.4.3. *¿En el futuro próximo, esperan invertir y reforzarse en Ciberseguridad?*

A esta pregunta los cinco entrevistados que contestan afirman categóricamente que sí.

2.5.- Realidad Virtual y realidad aumentada

- *¿Se utiliza alguna de estas tecnologías en la empresa? ¿Cuál? ¿Para qué?*
- *¿Utilizan estas tecnologías para formar a empleados en tareas nuevas? (por ejemplo, formarles en el manejo de una nueva máquina, por ejemplo, un puente grúa)*
- *¿Utilizan estas tecnologías para la gestión de sus almacenes?*
- *¿Cuál cree usted que puede ser el futuro de estas técnicas en su sector industrial? ¿Cuál puede ser el potencial uso en los próximos 3 años? ¿Qué limitaciones encuentra al respecto?*

2.5.1. *“...Simulación de espacios, apoyo en tareas de mantenimiento, consultas de información en tiempo real...”. “Creo que la hibridación con drones de vuelo interior, para control de almacenes de grandes dimensiones podría ser otra posible aplicación con recorrido...”*

2.5.2. *“Una posible aplicación futura pueda ser el soporte remoto para solucionar problemas... que un operario, con unas gafas, pueda por ejemplo estar en contacto en tiempo real con alguien que le esté dando soporte en remoto en otro país y a la vez con esas mismas gafas pueda tener acceso a manuales, procedimientos...” “Me preocupa su ergonomía en la utilización durante 8 horas de jornada laboral... el futuro tiene que pasar por una integración más amable con el operario”*

2.5.3. *“Creo que aún los beneficios de su uso no compensan temas como el incordio de llevar ese tipo de dispositivos durante toda la jornada...”* Le queda mucho recorrido para que su aplicación en la industria pueda calar de

manera importante. La sigo viendo como la eterna tecnología que estas esperando a ver cuando llega la aplicación buena o el diseño perfecto y parece que nunca llega.

2.5.4. *“En nuestro caso no tanto”*. En realidad aumentada o virtual se encuentran aplicaciones de técnicas de visión artificial junto con tecnologías de machine learning para conteo de productos.

2.5.5. *“Hemos probado algunas soluciones... en concreto de apoyo remoto de una persona a otra... también para entrenamientos de procedimientos, por ejemplo de análisis de laboratorio...”*

2.6.-Simulación y BIM

-A la hora de diseñar piezas, prototipos, ensayos... ¿Utilizan simulaciones, mallados de elementos finitos o algún tipo de software de simulación para analizar la viabilidad previo a lanzar esos productos?

-A la hora de simular procesos, tanto para nuevas implantaciones y posibles cambios, como para control de procesos actuales.

2.6.1. *“Se utiliza mucha simulación de piezas, sobretodo en elementos de seguridad... Son muy necesarias”*

2.6.2. *“Si, en nuestro caso si... por ejemplo en el tema de drones, tenemos software de simulación para que antes de llegar a la finca sepamos cómo ha podido volar ese equipo”* Muy útil de cara a temas de agricultura de precisión.

2.6.3. *“... Todos los proyectos normalmente empiezan como un piloto... tú simulas una parte del proceso como esa aplicación te puede funcionar... Existe un protocolo larguísimo en el que se tiene que demostrar que esa aplicación y esos resultados son coherentes”* (Importantes, rentables, aportan beneficio de algún tipo, ya sea ergonómico, de rentabilidad, calidad, satisfacción de los trabajadores...) *“Esta es la utilidad que le damos a las simulaciones”*.

2.7.- Fabricación aditiva. (¿Con plástico o también con metales?)

- ¿Para que la utilizan principalmente?

- ¿Cuál cree usted que puede ser el futuro de estas técnicas en su sector industrial?
- ¿Cree que el futuro de esta tecnología está en el ámbito industrial o cree que se quedará en algo anecdótico y para uso doméstico ocasional?
- ¿Tienen pensado probar alguna aplicación de fabricación aditiva en el próximo año? ¿De qué tipo?

2.7.1. *“Probarán aplicaciones de este tipo este año y el próximo año”
“...aplicaciones no tanto en fabricación de piezas, y si en fabricación de moldes, utillajes... fabricación de determinados elementos que complementan equipos industriales...”*

2.7.2. *“Principalmente para prototipado...”*. *“A futuro vemos posibles aplicaciones para recambios de modelos antiguos y piezas fuera de stock”*

“La tecnología aún no está suficientemente adaptada para su utilización en el ámbito doméstico” (a nivel de facilidad de uso)

2.7.3. *“En nuestro caso, en nuestro sector no”*.

2.7.4. *“Lo utilizamos bastante y con muy buenos resultados... en un entorno muy regulado, prestando atención a aquellas partes que están en contacto con productos...”*. *“La ventaja es rediseñar piezas con el objeto de mejorar la eficiencia de ciertas máquinas...nos resulta mucho menos costoso, más rápido...”*. *“En muchas ocasiones, muchas de las piezas que fabricamos son para señalización, ergonomía, tener las cosas ordenadas, soporte a la producción...”*

“Tenemos pensado hacer aplicaciones nuevas en el año que viene... no todos los días, pero prácticamente todos...”

“De momento solo en plásticos, no en metal...”. *“No tenemos volumen para hacerlo nosotros... pero sí que tenemos contacto con empresas externas que son capaces de fabricar en metal... si en algún momento dado necesitamos alguna pieza en algún tipo de metal podemos contactar con ellos...”*

2.7.5 *“Lo veo como un elemento de entrada perfecto a la industria 4.0... se trata de una tecnología a través de la cual puedes observar resultados tangibles y rápidos, y eso te puede permitir adentrarte en otras tecnologías... es como un catalizador... si esto funciona, funcionará también la realidad*

virtual o la simulación o...". "Lo utilizamos para resolver problemas cotidianos... se encuentra un problema, se plantea y se diseña una solución y se aplica" "Lo utilizamos muy a menudo y con excelentes resultados". Hablando del futuro de estas tecnologías, "Creo que de cara a una producción en masa no es algo viable, al menos de momento... pero para diseñar, hacer un producto, o incluso para que cualquier, con unos pequeños conocimientos de diseño y programación pueda crear y comercializar una nueva idea de producto esta tecnología ofrece grandes posibilidades". "Permite hacer cosas muy específicas con un nivel de detalle enorme, por ejemplo, prótesis, protecciones, piezas especiales... Para mí es como un dibujante... puedes crear una realidad de la nada, la cantidad de soluciones es infinita...". "Tenemos pensado seguir implantando aplicaciones de fabricación aditiva y formar a más personas de la plantilla en esta tecnología para que la cantidad de soluciones posibles se amplíe".

2.8.- Robótica colaborativa. ¿Trabajan con robots colaborativos?

- ¿Podría hablarme de algún ejemplo en los que lo utilicen? ¿Son tareas sencillas? ¿Los utilizan junto a operarios o trabajan de manera autónoma? ¿Los considera seguros?
- ¿Cuál cree usted que puede ser el futuro de estas técnicas en su sector industrial? ¿Se utilizará para sustituir labores que realizan personas, sustituirá a otros robots industriales?
- ¿Cree que se terminarán utilizando "codo con codo" con los operarios o que se utilizarán como "robots inteligentes" o "sensitivos"?
- Si no trabajan, ¿tienen pensado implantar alguno en el futuro próximo? ¿Para qué tarea?

2.8.1. *"Los considero seguros". "...Creo que el periodo transitorio en el que se introduzcan dispositivos de este tipo será un periodo duro en el que se destruirán puestos de trabajo, pero el resultado conseguirá crear un empleo neto positivo respecto a la situación actual".*

2.8.2. *"Principalmente aplicaciones de ayudas con cargas... por temas ergonómicos, para evitar lesiones...". "En ocasiones trabajan conjuntamente*

con operarios, y en ocasiones no, los pequeños si, aquellos más grandes no.”
“Los considero seguros”. “Sustituirán a operarios en muchas tareas repetitivas” “Implantaremos nuevas unidades en un futuro”.

2.8.3. *“Si, en cuanto al uso de drones para agricultura”* No tanto el concepto de robot colaborativo, pero si el uso de dispositivos como los drones junto con gran parte de las tecnologías habilitadoras para captación de datos, tratamiento de imagen y un largo etcétera.

2.8.4. *“No tenemos, pero estamos probando una aplicación. Tenemos pensado que trabaje prácticamente independiente, aislado, en un entorno en que, si hay más analistas, pero de manera independiente... sin vallados ni protecciones, compartiendo espacio con otros analistas, pero sin interacción directa con ellos”.*

2.8.5 *“Tenemos una aplicación de robótica colaborativa... decidimos utilizarlo para una tarea que presentaba problemas de ergonomía para los operarios”. “De cara a nuevas soluciones nos estamos centrando en conseguir que el Cobot realice la tarea con la misma eficacia que el operario, analista etc.”. “De cara a futuro me gustaría explorar la idea de robótica colaborativa de precisión, en la que uno o varios Cobots trabajaran junto con los operarios ayudándoles en aquellas tareas que necesiten apoyo y trabajando de manera independiente en otras”.*

2.9.- Sistemas de integración vertical y horizontal.

-¿Cuáles de ellos utilizan?

-¿Se ha cambiado de programa en los últimos 5 años?

-¿Cuál es la tendencia de implantación de estos sistemas, hacia que se tiende?

2.9.1. *“MES propio, ERP..., Plataforma de EDI...” “Mucha personalización del software...” “Gestionamos prácticamente todo de manera interna” “En los últimos 5 años hemos cambiado algún software... principalmente por temas de unificación”.*

“Probablemente se tienda a no tener sistemas tan grandes... sino sistemas más adaptados o más expertos en cada una de las funciones...que aparezcan nuevas aplicaciones... que mucha de la capacidad de procesamiento se suba

a la nube... y que exista mucha más integración con la línea de fabricación... Veo crecimiento de integración hacia arriba, hacia abajo y en horizontal...”

2.9.2. *“ERP de SAP y el MES personalizado, muy a medida... No hemos cambiado en los últimos años”*

“Creo que la tendencia puede ser que esto converja a ir a la nube, probablemente sigas utilizando SAP o alguna de las grandes marcas, pero quizá en la nube de un tercero o utilizando herramientas de terceros...”

2.9.3. *“ERP... Nosotros integramos la información a través de layers o capas para que luego se integre todo...” “En la industria 4.0 es muy importante la toma de decisiones... para tomar bien esas decisiones es imprescindible alimentarnos con los datos adecuados...”*. Se destaca la enorme importancia tanto de recoger bien los datos, como de organizarlos y tratarlos de manera adecuada, porque esta es la única forma de que la toma de decisiones sea exitosa. Para todo esto, hay que hacer hincapié en la importancia de los sistemas de información vertical y horizontal junto con las técnicas de Big Data, de analítica, para que poder predecir ventas, productividad, rentabilidad de las fincas... *“Si yo desde ventas detecto un crecimiento de ventas de un cierto tipo de producto en una cierta zona, en compras deberían saberlo al minuto para adelantarse a la competencia y comprar más terreno o más producción de ese tipo de producto...”* Si una plataforma une toda la información, la capacidad de toma de decisiones mejora enormemente y se generan grandes ventajas competitivas con respecto a la competencia.

2.9.4. *“ERP de SAP... personalizado...” “No hemos cambiado de programa en los últimos 5 años”. “La información está muy compartida, muy centralizada, todo se registra en el mismo SAP y toda la información es compartida” “el futuro pasa por centralizar toda la información y que sea compartida”*.

2.9.5. *“Utilizamos ERP de SAP, personalizado para la compañía a nivel global, no local” “No hemos cambiado de programas en los últimos 5 años” “Estamos en fase de explorar nuevas alternativas... MES distintos, más avanzados, nuevos ERP...”* Hablando del futuro de los sistemas de integración vertical y hacia que se tiende *“En lugar de volvernos locos intentando idear nuevas interfaces, unificar la información, de forma accesible, de tal manera que podamos acceder a la información que necesitamos en cada momento para realizar los análisis que antes*

comentábamos” (Refiriéndose a temas anteriormente mencionados de IoT, análisis de datos etc...)

Categoría 3. Implementación de nuevas tecnologías.

Esta categoría se divide en 4 subcategorías que abordan distintos temas a considerar a la hora de implantar una nueva tecnología. Las preguntas muestran más opiniones de los entrevistados que hechos objetivos como en las categorías anteriores, pero dan muestra de lo que buscan los directivos a la hora de implantar estas tecnologías.

3.1.- ¿Antes de decidir si implantar o no una de estas nuevas tecnologías cuales suelen ser los aspectos que más les preocupa? El tiempo de retorno de la inversión, la falta de información o confianza en su rentabilidad, la seguridad...

3.1.1. “Retorno de la inversión”

3.1.2. “Retorno de la inversión... de manera clarísima”

3.1.3. “Al final... siempre que se implanta algo, lo que casi siempre buscamos es que genere una rentabilidad...” “No obstante se destaca la importancia de que, a la hora de implantar este tipo de tecnologías, en muchas ocasiones resulta muy difícil estimar estos factores, y que la manera de tener éxito en la decisión de implantar o no algo nuevo hay que guiarse de la visión y de la perspectiva a largo plazo. Aquellas tecnologías que te vayan a permitir avanzar más rápido que tu competencia en escenarios futuros. Se habla de la importancia de tener una visión a largo plazo, adivinar cuál es el camino que te va a llevar al éxito y a ventajas competitivas en el futuro.

3.1.4. “La digitalización consigue el retorno de la inversión de manera inmediata...” “La digitalización supera al retorno de la inversión... el retorno de la inversión está garantizado” “El problema más grave es la falta de información... el problema es la dificultad para transmitir a los profesionales del sector las numerosas ventajas que aportan este tipo de tecnologías...” Se destaca la necesidad de más formación e información sobre los beneficios que aporta la digitalización en el sector. El importante realizar más eventos, más demostraciones y más charlas donde los profesionales del sector agroalimentario puedan ver y aprender de casos de éxito en otras explotaciones, y conocer de una manera clara todos los

potenciales beneficios de la implantación de estas tecnologías. Es difícil hacer llegar toda esta información a los profesionales del sector y esto, dificulta el avance en materia de digitalización.

Asimismo, el retorno de la inversión es inmediato y está asegurado, tanto por motivos de comodidad de los empleados, conciliación, como en aspectos de productividad, aseguramiento de la calidad de los productos, eficiencia y mejora de procesos. *“Cuando el sector vea el potencial que aporta la digitalización, se avanzará al mismo nivel que han avanzado sectores como el del automóvil”*

3.1.5. *“Comúnmente es el retorno de la inversión, pero sí que es verdad que nosotros apostamos mucho por hacer cosas diferentes... muchas veces el business case (la justificación de un proyecto) es más una hipótesis...”*. En muchas ocasiones se trata de la visión de alguien que cree que ese es el camino *“Al final es una hipótesis, porque no es real... luego ya verás si lo cumples o no”* *“En ocasiones algo aparentemente no da un beneficio, pero tiene unas ciertas interconexiones que si generan beneficio... ergonomía de las personas... que las personas vengan a trabajar contentas... eso hará que rindan más, que se impliquen más... indirectamente, es un retorno de la inversión...”*

3.1.6. *“Lo que más me preocupa es la diferencia entre lo que se vende sobre la potencialidad de esa tecnología y la potencialidad real de esa tecnología”*.

3.2.- Cuando deciden implantar algo nuevo u optan por adoptar algo nuevo, que suele ser lo que les hace decantarse, como descubren las nuevas opciones que aporta el mercado, otras empresas, ferias, demostraciones...

3.2.1. *“Ejemplos de otras empresas... Cuanto más cercano o de más confianza mejor”*. *“Es muy importante compartir experiencias, tanto positivas como negativas, para facilitar la toma de decisiones”*

3.2.2. *“Fabricantes de confianza y ferias... que haya estado probado en otra empresa del mismo sector”*

3.2.3. *“Las experiencias de otras empresas es fundamental, pero al tratarse de tecnologías muy novedosas en muchos casos no es posible tener referentes de éxito... en muchos casos se trata de una labor de visión de las personas*

responsables que sean capaz de pensar... este es el camino. Hay momentos en que te tienes que guiar de una visión”.

3.2.4. Casos de éxito y experiencias previas... demostraciones, ferias, formación...”. “Además, dan mucha importancia a que la solución se les haga a su medida”.

3.2.5. “Indudablemente ferias, otras fábricas que han hecho algo parecido... además, las personas que forman el comité que tratan estos temas suelen estar atentos a todo este tipo de eventos y noticias para ver que nuevas tecnologías se pueden adoptar”

3.2.6. “Lo que más me impulsa es la adaptación al problema que queremos resolver... a partir de ahí experiencias previas, que me demuestren que funciona y el retorno de la inversión, cuanto antes, mejor”.

3.3.- Usted trabaja en automoción/sector alimentario/farmacéutico ¿Cuál es su opinión acerca de estas tecnologías, ¿cuál cree que tendrá más presencia o cual cree que será más importante?

En esta pregunta hay un consenso en que hay que digitalizar aquellos procesos que sean clave para la organización, empezar a obtener datos y eliminar el papel y que todo el mundo trabaje con la misma información en formato digital.

3.4.- Usted trabaja para una gran compañía; imagine a un compañero con su posición, pero dentro de una empresa mucho más pequeña y con menos recursos, que solo pudiese invertir en mejorar en unos pocos aspectos ¿Dónde le aconsejaría centrarse?

3.4.1. “Integración de aplicaciones y de datos y automatización de actividades...”

3.4.2. “Análisis de datos, que es lo más importante y quizá también lo más barato” “A la hora de implantar esto es imprescindible tener claro para que lo estamos haciendo y que buscamos conseguir con ello... a mayores seguro que conseguimos cosas que no estaban previstas, pero resulta imprescindible pensar en el business completo, cual es el objetivo... pensar en el total...”

3.4.3. *“Intentaría buscar alguna compañía que también esté intentando sobrevivir y trataría de trabajar en conjunto con ella en digitalizar mi fábrica... respondiendo a... ¿Dónde sacaría yo más productividad? ¿Qué startups o compañías en España me pueden ofrecer eso?... Buscar pequeños cambios, que puedan dar un diferencial importante en mi producto... La industria 4.0 le da a las pequeñas empresas la posibilidad de ofrecer un producto de una enorme calidad y competitividad, con una flexibilidad enorme.*

Categoría 4. Situación de la empresa de Castilla y León en industria 4.0.

Esta categoría consiste en 1 subcategoría que directamente pregunta por la situación de las empresas en Castilla y León. En ese apartado hay un cierto consenso y optimismo sobre la implantación, pero claramente mejor en la gran empresa respecto a la pequeña y mediana.

4.1.- *¿Cómo ve a la industria castellanoleonesa en materia de industria 4.0 respecto al resto de España y del mundo? ¿Cuál es su sensación? ¿Cree que ha avanzado lo suficiente la industria castellanoleonesa en esta materia?*

4.1.1. *“Lo veo bien, la veo con optimismo... Hay un reto muy importante, y que nos afecta a todos, y es que nos lo tenemos que creer”*

4.1.2. *“Requiere de mucha inversión y de sobretodo, mucho conocimiento tecnológico...” “Aún queda mucho por hacer”.*

4.1.3. *“Yo la veo activa... creo que se están haciendo cosas importantes y que se está avanzando... veo que muchas empresas se están implicando muy activamente”.*

4.1.4. *“Hay empresas muy muy potentes... las compañías grandes tienen más que claro que el camino es el 4.0 y están dando los pasos... en la pequeña y mediana empresa prácticamente 0, no le dan importancia y les falta información... faltan acciones de divulgación para llegar al agricultor de pequeña y mediana empresa... falta mucho por aprender y mucho por hacer”.* Se destaca la necesidad de que los pequeños y medianos agricultores puedan acceder a información para que puedan mejorar y crecer.

4.1.5. *“¿Cómo lo veo?... No es tarde... pero hay que subirse con buenos fundamentos y teniendo una estrategia clara... ¿Dónde están los problemas de mi negocio?, ¿Dónde debo enfocarme?”. No es tarde para subirse al carro de estas nuevas tecnologías, pero hay que elegir bien las tecnologías a implantar, teniendo claramente definidos los problemas del negocio, aquellos elementos clave en los que es más importante mejorar. No hay que dejarse engañar por lo atractivo de algunas tecnologías sino tratar de implantar aquellas que mejor ayuden en la realidad y la problemática de cada empresa concreta.*

4.1.6. *“Creo que en Castilla y León tenemos muchísimas personas muy bien formadas, pero no veo un gran tejido de pequeñas startups... No veo un centro como en Madrid, Barcelona, Manchester... no veo una ciudad de referencia ni una zona de referencia donde haya 50 startups desarrollando nuevas ideas y apoyadas por el gobierno central, las universidades... me falta esa zona de referencia”.*

Categoría 5. Perfil del trabajador.

Esta categoría consiste en una subcategoría que directamente pregunta por el perfil del trabajador en industria 4.0.

En este apartado hay consenso en varios aspectos. Por un lado, en la necesidad de los trabajadores de reciclarse varias veces durante su trayectoria profesional, cada 5-10 años, entendiendo este reciclaje no como cursos o pequeñas formaciones sino como grandes adquisiciones de nuevas aptitudes. Por otra parte, los entrevistados coinciden en que una de las figuras más destacadas en el presente y el futuro próximo de la industria es la del ingeniero o técnico con conocimiento de tratamiento de datos; un perfil capaz de comprender la realidad del entorno productivo de la fábrica y capaz a su vez de utilizar técnicas de tratamiento y análisis de datos para mejorar la productividad de los procesos.

5.1.- La llegada de estas nuevas tecnologías elimina puestos de trabajo y crea otros nuevos, que perfil cree usted que será más demandado en su sector, ¿qué deberían saber los ingenieros o empleados del futuro?

5.1.1. *“Hay que atender a la formación profesional como se merece... Es un vector que generaría oportunidades de empleo dignas y de futuro a*

muchísimos jóvenes de este país...” “El conocimiento de inglés y el conocimiento de estas tecnologías que hemos venido mencionando”

5.1.2. *“Le recomendaría que conozca tecnologías de la información y como poder aplicarlas, pero también que conozca el mundo en el que se pueden aplicar y que conozca las operaciones que pueden llegar a mejorar... No vale solo con ser un muy buen tecnólogo... es necesaria una mezcla de conocimientos, por un lado, la parte tecnológica y por otro la funcional, esa mezcla es la que va a permitir que ciertos perfiles tengan continuidad”.*

5.1.3. *“Se trata de un perfil que no existe a día de hoy... Una figura a caballo entre un ingeniero de proceso y un data scientist... alguien con conocimientos de data scientist, pero que conozca los procesos y conozca que mejoras puede aportar ese tratamiento de datos en el entorno industrial real...”. “No se trata de un experto capaz de diseñar los algoritmos, pero si alguien con perfil de ingeniero, que sea capaz de entender y utilizar estos algoritmos en el entorno concreto de la industria”.*

5.1.4. *“Formación en cómo aplicar estas nuevas tecnologías y como utilizarlo en el sector... Todo esto es nuevo y ha llegado muy rápido” “Formación continua”.*

5.1.5. *“Creo que habrá un abanico muy amplio de nuevas tareas...” “Todas las tareas que sean repetitivas, ya sean en un ordenador o en una línea de producción son susceptibles de ser automatizadas...” “Hay que incrementar las capacidades de las personas jóvenes en un abanico muy amplio de nuevas tecnologías, no en todas necesariamente, sino una reinención de lo que ya existe... Formación continua... Por ejemplo, quien hace mecanizados ahora tendrá que pensar en adoptar ciertas tecnologías de impresión 3D para ganar esa versatilidad...”. Hay que combinar lo que ya existe y lo que ya se sabe con aquellos elementos novedosos de cada puesto de trabajo o cada tipo de puesto de trabajo.*

5.1.6. *“Asume que vas a tener que reciclarte cada 5-10 años” El entrevistado hace referencia a reciclarse de manera intensa, no a pequeños cursos puntuales o pequeños apoyos, nos traslada la idea de adquirir grandes aptitudes nuevas. “Lo que más fuerte está demandándose ahora es ciencia de datos, programación, gestión de los datos... No va a ser tan importante la rama de ingeniería como tal, sino la rama de tratar los datos, dotar de esa inteligencia a los programas...”*

A continuación, se muestran una serie de sentencias que los entrevistados han manifestado, no fácilmente insertables dentro de las preguntas anteriores, o que, aun ya mostradas anteriormente, muestran información relevante de las entrevistas.

- *“Uno de los retos que tenemos en España es dar a conocer los muchos casos de éxito que tenemos en aplicaciones de nuevas tecnologías de I.4.0”*
- *“Las tecnologías de industria 4.0 nos ayudan a desvelar nuestra fábrica oculta”*
- *“La digitalización creará más puestos de trabajo de los que destruirá”*
- Hablando de la situación española en materia de digitalización y tras mostrar su opinión positiva respecto a nuestra situación *“Hay un reto muy importante, y que nos afecta a todos, y es que nos lo tenemos que crear”*
- Hablando de estrategias de Ciberseguridad en el día a día. *“En la ciberseguridad encontramos 3 mecanismos, algo que yo sé, algo que yo tengo y algo que yo soy”.*
- Hablando de los perfiles profesionales del futuro. *“No vale solo con ser un muy buen tecnólogo... es necesaria una mezcla de conocimientos, por un lado, la parte tecnológica y por otro la funcional, esa mezcla es la que va a permitir que ciertos perfiles tengan continuidad”.*
- *“Hay una gran diferencia entre quien guarda los datos y quien los utiliza”.*
- Hablando de los perfiles que pueden ser demandados en el futuro *“Se trata de un perfil que no existe a día de hoy... Una figura a caballo entre un ingeniero de proceso y un data scientist... alguien con conocimientos de data scientist, pero que conozca los procesos y conozca que mejoras puede aportar ese tratamiento de datos en el entorno industrial real de la fábrica...”.*
- Hablando de la importancia de las tecnologías de Cloud Computing. *“Es una ventaja muy importante poder usar servidores a la medida en que los necesitamos...La posibilidad de usar servicios muy potentes de grandes compañías pero que están disponibles para su uso en empresas más pequeñas”. “Te puedes permitir tener los servicios de una compañía de altos vuelos, porque al final pagas por lo que utilizas y en el momento en que lo utilizas.”*
- Hablando de la importancia de la recogida de datos, el IoT, el tratamiento de la información, se destaca lo importante que es todo esto en el sector

agroalimentario. *“Si algo falla y sale mal no puedo repetir la campaña, por tanto, se requiere más de internet de las cosas, de más sensores... requiere que tengamos tanta vigilancia de la parcela que no podamos permitirnos un error... El error en una finca se paga con no poder recoger producción... No podemos permitirnos esos errores”*

- Hablando de la fabricación aditiva. *“Permite hacer cosas muy específicas con un nivel de detalle enorme, por ejemplo, prótesis, protecciones, piezas especiales... Para mí es como un dibujante... puedes crear una realidad de la nada, la cantidad de soluciones es infinita...”*
- Hablando del retorno de la inversión en la implantación de nuevas tecnologías. *“La digitalización supera al retorno de la inversión... el retorno de la inversión está garantizado”*
- *“Todas las tareas que sean repetitivas, ya sean en un ordenador o en una línea de producción son susceptibles de ser automatizadas...”* *“Hay que incrementar las capacidades de las personas jóvenes en un abanico muy amplio de nuevas tecnologías”.*
- Hablando de cuáles pueden ser las aplicaciones más importantes de industria 4.0 en un futuro próximo, se destaca la importancia del Big Data y el análisis de datos, pero poniendo el foco en la importancia de la visión empresarial, la definición clara de los objetivos que quiero conseguir o los problemas que quiero resolver *¿Dónde están los problemas de mi negocio?, ¿Dónde debo enfocarme?”* *“A la hora de implantar esto es imprescindible tener claro para que lo estamos haciendo y que buscamos conseguir con ello... a mayores seguro que conseguimos cosas que no estaban previstas, pero resulta imprescindible pensar en el business completo, cual es el objetivo... pensar en el total...”*

6. CONCLUSIONES

Dentro del gran abanico de tecnologías habilitadoras de la industria 4.0, se observa que la más extendida son los sistemas de integración vertical y horizontal, los ERP, MES, Supply Chain management etcetera, con un 75%. A continuación está el Internet de las cosas (60%), el cloud computing (50%), el Big Data, el análisis de datos (38%) y la ciberseguridad (33%). Estas últimas 4 tecnologías tienen una gran interconexión entre ellas.

Cuando se compara con los datos a nivel nacional, a través del estudio del observatorio de industria 4.0 [66] comentado en apartados anteriores se aprecia que coincide en muchos aspectos. En ambos casos, la integración vertical y horizontal lidera la lista de tecnologías habilitadas implementadas, y a su vez el Cloud computing y el IoT se sitúan en posiciones similares.

En ambos estudios, se observa como el bloque de tecnologías que forman los sistemas de integración verticales y horizontales, el almacenamiento de datos en la nube, el tratamiento de estos datos mediante técnicas de Big Data, machine learning, análisis, y el “escudo” de la ciberseguridad forman el eje central de la transformación digital de las empresas. **La primera conclusión**, por tanto, es que existe un paralelismo claro entre la situación de la industria castellanoleonesa y la situación global a nivel nacional.

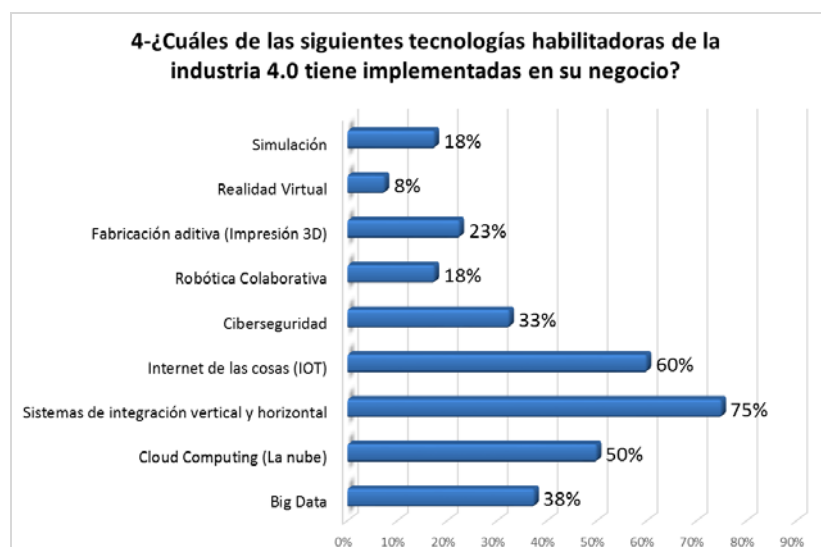


Figura 52. Resultados cuestionario. Tecnologías habilitadoras en las empresas castellanoleonesas. *Fuente: Elaboración propia.*

Gráfico 14. ¿Cuáles son los paradigmas más punteros actualmente en las empresas?

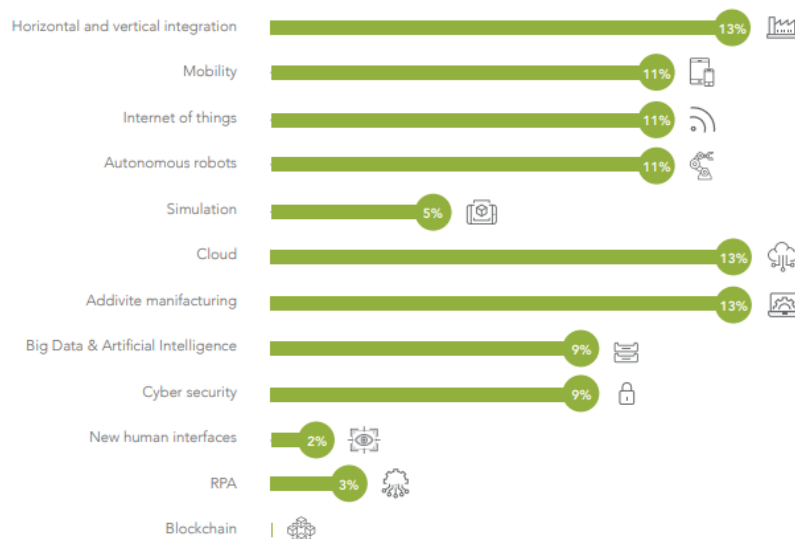


Figura 53. ¿Cuáles son los paradigmas más punteros actualmente en las empresas?

Fuente: Gráfico del estudio [64]

Tras analizar los datos y tras tener en cuenta las opiniones de los expertos, se puede concluir que **la industria castellanoleonesa se encuentra en una buena posición** en materia de digitalización e implantación de la industria 4.0, **pero, queda un enorme camino por recorrer**. La situación actual es buena pero tiene ciertas carencias, sobre todo formativas y de “concienciación” acerca de la importancia de esta revolución tecnológica. En este estudio también se detecta que **existe una diferencia muy grande** entre el grado de digitalización de las empresas referentes y tractoras (tanto a nivel de Castilla y León como a nivel nacional) y el grado de implantación de todas las demás. **Esto supone un gran problema**, ya que quedarse atrás en la implantación de estas tecnologías pone en un riesgo muy alto la supervivencia de la empresa a medio y largo plazo. **No adaptar a tiempo la empresa**, el sistema productivo, la organización **al nuevo entorno industrial y tecnológico hará que muchas compañías no sean competitivas en el mercado futuro próximo**. A día de hoy encontramos empresas castellanoleonesas que ya están dando pasos de gigante en estos temas y otras muchas más, la mayoría, que permanecen prácticamente ajenas a esta realidad. Las consecuencias de todo esto se verán reflejadas a medio y largo plazo por lo que parte de este estudio tiene que servir para concienciar de la enorme importancia en avanzar sobre estas materias de digitalización e industria 4.0.

Otro aspecto destacable detectado es que una de las barreras de entrada más importantes, de cara a la implantación de nuevas tecnologías es la preocupación por el retorno de la inversión. También se constata que la falta de formación de los trabajadores en estos aspectos, y la imposibilidad de encontrar ciertos perfiles profesionales en el mercado laboral es el otro gran handicap con el que se encuentran las empresas a la hora de enfrentarse a la transformación digital. En el caso del sector agroalimentario, también existe una resistencia al cambio, ocasionada en gran medida por esa falta de información y de formación en materia de nuevas tecnologías. Todos los expertos coinciden en que las principales fuentes de confianza son los casos de éxito en otras empresas, las demostraciones y el intercambio de experiencias en ferias, talleres y eventos.

Cuando se comparan estas conclusiones, con las barreras identificadas a nivel nacional [66], se aprecia que existe una innegable similitud.

Por tanto, **otra de las conclusiones de este estudio es** que hay que atajar estas barreras de entrada a la digitalización.

- Formando a los trabajadores y a las nuevas generaciones en la aplicación de estas tecnologías habilitadoras dentro de los entornos productivos reales. Es imprescindible conocer las ventajas competitivas que cada tecnología aporta al sector concreto y la realidad concreta de la empresa. La tarea no es formar desde cero, sino complementar la formación existente enseñando a interpretar y utilizar las nuevas herramientas que nos brinda la industria 4.0.
- **Se detecta una demanda enorme de información acerca de casos de éxito.** En esta línea, algunas de las formas en que se puede satisfacer esta demanda son:
 - Creación de Grupos de empresas donde se comparta información entre socios o partners. Pueden ser los cluster, las asociaciones de empresas, las plataformas como el observatorio de industria 4.0, etc. Facilitar la relación entre las empresas para poner en común experiencias es algo que diluiría esta barrera de entrada.
 - Fomentar ferias, demostraciones, reuniones, congresos. No solo fomentarlo, sino difundirlo con los medios que sean necesarios.
- En el tema de la **formación**, no se trata solo de formaciones largas y muy especializadas, sino también de pequeñas formaciones, en ámbitos muy concretos de cada una de las tecnologías para permitir la especialización tanto

de los jóvenes, como el reciclaje y la formación continua de los trabajadores en activo. (En este apartado de formación cabe destacar que en Castilla y León se dispone de un master relacionados con estos temas, por ejemplo, el ofertado por la Camara de Comercio de Valladolid y otro por la Universidad Católica de Ávila)

Existen cerca de 3.000 empresas castellanoleonesas que facturan entre 2 y 50 millones de euros al año. Este grupo es el que está más en peligro y también el que más puede crecer y aprovecharse de los beneficios que aporta la industria 4.0. Los datos obtenidos del estudio, las opiniones de los expertos y los casos de éxito de las empresas muestran una recomendación clara e indudable, **la primera de las acciones a tomar, y el principal eje de mejora es la recogida de datos, su análisis y su interpretación y utilización para automatizar procesos y apoyar en la toma de decisiones.** Siempre **con una visión clara de los problemas concretos que se busca solucionar** y siempre teniendo en cuenta la realidad de nuestro proceso productivo, con esta visión y estrategia claramente definidas, la captación de datos y su análisis (Big data y analítica) es la principal tecnología habilitadora que se debe poner en marcha a la hora de comenzar la andadura en materias de industria 4.0. Esta tecnología, esta captación y análisis de datos siempre tendrá mucha relación con aspectos de ciberseguridad, con el uso de tecnologías como sensores de IoT, herramientas de integración vertical y horizontal de la información, almacenamiento de datos en servidores cloud, utilización de servicios cloud para tratamiento y procesamiento de datos, utilización de softwares, protección de la información y un larguísimo etcetera. La conclusión de cara a las recomendaciones es: Define el problema, elige las herramientas más adecuadas para captar datos y tratarlos y utiliza la información obtenida para la toma de decisiones y la mejora del sistema productivo.

Otras conclusiones que se extraen de este proyecto son:

- La práctica totalidad de los directivos y responsables de ingeniería y producción encuestados y entrevistados coinciden que la irrupción de las tecnologías de industria 4.0 supone una oportunidad para su negocio y además coinciden en que la industria 4.0 mejorará la competitividad de sus empresas y de su cadena de distribución.

- La presencia de robots industriales es una realidad muy extendida en las empresas castellanoleonesas (65%) y su presencia se va a incrementar en los próximos 3 años, especialmente en aquellas empresas que ya utilizan este tipo de dispositivos.

- La presencia de robots colaborativos es aún discreta en las empresas de la comunidad (21%) y en muchos casos aún se están probando como proyectos pilotos de cara a evaluar su rentabilidad y sus posibilidades de uso. Un 37% de las empresas prevé adquirir sus primeros equipos o aumentar el número de equipos existentes en los próximos 3 años. En este aspecto en aquellas empresas que ya tienen dispositivos funcionando la implantación de nuevos dispositivos será muy superior (67%) y en cantidades considerablemente más altas (nº de unidades). Esto da una pista de que algunas empresas están viendo una serie de ventajas competitivas en el uso de estos dispositivos. La percepción de los directivos, responsables y expertos es de que este tipo de dispositivos son seguros.

La conclusión final es que existen casos de éxito muy claros en la comunidad, la situación es buena aunque mejorable y las herramientas que ofrece el mercado son muchas y muy versátiles. Hay que hacer todo lo posible por tratar de involucrar la mayor cantidad de empresas posibles en esta transformación digital para mantener y asegurar el futuro económico y laboral de nuestra comunidad.

Finalmente, no se puede acabar sin agradecer profundamente a todas las empresas que han participado en este estudio, a los directivos que han realizado la encuesta y a los seis informantes que han colaborado en la entrevista. Asimismo debemos agradecer a la Consejería de Empleo de la Junta de Castilla y León su colaboración mediante la concesión de la subvención con número de expediente INVESTUN/18/BU/0005.

7. BIBLIOGRAFÍA

1. Raül Blanco, Jordi Fontrodona, and Carmen Poveda, *La industria 4.0 El estado de la cuestión*. Ministerio de Industria Comercio y Turismo.
2. Great Myanmar Institute. *History-of-industries*. Available from: <http://www.greatmyanmarinstitute.com/revolution/history-of-industries/>.
3. Asociación Cluster De Automoción De Navarra ACAN. *Tecnologías Habilitadoras. Industria 4.0*. Available from: <http://clusterautomocionnavarra.com/industria-4-0/tecnologias-habilitadoras/>.
4. Kyocera. *¿Qué es la nube informatica?* [cited 2019; Available from: <https://smarterworkspaces.kyocera.es/blog/la-nube-informatica/>
<https://smarterworkspaces.kyocera.es/>.
5. Educadictos. *¿Qué es Cloud Computing?* [cited 2019; Available from: <https://www.educadictos.com/que-es-cloud-computing/>
<https://www.educadictos.com/>.
6. DIARIO ABC, S.L., *Aún no se ha popularizado el 5G y China ya empieza a desarrollar las futuras redes 6G*, in *ABC*. 12/11/2019: https://www.abc.es/tecnologia/informatica/soluciones/abci-no-popularizado-y-china-empieza-desarrollar-futuras-redes-20191120133_noticia.html
<https://www.abc.es/tecnologia/>.
7. Xavier Servitja Roca, *CIBERSEGURIDAD, CONTRAINTELIGENCIA Y OPERACIONES ENCUBIERTAS EN EL PROGRAMA NUCLEAR DE IRÁN: DE LA NEUTRALIZACIÓN SELECTIVA DE OBJETIVOS AL “CUERPO CIBER” IRANÍ*. 2013, IEEE (Instituto Español de Estudios Estratégicos). p. 24.
8. Entelgy, *¿Cuáles son las 10 tendencias que definirán la ciberseguridad en 2019?* 2019: <https://blog.entelgy.com/tendencias-ciberseguridad-en-2019/>.
9. Mariscal M.A., et al., *Risk management and cobots. Identifying critical variables.*, in *Proceedings of the 29th EUROPEAN SAFETY AND RELIABILITY CONFERENCE (ESREL 2019)*. 2019. p. 1834-1841.
10. Más Que Negocio *Las ventas mundiales de robots colaborativos crecen un 23% en el último año*. 2019.
11. Mariscal, M.A., J. González-Pérez, and S. García-Herrero, *Normativa de Robots Colaborativos (Cobots) y su influencia en la Prevención de Riesgos Laborales*. Actas del XIX Congreso Internacional ORPconference, 2019.
12. Kuka Robotics. [cited 2019; Available from: <https://www.kuka.com/en-de>.
13. Universal Robots. *Collaborative Robotic Automation/Cobots from Universal Robots*. Available from: <https://www.universal-robots.com/>.
14. ISO/TS 15066, *ISO/TS 15066 Robots and robotic devices - Collaborative robots*. 2016, International Organization for Standardization.
15. Fanuc. *Fanuc Official Website*. 2019 [cited 2019; Available from: <https://www.fanuc.eu/uk/en>.
16. International Federation of Robotics, *Industrial Robots: Robot Investment Reaches Record 16.5 billion USD*. 2019.

17. Tamayo, M.P. and J.D. Piñeros, *Formas de integración de las empresas*. Ecos de Economía, 2007. **11**(24): p. 27-45.
18. Waldman, D.E.J., Elizabeth,, *Industrial Organization: Theory and Practice*. 1998.
19. Grupo garatu IT soluciones. *Realidad virtual (VR) y Realidad aumentada (AR) en las empresas*. Available from: <https://grupogaratu.com/realidad-virtual-vr-realidad-aumentada-ar-las-empresas-industria-4-0/>
<https://grupogaratu.com/>.
20. Invelon, *VR Applications: Realidad Aumentada en logística y gestión de almacenes*.
21. Experience Factory. Available from: <https://www.experiencefactory.es/industria40>.
22. mizaradditive.com. *Fabricación aditiva vs. Impresión 3D*. [cited 2019 20191229]; Available from: <http://mizaradditive.com/impresion-3d/>.
23. Belén Fernández-Victoria Bajo, *Desarrollo de un plan de negocio centrado en servicios de impresión 3D*. 2018, Universidad Politécnica de Madrid: <http://oa.upm.es/>
http://oa.upm.es/50289/1/TFG_BELEN_FERNANDEZ_VICTORIO_BAJO.pdf. p. 86.
24. MIT;. *Comparing AM Processes*. [cited 2019; Available from: <http://apt.mit.edu/am-process-comparisons>.
25. Blas Molero, *Procesos de Fabricación Aditiva (AM)*. 2018: <https://generativedesignpro.wordpress.com/2018/05/12/procesos-de-fabricacion-aditiva-am/>
<https://generativedesignpro.wordpress.com/>.
26. Sculpteo, *The State of 3D Printing 2017 Edition*. 2017: <https://www.sculpteo.com/>.
27. Sculpteo, *The State of 3D Printing 2019 Edition*. 2019: <https://www.sculpteo.com/>
<https://www.sculpteo.com/blog/2019/05/29/download-your-state-of-3d-printing-for-free/>. p. 29.
28. technologies);, C.A.c.f.a. *Fabricación aditiva metal*. 2019; Available from: <http://www.catec.aero/en>
<https://www.youtube.com/watch?v=tOWwtJuej30>.
29. Google. *Google Assistant*. Available from: <https://assistant.google.com/>.
30. Amazon. *Alexa*. 2019; Available from: <https://www.alexa.com/>.
31. Apple. *Siri*. 2019; Available from: <https://www.apple.com/siri/>.
32. iRobot. *iRobot Homepage*. 2019; Available from: <https://www.irobot.es/>.
33. Analytics, I. *State of the IOT 2018*. 2018 [cited 2019 20191215]; Available from: <https://iot-analytics.com/>.
34. Blog Think Big, *Todo lo que deberías saber sobre IoT*. 2019: <https://blogthinkbig.com/todo-iot-internet-de-las-cosas>
<https://blogthinkbig.com/>.

35. Orange España S.A.U., *Internet Of Things. 29 buenas prácticas en grandes empresas nacionales e internacionales.*, O.E. S.A.U., Editor. 2019: <https://www.orange.es/static/pdf/InternetOfThingsGrandesEmpresas.pdf>
<https://www.orange.es/>. p. 108.
36. Walmart. *Official Website of Walmart* 2020; Available from: <https://www.walmart.com/>.
37. Deloitte *IoT - Internet Of Things*. 2019.
38. Infaimon, *La tecnología en la evolución de la agricultura 4.0*. 2018: <https://blog.infaimon.com/la-tecnologia-en-la-evolucion-de-la-agricultura-4-0/>.
39. Agtecher. *Agricultural Drones*. 2017; Available from: <http://agtecher.com/agricultural-drones/>.
40. Cristina Jiménez Alonso *Big Data: qué es y cómo funciona*. Forbes, 2019.
41. Oracle. *¿Qué es el Big Data?* [cited 2020; Available from: <https://www.oracle.com/es/big-data/guide/what-is-big-data.html>.
42. Luke Fortney *Blockchain Explained*. 2019.
43. Academy Bit2me. *¿Qué es la Cadena de Bloques (Blockchain)?* 2019 [cited 2020; Available from: <https://academy.bit2me.com/que-es-cadena-de-bloques-blockchain/>.
44. Wikipedia *Blockchain*. 2020.
45. Instituto Nacional De Estadística INE. *Número Empresas en CyL*. 2018; Available from: <https://www.ine.es/>
<https://www.ine.es/jaxiT3/Datos.htm?t=298>.
46. Junta De Castilla y León, *Indicadores Laborales 2018*. 2018.
47. Castilla y León Económica, *Informe 5.000 mayores empresas de CyL*. 2018.
48. Unicaja Banco, *Análisis Económico-Financiero de la Empresa de Castilla y León 2019* 2020.
49. Datos Macro and Datosmacro.com, *PIB de las Comunidades Autónomas en España*. 2018.
50. Generalitat de Catalunya and Catalonia trade and investment, *MAPA Y ANÁLISIS DE LA INDUSTRIA 4.0 EN CATALUÑA*. 2019: <https://www.accio.gencat.cat>. p. 19.
51. Consejería de Economía Empleo y Hacienda de la Comunidad de Madrid, *DIAGNOSTICO GLOBAL DE LA TRANSFORMACIÓN DIGITAL EN LA EMPRESA MADRILEÑA*. 2019. p. 8.
52. Junta de Andalucía. *SERVICIOS DE DIAGNÓSTICO DE INDUSTRIA 4.0 EN ANDALUCÍA*. 2019 [cited 2019; Available from: <https://www.juntadeandalucia.es/temas/contratacion-publica/perfiles-licitaciones/detalle/000000094836.html>.
53. Junta de Andalucía. *SERVICIOS PARA IMPULSAR Y DINAMIZAR LA INDUSTRIA 4.0 EN ANDALUCÍA*. 2019 [cited 2019; Available from: <https://www.juntadeandalucia.es/temas/contratacion-publica/perfiles-licitaciones/detalle/000000095245.html>.
54. IVACE and Generalitat Valenciana, *Agenda Industria 4.0 de la Comunitat Valenciana*. 2017.

55. Gobierno Vasco. *Basque Industry 4.0*. 2019/09/03]; Available from: <https://basqueindustry.spri.eus/es/>.
56. Mikel Navarro Arancegui and Xabier Sabalza Laskurain, *Reflexiones sobre la Industria 4.0 desde el caso vasco*, in *Ekonomiaz N.º 89*. 2016. p. 142-173.
57. Innobasque. *Grupo de Pilotaje*. [cited 2020; Available from: <https://www.innobasque.eus/microsite/evaluacion-y-politicas/basque-industry-40/grupo-de-pilotaje/>.
58. ATIGA Alianza Tecnológica Intersectorial De Galicia and Xunta de Galicia, *Oportunidades Industria 4.0 en Galicia*. 2018.
59. PWC and IGAPE, *IDENTIFICACIÓN DEL POSICIONAMIENTO DE GALICIA ANTE LOS NUEVOS REQUERIMIENTOS COMPETENCIALES LIGADOS A LA INDUSTRIA 4.0*. 2016. p. 126.
60. UGT, J.C.Y.L., Fundación Anclaje y formación, ADE., *INDUSTRIA 4.0: ANÁLISIS, EVOLUCIÓN E IMPLICACIONES PARA EN EMPLEO EN CASTILLA Y LEÓN 2016*,. 2016.
61. CCOO;, et al., *Desafíos y oportunidades de la Industria 4.0 en Castilla y León*. 2016.
62. Empresarial, I.p.l.C., *Realización Diagnóstico de situación y plan de digitalización en materia de Industria 4.0*. 2018.
63. Junta Castilla y León, Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER), and Foro de Automoción de Castilla Y León (FaCyL), *ESTUDIO DE TENDENCIAS 4.0 EN UN CONTEXTO GLOBAL CON IMPACTO EN EL SECTOR DE AUTOMOCIÓN. DISEÑO Y PUESTA EN MARCHA DE UNA ACCIÓN ESTRATÉGICA DE VIGILANCIA TECNOLÓGICA 4.0 PARA EL SECTOR DE AUTMOCIÓN DE CASTILLA Y LEÓN*. 2018.
64. Ministerio de Industria Comercio y Turismo. *Industria Conectada 4.0*. 2019 [cited 2019 20190905]; Available from: <https://www.industriaconectada40.gob.es>.
65. Berger;, R. and Siemens;, *España 4.0. El reto de la transformación digital de la economía*. 2016. p. 54.
66. Everis, et al., *Estudio Smart Industry 4.0 2ª Edición*. 2019. p. 25.
67. Everis and Observatorio Industria 4.0, *Estudio Smart Industry 4.0*. 2018. p. 23.
68. IMD World Competitiveness Center, *IMD World Digital Competitiveness Ranking 2018*. 2018. p. 179.
69. Mapamundi para imprimir. *Mapa de España*. 2019 [cited 2020; Available from: <https://mapamundiparaimprimir.com/europa/espana/>.
70. <http://todacultura.com/>. Available from: <http://todacultura.com/turismo/castillaleon/mapas/castilla-leon.gif>.
71. Lankshear, C. and M. Knobel, *Problemas asociados con la metodología de la investigación cualitativa*. Perfiles educativos, 2000. **22**: p. 6-27.
72. Darwin Rafael Carrera Morales and Dr. José Luis González Castro, *Desarrollo comunitario en la ciudad de Ambato, Ecuador. Evaluando necesidades y potenciando el sentimiento de comunidad.*, in *Ciencias de la Educacion/Pedagogía Política Curricular y social*. 2015, Universidad De Burgos. p. 497.

73. Cook, T.D., et al., *Métodos cualitativos y cuantitativos en investigación evaluativa*. 1986: Morata Madrid.
74. Pita Fernández, S. and S. Pértegas Díaz, *Investigación cuantitativa y cualitativa*. Cad Aten Primaria, 2002. **9**: p. 76-78.
75. Cook, T.D. and C.S. Reichardt, *Hacia una superación del enfrentamiento entre los métodos cualitativos y cuantitativos*. En : *Métodos cualitativos y cuantitativos en investigación evaluativa*. 1986: Morata Madrid.
76. Cabrero García, L. and M. Richart Martínez, *El debate investigación cualitativa frente a investigación cuantitativa Enfermería clínica, 1996*; **6**: 212-217. Texto completo-PDF.
77. Mendoza Palacios, R., *Investigación cualitativa y cuantitativa. Diferencias y limitaciones*. PIURA. PERU recuperado de <https://www.prospera.gob.mx/Portal/work/sites/Web/resources/ArchivoContent/1351/Investigacion%20cualitativa%20y%20cuantitativa.pdf>, 2006.
78. Argilaga, M.T.A., *La investigación cualitativa*. Educar, 1986(10): p. 23-50.
79. Calero, J.L., *Investigación cualitativa y cuantitativa. Problemas no resueltos en los debates actuales*. Rev. Cubana Endocrinol, 2000. **11**(3): p. 192-8.
80. Walkers, R. and C.W. Evers, *The epistemological unity of educational research*. 1988: In J.P. Keeves (Ed.). Educational research methodology and measurement: An international handbook. p. 145-175.
81. Benavides, M.O. and C. Gómez-Restrepo, *Métodos en investigación cualitativa: triangulación*. Revista Colombiana de Psiquiatría, 2005. **34**: p. 118-124.
82. Vera, A. and M. Villalón, *La triangulación entre métodos cuantitativos y cualitativos en el proceso de investigación*.
83. Denzin, N.K., *The research act : a theoretical introduction to sociological methods*. 2. edition ed. 1978, New York: McGraw-Hill.
84. Rajjman, R. and O. Hochman, *National attachments, economic competition, and social exclusion of non-ethnic migrants in Israel: A mixed-methods approach*. Quality and Quantity, 2011. **45**: p. 1151-1174.
85. Denzin, N.K. and Y.S. Lincoln, *Handbook of qualitative research*. 2nd ed. ed. 2000, Thousand Oaks, Calif.: Sage Publications.
86. Miguélez, M., *Validez y confiabilidad en la metodología cualitativa*. Paradigma, 2006. **27**: p. 07-33.
87. Patton, M.Q., *Qualitative research and evaluation methods*. 3 ed. ed. 2002, Thousand Oaks, Calif.: Sage Publications.
88. Bureau Van Dijk, *Sabi (Listado Sabi)*. 2020: <https://www.bvdinfo.com/es-es/nuestros-productos/datos/nacional/sabi>.
89. einforma.com, *Directorio de empresas en Castilla León*. 2020.
90. Google Maps, *Google Maps Mapa Castilla y León*. 2019: <https://maps.google.es/maps/ms?msa=0&msid=202147034876260561323.0004b37e62b44f277b7fa&ie=UTF8&t=h&vpsrc=0&ll=41.672912>.
91. Martínez-Salgado, C., *El muestreo en investigación cualitativa: principios básicos y algunas controversias*. Ciência & Saúde Coletiva, 2012. **17**: p. 613-619.

92. Miles, M.B. and A.M. Huberman, *Qualitative data analysis : an expanded sourcebook*. 2nd ed. ed. 1994, Thousand Oaks: Sage Publications.
93. Creswell, J.W. and C.N. Poth, *Qualitative inquiry and research design: Choosing among five approaches*. 2016: Sage publications.
94. Gobierno de España, *Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales*. 2018: <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2018-16673>.

8. ANEXOS

8.1. Anexo I: Cuestionario Utilizado.

CUESTIONARIO INDUSTRIA 4.0 Y ROBÓTICA COLABORATIVA

Este formulario ha sido creado por la Universidad de Burgos y todas las respuestas se tratarán de manera confidencial.

*Obligatorio

Indique por favor el nombre de su empresa. (Los datos se compartirán de manera anónima)

*

1-¿Con cuál de los siguientes sectores se identifica mejor su empresa? *

- Farmacéutico y sanitario
- Siderometalúrgico
- Alimentación
- Textil
- Automovilístico
- Otro

2-¿Cuál es el tamaño de su organización? *

- <50 empleados
- Entre 50-250 empleados
- >250 empleados

3-¿Conoce qué es la Industria 4.0 y las implicaciones para su negocio? *

Sí

No

4-¿Cuáles de las siguientes tecnologías habilitadoras de la industria 4.0 tiene implementadas en su negocio?

Seleccione todas las que correspondan.

Big Data

Cloud Computing (La nube)

Internet de las cosas (IOT) (Sensores o dispositivos que le aporten información en tiempo real sobre el estado de máquinas, productos, flujos de stock...).

Fabricación aditiva (Impresión 3D)

Ciberseguridad.

Realidad Virtual.

Sistemas de integración vertical y horizontal. (Supply Chain Management, Customer relationship management, ERP...)

Robótica Colaborativa

Simulación

5-¿Considera la irrupción de la Industria 4.0 como una oportunidad o una amenaza para su negocio? *

Oportunidad

Amenaza

6-Marque con cuales de las siguientes afirmaciones está de acuerdo. *

Seleccione todos los que correspondan.

- La industria 4.0 mejora la competitividad de mi empresa y de mi cadena de distribución.
- La industria 4.0 destruye puestos de trabajo y va a provocar un aumento del desempleo y la desigualdad.
- La industria 4.0 está sustituyendo puestos de trabajo poco cualificados y creando a su vez puestos de mayor cualificación técnica.
- La industria 4.0 aumenta la flexibilidad de mi sistema productivo, reduciendo tiempos de fabricación, de cambios de producción...

7-¿Cuál es el número de robots industriales en su planta?

8-¿Tiene previsto ampliar este número o renovar sus robots actuales en los próximos 3 años? En caso afirmativo, ¿En qué cantidad aproximada?

9-¿Conoce lo que son los robots colaborativos o Cobots y sus posibles aplicaciones en su negocio? *

- Si
- No

10-¿Cuál es el número de robots colaborativos en su planta?

11-¿Tiene previsto ampliar este número, adquirir sus primeros dispositivos, renovar sus robots colaborativos actuales en los próximos 3 años? En caso afirmativo, ¿En qué cantidad aproximada?

12-¿Dispone en su empresa de la normativa ISO/TS 15066?

- Sí
- No

13-¿En caso afirmativo, dispone de algún técnico conocedor o especializado en ella?

- Sí
- No

14-¿Utiliza sus robots colaborativos activamente junto a operarios?

- Sí
- No

15-¿Cuál de estos modos de trabajo es el que más utiliza?

Marque solo un óvalo.

- Parada monitorizada de emergencia.
- Disminución progresiva de la velocidad cuando un operario se aproxima al robot colaborativo.
- Limitación/regulación de fuerza y potencia.
- Guiado manual.
- Una mezcla de varios de estos modos.

16-¿Conoce el guiado manual de los robots colaborativos? En caso afirmativo, ¿Lo utiliza?

- No.
- Sí, pero no lo utilizo.
- Sí y lo utilizo.

17-¿Cuáles de las siguientes operaciones realiza con los robots colaborativos?

Selecciona todos los que correspondan.

- Bin Picking (Coger/seleccionar/extraer piezas amontonadas aleatoriamente en un contenedor) Pick and Place (Apilado de productos, creación de palets...)
- Soldadura, sellado, pegado o similar. Pintura
- Pulido
- Control de Calidad
- Ensamblajes, Uniones atornilladas, montajes o similar
- Otros

18-¿Cómo de seguros considera este tipo de robots, respecto a su interacción en el puesto de trabajo con operarios? De 1 a 5, siendo 1 Muy poco seguros y 5 Muy seguros.

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

20-¿Cómo de satisfecho está con sus robots colaborativos? De 1 a 5, siendo 1 Muy poco satisfecho y 5 Muy satisfecho.

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

21-¿Ha tenido algún incidente leve trabajando con robots colaborativos?

- Sí
- No

22- En caso afirmativo, indique el número aproximado de accidentes.

23-¿Ha tenido algún incidente grave (con baja laboral) trabajando con robots colaborativos?

Sí

No

24- En caso afirmativo, indique el número aproximado de accidentes.

25-¿Se plantea utilizar Robots colaborativos para sustituir operaciones que actualmente realiza con Robots industriales? *

Sí

No

Tal vez

26- ¿Se plantea utilizar Robots colaborativos para sustituir operaciones que actualmente realiza con Operarios? *

Sí

No

Tal vez

8.2. Anexo II: Guion básico de la entrevista a informante clave.

Nota: Siempre que se habla de futuro próximo se refiere aproximadamente a 3 años vista.

Breve presentación y explicación del objetivo de la entrevista. Se presenta al participante con algunos de los siguientes datos: Nombre, puesto en la organización, nivel de formación (ingeniero, master, doctor) años de experiencia totales y años de experiencia en gestión de la I 4.0, trayectoria, reconocimiento, etc.

1-¿Qué porcentaje de facturación/beneficios se reinvierte en I+D anualmente? ¿Qué cifra sería deseable reinvertir? ¿Mayor o igual que la actual?

2-Dentro del gran abanico de tecnologías 4.0, ¿Cuáles utilizan? ¿Cuáles conocen, pero no utilizan?

Nos centraremos en desarrollar aquellas que nos digan que conocen/utilizan.

- Cloud Computing.
- Internet de las cosas (IOT).
- Ciberseguridad.
- Big data y análisis masivo de datos.
- Realidad Virtual y realidad aumentada.
- Simulación.
- Fabricación aditiva.
- Robótica Colaborativa.
- Sistemas de integración horizontal y vertical. (Supply Chain Management, CRM, ERP...)

3 - ¿Disponen de un departamento propio que trata estas temáticas? (departamento de Industria 4.0)

-¿Qué departamento se encarga de implantar/decidir la implantación de estas mejoras?

-¿Tienen pensado crear un departamento o área específico para centralizar estos temas en un futuro próximo?

4-Almacenamiento de información en la nube/Cloud Computing.

- ¿Qué métodos de almacenamiento tienen?

- ¿Subcontratan los servicios de almacenamiento o los gestionan de manera interna?

- ¿Tienen previsto empezar a utilizar servicios de la nube en el futuro próximo?

- ¿Qué usos/datos almacenan?

- ¿Utilizan software en línea? ¿Qué tipo de aplicaciones?

5- Utilizan elementos del denominado IoT para la recogida de datos en tiempo real sobre el estado de sus procesos, la trazabilidad, temperaturas, posibles fallos, predicción de mantenimientos preventivos... (Ligamos esta temática a temas de machine Learning, Deep Learning y tecnologías relacionadas con el tratamiento de datos y aprendizaje automático)

- ¿Utilizan algún software de inteligencia artificial que tome decisiones de manera automática, o por el contrario las decisiones las toman siempre empleados/mandos?

- En el ámbito doméstico tenemos a Alexa, google Home, los coches auto-pilotados, montones de ejemplos, ¿Qué ventajas cree que pueden aportar estas tecnologías en los procesos productivos? ¿Cuál cree usted que puede ser el futuro de estas técnicas en el ámbito industrial?

6-Ciberseguridad.

-¿Tienen estrategias de ciberseguridad?

- Cambio de contraseñas.
 - Intranets.
 - Copias de seguridad de los servidores. Frecuencia de las copias.
 - “Capar” los equipos de trabajo para impedir que se conecten dispositivos externos a ellos (USB capado, por ejemplo).
 - Protección del correo empresarial.
 - Ausentarse sin cerrar sesión del PC.
 - Otras (averiguamos cuales)
- ¿Están subcontratadas o las gestionan desde su equipo de informática propio?
 - ¿En el futuro próximo, esperan invertir y reforzarse en ciberseguridad?

7- ¿Se recogen los datos de los procesos? ¿Utilizan alguna aplicación para tratar los datos en sus procesos y de ahí se toman decisiones?

- Por ejemplo, la recogida de múltiples datos de las máquinas en tiempo real para que un software programe o avise de los mantenimientos preventivos.
- ¿Qué futuro cree que puede tener esto, junto con aplicaciones relacionadas con el IoT en su sector?

8-Realidad Virtual y realidad aumentada

- ¿Se utiliza alguna de estas tecnologías en la empresa? ¿Cuál? ¿Para qué?
- ¿Utilizan estas tecnologías para formar a empleados en tareas nuevas? (por ejemplo, formarles en el manejo de una nueva máquina, por ejemplo, un puente grúa)
- ¿Utilizan estas tecnologías para la gestión de sus almacenes?
- ¿Cuál cree usted que puede ser el futuro de estas técnicas en su sector industrial? ¿Cuál puede ser el potencial uso en los próximos 3 años? ¿Qué limitaciones encuentra al respecto?

9-Simulación y BIM

-A la hora de diseñar piezas, prototipos, ensayo, etc., ¿Utilizan simulaciones, mallados de elementos finitos o algún tipo de software de simulación para analizar la viabilidad previo a lanzar esos productos?

-A la hora de simular procesos, tanto para nuevas implantaciones y posibles cambios, como para control de procesos actuales.

10- Fabricación aditiva. (¿Con plástico o también con metales?)

¿Para que la utilizan principalmente?

-Prueba de concepto, creación de prototipos.

-Producción.

-Otras ¿Cuáles?

- ¿Cuál cree usted que puede ser el futuro de estas técnicas en su sector industrial?

- ¿Cree que el futuro de esta tecnología está en el ámbito industrial o cree que se quedará en algo anecdótico y para uso doméstico ocasional?

- ¿Tienen pensado probar alguna aplicación de fabricación aditiva en el próximo año? ¿De qué tipo?

11-Robótica colaborativa. ¿Trabajan con robots colaborativos?

- ¿Podría hablarme de algún ejemplo en los que lo utilicen? ¿Son tareas sencillas?

- ¿Los utilizan junto a operarios o trabajan de manera autónoma?

- ¿Cree usted que son seguros? ¿Los considera seguros?

- ¿Cuál cree usted que puede ser el futuro de estas técnicas en su sector industrial? ¿Se utilizará para sustituir labores que realizan personas, sustituirá a otros robots industriales?

-Actualmente es raro encontrar estos robots trabajando codo con codo con personas, la tendencia está siendo implantarlos y aprovechar sus ventajas en cuanto a flexibilidad, facilidad de programación, poco espacio de layout...

¿Cree que se terminarán utilizando “codo con codo” con los operarios o que se utilizarán como” robots inteligentes” o “sensitivos”?

*Si no trabajan, ¿tienen pensado implantar alguno en el futuro próximo? ¿Para qué tarea?

12- Sistemas de integración vertical y horizontal.

- ¿Cuáles de ellos utilizan?

- ¿Se ha cambiado de programa en los últimos 5 años?

- ¿Cuál es la tendencia de implantación de estos sistemas, hacia que se tiende?

Hemos hablado sobre las tecnologías que utilizan y hemos dado unas pinceladas de las previsiones a corto plazo. Me gustaría preguntarle antes de pasar a preguntas más genéricas. ¿En qué paradigmas se va a focalizar su empresa en los próximos 2 años?

Entramos en preguntas más genéricas, muchas ligadas a opiniones personales.

Tramo final de la entrevista.

13- ¿Antes de decidir si implantar o no una de estas nuevas tecnologías cuales suelen ser los aspectos que más les preocupa? El tiempo de retorno de la inversión, la falta de información o confianza en su rentabilidad, la seguridad.

14- Cuando deciden implantar algo nuevo u optan por adoptar algo nuevo, que suele ser lo que les hace decantarse, como descubren las nuevas opciones que aporta el mercado, otras empresas, ferias, demostraciones.

15- Usted trabaja en automoción/sector alimentario/farmacéutico ¿Cuál es su opinión acerca de estas tecnologías, ¿cuál cree que tendrá más presencia o cual cree que será más importante?

16- Usted trabaja para una gran compañía; imagine a un compañero con su posición, pero dentro de una empresa mucho más pequeña y con menos recursos, que solo pudiese invertir en mejorar en unos pocos aspectos ¿Dónde le aconsejaría centrarse?

17- ¿Cómo ve a la industria castellanoleonesa en materia de industria 4.0 respecto al resto de España y del mundo? ¿Cuál es su sensación? ¿Cree que ha avanzado lo suficiente la industria castellanoleonesa en esta materia?

18- La llegada de estas nuevas tecnologías elimina puestos de trabajo y crea otros nuevos, que perfil cree usted que será más demandado en su sector, ¿qué debieran saber los ingenieros o empleados del futuro?

Agradecimiento y cierre.

8.3. Anexo III: Diagrama de Flujo. Metodología para envío de cuestionarios.

