

Proyecto Fin de Carrera Ingeniería de la Energía

Industria 4.0 y sus aplicaciones a la optimización de procesos y eficiencia energética

Autora: Rosa María Cabeza Gavira

Tutor: David Velázquez Alonso

**Dep. Máquinas y Motores Térmicos
Escuela Técnica Superior de Ingeniería
Universidad de Sevilla**

Sevilla, 2018



Proyecto Fin de Carrera
Ingeniería de la Energía

Industria 4.0 y sus aplicaciones a la optimización de procesos y eficiencia energética

Autor:

Rosa María Cabeza Gavira

Tutor:

David Velázquez Alonso

Profesor titular de Universidad

Dep. de Máquinas y Motores Térmicos
Escuela Técnica Superior de Ingeniería
Universidad de Sevilla

Sevilla, 2018

Proyecto Fin de Carrera: Industria 4.0 y sus aplicaciones a la optimización de procesos y eficiencia energética

Autor: Rosa María Cabeza Gavira

Tutor: David Velázquez Alonso

El tribunal nombrado para juzgar el Proyecto arriba indicado, compuesto por los siguientes miembros:

Presidente:

Vocales:

Secretario:

Acuerdan otorgarle la calificación de:

Sevilla, 2018

El Secretario del Tribunal

A mi familia

A mis compañeros

Agradecimientos

Me gustaría expresar mi reconocimiento y agradecimiento a todas aquellas personas que me han ayudado y apoyado durante este proceso.

En primer lugar, gracias a David Velázquez, por tutorar este proyecto, pero sobre todo por ayudarme a crecer como persona, compartiendo sus conocimientos y experiencias como profesor y profesional del ámbito de la ingeniería. Además de, mi agradecimiento al equipo de trabajo de la JA, por su cálida acogida en mi comienzo en el mundo profesional y por enseñarme algo cada día.

Por otro lado, dar las gracias a mis compañeros de vida durante estos años de estudios, haciendo una especial mención a Elena, Isabel y Cristina, por todos los buenos momentos que hemos vivido y por toda la fuerza que me han dado en los momentos que más lo necesitaba.

Como no podía ser de otra forma, terminar agradeciendo especialmente a mis padres por el apoyo incondicional durante toda mi vida y animarme siempre a superarme y conseguir lo que me proponga.

Y gracias a la persona más friki, por todo lo que hemos aprendido juntos en este tiempo.

*Rosa María Cabeza Gavira
Sevilla, 2018*

Resumen

El presente trabajo de fin de grado trata sobre el estudio del nuevo escenario al que las Industrias se están enfrentando y se enfrentarán en los próximos años, la Industria 4.0, un nuevo modelo de negocio dónde encontramos una serie de herramientas que lo caracterizan. Desde Europa a los Estados Unidos pasando por Asia, existen distintos puntos de vista, pero todos tienen un mismo nexo en común; un nuevo modelo empresarial basado en la conectividad entre las máquinas y las personas mediante estas nuevas tecnologías, consiguiendo una conexión entre lo físico y lo virtual, para así obtener una mayor eficiencia y productividad de los procesos.

Existe un ecosistema alrededor de todo este movimiento, caracterizado por diferentes habilitadores digitales, que son los responsables de todo este cambio. Se va a explicar cada una de las tecnologías, en qué se basan y dónde podemos encontrarlas dependiendo del sector industrial al que nos refiramos. Son tecnologías que aportan un gran valor a los procesos industriales y a la manera a la que se conoce la industria hasta el día de hoy.

Por otro lado, con lo que respecta al impacto medioambiental, conseguimos un menor número de emisiones y un menor consumo de los recursos disponibles, utilizando como base la Industria 4.0 y sus tecnologías características, ya que gracias a ellas podremos realizar un consumo más eficiente de nuestros recursos, presentando además modelos ya en uso de cada una de estas tecnologías.

.

Es por ello por lo que, uno de los puntos clave de la Industria 4.0 es la relación directa con la eficiencia energética, palanca para reducir los consumos energéticos y ayudar así, a solventar uno de los principales problemas que existen a nivel mundial.

Abstract

This project is based on the study of the new scenario that Industries are facing and will face in the coming years, Industry 4.0, a new business model where we find different tools that characterize it. From Europe to the USA passing via Asia, there are different points of view, but all have a common link; a new business model based on connectivity between machines and people through these new technologies, obtaining a connection between the physical and virtual world. With this, a greater efficiency and productivity of the processes is obtained.

There is an ecosystem around this movement, characterized by different digital enablers, which are responsible for all this change. Each of these technologies will be explained, in what they are based and where we can find them depending on the industrial sector we are referring to. They are technologies that add great value to industrial processes and to the way the industry is known to this day.

On the other hand, with respect to the environmental impact, we get a lower number of emissions and lower consumption of available resources, using as a base Industry 4.0 and its characteristic technologies, because thanks to them, we will be able to make a more efficient consumption of our resources, also presenting models already in use of each of these technologies.

For this reason, one of the key points of Industry 4.0 is the direct relationship with energy efficiency, a lever to reduce energy consumption and help solve one of the main problems that exist worldwide.

Índice

Agradecimientos.....	8
Resumen.....	9
Abstract.....	10
Índice.....	11
Índice de Figuras.....	12
1. Introducción.....	13
2. Estado del arte.....	16
2.1. Concepto Industria 4.0.....	16
2.2. Objetivo digitalización.....	19
2.3. Campos de aplicación;habilitadores digitales.....	24
2.3.1. Principales sectores industriales de aplicación.....	24
2.3.2. 'Big Data' y analítica de datos.....	25
2.3.2.1. Aplicaciones Big Data en procesos industriales.....	27
2.3.3. Robótica colaborativa e Internet Industrial de las Cosas.....	28
2.3.4. 'Machine Learning' y 'Deep Learning'.....	32
2.3.5. Simulación.....	34
2.3.5.1. Realidad aumentada.....	35
2.3.5.2. Impresión 3D.....	38
2.3.6. Sistemas de integración.....	40
2.3.7. 'Cloud computing' y Ciberseguridad.....	41
3. Aplicación por áreas.....	45
3.2. Industria.....	48
3.3. Salud.....	50
3.4. Transporte.....	52
3.5. Turismo.....	54
3.6. Telecomunicaciones.....	55
4. Situación actual.....	56
4.1. Casos destacados en España.....	57
5. Impacto socio-económico.....	61
6. Conclusiones.....	65
Bibliografía.....	66
Glosario.....	67

Índice de Figuras

- Figura 1.1 – Evolución histórica de la Industria
- Figura 1.2 – Diferenciación modelos de operación
- Figura 2.1 – Concepto Industria 4.0
- Figura 2.2 – Áreas de estudio del proceso de digitalización
- Figura 2.3 – Áreas de impacto
- Figura 2.4 – Porcentaje de empleos en alta tecnología en Europa
- Figura 2.5 – Concepto Big Data
- Figura 2.6 – Robótica tradicional vs robótica colaborativa
- Figura 2.7 – Modelo Robotnik
- Figura 2.8 – Visualización conexiones IIoT
- Figura 2.9 – Comparación red neuronal simple y deep learning
- Figura 2.10 – Software simulación FlexSim
- Figura 2.11 – Ejemplo realidad virtual
- Figura 2.12 – Ejemplo realidad aumentada
- Figura 2.13 – Campos de aplicación realidad virtual/aumentada
- Figura 2.14 – Ejemplos Impresión 3D
- Figura 2.15 – arquitectura sistemas integración
- Figura 2.16 – Combinación tecnologías 4.0
- Figura 3.1 – Diagrama de araña Energía
- Figura 3.2 – Diagrama de araña Industria
- Figura 3.3 – Gap de penetración digital por áreas
- Figura 3.4 – Diagrama de araña Salud
- Figura 3.5 – Coche autónomo Tesla
- Figura 3.6 – Diagrama de araña Transporte
- Figura 3.7 – Diagrama de araña Turismo
- Figura 3.8 – Diagrama de araña Telecomunicaciones
- Figura 4.1 – Click hunter
- Figura 4.2 – App mantenimiento predictivo IML Solutions
- Figura 5.1 – Impacto sobre el ROCE
- Figura 5.2 – Aspectos destacados del profesional del futuro

1. Introducción

La industria ha sufrido múltiples cambios a lo largo de la historia gracias a la evolución e innovación tecnológica. Cada vez son más los avances que proporcionan una mayor capacidad a las tecnologías que van emergiendo. Es un sector, en el cual, se han estado produciendo continuas mejoras. Se han aplicado diferentes tecnologías o se ha producido una evolución de la ya existente, pero los grandes saltos de la evolución industrial se identifican en tres momentos distintos de la historia.

Nos situamos en el año 1782, donde nos encontramos, gracias a James Watt, con la primera máquina de vapor diseñada para aplicaciones industriales. Surgiendo las primeras máquinas para telares, fábricas de papel, destilerías, etc.

Más de 100 años después, se produce la introducción de un nuevo modelo de trabajo con la conocida producción en masa, gracias a la ayuda de la energía eléctrica. Conseguimos aumentar la productividad con la incorporación de las primeras cadenas de montaje en 1913.

Y es ya en 1969, cuando se vuelve a introducir grandes cambios en las industrias. Se realiza la instalación de las primeras máquinas programables para realizar ciertas acciones, pudiendo ser éstas, fáciles y repetitivas o tareas caracterizadas por la realización de grandes esfuerzos y que una persona no sería capaz de realizarla. Produciéndose mejoras desde su implantación, esta última revolución introdujo numerosos cambios en la forma de operar las industrias y, además, ha seguido un proceso continuo de mejoras donde se han diseñado máquinas con una mayor precisión y por el que ha sido posible abaratar costes en los procesos y obtener una mayor productividad.

Actualmente, la industria está volviendo a experimentar otro gran cambio que marcará la historia. Con la aparición de Internet, el mundo se ha visto sometido a una gran transformación. Se ha conseguido conectividad entre personas a nivel mundial y a tiempo real, y se han desarrollado programas que facilitan nuestra vida diaria y ayudan a la administración y operación de las empresas. Esto, a priori, no ha supuesto una alteración significativa en el modelo de negocio u operación de las plantas industriales. Pues teníamos las tecnologías, pero no la capacidad necesaria para su uso. Esto se explicará más adelante.

Es aquí dónde puede surgir la siguiente pregunta; en un mundo totalmente conectado, ¿cómo es posible encontrar una industria tan desconectada?, ¿por qué no utilizar esta herramienta para mejorar los procesos y los modelos de negocio de las industrias?

Como respuesta a estas preguntas surge el concepto de Industria 4.0, término acuñado por Mark Watson, alto ejecutivo de la empresa alemana IHS, que viene a referirse a la aparición de la cuarta revolución industrial. Fue en 2011 cuando este movimiento comenzó a surgir en el mundo de la industria, más concretamente en Alemania y actualmente, se encuentra en una expansión imparable. Ya que ofrece grandes oportunidades a todo tipo de empresas, incluso cabría destacar la aparición de muchas pequeñas empresas que comienzan a surgir sólo, a partir, de tecnologías asociadas a la Industria 4.0. Teniendo la capacidad de competir con otras grandes industrias con mucha más experiencia.

En la siguiente *figura 1.1*, podemos ver gráficamente y a lo largo de la línea del tiempo, los diferentes saltos históricos producidos por el sector industrial. En el cual se puede diferenciar, a la derecha, el grado de complejidad de cada uno de los cambios y se observa que cada vez existe un mayor grado de complejidad tecnológica con respecto el anterior.



Figura 1.1 – Evolución histórica de la Industria

La Industria 4.0 está introduciendo e introducirá tecnologías que van a revolucionar el mundo de este sector, transformando empresas, sectores y mercados. Por lo que se va a presenciar un gran cambio, pasando de una producción en masa, a una “customización” en masa, es decir, a la posibilidad de fabricar gran cantidad de productos customizados o personalizados.

En la siguiente *figura 1.2* se puede ver gráficamente una breve explicación de los componentes principales de dicho cambio. Pasando de la tradicional producción en masa a la customización en masa, que se caracteriza por centrarse en personalizar el producto según las necesidades de cada cliente y distribuirlo globalmente.



Figura 1.2 – Diferenciación modelos de operación

Más adelante en el punto 2.3 del índice, se profundizará en este concepto y sobre las tecnologías que hacen capaz toda esta revolución.

Las industrias se enfrentan, por tanto, a un proceso de cambio que permitirá avanzar en competitividad e innovación, proporcionando un servicio más personalizado a los consumidores. Como consecuencia, se consigue una mayor eficiencia energética, por lo que podría ser el motor para reducir unos de los principales consumos energéticos del planeta.

En este documento se va a realizar un análisis bibliográfico de diferentes fuentes de información actuales acerca de dicho tema para conseguir entender de qué trata exactamente este nuevo concepto de industria, cuáles son las herramientas principales que se utilizan actualmente, además de la diferenciación de los distintos sectores de aplicación y de algunos casos reales adaptación a la Industria 4.0 a nivel mundial, europeo y español.

2. Estado del arte

En este bloque se procede al estudio de la documentación actual acerca de la Industria 4.0 y se divide en cinco puntos principales; concepto, objetivo, sectores de aplicación, herramientas principales y los distintos casos de éxito actuales en diferentes partes del mundo.

2.1. Concepto Industria 4.0

Mucho y muy variado es lo que se habla actualmente acerca de la Industria 4.0, digitalización de los procesos o cuarta revolución industrial. Recibe diferentes nombres, pero el más extendido, sobre todo por el territorio europeo, es el de Industria 4.0, como ya hemos dicho, de origen alemán, y todos ellos hacen referencia al gran movimiento de desarrollo que se está dando en el entorno industrial.

Es importante tener en cuenta lo siguiente, antes de intentar explicar dicho concepto, y se resume en unas palabras, una frase que considero muy acertada para entender la gran cantidad de información y el plano de aplicación tan amplio que posee dicho concepto:

“El concepto es tan amplio que resulta fácil perder el objetivo”, palabras de Hans-Juergen Grundig, IT Manager en General Motors España.

Define muy bien la complejidad del concepto, puesto que se trata de una idea muy amplia dónde hay que tener en cuenta distintos aspectos, y a su vez, éstos están referidos a diferentes campos de aplicación. Aquí se va a intentar concretar una posible definición en base a la documentación existente y fijar nuestro objetivo para no perdernos en este río con tantos afluentes.

Básicamente, consiste en la digitalización de los procesos industriales a partir del desarrollo tecnológico de la informática y la optimización de los recursos. Todo ello enfocado a la creación de una nueva metodología comercial.

La Industria 4.0, por tanto, no sólo trata de una modificación tecnológica de los procesos, sino también, de un nuevo modelo de negocio, cuya base considero que es la conectividad, gracias a la cual se consigue un seguimiento en tiempo real de la industria, tanto a nivel técnico cómo comercial y administrativo. Es un nuevo camino hacia la digitalización de los procesos y que nos llevará a un ecosistema digital interconectado, basándose en la conectividad de las cosas y las personas, mediante las nuevas herramientas que ya se encuentran en uso en muchos sectores. Las cuales se explicarán más adelante.

Como nos traslada *'Roland Berger'* en su documento patrocinado por Siemens, *"España 4.0. El reto de la transformación digital de la economía"*, hablamos de una conectividad total de la industria, creando lo que hemos llamado ecosistema digital interconectado, conexión de distintos tipos, apareciendo incluso nuevos términos; conectividad de máquinas con personas, las máquinas entre ellas (*M2M*), personas con personas, empresas con otras empresas (*B2B*), además de la empresa con los consumidores (*B2C*).

Este ecosistema digital se ha empezado a ver más claramente en sectores ligados al consumidor final, lo que hemos llamado B2C. Lo que conocemos como comercio online o e-commerce, a través incluso de las redes sociales. Estamos acostumbrados a que una industria ya tenga en su posesión un sistema de control para sus procesos o robots para la realización de algunas tareas, pero esto va más allá, se quiere conseguir que ese sistema de control sea capaz de analizar el estado del proceso y dar directrices de cómo debemos operar para una mayor eficiencia y productividad o, por otro lado, que esos robots puedan ser autónomos, capaces de cambiar su configuración para adaptarse al modo de operación. Todo esto, y es uno de los aspectos claves, procesamiento y análisis en tiempo real.

Las industrias deberán de seguir esta tendencia si quieren ser competitivas y para ello será necesario un periodo de adaptación y de toma de decisiones de nuevas medidas a implementar. En definitiva, como se muestra en la siguiente *figura 2.1*;

conectividad, grandes cantidades de datos para analizar y herramientas que facilitan la agilidad de los procesos. Con lo que conseguimos una mayor autonomía y cuyo objetivo principal es buscar una mayor productividad, eficiencia y competitividad.

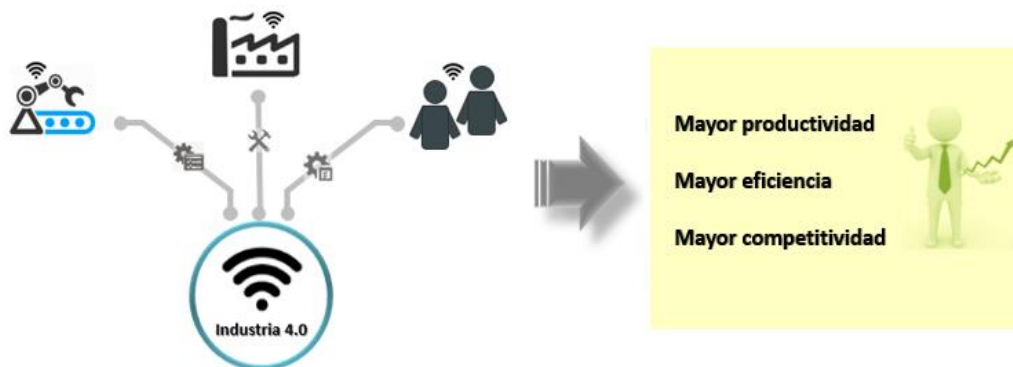


Figura 2.1 – Concepto Industria 4.0

Sin duda, un gran avance en el mundo industrial que va a pasos agigantados.

Debido a la diversidad de información dentro de este concepto de Industria 4.0, se va a proceder a explicar los objetivos principales que se quiere conseguir con este nuevo modelo industrial, además de analizar cada una de las principales tecnologías por las que se caracteriza dicho movimiento.

Este trabajo fin de grado se basa principalmente en dos documentos de análisis de la Industria 4.0. Uno, ya mencionado, la documentación que recoge *Roland Berger* junto al patrocinio de *Siemens* con el título: "España 4.0. El reto de la transformación digital de la economía. Y, por otro lado, un escrito más analítico con autoría de la gran consultora estadounidense *McKinsey & Company* titulado "Industry 4.0. How to navigate digitization of the manufacturing sector". Elaborado en 2015 pero posee gran cantidad de información del impacto técnico, social y económico de la nueva revolución industrial. Además de diferentes fuentes de información para el detalle del funcionamiento de cada una de las tecnologías presentadas.

2.2. Objetivo digitalización

Ya se ha hablado en cierto modo del objetivo de la Industria 4.0, pero es necesario concretar algunos aspectos que se deben resaltar y comprender el impacto positivo que conlleva la nueva revolución industrial.

En el escenario en el que se encuentra actualmente la industria, con una mano de obra más exigente debido a su formación, un precio cada vez más elevado de la energía y la adopción de compromisos sociales más severos, surge una nueva oportunidad de ser competitivos, evolucionando en el modelo y estructura de negocio que se tiene, en nuestro caso, aprovechando los beneficios que ofrece la Industria 4.0.

Por otro lado, viéndolo desde el punto de vista energético, el mundo de la industria es el responsable de algo más del 30% del consumo energético mundial. Por tanto, es un factor importante a la hora de estudiar estrategias para su desarrollo. Es necesario que el mundo sea consciente del uso de la energía y consigamos ser responsables a la hora de su consumo. Por ello uno de los puntos más importantes de la cuarta revolución industrial es el concepto de eficiencia, y se debe focalizar en la eficiencia de los recursos energéticos utilizados en cada uno de los procesos industriales.

Principalmente, cualquier cambio en el modelo de producción o en el modelo de negocio de una empresa, tiene que buscar una mayor productividad y eficiencia en sus procesos. En el caso de la Industria 4.0 se consigue a través de la conexión del mundo físico y virtual. Esta conversión a la industria digital promete llegar a un nuevo modelo de producción o de negocio, donde los beneficios o ventajas que ofrece pueden ser:

1. Mayor productividad y eficiencia en los procesos → Mayor velocidad de operación y mejoras del rendimiento
2. Mayor flexibilidad en la fabricación → Teniendo la posibilidad de obtener productos personalizados en masa.
3. Gestión más eficaz de los recursos → Eficiencia gracias al estudio de los datos obtenidos.

En la siguiente figura, *figura 2.2*, podemos ver los aspectos claves del proceso de adaptación a la Industria 4.0. Este gráfico se interpreta de la siguiente manera:

Una vez decidido dar el paso para la adaptación al nuevo modelo es necesario conocer qué herramientas son las que nos conviene, dependiendo del ámbito industrial en el que nos encontremos, y fijar un objetivo en la transformación.

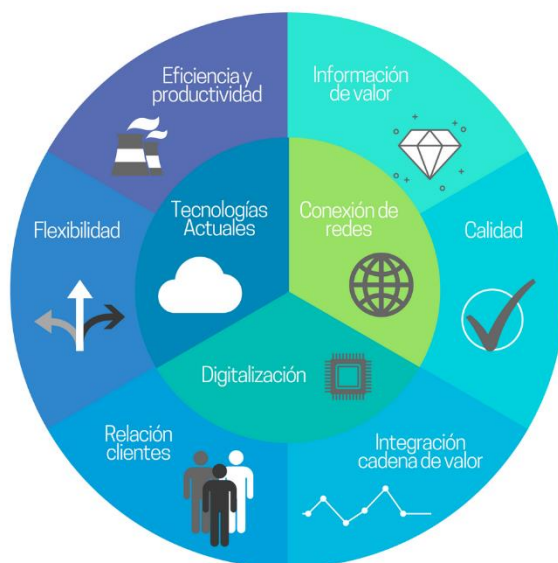


Figura 2.2 – Áreas de estudio del proceso de digitalización

En primer lugar, haciendo referencia a los elementos centrales del gráfico, se debe estudiar la necesidad de instalación de tecnologías para dar el paso a la nueva industria, teniendo en cuenta:

- **Tecnologías de producción actuales.**
Ya sea a través de sensores, instalación de software específicos, sistemas de big data o IoT, etc. Éstas se desarrollarán en los siguientes puntos de este documento.
- **Conexión a redes.**
Para poder procesar todos estos datos y poder recibir información en tiempo real de cada una de las máquinas perteneciente al proceso industrial o de las diferentes áreas dentro de la industria, serán necesarias unas conexiones seguras dentro de la nueva red que se procede a construir. Obteniendo así:
- La **digitalización** de todo el ecosistema industrial.
Cubriendo cada uno de los objetivos que anteriormente se han abordado.

Después se deben de estudiar las diferentes áreas de impacto. Gracias a la digitalización del entorno industrial, una mejor relación con los **clientes** debido al estudio más específico de sus necesidades, junto a la mejora de la **calidad** de los productos y la gran **flexibilidad** a la hora de operar. Todo esto unido ofrece una mayor **eficiencia y productividad** y una mejor **integración de la cadena de valor** empresarial.

Se obtiene, por tanto, una mayor calidad y **valor de los datos** que a su vez es lo que va a favorecer cada uno de los primeros puntos mencionados pertenecientes al anillo exterior del gráfico.

Se trata de un proceso escalonado de estudio, como podemos ver en la *figura 2.3*. Pero hay que tener en cuenta que el producto de este estudio, la información de valor, es lo que va a ayudar a mejorar las tres primeras áreas de impacto por lo que, al final, tenemos una dependencia circular del desarrollo de cada una de las áreas.



Figura 2.3 – Áreas de impacto

En definitiva, una vez que se consigue los medios para facilitar la evolución a un nuevo modelo empresarial, se valora y analiza los campos a los que éstos van a afectar, ya que además de cambios físicos, se producirán cambios en el modus operandi de empleados, directivos, proveedores, clientes, etc.

Aunque no sea un objetivo del propio movimiento de revolución industrial, desde el punto de vista de los gobiernos también es interesante promover dicho movimiento por otros objetivos sociales y económicos, de los que también se hablará en uno de los puntos más adelante con mayor detalle.

Existen ya muchos países que se encuentran trabajando, o cuentan ya, con un programa para la digitalización de sus industrias, ya que conlleva un amplio abanico de oportunidades gracias a la posibilidad de innovación y diferenciación por parte de las empresas nacionales, así como la mejora en la competitividad que pueda producirse, contribuyendo así a un crecimiento del país.

En el caso de España el sector industrial supone más del 13% del PIB y emplea a un 11% de la población activa, según el informe preliminar del ministerio de industria, energía y turismo, titulado *'La transformación digital de la industria española'*. De ahí, la importancia de que España se sitúe a la vanguardia en lo que se refiere a la Industria 4.0 y no quedar rezagados, pues España ya tiene un largo camino que recorrer para adaptarse al nuevo modelo de la Industria 4.0. En casi la totalidad del país, nos encontramos con entre un 3 - 6.5 %, como porcentaje de empleos en altas tecnologías. Se puede ver en la *figura 2.4*, perteneciente al portal estadístico Statista.

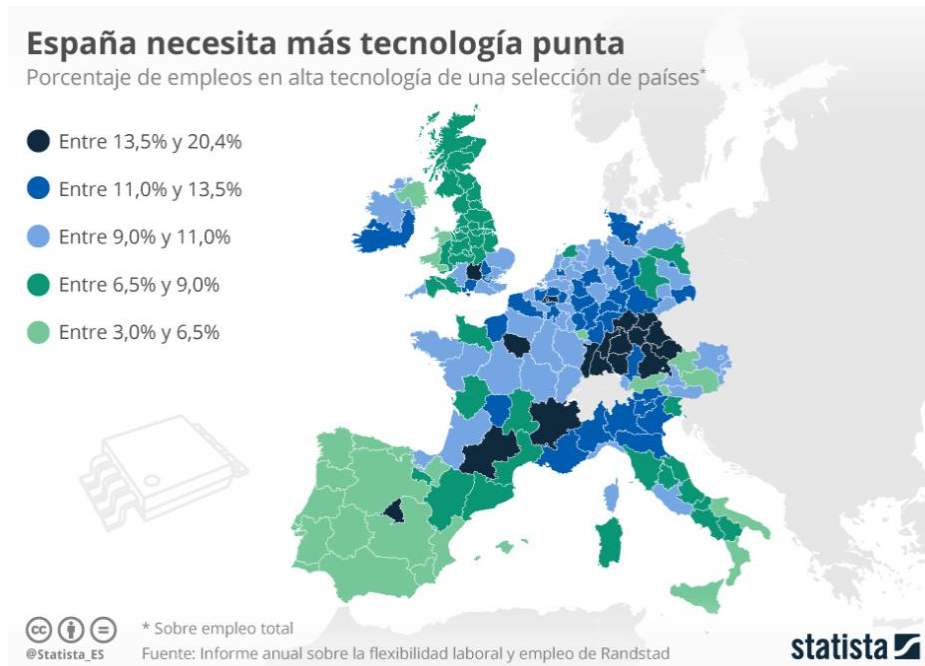


Figura 2.4 – Porcentaje de empleos en alta tecnología en Europa

Hay que tener en cuenta que, para captar estos beneficios, será necesario invertir en equipos, tecnologías de la información y comunicación (TIC), análisis de datos, así como la integración de los flujos de datos a lo largo de la cadena de valor global. Las herramientas comentadas en los próximos puntos serán las encargadas de facilitar la comprensión del concepto en el que estamos navegando.

Decir algo así no es una labor fácil, porque supone un importante esfuerzo de inversión e implicación, además del importante cambio cultural a todos los niveles de la empresa.

2.3. Campos de aplicación: habilitadores digitales

Una nueva revolución industrial conlleva una revolución tecnológica, cómo es el caso de cualquier progreso industrial que se ha dado a lo largo de la historia.

La primera gran revolución fue guiada por la máquina de vapor aplicada a la industria, o en la segunda, se produjo la introducción de la fabricación en masa gracias a la electricidad. Pero para esta nueva etapa de desarrollo industrial parece que no contamos con la introducción de una sola tecnología en concreto, sino que es un progreso, cuyos conductores son más de 6 tecnologías distintas, aunque, en mi opinión, la realidad es que la cuarta revolución industrial se debe a una tecnología base que comparten todas estas herramientas; internet.

Y aunque internet no es algo nuevo, se introdujo bruscamente en nuestras vidas y en nuestro día a día, pero no han existido grandes cambios en el mundo de la industria. Se ha avanzado gracias a internet, pero es ahora cuando la conectividad va a introducir un nuevo modelo de negocio, ofreciendo mayores beneficios tanto para las empresas, los consumidores o el medio ambiente. Entonces se puede decir que la base principal de la cuarta revolución industrial es la conectividad conseguida a través de la integración de internet en el corazón de las industrias.

Al tratarse de distintas tecnologías con diversas aplicaciones, se van a exponer cada una de ellas, las cuales se han ido desarrollando en estos años y que se seguirán desarrollando con el tiempo. Incluso, muchas de ellas se encuentran en pleno proceso de gestación.

Pero antes hay que aclarar en qué sectores industriales se va a centrar el estudio cuando se haga referencia a las distintas herramientas tecnológicas, ya que debido a la diversidad de funcionalidades que poseen se puede volver a perder el objetivo de dicha monografía.

2.3.1. Principales sectores industriales de aplicación

Cualquier herramienta utilizada en la Industria 4.0 posee una diversidad de aplicaciones tal, que se debe definir qué sectores son a los que se hará referencia.

Basándonos en la sectorización realizada en el documento de Roland Berger, se va a tomar los distintos grupos industriales, para más adelante poder determinar cada una de las aplicaciones tecnológicas dependiendo del área industrial de la que se hable y de la madurez tecnológica de cada una de ellas dentro de nuestro país. Estos puntos se abordarán más adelante. Siendo los siguientes:

- Industria
- Energía
- Salud
- Transporte
- Telecomunicaciones
- Servicios Financieros
- Turismo

En mi opinión creo que se puede intuir claramente cuál sería el área de cada uno de los grupos, sólo aclarar que, el denominado industria, se refiere a todo el sector de industria manufacturera o de procesos, dónde encontramos todo tipo de desarrollos. Ya sean agroalimentarias, química, automovilística, textil, etc.

Las aplicaciones de las tecnologías actuales son muy diversas y, por ejemplo, el e-commerce, que es una característica propia de la Industria 4.0, es aplicable a un pequeño negocio de venta online. Esto mismo aplicado a una gran industria estaría referido al contacto y el paso de información de la empresa al cliente, plataformas online, aplicaciones, y todo aquello relacionado con los sistemas de integración verticales u horizontales.

Uno de los objetivos que se pretende con la implantación de toda esta nueva tecnología es la eficiencia y ahorro energético, por lo que se intentará plasmar las distintas aplicaciones de estas tecnologías en los distintos sectores, para conseguir dicho objetivo.

Comenzamos, entonces, con el desarrollo de cada una de ellas.

2.3.2. 'Big Data' y analítica de datos

Hoy en día las empresas necesitan ser dinámicas, pues están sometidas a tomas de decisiones oportunas y acertadas para llegar a sus clientes, por lo que el análisis de todos los datos que poseen se ha vuelto uno de los pilares más importantes para lograr los objetivos.

El análisis de datos no es algo nuevo, pues las empresas llevan años intentando beneficiarse de toda esta información a la que tienen acceso, ya sea de sus datos internos de producción, como información acerca de los clientes o proveedores. Pero, como en todo, esta información ha sufrido variaciones a lo largo del tiempo; la cantidad, la calidad o el formato en el cual se tiene.

Es necesario conocer porqué big data puede desbancar, o ya está desbancando, a la analítica tradicional. Y es debido a que las tecnologías tradicionales pierden sentido en el océano de datos sin estructurar en el que se encuentran la mayoría de las empresas. En contraposición a las nuevas herramientas, las que llevan años funcionando son más lentas, con una menor precisión y menor capacidad de datos. Es por lo que big data ofrece una nueva dinámica a las empresas y la posibilidad de anticiparse en las tomas de decisiones.

Como pasa con la Industria 4.0 es un concepto muy amplio por lo que, adentrándonos ya en la tecnología big data en sí, se va a intentar describir las funciones principales de la que considero que es la base de la Industria 4.0, y a partir de la cual, se va a conseguir dar el cambio definitivo de modelo de negocio y tener la posibilidad de desarrollar industrias optimizadas siendo más productivas y eficientes.

Big data trata la gestión y análisis de **grandes volúmenes** de distintos tipos de datos obtenidos de una gran **variedad** de fuentes. Los datos se obtienen de fuentes como señales de móvil, sensores, cámaras, micrófonos, archivos, datos experimentales, etc. Y esto requiere que la **velocidad** de respuesta sea lo suficientemente rápida como para obtener la información precisa en el momento adecuado para permitir actuaciones en tiempo real.

La *figura 2.5* muestra las tres claves para que big data sea la tecnología base en la mayoría de las empresas: cantidad, velocidad, variedad, y la base de la característica de esta recopilación de datos: la **calidad**.

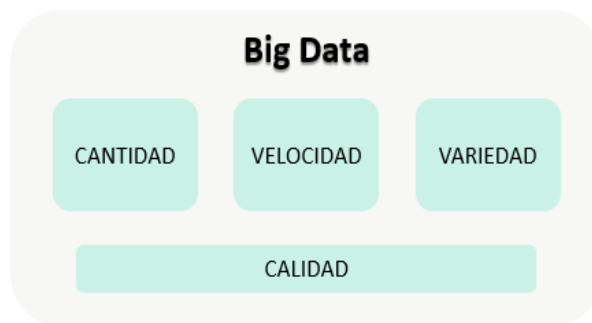


Figura 2.5 – Concepto Big Data

La complejidad de esta tecnología viene de la recopilación de datos no estructurados. Y para entender mejor los tipos de datos que se pueden recopilar vamos a realizar una pequeña clasificación y de dónde pueden proceder estos tipos de datos:

- Datos no estructurados → documentos, audios, imágenes, sensores...
- Datos semi-estructurados → software, hojas de cálculo, informes...
- Datos estructurados → sistemas ERP y CRM

Para que big data sea eficaz es necesario combinar los datos no estructurados y semi-estructurados con los datos procedentes de los sistemas ERP y CRM. Una definición muy superficial de lo que es ERP sería la de, un conjunto de sistemas de información que permite la integración de las operaciones de las empresas principalmente las de producción, logística, inventarios, envíos y contabilidad. Por otro lado, CRM; está relacionado con el trato con los clientes. Como estrategia de negocios para anticiparse a las necesidades de los clientes tanto actuales, como potenciales de la empresa.

Tenemos, por tanto, que la clave para que todos los tipos distintos de datos recopilados sean válidos y ayuden a la empresa a mejorar, tanto su relación con los clientes como internamente, es la **calidad** de estos datos. Para evitar caer en errores graves tanto estratégicos como operacionales, como consecuencia de basarse en datos erróneos.

2.3.2.1. Aplicaciones Big Data en procesos industriales

A partir de los procesos industriales, se pueden obtener ingentes cantidades de datos sobre sus equipos, la evolución del proceso o del entorno, por lo que la herramienta de análisis big data podría ser clave para la optimización de los procesos, reduciendo así, los costes y por lo tanto conseguir una mayor productividad. Big data ofrece a los diferentes procesos industriales, la capacidad de extraer la información adecuada de ese mar de datos en el que se encuentra la industria. Pasamos así a la automatización de procesos gracias a las predicciones y la obtención de datos a tiempo real.

Como se ha hablado con anterioridad, los datos provienen de fuentes diversas, ya sea por el histórico de la fábrica o los datos que se recopilan en tiempo real por los distintos equipos o sistemas. Las aplicaciones de big data pueden ofrecer información valiosa sobre muchas áreas, pero algunas que se pueden destacar son:

1. Diagnósticos predictivos. Donde se ayude a identificar posibles errores en la cadena de producción, así como, la anticipación de labores de mantenimiento y las predicciones de demandas por parte de los clientes.
2. 'Data Mining' en fabricación. Son técnicas de minería de datos para mejorar el rendimiento del proceso, mediante el estudio de los factores que afectan a la calidad del producto, o por la obtención de modelos de comportamientos de los equipos para proponer posibles cambios en sus puntos de funcionamiento, etc.
3. Servicios inteligentes remotos. Se trata de un aspecto que no está directamente relacionado con el proceso de producción, pero sí que se vería afectado. Básicamente se trata de conseguir, a través del estudio del mercado o de la información que se tiene de los clientes, solucionar futuros problemas relacionados con éstos, antes de que el cliente se encuentre con él.

A raíz de estas aplicaciones van a aparecer nuevos perfiles de profesionales, unos de los impactos sociales relacionados con la Industria 4.0 y que se abordará en el punto 5 del este trabajo fin de grado. En el caso de esta tecnología, nos encontramos con los analistas de datos y científicos de datos. Dos perfiles muy similares, pero con la diferencia de que un analista tiene como objetivo procesar y analizar estadísticamente los datos para sacar conclusiones y resolver problemas que se presentan en una organización. Mientras que el científico de datos pone su foco en la minería de grandes cantidades de datos, estructurados y no estructurados, con el objetivo de identificar patrones y predecir así los comportamientos futuros.

Big data, en definitiva, ofrece el análisis de una cantidad masiva de datos dando la oportunidad de predecir comportamientos, tanto internos como de su mercado, y permitir, así, tomas de decisiones en un tiempo mucho más corto que de lo que conseguiríamos con las tecnologías tradicionales. Esto permite a las industrias una reducción de los costes de producción y se consigue abrir un camino más próspero en un mercado tan competitivo y cambiante como el actual.

2.3.3. Robótica colaborativa e Internet Industrial de las Cosas

Dos tecnologías diferentes pero muy unidas. Al final de este punto se entenderá por qué la unión de estas herramientas en un mismo punto de estudio, ya que, en mi opinión, no podemos tener una sin la otra.

Comenzamos con la **robótica colaborativa**.

Ya se cuenta con la ayuda de la robótica en casi todo tipo de industrias, ya sean robots autónomos o manipulados directamente por las personas, pero estas máquinas están programadas para una determinada actividad, normalmente sencilla y repetitiva o trabajos que para las personas sería imposible de realizar.

Si pensamos en el entorno digitalizado que se pretende implementar a través de la Industria 4.0, se están desarrollando tecnologías por las cuales, se consigue un trabajo conjunto persona-máquina mucho más cercano y conectado a la red. Pudiendo recibir información a tiempo real del funcionamiento de la máquina y modificar el modo de operación si fuera necesario, ya sea por requisitos de la demanda o del propio proceso de producción. Presentando como diferencia, con respecto a la robótica tradicional, la carencia de las restricciones de seguridad y caracterizándose principalmente por poseer una mayor flexibilidad, accesibilidad y facilidad de programación. Pues son máquinas de fácil instalación y programación y pueden ser fácilmente reubicables en otro lugar de la planta.

También hay que mencionar, que hay modelos móviles que poseen la capacidad de moverse de forma autónoma encontrando su destino sin necesidad de marcas en el suelo, bucles de inducción o imanes, y pueden ser utilizados para trabajos como el de cinta transportadora y se tiene como reto la función de clasificado de productos, piezas, etc., en diferentes ubicaciones.

Con respecto a la restricción de seguridad, la diferencia más destacable, se hace referencia a ofrecer la posibilidad de omitir la instalación de vallado de seguridad, minimizando la inversión en estos costosos sistemas, permitiendo, así, una estrecha relación de trabajo entre las personas y las máquinas.

En la siguiente *figura 2.6* se representa gráficamente la comparativa de este sistema.



Esto
se

Figura 2.6 – Robótica tradicional vs robótica colaborativa

puede conseguir gracias a la incorporación de sensores de fuerza y consumo que son capaces de detectar colisiones con su entorno, evitando así algún accidente con los operarios. La normativa que hace referencia a los sistemas de robótica industrial ha tenido que redefinir las condiciones para la robótica colaborativa y es en la ISO/TS 15066 – Safety of Collaborative Robots, donde se exponen los nuevos requisitos de seguridad para este tipo de tecnologías.

Algunas de las marcas con modelos muy interesantes son ABB, CKBee (Alemania), Gomtec (Alemania), etc. Pero en España también tenemos empresas dedicadas a la robótica, como es el caso de la empresa valenciana Robotnik, creada en 2002 que con su modelo CROM, se introducen en el mundo de la Industria 4.0. CROM es un robot colaborativo capaz de realizar tareas precisas. En la siguiente *figura 2.7* se ve este modelo, con las típicas características de esta tecnología.



Figura 2.7 – Modelo Robotnik

FTE: www.robotnik.es

Por otro lado, los robots colaborativos tienen sus limitaciones, como todo, por ejemplo, son más lentos y menos potente que los industriales tradicionales, pero no necesariamente tiene esto que ser un defecto, puesto que están diseñados para otro tipo de trabajo que los anteriores.

Pero todo esto no es posible sin el **internet industrial de las cosas**, la tecnología que nos permite conectar el mundo físico con el digital. Consiguiendo una fábrica interconectada. Una de las herramientas, sin la cual no podríamos concebir el concepto de Industria 4.0.

Mucho es lo que se habla en el ámbito industrial de todas estas herramientas, pero al igual que pasa con big data, nos encontramos con el IIoT, un concepto un poco abstracto y que

posee un inmenso mar de aplicaciones. Pero se ha escuchado mucho hablar acerca del internet de las cosas, entonces, ¿Qué diferencia hay entre IloT e IoT?

El IoT, por sus siglas en inglés, hace referencia a tecnologías centradas en aportar mejoras en el día a día de consumidores individuales, mientras que el IloT se centra, en gran medida, a la mejora de la eficacia operativa, la seguridad y la productividad de los procesos industriales. Teniendo en cuenta que la conectividad tiene actualmente un reducido coste, se crea una gran oportunidad de transformar el modo de operación de las industrias para conseguir distintos beneficios antes mencionados.

A groso modo, el IloT permite la interconexión de distintas máquinas individuales, e incluso de instalaciones productivas completas, dando la oportunidad de monitorizar remotamente todos estos datos.

Conseguimos, por tanto, ampliar las capacidades de la instrumentación con sensores que conectan y estandarizan las fuentes de datos. En la actualidad, muy pocos productos o maquinaria está conectada a la red, pero se prevé que para el año 2020, habrá 50 mil millones de dispositivos conectados a la Internet, según un informe de Cisco realizado a principios de año. Posicionándonos en la auténtica era de la conectividad en el ámbito industrial.

Estas interconexiones se podrían imaginar de la siguiente manera: en la *figura 2.8* se intenta mostrar gráficamente lo que entenderíamos por IloT.

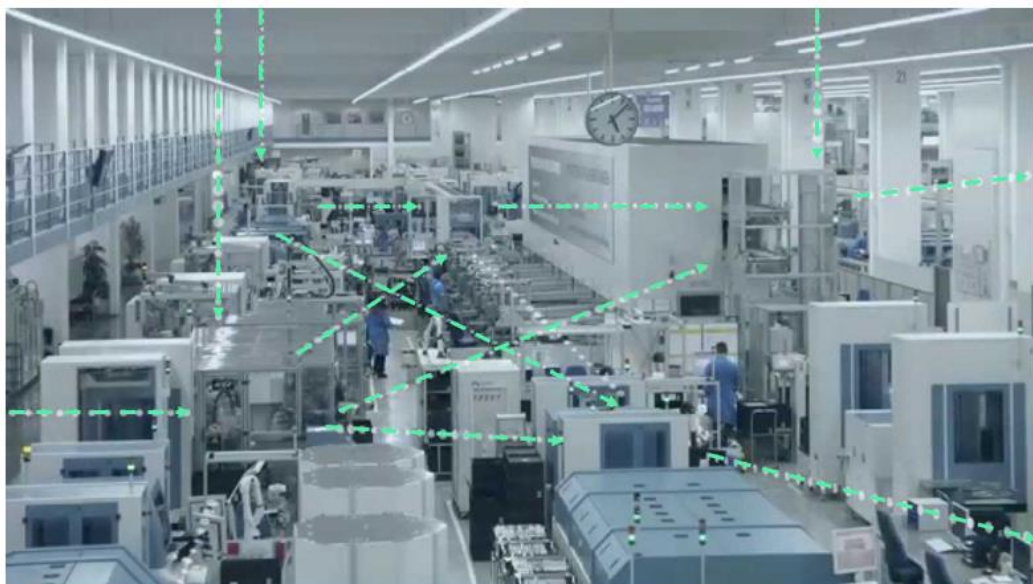


Figura 2.8 – Visualización conexiones IloT

Gracias a esta conexión y junto a las tecnologías de big data, obtenemos máquinas capaces de aprender. Esto nos permite reducir el tiempo que las máquinas pueden encontrarse en parada, ya sea por mantenimiento o por algún problema puntual, pues gracias al IIoT conseguimos recopilar los datos de funcionamiento de las máquinas y gracias al análisis de éstos, adelantarnos a posibles fallos y ser más precisos con el momento de parada para mantenimiento. Se reducen, por tanto, los costes de mantenimiento, se mejora la eficiencia y la disponibilidad de las máquinas.

Cómo caso particular y bastante interesante, nos encontramos con la empresa Schneider Electric y su EcoStruxure, un programa de implantación para las industrias con que abordar los posibles aspectos de conectividad dentro de tu empresa.

Y, por otro lado, un caso muy llamativo, es la creación de incubadoras de empresas cuyo objetivo es el estudio de las soluciones innovadoras ofrecidas por el IIoT para las industrias. Se trata de diferentes empresas del ámbito industrial como Air Liquide, AREVA, Solvay, VINCI Energies, etc., que se han asociado para identificar las nuevas empresas que ofrecen soluciones industriales prácticas y con un cierto grado de madurez para satisfacer necesidades operativas especializadas, sobre todo, basadas en IIoT y, posteriormente, proceder a su implantación en las distintas plantas e instalaciones industriales de este grupo de empresas.

Un trabajo en conjunto con empresas conectadas y ofreciendo soluciones de tecnologías conectadas. Estas herramientas ofrecen un mundo de oportunidades que podría aumentar la productividad y, además, la competitividad de las industrias y la de estas nuevas empresas que van surgiendo.

2.3.4. 'Machine Learning' y 'Deep Learning'

Aunque esté en un punto a parte, vamos a hablar de una de las mayores y mas revolucionarias aplicaciones del IoT. Se trata de la utilización de la inteligencia artificial, de algoritmos de aprendizaje para conseguir que las máquinas actúen según un comportamiento que van aprendiendo, no solo ejercer acciones repetitivas, sino tomar decisiones.

Esta tecnología ofrece grandes oportunidades, ya que tenemos una amplia gama de situaciones dónde es posible aplicar estas tecnologías. Los dos casos más conocidos son, los aquí presentados, 'machine learning' y 'deep learning'.

Personalmente, he querido hacer hincapié en esta tecnología ya que creo que será una de las grandes protagonistas dentro de la cuarta revolución industrial. Su potencial es muy grande y podemos conseguir aplicaciones de todo tipo, ya sea en el sector de la energía, el de la industria o en la salud. Puede ofrecer un gran motor de análisis que nos permita conocer mejor el funcionamiento de las fábricas, así como el aprovechamiento de los recursos naturales o ser capaces de conocer y detectar mejor y más rápidamente las enfermedades en el cuerpo humano.

Realmente, el deep learning es una vertiente del machine learning. Ambas tecnologías hacen referencia a sistemas que son capaces de aprender por sí solos. La diferencia entre ambos es la metodología de aprendizaje.

Por un lado, machine learning o aprendizaje automático, se basa en la programación de un algoritmo, con un conjunto de reglas para que la máquina aplique cuando se encuentre con los datos pertinentes. Pero el software tiene la capacidad de adaptar dichas reglas y crear otras nuevas para mejorar su tasa de acierto.

Mientras que, el deep learning o aprendizaje profundo va un paso más allá. El sistema en este caso va por capas o unidades neuronales, de hecho, el funcionamiento de estos algoritmos trata de imitar el del cerebro. Aquí cada capa procesa la información y vuelcan un resultado que se traduce en forma de ponderación, es decir, tantos por cientos. La segunda capa que vuelva a realizar el análisis combinará el resultado obtenido con su propio juicio, de tal forma que obtendremos una nueva ponderación, y así sucesivamente y en muchas ocasiones hay algoritmos que usan más de 100 capas lo que permite reducir el margen de error.

Podemos ver la estructura de análisis que sigue un proceso de deep learning en la siguiente *figura 2.9*, comparándola con una red neuronal simple, podemos ver que los procesos de deep learning son más elaborados. Este no sería el único ejemplo de red neuronal ya que existen diferentes tipos según los objetivos que quieras alcanzar; rapidez, menor margen de error, etc.

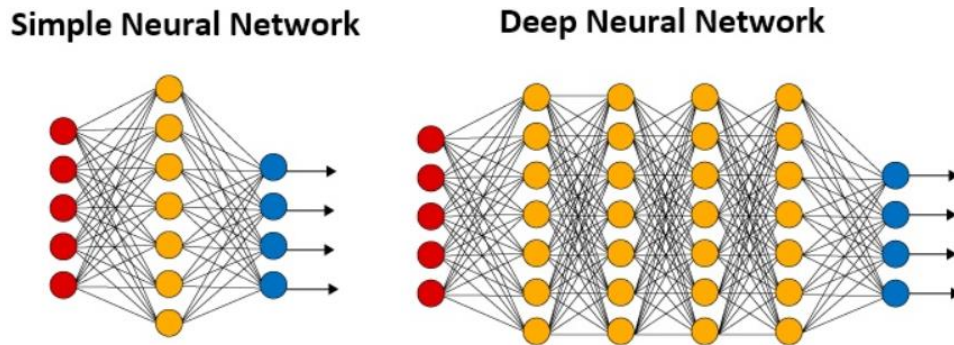


Figura 2.9 – Comparación red neuronal simple y deep learning

Estos algoritmos tienen que ser entrenados previamente con una grandísima cantidad de información para que se vaya puliendo por sí mismo. En la siguiente imagen podemos ver el proceso de reconocimiento por deep learning

En conclusión, el deep learning es más complejo y sofisticado, también más autónomo, lo que quiere decir que una vez programado el sistema, la intervención humana es mínima. Pero ambas han llegado para quedarse y para capacitar a la industria de fuertes herramientas de precisión y rapidez de análisis.

2.3.5. Simulación

Se ha hablado constantemente de la unión o conexión del mundo real con el mundo virtual, pero es en la simulación donde trabajamos en un entorno puramente virtual donde se es capaz de simular mediante softwares el funcionamiento de la totalidad de una planta. Esta herramienta permitirá conocer previamente el comportamiento de, por ejemplo, una nueva línea de producción, la instalación de una nueva máquina o como puede ser, la modificación del modo de operación del proceso actual.

Tradicionalmente, cualquier cambio dentro del proceso suponía una parada crítica de la fábrica y, como consecuencia, la puesta en marcha para proceder a verificar el funcionamiento correcto de las nuevas modificaciones. Con tecnologías de simulación, la experiencia obtenida del mundo real se trasvasa al virtual, lo que permite redefinirlo tantas veces sean necesarias para encontrar el modelo de producción óptimo, y así conocer a priori el comportamiento de la fábrica una vez instalado.

Esto permite a la industria ganar tiempo y, por tanto, ser más productivas y eficientes, ya que una fábrica parada se traduce en grandes pérdidas, las cuales podríamos evitar gracias a la instalación de herramientas de simulación.

Existen distintos tipos de sistemas de simulación. Generalmente se habla de softwares que son capaces de simular procesos o parte de ellos. En el mercado se encuentran infinidad de productos con diferentes características y enfocado a numerosas áreas dentro de la industria. Consiste en pantallas donde se puede ver gráficamente el proceso a simular y, además, representan los datos necesarios para conocer el comportamiento del nuevo modelo, similares a las tradicionales pantallas de control.

Como por ejemplo se puede ver en la siguiente *figura 2.10*, del software gratuito FlexSim, simulando una línea de embotellado.

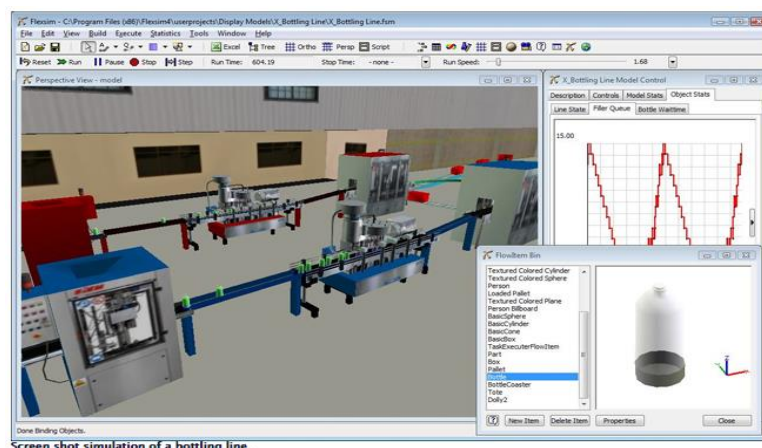


Figura 2.10 – Software simulación FlexSim

FTE: www.FlexSim.com

Este software, particularmente, es más sencillo que otros que dan modelos más detallados y de procesos más complejos. Pero igualmente puede resultar muy útil para algunas empresas, proporcionando una mayor agilidad y eficiencia en su proceso productivo.

Además de la utilización de softwares que se operan a través de la pantalla de un ordenador, existen otros modos de simulación que podrían ser aplicados con otras dos tecnologías actuales como lo son la realidad aumentada o la impresión 3D. Estas dos herramientas se van a desarrollar en los siguientes puntos.

2.3.5.1. Realidad aumentada

Hablamos de tecnologías con el objetivo de reducir costes y tiempo, mostrando a través de un medio virtual, la realidad de sus procesos, máquinas y otros usos que podemos asociar a estas herramientas y de los que se hablarán más adelante.

Se tiene que, la **realidad aumentada** y la **realidad virtual** son dos tecnologías que pueden conducir la transformación hacia la Industria 4.0, ambas usando modelos virtuales, con la diferencia de que en la realidad aumentada es posible incorporar elementos virtuales a la realidad y la realidad virtual trabaja en un entorno puramente virtual.

Para la utilización de estas tecnologías es frecuente el uso de gafas virtuales, que ya se han podido ver en el mercado para usos diversos, pero, sobre todo, para videojuegos o visualización de videos ofreciendo a las personas la inmersión en un mundo virtual con apariencia muy real, pero no mucho para el uso en la industria, que serán las que se estudian en el desarrollo de este punto.

Para tener una imagen de cómo sería la aplicación de esta tecnología en procesos industriales, se ve en la siguiente *figura 2.11*, la realización del prototipo de un automóvil a partir de realidad virtual. El uso de gafas es tanto para la realidad virtual como la aumentada, pero para ésta última también es frecuente el uso de 'tablets' o algún dispositivo que te permita capturar con una cámara el medio en el que te encuentras y mostrar virtualmente el proceso, máquina o producto a tratar como se ve en la *figura 2.12*



Figura 2.11 – Ejemplo realidad virtual



Figura 2.12 – Ejemplo realidad aumentada

Al fin y al cabo, independientemente del medio que se use, el objetivo es mostrar digital y virtualmente las distintas características que se van a proceder a estudiar, ahorrando así gastos de construcción de prototipado, evitar cortes en la cadena de producción y reducir los tiempos de paradas de mantenimiento o por fallos en la industria.

Estas funciones son consideradas para distintos usos y en la siguiente *figura 2.13* se pueden ver los 4 campos de aplicación principales:

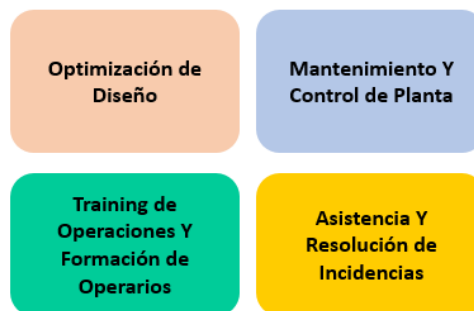


Figura 2.13 – Campos de aplicación realidad virtual/aumentada

Con la explotación del mundo virtual se consigue una serie de beneficios, algunos de ellos ya mencionados con anterioridad, pero los principales factores positivos que se pueden obtener son:

- Optimización de los procesos
- Reducir los tiempos de espera
- Aumento de la seguridad
- Ahorro de costes

Dentro de los distintos campos mencionados anteriormente, cabe destacar, por ejemplo, en optimización de diseño, las industrias donde el prototipo del producto requiere costes de

inversión muy altos, necesarios para estudiar y comprobar que sus características y funciones son correctas. Gracias a la realidad virtual, no sería necesario construir físicamente el prototipo, pero si virtualmente, y así comprobar todas sus funciones y características. Ahorrando todos los costes asociados al prototipado, además del tiempo de fabricación física, que es mayor que el del diseño virtual.

En lo que respecta a la formación de operarios, tenemos el caso de la empresa 3M que hace uso de un simulador de realidad virtual para mostrar a sus trabajadores el peligro de trabajar sin las correctas medidas de seguridad en la construcción. Por un lado, se ahorra en coste de personal técnico encargado de impartir la formación y, en este caso más concreto, puede resultar una medida más eficiente para concienciar a los trabajadores de los peligros que su profesión implica al ser más realista.

Me gustaría hacer un inciso aquí, pues, se ha hablado, al principio del documento, del cambio de cultura y la necesidad de adquirir nuevos conocimientos por parte de los trabajadores que supone la Industria 4.0, por lo que, basándonos en este último párrafo, encontramos en la realidad virtual una gran herramienta para la formación de los trabajadores, pues podrán trabajar en entornos virtuales realizando sus tareas reales, teniendo la posibilidad de efectuar distintos cambios y ver cómo funciona, a priori, todo su entorno de trabajo. Además de sus aplicaciones técnicas enumeradas, sirve como puente para la adaptación de las personas a la nueva cultura de la Industria 4.0.

2.3.5.2. Impresión 3D

Ha sido una de las más escuchada, la Impresión 3D o fabricación aditiva. Según el instituto IDC, este tipo de tecnología se incrementarán un 24%. Al igual que la realidad virtual, las primeras aplicaciones están relacionadas con la fabricación de juguetes, el arte, biotecnología, etc. Ahora nos encontramos con un escenario propio en el mundo de la industria para la impresión 3D, pues sus usos ya son reales en ámbitos como el automovilístico, ferrocarriles, construcción, etc.

La impresión aditiva se basa en el uso de máquinas que son capaces de fabricar un objeto mediante la superposición de capas sucesivas de un material. Siendo más baratas que por el método tradicional y más rápidas. Pueda tratarse del sustituto para la fabricación de determinadas piezas en distintos entornos. Aunque existe una problemática, los tipos de materiales. Hay una gran diversidad de materiales, pero su número es limitado, los más interesantes para la industria serán los de alta temperatura y resistentes. Por lo que esta sería la mayor desventaja para esta tecnología.

Igualmente, en determinadas fábricas que se trabaje con maquinaria, se puede sufrir un contratiempo si les falta una pieza de una máquina. Los recambios pueden tardar varios días y esto hace parar la actividad de la empresa. Entonces puede ser una manera fácil, rápida y de menor coste.

En el escenario actual se están estudiando formas de aplicar la impresión 3D en el mundo de la aeronáutica de forma que sirva para la producción de determinadas piezas. Pero es algo complejo, pues estas piezas están sujetas a restricciones muy fuertes de resistencia y propiedades estructurales. Por lo que la realidad es más compleja y podría tener potencial a largo plazo, por lo menos hasta que estas impresoras sean capaces de trabajar con otros tipos de materiales aptos para este sector.

Como caso de interés, la empresa GEH es pionera en esto y para aplicaciones tan poco pensadas como es en centrales nucleares. Reducen hasta 10 veces los tiempos de fabricación. Trabajando en la realización de filtros de escombros, reactores de agua hirviendo, soluciones anti-vibración en bombas de chorro o materiales sin irradiación.

Pero si nos fijamos en el sector de la salud es una tecnología muy potente y que, ya hoy en día, se encuentra en uso. Puede ser un gran aliado a la hora de la fabricación de prótesis y de manera personalizada. Al existir diferentes tipologías de materiales es capaz de adaptarse al uso que necesite cada persona por lo que el nivel de personalización de esta tecnología es máximo.

En la siguiente *figura 2.14* podemos ver diferentes ejemplos de prótesis, ya sea para un adulto para un uso normal, para un deportista, para niños o para un bebe. E incluso cabe su aplicación en el mundo animal, para ayudar a esos animales que pierden algunas de sus extremidades.



Figura 2.14 – Ejemplos Impresión 3D

Además, su uso no sólo se basa en la sustitución de algún miembro del cuerpo, sino que también puede servir en la recuperación de los pacientes como sustituto del aparatoso yeso que se aplica en la rotura de los huesos. Es mucho más limpio y cómodo tanto para el paciente como para el médico. Ya es posible su uso en lo que se refiere a cualquier accesorio ortopédico, un claro ejemplo es el del Dr. Abby Paterson, de Reino Unido que ha presentado como tesis doctoral un sistema para fabricar a través de la impresión 3D todos los accesorios necesarios para las personas con artritis reumatoide, suponiendo no sólo una mejora estética, sino que sería más cómodo para el paciente y evitarían algunos de los efectos secundarios de las muñequeras ortopédicas con la sudoración excesiva e irritaciones en la piel.

Para terminar, un proyecto muy interesante es 'Cyber Beast', unos jóvenes emprendedores argentinos fabricaron mediante una impresora 3D una prótesis para un niño de 11 años, consiguiendo un modelo que, en lugar de costar 40.000 dólares, cuesta 2.000 dólares. Asegurando que es posible construir una prótesis con un tiempo entre 48 y 72 horas, desarrollaron este proyecto dónde cualquiera puede incluso descargar los planos para montar una prótesis con una impresora 3D en su propia casa.

Como conclusión y opinión propia, en lo que se refiere a aplicaciones industriales, es una tecnología mucho más restringida que el resto, pero no supone que no continúe en desarrollo y poder romper estas barreras actuales, pues posee un gran potencial para la fabricación, revolucionando completamente este ámbito y sobre todo en las aplicaciones en el sector de la salud, que aquí ya se encuentra en desarrollo y está aportando muchas mejoras en esta área, ya que, como se ha podido ver, puede ofrecer diversas soluciones personalizadas y con costes más bajos.

2.3.6. Sistemas de integración

Se han expuesto distintas tecnologías que trabajan con conectividad o con una gran cantidad de datos. ¿Dónde ubicamos estas tecnologías?

Al hablar de sistemas de integración, se hace referencia, más bien, a plataformas de integración. Sistemas informáticos donde, tanto empleados como clientes, tengan acceso a, lo ya mencionado en puntos como el de big data o IloT, las tecnologías de CRM, ERP, SCM, etc. Todos ellos son sistemas independientes pero que necesitarán estar conectados para favorecer el proceso de automatización y ofrecer una gestión integral de las industrias. Reuniendo todos sus sistemas, tanto internos como externos, procedentes principalmente de 3 tecnologías: big data, IloT y robótica, aunque este último se podría englobar en IloT. Se observa en la siguiente *figura 2.15*.

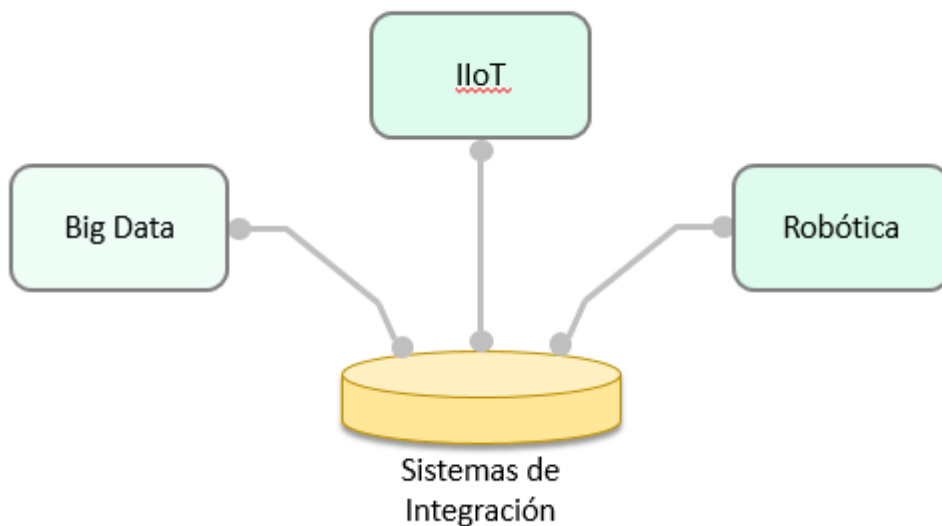


Figura 2.15 – arquitectura sistemas integración

2.3.7. 'Cloud computing' y Ciberseguridad

Se ha hablado de distintas tecnologías y algunas de ellas como el big data, con requerimientos de espacio bastante considerables, también se ha hecho mención de la necesidad de conectividad de las cosas, de las personas o, incluso, de las empresas. Es por ello, que aparece el uso de "la nube".

De manera tradicional, se han usado aplicaciones caras y complejas, donde predominaba la cantidad de hardware y software necesario para ejecutarlas, con la consiguiente limitación que esto supone, por ejemplo, de espacio y la necesidad de instalación de servidores informáticos que tienen que ser manipulados por un equipo experto.

Las tecnologías de '**Cloud computing**' permiten acceder a todos los datos o aplicaciones asociados a la nube de manera rápida y personalizada, y desde cualquier lugar del mundo. Sin la necesidad de tener a tu disposición servidores informáticos, ahorrando así lo que se ha mencionado anteriormente con respecto a los costes asociados a la instalación, mantenimiento y actualización de los mismos. Se pueden destacar seis aspectos claves para el uso de esta tecnología en el ámbito de la Industria 4.0.

1. **Accesibilidad.** Desde cualquier lugar y en cualquier momento con cualquier dispositivo con acceso a la Red.
2. **B2C ('Business-to-Consumer').** Capacidad de conectividad entre la empresa y los clientes, permitiendo a éstos consultar las características del servicio sin necesidad de ponerse en contacto con el proveedor.
3. **Multiusuario.** Permite el acceso a los diferentes usuarios de la empresa mediante una misma plataforma ubicada en la red.
4. **Externalización.** Las empresas se pueden permitir externalizar la gestión de los recursos informáticos a un proveedor específico. Se eliminan así, los costes ya mencionados de instalación y mantenimiento.
5. **Multifuncional.** Teniendo acceso a las funciones del sistema que se necesitan en ese momento.
6. **Ahorro.** Se paga solo por los recursos que se usan en la nube (soluciones de software, almacenamiento de datos, etc.), sin costes relacionados con infraestructuras, por ejemplo. Ya que existen proveedores que dan un servicio de almacenamiento de datos, sin problemas prácticamente, de espacio que, además, ofrecen servicios de backup (copias de seguridad) y restauración de equipos.

Es por tanto una tecnología clave para la adaptación de la industria en este nuevo escenario de transformación, pues es una de las bases de sustentación para el resto de las tecnologías actuales y ofrece servicios de mejoras en la manera de operación de las industrias.

Centrándonos en el mundo industrial y más concretamente en la industria agroalimentaria, nos encontramos con algunas aplicaciones muy interesantes. La mayoría, de la mano de big data, pues es una tecnología que necesita mucho espacio de almacenamiento y, como ya se ha explicado, o se hace uso de servidores informáticos y equipos propios o se deriva a un proveedor específico.

Tenemos diferentes usos del flujo de datos obtenidos de una industria, como puede ser el análisis del mercado de materias primas. Big data es la responsable de analizar todas esas variables que afectan a la cadena de producción y, al mismo tiempo, se computa y guarda en la nube, favoreciendo la capacidad de respuesta en tiempo real. Tenemos el caso de la plataforma desarrollada por AINIA para MERCASA, que integra procesos y servicios en Cloud para la gestión de la trazabilidad en mayoristas de pescado y marisco. Y así, una gran variedad de aplicaciones donde es muy posible perderse.

Como hemos dicho estas tecnologías están relacionadas las unas con las otras, y es con la adopción del internet de las cosas cuando surge la necesidad de analizar grandes cantidades de datos para ser accedidos de manera rápida y localmente. Es la combinación de las tecnologías lo que da el gran valor a la industria 4.0.

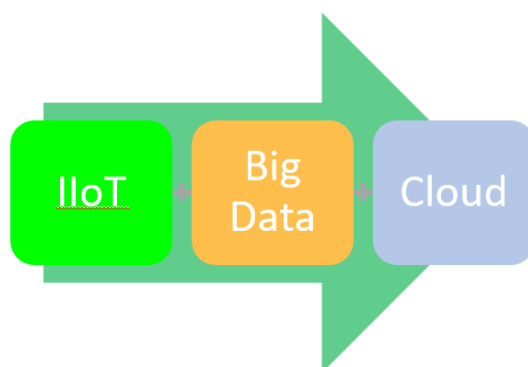


Figura 2.16 – Combinación tecnologías 4.0

Por otro lado, aparece un nuevo concepto bastante interesante, sobre todo en la aplicación de grandes procesos industriales: **“the fog computing”**.

Con fog computing se tiene una infraestructura distribuida en la que ciertos procesos o servicios de aplicaciones se gestionan en el borde de la red mediante un dispositivo inteligente, pero otros se gestionan en la nube. Se trata entonces de una capa intermedia entre la nube y el hardware para permitir un procesamiento, análisis y almacenamiento de datos más eficiente, lo que se logra reduciendo la cantidad de datos que hay que transportar a la nube. Y también se puede ver como una posible medida de seguridad, pues, no todo está en la nube, para acceder a todos los datos también es necesario un acceso local.

Se ha mencionado en diferentes ocasiones la palabra seguridad, y es que es imposible no pensar que, con todo este movimiento de datos en la nube, si todos ellos se encontrarán seguros. Es, entonces, cuando la **ciberseguridad** cobra importancia. ¿Podría alguien ajeno a la empresa acceder a toda esta información? La respuesta, por desgracia es que si, pues siempre existirán vulnerabilidades en las aplicaciones que quizás una persona sea capaz de saltarse. Aunque nunca se esté 100% seguros, se intentará poner todas las barreras posibles al acceso sin permiso a la red de información.

No se entiende la ciberseguridad como una nueva herramienta tecnológica, pues desde que se fue consciente, a los comienzos de internet, de las posibles amenazas, existe la seguridad en la red. Pero lo que se quiere transmitir es la necesidad de mejoras y nuevas formas de aplicar la ciberseguridad a tecnologías que antes no existían y que además son más vulnerables que sus antecesoras.

Toda esta conectividad de la que se habla se consigue a través de sistemas más abiertos, por tanto: mayor conectividad, más facilidades y mayor riesgo. Los ciberataques pueden tener ahora efectos mayores, por lo que se necesita una seguridad cibernética robusta, actualizada y que esté integrada totalmente en la estrategia de organización y tecnología de la información desde el inicio.

Estos ataques pueden ser muy diversos por lo que no vamos a entrar en detalle, pero me gustaría hacer referencia a dos casos conocidos a nivel mundial para conocer la magnitud que pueden llegar a tener y la importancia de la ciberseguridad en las empresas y especialmente en las industrias:

- En primer lugar, un caso bastante actual y muy sonado. Es el ataque cibernético del pasado mes de mayo a la red interna de Telefónica, causado por un ransomware de una versión de WannaCry. Su modo de actuación es bastante simple: en el momento en el que uno de los archivos que lo contiene llega a un equipo, éste bloquea el acceso a los datos que contenga dicho equipo hasta que el propietario pague una cierta cantidad de dinero y así poder recuperar el acceso a los archivos, y en el caso de que el pago no se efectuara, los archivos serían borrados. Esto aplicado a una compañía como Telefónica pues puede ser un desastre a nivel mundial.

- Y, por otro lado, un poco más alejado, pero también en el ámbito industrial, fue el caso de un malware llamado Stuxnet, que se adueñó del control de 1000 máquinas y les ordenó autodestruirse. Ocurrió en 2009 en la central nuclear de Natanz, en Irán. Este gusano se introdujo en la red local a través de unidades flash, una memoria usb ya infectada, por ejemplo, y se propagó de forma autónoma por toda la red de producción.

Este caso es un ejemplo del potencial que poseen los ciberataques como armas en el mundo de las fábricas físicas conectadas. Una batalla muy desequilibrada pues, las organizaciones deben proteger una amplia franja de tecnología, mientras que los atacantes sólo necesitan identificar un eslabón débil y vulnerable.

Por tanto, a medida que aumenta la adopción y la amplitud del uso de tecnologías conectadas, los riesgos cibernéticos crecen y pueden cambiar con el tiempo. Además, dependiendo de la etapa de la cadena de valor y de cada organización. Cada uno de los sectores debe adaptarse al ecosistema, sin existir una solución única o simple para abordar los riesgos informáticos y las amenazas presentadas por la Industria 4.0. La regulación y normas de la industria a menudo solo representa la postura mínima de seguridad, pero no la suficiente. Un buen sistema de seguridad cibernética debe ser:

- **Seguro:** Conocer el riesgo y poner barreras para ello.
- **Constante:** Estar atentos y supervisar constantemente los sistemas, redes, equipos y un largo etc., que pueda verse afectado y detectar así posibles amenazas
- **Reforzado** o resiliente: Ser consecuente, y saber que es posible que se provoque un incidente, por lo que hay que determinar cómo se actuaría frente a estas situaciones. Y si ocurre, aprender de los errores.

La ciberseguridad es, por tanto, un elemento habilitador para que la Industria 4.0 se haga realidad, ocupándose de los riesgos asociados a la conectividad entre mundo físico y virtual y el trabajar en la red. En definitiva, es un mecanismo de protección, pero también el elemento base para la continuidad de desarrollo del negocio.

Después de conocer los diferentes campos de aplicación, llegamos a la conclusión de que, como ya se dijo con anterioridad, una tecnología va de la mano de otra, por eso, esta nueva transformación de la industria es tan importante. Lleva consigo cambios en distintos campos y a partir de diferentes tecnologías que te obligan a hacer uso de otras, por ello, al principio se hablaba de que cada revolución industrial ha supuesto la introducción, principalmente, de una sola tecnología. Y es con la Industria 4.0 donde se puede decir que la base es la conectividad, pero que no se consigue sin la aplicación de varias herramientas, formándose un nuevo ecosistema alrededor del sistema industrial y la disrupción de un nuevo modelo de negocio para las empresas.

3. Aplicación por áreas

Una vez presentadas y conocidas las diferentes tecnologías que conforman todo el ecosistema de la Industria 4.0, se procede a presentar las distintas aplicaciones por áreas. Se van a diferenciar 6 sectores distintos de aplicación ya mencionados en el punto 2.3.1. Principales sectores industriales de aplicación.

Aunque ya en algunos de los puntos de cada tecnología se ha hablado de posibles aplicaciones, aquí nos vamos a centrar en cada uno de los sectores particularmente y en cada uno de los apartados se mostrará un diagrama de araña con la posibilidad de aplicación de dichas tecnologías con una numeración del 1 al 10, siendo 1 muy pocas posibilidades de aplicación y 10 gran posibilidad de desarrollo y aplicación de esta tecnología.

3.1. Energía

Este punto se centrará tanto en las grandes Utilities y Oil&Gas, así como 'players' de renovables y todas las empresas de servicio de éstas.

El sector energético es una de las piezas claves y vital de la economía, es proveedor de la mayoría de los sectores restantes, por lo que es muy importante que esta área se adapte a las tendencias del mercado para impulsar la competitividad de los países.

Se trata de un sector con un gran potencial de aplicación y desarrollo de muchas de las tecnologías presentadas, pero cabe mencionar que dicha área percibe como menos beneficioso el impacto sobre los ingresos, según muestra el informe de Roland Berger. Vamos a intentar explicar aquí, que esto no tiene por qué ser así y ver todos los beneficios que podemos obtener.

En primer lugar, las tecnologías estrellas en esta área sería el big data, IoT y Cloud computing, además de la ciberseguridad que siempre va de la mano con esta última.

Se trata de un sector con grandes volúmenes de datos y con una gran diversidad de procesos mecanizados.

La aplicación de big data junto a las distintas tecnologías con IoT con machine learning, proporcionan la capacidad a cualquier empresa del sector, al estudio y predicción de los recursos energéticos, además del mantenimiento productivo. Pues, los avances en los algoritmos de aprendizaje profundo ahora hacen posible que se analicen al instante los datos y poder detectar patrones y anomalías en el conjunto.

En la primera jornada de Digital Energy, con la participación del Instituto de Ingeniería del Conocimiento, se presentó las últimas soluciones de digitalización en el sector energético y cabe destacar distintas aplicaciones de las tecnologías anteriormente nombradas. Como son las siguientes:

- **Predicción de producción de energía de origen renovable.** Ya conocemos la problemática de la intermitencia de las renovables por lo esto ayudaría a las empresas a planificar de manera más eficiente la cobertura energética que se obtendrá.
- **Predicción de la demanda de energía.** Proporcionará un mejor ajuste a las necesidades de los clientes y obtener una mayor eficiencia a la hora de operar las distintas industrias
- **Mantenimiento predictivo.** Sistemas de alertas de comportamientos anómalos en los procesos de generación, transformación o distribución de energía, entrando también en juego las herramientas de simulación o realidad aumentada en algunos casos.

En general, podemos ver gráficamente la aplicación de las diferentes tecnologías en este ámbito, como muestra la *figura 3.1*.

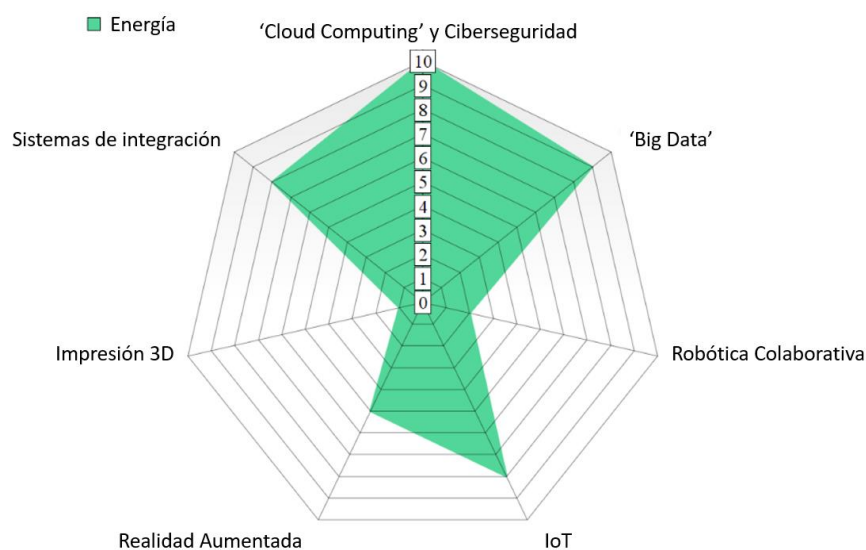


Figura 3.1 – Diagrama de araña Energía

Como ya se ha mencionado anteriormente, es necesario un buen sistema de integración de todas estas tecnologías, pues una de las claves de la Industria 4.0 es la integración de toda la cadena de valor de una empresa. Otras tecnologías como la impresión 3D o la robótica colaborativa tienen un menor peso en este sector, aunque sería posible su uso, no son las herramientas más útiles para sacar un mayor partido al potencial de los grandes volúmenes de datos.

En general con la aplicación de las diferentes tecnologías se facilita la flexibilidad en la producción, realizando cambios en la configuración sin que éstos afecten a los tiempos de producción. Contribuye a la hora de tomar decisiones gracias a toda la información de valor extraída y en tiempo real. Y lo más importante, favoreciendo el uso eficiente de los recursos y el aumento de la productividad, siendo posible realizar un seguimiento de la cadena de producción precisa y exhaustiva.

3.2. Industria

Este punto se centrará en aquellas empresas dentro de la actividad industrial que cubren los principales subsectores en España, como lo son la automoción, aeronáutica, química, textil, bienes de equipo, etc.

Las aplicaciones de cada una de las herramientas abordadas podrían lograr la disrupción en las operaciones en planta, la automatización de procesos y la interconectividad total de toda la cadena de valor. Ya se han mencionados distintos casos reales en los puntos anteriores, pero centrándonos en la posible aplicación de cada una de las tecnologías, tenemos el siguiente diagrama, mostrado en la *figura 3.2*.

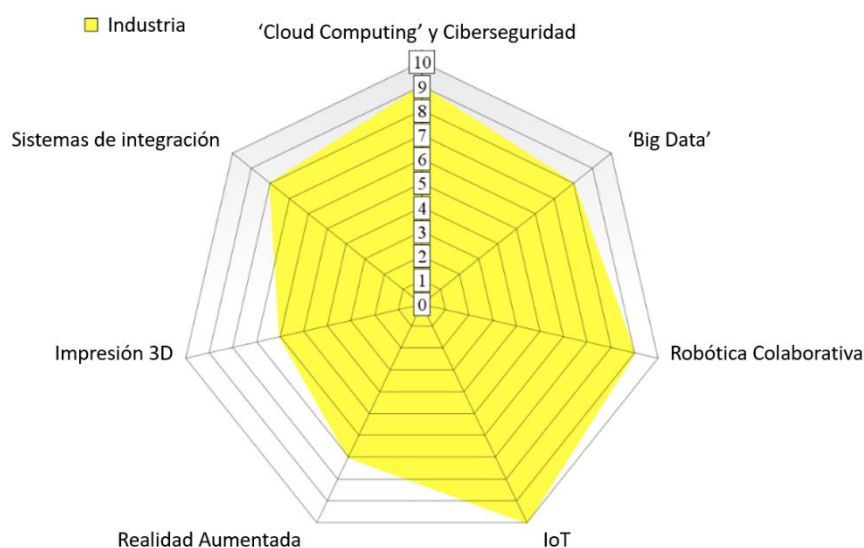


Figura 3.2 – Diagrama de araña Industria

Es un sector en el que vamos a encontrar una gran variedad de aplicaciones procedentes de las distintas tecnologías, pero en este caso, las herramientas claves serían; IoT, robótica colaborativa y simulación, destacando la realidad aumentada.

Dentro de esta área nos encontramos con muchos procesos con cadena de montaje, es aquí donde se aprovecha los beneficios del IoT y la robótica colaborativa. Se consigue una mayor y mejor conectividad, con la aplicación del M2M, de todos los procesos, ofreciendo la capacidad de operar según las necesidades y un mejor mantenimiento de cada una de las máquinas.

Un ejemplo son las soluciones orientadas a resolver las necesidades de las flotas de vehículos, que permiten a las empresas a optimizar su actividad logística, reduciendo costes, mejorando la atención al cliente e incrementando la seguridad de sus empleados.

Por otro lado, obtenemos una mayor precisión con la implicación de los robots y humanos trabajando de la mano gracias a la seguridad que aporta esta nueva tecnología. Además, obtiene un papel importante el uso de la simulación, pues nos permite probar nuevos cambios de manera rápida y económica como ya se ha mostrado en algunos de los puntos anteriores.

También se comienza a aplicar IoT, no solo dentro de los procesos de producción, sino en las nuevas prestaciones que nos ofrecen tecnologías, nada nueva, como son los automóviles. Gracias al IoT y machine learning conseguimos una conducción más segura y eficiente. Como son la incorporación de llamadas automáticas de emergencia o la comunicación y cooperación de todos los elementos del entorno, ya sean, otros automóviles, semáforos, carreteras, señales o autoridades competentes.

Además de éstas, otras tecnologías menos usadas en otros sectores, pueden llegar a cobrar una mayor importancia en este ámbito como lo es la Impresión 3D. En el sector aeronáutico tenemos el ejemplo del uso de la fabricación aditiva, pues facilita la rápida y personalizada fabricación de determinadas piezas. Implicando beneficios como la reducción de costes o el uso de materiales más ligeros.

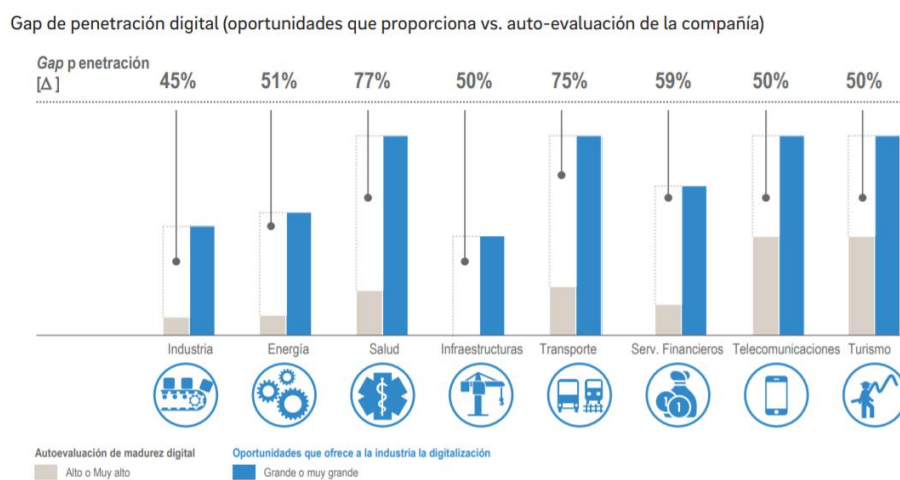
Básicamente, existe la posibilidad de aplicación de prácticamente todas las tecnologías nombradas, pues es un grupo muy diverso y posee una aplicación de las tecnologías muy equilibrada y variada, pues, aunque pueden compartir las características globales de una cadena de producción, cada una de ellas poseen particularidades donde pueden obtener un mayor beneficio de unas herramientas u otras.

3.3. Salud

Este punto se centrará en todo el ecosistema afectado por la salud ya sean hospitales, farmacéuticas y todas las empresas que dan soporte a los centros sanitarios y hospitalarios.

Se trata de un sector muy importante para los ciudadanos y es importante que tengamos las últimas tecnologías abasteciéndolo. Según el informe de Roland Berger y como se muestra en la *figura 3.3* es una de las áreas, junto a los servicios financieros, que tienen un mayor grado de oportunidades por parte de aplicaciones de la industria 4.0 y la digitalización.

Por lo que es muy importante aprovechar estas oportunidades que la industria 4.0 nos ofrece



Fuente: Roland Berger - Cuestionario digitalización 2015-2016

Figura 3.3 – Gap de penetración digital por áreas

y construir un sector de la salud fuerte y fiable para los ciudadanos.

Aquí vamos a tener dos tecnologías claves, la impresión 3D y el machine learning o deep learning. En primer lugar, con la impresión 3D se está consiguiendo ya, la fabricación de prótesis de todo tipo mucho más personalizada y ligeras para las necesidades de cada una de las personas. E incluso se está haciendo uso de esta tecnología para sustituir el aparatoso yeso de las roturas de hueso. Se han podido ver diferentes ejemplos en el punto 2.3.4.2. Impresión 3D.

Y, por otro lado, hablamos de la aplicación de machine o deep learning. Ya se ha hablado de las aplicaciones de dichas tecnologías, pero cabe destacar su uso en el sector de la salud ya que puede provocar una gran revolución en lo que a reconocimiento de enfermedades se refiere.

He tenido la oportunidad de conocer un proyecto real con la aplicación de esta tecnología para dicho sector, y te hace pensar la cantidad de aplicaciones y la fuerza que puede llegar a tener esta tecnología. El caso del que hablo es muy cercano, se trata del trabajo en el que ha invertido su tiempo un alumno de informática de la Universidad de Sevilla, dónde presenta un proyecto para saber cómo detectar el cáncer de piel usando deep learning. Es esta una tecnología que con un buen desarrollo puede conseguir dar un gran apoyo a médicos para la detección de distintas patologías que no son tan claras de detectar hoy en día, además de proporcionar una mayor rapidez de respuesta ante un caso y poder así anticiparse a muchas enfermedades que podría ser fatal si se descubre más tarde.

Para finalizar vamos a mostrar cómo sería el diagrama de araña para este sector en la *figura 3.4*.

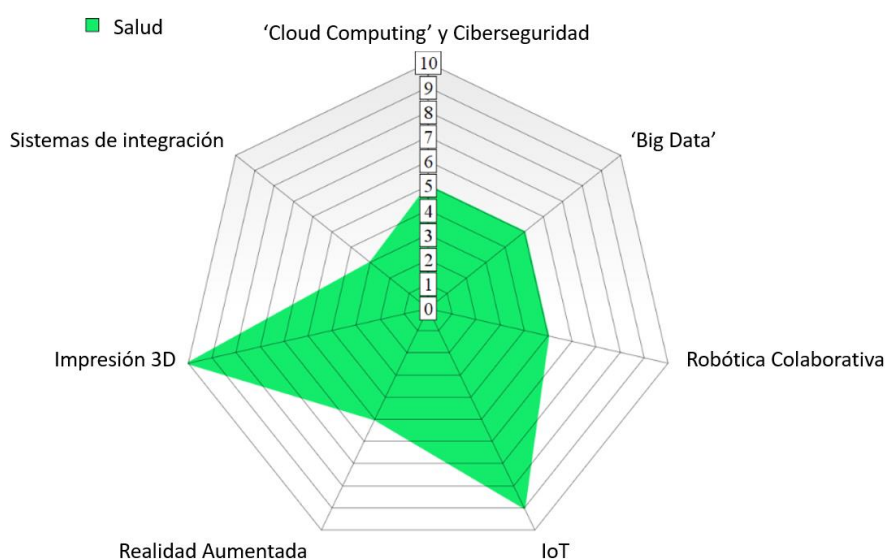


Figura 3.4 – Diagrama de araña Salud

En este caso podemos ver un diagrama muy desequilibrado ya que, aunque es posible el uso de todas las tecnologías, no es comparable con el uso de éstas en otros sectores. Como por ejemplo el uso de la robótica colaborativa en los quirófanos o el uso de big data está muy relacionado con el tratamiento de los datos con machine o deep learning, ya que es necesario el análisis de una cantidad masiva de datos, pero también se puede hacer uso de esta tecnología junto al Cloud computing y la ciberseguridad, para la gestión de todo el conjunto de los sistemas hospitalario.

El sector de la salud todavía tiene mucho recorrido en el proceso de digitalización, en el cual ya se encuentran inmerso. Se debe seguir apostando por la digitalización para conseguir un sector de la salud robusto y competente frente a los demás países. Siendo cuestión de tiempo que la manera de entender la salud revoluciones y el sistema sanitario se modifique sustancialmente en los próximos años.

3.4. Transporte

Pese a los grandes cambios que se han presenciado en los últimos años en muchos de los sectores ya mencionados, la velocidad de los avances tecnológicos y el relativo bajo grado de implantación tecnológica en el sector, hace prever que en los siguientes años el área del transporte y la logística va a sufrir una espectacular transformación digital.

Cada vez incluimos más y más tecnología dentro de nuestros vehículos, ya hay en el mercado coches capaces de detectar peatones u otro tipo de obstáculos y frenar sin la intervención del conductor o detectar si el conductor presenta un comportamiento atípico, como que ha sufrido un desvanecimiento o se está quedando dormido. Todo ello se consigue básicamente con el IoT.

En el transporte de mercancías ha habido un gran desarrollo con la implantación de tecnologías de localización, que, aunque ya existieran anteriormente para realizar el seguimiento de camiones, por ejemplo, los nuevos desarrollos con IoT permiten realizar el seguimiento en tiempo real de las propias mercancías, desde el almacén hasta la puerta del cliente final.

El máximo eslabón en la cadena es el coche autónomo, que, aunque ya es una realidad, su uso todavía no es común. Existen muchos problemas que solventar, pero es una tendencia imparable y los nuevos avances en robótica e infraestructuras también permitirán agilizar la aparición de los vehículos autónomos en nuestras carreteras. Tesla ha sido de las primeras empresas en comenzar este camino de innovación, construyendo sus coches y camiones autónomos, como podemos ver en la siguiente *figura 3.5*, aunque como decimos todavía no son modelos homologados al 100% y se sigue trabajando en su desarrollo, pero Tesla promete un coche autónomo dos veces más seguro que el ser humano en 2019.



Figura 3.5 – Coche autónomo Tesla

Todas estas aplicaciones van a permitir una mayor seguridad en el transporte ya que con un mayor grado de automatización se consigue un aumento de la seguridad, ya que será posible detectar zonas de tráfico denso, atascos, obras, accidentes...en nuestra ruta y recomendar alternativas, así como detectar puntos negros y disminuir la siniestralidad. Sería uno de los modelos impulsores de las Smart City y Open Data.

Este sector si se encuentra más limitado en la aplicación de las diferentes tecnologías por lo que la aplicación de las distintas tecnologías es muy limitada, solo el IoT será su gran aliado. En la siguiente *figura 3.6* se muestra el diagrama de araña de dicho sector. Como podemos ver, todo se vuelca en el desarrollo para las aplicaciones de IoT.

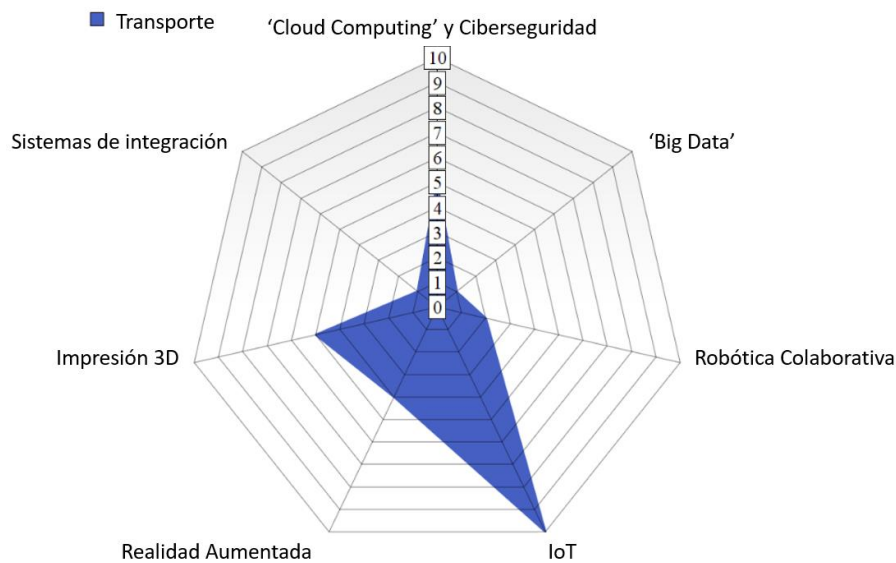


Figura 3.6 – Diagrama de araña Transporte

Aunque no tenga las mismas posibilidades de aplicación la mayoría de las tecnologías como en otros sectores, nos encontramos ante un área con un gran desarrollo por delante y con el cual se conseguirá uno de los puntos débiles del transporte, la seguridad.

3.5. Turismo

Aquí será breve. El sector del turismo ya fue uno de los primeros en dar grandes pasos dentro de la digitalización, pero hay que decir que, con una aplicación a menor nivel de las distintas tecnologías, como lo son el e-commerce y la creación de plataformas digitales desde donde el cliente es capaz de interacciones completamente desde el inicio hasta el final de su viaje.

Pero detrás de todo esto, aunque menos visible, se encuentran aplicaciones de análisis de datos y machine learning o IoT, para buscar una mayor personalización de los viajes extrayendo e interpretando los patrones de comportamiento de los turistas. Como ejemplos, existen grandes plataformas de motores de búsqueda como Skyscanner, Destinia, Booking o Kayak que ofrecen a sus clientes todas las comodidades para poder organizar sus viajes. Ofreciendo además la mayor seguridad a la hora de reservar.

Nos encontramos, por tanto, con un diagrama de araña, en la *figura 3.7*, muy pobre con respecto a las posibles aplicaciones de las tecnologías, pero no quita que, la industria 4.0, por tanto, puede ayudar al turismo a mejorar su productividad y permitir una mejor experiencia a sus clientes.

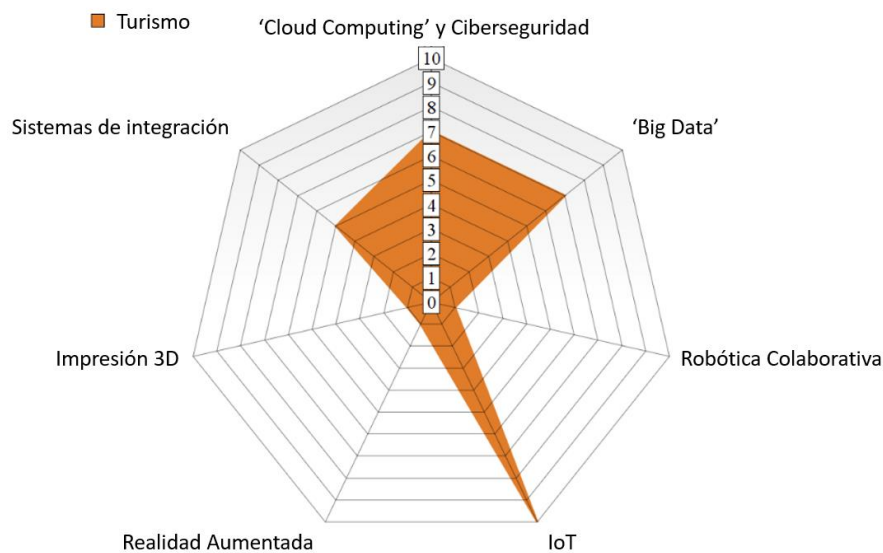


Figura 3.7 – Diagrama de araña Turismo

3.6. Telecomunicaciones

Nos situamos frente al sector por excelencia de las aplicaciones de las distintas tecnologías de la industria 4.0. No sorprende que sea el sector con mayor madurez digital, tal y como se dice en el informe de Roland Berger, pues se han visto sometido a una mayor competitividad debido al gran crecimiento de todas las tecnologías.

Aquí toma una gran importancia el control de herramientas transversales ya se que trabaja en ámbitos muy distintos y los cuales debemos tener conectados. Es el sector que plantea invertir o desarrollar más productos, destacando las aplicaciones de big data, IoT, el Cloud o las APIs. Básicamente es el sector en el cual se va a basar la aplicación de estas tecnologías en las distintas áreas, pues además será el que ofrezca las distintas soluciones en los distintos ámbitos de aplicación.

Dentro de las telecomunicaciones como tal tenemos el gran desarrollo de la ciberseguridad debido a que es el sector que más trabaja con la nube y con datos en internet y satélites. Es de gran importancia tener una grandísima seguridad en este tipo de empresas porque puede pasar, como ya hemos nombrado en el punto anterior de ciberseguridad, la posibilidad de ataques cibernéticos e intrusión de hackers en los sistemas.

Según el diagrama de araña, mostrado en la *figura 3.8*, tendremos grandes posibilidades de aplicación en los distintos habilitadores exceptuando la impresión 3D y la robótica colaborativa. Ya que el sector de las telecomunicaciones será el gran motor de la industria 4.0.

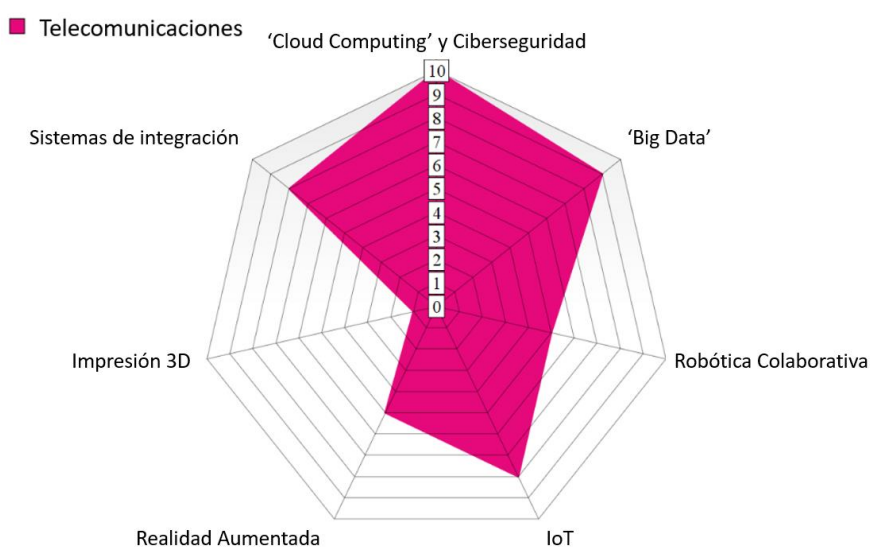


Figura 3.8 – Diagrama de araña Telecomunicaciones

4. Situación actual

Una vez conocido lo que supone la Industria 4.0, el funcionamiento y las aplicaciones de cada una de sus herramientas, sería interesante conocer, aunque sea de una manera un poco superficial, la situación actual de las distintas tecnologías, concretamente, en el caso más cercano como lo es el territorio español. Pues algunas están siendo rápidamente acogidas por las empresas e incluso instaladas, pero otras se encuentran en proceso de gestación o maduración.

Aunque, hay que decir, que se habla mucho de todo este movimiento y las aplicaciones de sus tecnologías, y grandes empresas apuestan ciegamente por el nuevo modelo de negocio y las nuevas ventajas que esta nueva revolución industrial ofrece. Pero ¿son, los mismos que hablan acerca de este tema, los que ya pueden ser considerados como un miembro de la futura Industria 4.0?

A pesar de todo lo que se puede leer acerca de este movimiento y lo que muchos de los directivos de las más importantes empresas lo apoyan, pocas son las que realmente se pueden considerar hoy en día, la que se supone que es, la industria del futuro. Por lo que, bajo mi punto de vista, nos encontramos en un escenario de adaptación y maduración, tanto tecnológica como cultural, y es necesario resolver algunas cuestiones previamente, como lo es la falta de competencias profesionales y la fuerte inversión económica que es necesaria en muchos de los casos.

Basándonos en el documento realizado por Roland Berger y patrocinado por Siemens, las compañías españolas necesitan un importante aumento de madurez digital, pues se encuentran más rezagadas con respecto a sus competidores europeos. La mayoría de las compañías están convencidas de las oportunidades que ofrece un nuevo modelo de negocio basado en la conectividad y, aunque, se están dando los primeros pasos en muchas de ellas, éstos resultan, en su mayoría, mal coordinados y definidos, poco ambiciosos y sin una hoja de ruta clara.

Es, por ejemplo, la situación actual del Cloud computing, a pesar de que más del 60% de las empresas creen que el uso de Cloud les ofrecería la oportunidad de sacar provecho de todas las tecnologías en desarrollo y un mejor funcionamiento de su propia estructura empresarial, sólo el 8% posee un modelo de Cloud computing integrado. Aunque un 50% tiene previsiones de implementación y sólo el 5% no tiene planes de puesta en marcha. El problema podría ser donde la mayoría coinciden, es necesaria una infraestructura IT muy

rígida para su aplicación. Y en España es una de las principales barreras que se encuentra a la hora de producir determinados cambios.

En cierto modo, en España se puede diferenciar una mayor evolución o implicación por parte de algunas comunidades, que van un paso por delante en este movimiento, como lo son el País Vasco y la comunidad Valenciana. En primer lugar, se expondrán varios ejemplos de casos, algunos de ellos bastante interesante y que, aunque son cambios realizados recientemente, ya existe una la evolución en el modo de operación y una mejora en la productividad de los procesos.

Se procede, en el siguiente punto, a la mención y descripción de distintas ideas ya en uso en territorio español. Que, aunque sean pequeñas muestras de aplicaciones reales, un tanto inmadura, poseen un gran número de apoyos a sus espaldas, lo que se espera que facilite una vía de adaptación a un nuevo escenario que trae consigo muchos de los cambios ya mencionados.

4.1. Casos destacados en España

- En primer lugar, la fábrica de Ford en Almussafes (Valencia), que cuenta con una fabricación flexible, con robótica colaborativa y con tecnologías que ha proporcionado una manera más eficiente de trabajar a sus empleados.

El claro ejemplo de adaptación y personalización del producto, lo ofrece la unificación de sus distintas líneas de producción en una sola, la cual se adapta dependiendo de los distintos modelos de la marca o de especificaciones como el color del coche. Son las máquinas las que se adaptan a la manufacturación y, por tanto, a la demanda. Concretamente, han incorporado en el proceso de pintura, la previa lectura de una etiqueta por parte del robot, exclusiva de cada coche, donde se da la información sobre el color de la pintura, y a partir de ahí prosigue con el trabajo señalado en la etiqueta. El mismo robot, en la misma línea de pintura, puede pintar un primer coche de negro y otro, a continuación, de blanco, por ejemplo.

También poseen un control de calidad basado en la colaboración hombre-máquina, pues se hace uso de robots colaborativos capaces de detectar errores que el ser humano no es capaz. A través de microfotografía y ultrasonidos, son capaces de ver y oír lo que el ser humano no sería capaz, como vemos en la *figura 4.1*. El llamado 'click hunter' que, trabajando en la banda de frecuencia del ultrasonido y aplicando redes neuronales, se puede llegar a determinar si un conector eléctrico está o no bien conectado. Se graban los sonidos que generan los conectores y el sistema es capaz de diferenciar los clicks correctos de los clicks incorrectos.

Los defectos de fundición y mecanizado pueden ser incisiones de pocas micras, imperceptibles para el ojo humano. Los motores y componentes son trazados con imágenes, asegurando una altísima efectividad en los controles de calidad en los procesos más delicados del ensamblaje de un motor.



Figura 4.1 – Click hunter

Por otro lado, los trabajadores hacían uso de un sistema basado en papel para la revisión de los nuevos vehículos, teniendo que caminar más de un kilómetro diario para acceder a la información en ordenadores situados en otras alas. Por lo que, se ha introducido una aplicación móvil que hace posible las pruebas de calidad ‘in situ’ más precisa, a través de dispositivos portátiles. Se ha ayudado a reducir los fallos humanos en un 7%, además de reducir el tiempo de fabricación de cada vehículo 7 segundos, según cifras de Ford.

- En el segundo caso, se presenta una empresa cuyo proyecto de digitalización ha sido considerado como la mejor iniciativa big data en los Data Science Awards Spain 2016.

Se trata de Tableros Tradema, de la industria de la madera y posee algunas de sus sedes en Linares y en Valladolid. Su tecnología se basa en los llamados “gemelos digitales” de General Electric. Es una combinación entre big data y machine learning. Interconectando todas las máquinas que intervienen en el proceso, se general modelos que permiten predecir desde el comportamiento que va a tener el producto mientras se está fabricando hasta el posible fallo que se pueda producir.

Básicamente se sacan modelos digitales de nuestro modelo real, simulando lo que pudiera pasar en la realidad para permitir una mejor toma de decisión.

Con ello, se ha logrado reducir los fallos de producto gracias a estas máquinas basadas en inteligencia artificial que facilita a los operadores la toma de decisiones, controlar mejor el proceso y la anticipación a posibles fallos. En definitiva, una mejora basada en la conexión de diferentes tecnologías pertenecientes a la Industria 4.0: big data, internet de las cosas y simulaciones basadas en modelos no reales del producto.

- La empresa IML Solutions hace uso del mantenimiento predictivo a través de simulaciones de realidad aumentada. En su área de robótica y fabricación de moldes han introducido sensores en los moldes de inyección, acompañado de un sistema de análisis automatizado.



Figura 4.2 – App mantenimiento predictivo IML Solutions

Son capaces de conocer en tiempo de real el comportamiento del molde, como se ve en la siguiente figura 3.98, permitiendo anticiparse a los errores, pues detrás de este sistema existe una base de big data que recopila todos los datos de los moldes y la cual analiza dicho comportamiento.

Consiguiendo un giro en su proceso industrial que, según la propia empresa, seguía haciéndose como hace 50 años.

- Carbures es una empresa dedicada al sector aeroespacial y automoción, donde el grupo industrial gaditano especializado en materiales compuestos han introducido la robótica colaborativa dentro de sus plantas.

Su objetivo es automatizar el proceso de fabricación a partir del trabajo conjunto entre robots y persona. Siendo los robots aquellos que se encarguen de los procesos más tediosos y pesados como la verificación de productos, siendo programados de una manera sencilla por su operario, llegando incluso a que el operario sólo tuviera que mover el brazo robótico para señalarle a la máquina el movimiento que debe hacer.

Se trata de una puesta en marcha, pues no está implementado actualmente en sus fábricas, pues se encuentra todavía en fase de desarrollo, pero si se pretende tener instalado en el próximo año.

- Por último, Confectionary Holding, fabricante de turrón de marcas como 1880, Turrónes el Lobo y Doña Jimena. Con la ayuda de la startup, Mesbook, ya mencionada con anterioridad, han introducido una tecnología clave para el sector alimentario. Un sistema ciberfísico de gestión en tiempo real que interconecta todos sus departamentos.

Dicho sector posee unas normas de seguridad muy estrictas, por lo que es interesante poseer un sistema digital que muestre en tiempo real todo aquello que ocurre dentro de la planta, de manera que los encargados pueden actuar de manera más rápida y minimizar el riesgo. Además, basándose en el autoaprendizaje, posee un modelo matemático que buscan patrones, intuyendo con un porcentaje de certidumbre superior al 80% qué va a suceder en la fábrica.

Estos son algunos de los ejemplos más actuales en territorio español, pero existen un gran número de proyectos implementados o en fase de desarrollo para su próxima instalación a nivel mundial.

Pero, en España, sólo contamos con un 10% de las industrias que actualmente poseen una estrategia establecida y encontramos una mayor madurez en el sector de Telecomunicaciones. Por tanto, es necesario comenzar a coger el ritmo de la industria conectada si no queremos quedar rezagados con respecto a nuestros competidores.

5. Impacto socio-económico

Este es el momento de hacer balance y reflexión sobre el impacto social y económico que puede causar una transición a la Industria 4.0. Se ha explicado en qué consiste y los distintos campos de aplicación de la industria del futuro, pero sería conveniente resaltar estos dos aspectos claves antes de dar el gran paso, pues, ¿cómo afectarán las nuevas tecnologías al perfil profesional actual?, ¿qué tipo de inversión será necesaria?, ¿compensa? Estas preguntas no se pueden responder con total certeza, pero si se obtiene, a través de distintos estudios realizados minuciosamente por grandes empresas, una aproximación del modo en la que impactaría económicamente a la entidad y a los profesionales del sector.

En primer lugar, un factor que a todos importa, el económico. La mayor problemática encontrada por parte de las industrias españolas es la gran inversión necesaria para realizar estos cambios. Estas tecnologías son costosas y además del coste de instalación, llevan consigo un coste de formación necesario, pues pocos son los profesionales formados para la utilización de los nuevos sistemas. Pero, con lo que respecta a la última pregunta antes formulada, según los estudios realizados, la mayoría de las inversiones si son rentables a medio plazo.

Según el informe de Roland Berger, fruto de la aplicación de estas tecnologías habilitadoras se calcula una serie de efectos de la industria del futuro para las empresas que las implementen, destacando un aumento de 25 puntos en el ROCE (Return on capital employed), siendo este un factor de la medida de la eficiencia del capital empleado. En la siguiente *figura 5.1* se visualizan los datos que prevé el equipo de Roland Berger.

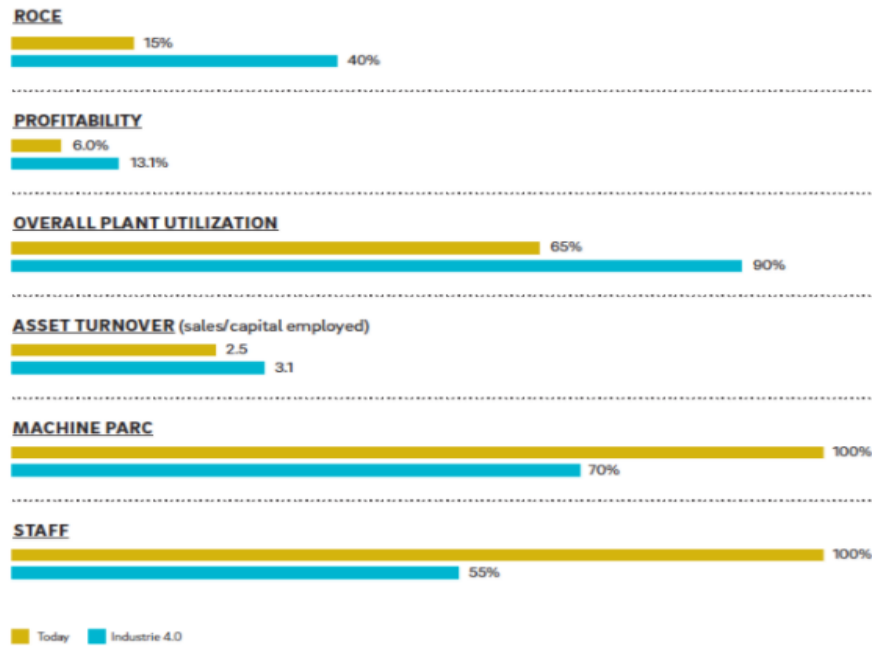


Figura 5.1 – Impacto sobre el ROCE FTE: Roland Berger

Según el Foro Económico Mundial, la cuarta revolución industrial ha sido el tema central en el anterior año y sigue teniendo un gran protagonismo. Pues hablamos de una transformación que podría implicar un incremento de 120.000 millones de euros en algunos de los sectores.

En definitiva, una gran herramienta para incrementar los beneficios de las empresas, eso si, si se realiza una gran inversión en estudios y tecnologías, para tener la certeza de que los impactos tras la implantación de estas herramientas serán positivos.

Por otro lado, se ha mencionado anteriormente que sería necesario una formación a los empleados, pues son tecnologías emergentes y muchos de los profesionales no poseen conocimiento alguno. Este punto es muy interesante, pues puede verse desde dos perspectivas: una optimista y otra pesimista.

La visión optimista es la que casi todos los artículos o noticias relacionados con la Industria 4.0 mencionan si incorporan este punto a su temática a tratar. Sería la creación de nuevos perfiles profesionales, de mayor calidad pues tendrán una formación superior y serán necesarias nuevas capacidades, pues se verán envueltos en un ecosistema con una velocidad de cambios superior o nuevas tecnologías con las que trabajar mano a mano. Se ha realizado una pequeña clasificación de los aspectos más destacados que debería de poseer el profesional del futuro en la siguiente *figura 5.2*.



Figura 5.2 – Aspectos destacados del profesional del futuro

Algunas de las anteriores no parecen ser nuevas, y no lo son, pero cobran mucha más importancia que antes. Entendemos por **pensamiento crítico** una combinación de dos factores, la lógica y la razón. Empleándolo correctamente se conseguirá sobresalir del resto de profesionales, pues en el nuevo escenario nos encontraremos con la oportunidad de resolver problemas más complejos, ya sea por el mundo más competitivo en el que nos encontramos o con respecto a las tecnologías emergentes de las cuales se debe de tener conocimientos si queremos buscar nuevas oportunidades, donde también juega un papel importante la **creatividad**.

La **inteligencia emocional** son aspectos que las máquinas no pueden dominar, hay que aprovechar este factor cuando se busquen destrezas sociales que la tecnología no puede aportar.

La **flexibilidad cognitiva** hace referencia a la agilidad que posee una persona para cambiar de un concepto a otro, por tanto, también aumenta la productividad de una persona.

Y, por último, aunque sea algo que suena a todos desde hace tiempo, la **coordinación y el trabajo en equipo** tiene una mayor importancia cuando decidimos que nuestros sistemas estén interconectados. Se va a estar interactuando constantemente y como apunta Carlos Cobian en su post sobre la Industria 4.0; *“El imperio Romano no se construyó en un día”*, y añade que, *“El imperio Romano tampoco se construyó solo”*. Por lo que será necesario de un buen trabajo en equipo para poder levantar la Industria 4.0.

Para poseer profesionales con estas capacidades será necesaria una reestructuración en la educación de los jóvenes que se van a enfrentar a un escenario nuevo para que sean capaces de ir desarrollando nuevas habilidades y enfocar sus salidas profesionales a este perfil personal.

Aunque, tenemos la visión pesimista, que no se debe de dejar a un lado pues será un factor que afectará a muchas personas, ya que se prevé, según el informe publicado por el Foro Económico Mundial en *“The Future of Jobs”*, una pérdida total de 7.1 millones de empleos y la creación de 2 millones de nuevos puestos de trabajo. Por lo que, la demanda de competencias técnicas y prácticas de carácter no rutinario se incrementarán con la Industria 4.0. Pues la introducción de robots que automaticen más sus tareas implicaría que el trabajo humano dependa de aplicar conocimientos en nuevos contextos con el fin de realizar otro tipo de tareas relacionadas con la comunicación con los demás, tomas de decisiones, análisis de datos, etc.

Por esto último, es muy importante tener en cuenta la educación que se recibe actualmente y encauzarla hacia estos perfiles de razonamiento más abstracto y práctico, pues el conocimiento es necesario, pero no suficiente.

6. Conclusiones

Es mucho lo que ya se ha hablado acerca de la Industria 4.0 y es posible que ya se entienda los aspectos principales en los cuales se basa y a qué se quiere llegar con la cuarta revolución industrial.

La Industria 4.0 se trata de un nuevo modelo de negocio con la introducción de nuevas tecnologías y la necesaria incorporación de nuevos perfiles profesionales, a partir de la cual conseguiremos una mayor eficiencia energética en los procesos, una mayor productividad con el ahorro de tiempos de ejecución y ser más competentes en el marco actual industrial.

No hay duda de que el big data, IoT, Cloud, realidad aumentada, robótica o machine learning serán las tecnologías que revolucionarán la industria. Sin embargo, la clave de la aplicación de todas ellas, como se ha estado viendo, es la ciberseguridad. Está demostrado que la seguridad es un 'must' en cualquier ámbito industrial y que todas las inversiones tecnológicas tienen que ir acompañadas de sistemas robustos de seguridad que eviten ciberataques y pongan en peligro la privacidad o la actividad de las plantas industriales.

En conclusión, aunque ya es un concepto ampliamente conocido, queda mucho recorrido por delante, algunas áreas más que otras y el potencial de todas estas tecnologías es mayor de lo que podamos imaginar, pero es necesario que los organismos competentes tengan en cuenta los marcos sociales, políticos y éticos que la sociedad necesita para realizar un uso correcto de estas tecnologías. Y que los ciudadanos se formen sobre estas áreas para tener unos profesionales del ámbito bien preparados y dispuestos a innovar y sacar todo el provecho de la nueva revolución industrial.

No cabe duda de que el cambio de tecnología es real y la cuestión también es, si se hará uso de manera ética y pensando en los beneficios sociales pero sobre todo, centrar su objetivo en el análisis de los datos para conseguir una mayor eficiencia energética y disminuir la contaminación, y aprovechar para concienciar a la sociedad de la falta que le hace a nuestro planeta cuidarlo un poco más, y si esto se puede conseguir con la industria 4.0, no podemos frenar de ninguna manera esta nueva revolución.

Bibliografía

ROLAND BERGER S.A. (Mayo 2016). *España 4.0, El reto de la transformación digital de la economía*. Recuperado de https://w5.siemens.com/spain/web/es/estudiogigitalizacion/Documents/Estudio_Digitalizacion_Espana40_Siemens.pdf

LÓPEZ, J. & ESCUDERO, V. (Abril 2016). *Industria 4.0, la gran oportunidad*. Revista Economía Aragonesa (59)

Gobierno de España. (2015). La transformación digital de la industria española (Informe preliminar). Recuperado de <http://www6.mityc.es/IndustriaConectada40/informe-industria-conectada40.pdf>

McKinsey&Company. (2015). *Industry 4.0. How to navigate digitization of the manufacturing sector*. Recuperado de <http://www.mckinsey.com>

Deloitte. (2015). *Industry 4.0. Challenges and solutions for the digital transformation and use of exponential technologies*. Recuperado de <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/ch/Documents/manufacturing/ch-en-manufacturing-industry-4-0-24102014.pdf>

MALVICINO, F. & YOGUEL, G. (Agosto 2015). *Big data: Avances Recientes a Nivel Internacional y Perspectivas para el Desarrollo Local*. Recuperado de <http://www.mincyt.gob.ar/adjuntos/archivos/000/041/0000041331.pdf>

Healthcare Industry BW (Octubre 2016). *Industry 4.0 in the medical technology and pharmaceutical industry sectors*. Recuperado de <https://www.gesundheitsindustrie-bw.de/en/article/dossier/industry-40-in-the-medical-technology-and-pharmaceutical-industry-sectors/>

SCHROEDER W. (2016). *La estrategia alemana Industria 4.0: el capitalismo renano en la era de la digitalización*. Recuperado de http://www.fes-madrid.org/media/2017_FESpublicaciones/FES_Industria_4.0.pdf

LLUNA ARRIAGA A. (Enero 2018) *Industria 4.0 y Energía*. Recuperado de <http://www.fundacionnaturgy.org/wp-content/uploads/2018/01/4.-Andr%C3%A9s-LLuna.pdf>

UNIDO (2017). *Accelerating clean energy through Industry 4.0: manufacturing the next revolution*. Recuperado de https://www.unido.org/sites/default/files/2017-08/REPORT_Accelerating_clean_energy_through_Industry_4.0.Final_0.pdf

Techedge Group. *Transformation in the energy industry*. Recuperado de <http://www.techedgegroup.com/blog/transformation-in-the-energy-industry>

ARRIETA E. (Noviembre 2017). *Diez empresas que lideran la Industria 4.0*. Periódico Expansión. Recuperado de <http://www.expansion.com/economia-digital/innovacion/2017/11/08/59f8a85922601d1b458b4618.html>

Glosario

Digitalización – Proceso de automatización de las industrias gracias a nuevas tecnologías pertenecientes a la Industria 4.0 o revolución industrial.

Customización – Del término en inglés ‘*customize*’. Modificación de algo acuerdo a las preferencias personales.

M2M – ‘Machine to Machine’. Interconexiones de unas máquinas con otras.

B2B – ‘Business to Business’. Interconexiones entre unas empresas y otras.

B2C – ‘Business to Costumer’. Interconexiones entre las empresas y los consumidores.

E-commerce – Referido al comercio electrónico.

Big data – Tecnología 4.0. Referido al tratamiento masivo de datos.

IoT – ‘Internet of Things’. Tecnología 4.0.

IIoT – ‘Industrial Internet of Things’. Tecnología 4.0.

Sistemas ERP - conjunto de sistemas de información que permite la integración de las operaciones de las empresas, como producción, logística, inventarios, envíos y contabilidad

Sistemas CRM - Sistemas relacionados con el trato con el cliente.

Data mining – Minería de datos. Extracción masiva de datos de alta calidad.

Machine learning - Aprendizaje automático. Tecnología 4.0.

Deep learning - Aprendizaje profundo. Tecnología 4.0.

Cloud computing – Gestión de datos y procesos en la nube.

Fog computing - gestiones compartidas en el borde de la red mediante dispositivos inteligentes y en la nube.

Ransomware – Software malicioso con la capacidad de encriptar archivos remotamente.

Utilities – Referido a una categoría de acciones de empresas que incluyen los servicios generales de agua, gas y energía.

Players – empresas de menor tamaño con un cierto peso en el mercado.

