



**Universidad de Valladolid**



**ESCUELA DE INGENIERÍAS  
INDUSTRIALES**

**UNIVERSIDAD DE VALLADOLID**

**ESCUELA DE INGENIERIAS INDUSTRIALES**

**Grado en Ingeniería en Organización Industrial**

# **Gestión de proyectos en la Industria 4.0**

**Autor:  
Pérez Martín, Iván**

**Tutor:**

**Acebes Senovilla, Fernando**

Dpto. Organización de Empresas y  
Comercialización e Investigación de Mercados

**Tutor:**

**González Varona, José Manuel**

Dpto. Organización de Empresas y  
Comercialización e Investigación de Mercados

## **AGRADECIMIENTOS**

Me gustaría hacer una mención especial a mis tutores Fernando Acebes Senovilla y José Manuel González Varona, que aceptaron colaborar en este proyecto con sus sugerencias, orientación e ideas de desarrollo.

También me gustaría agradecer al resto de profesores que me han formado y ayudado a lo largo de esta etapa universitaria.

Por otro lado, me quiero acordar de mi familia y amigos, por todo el apoyo y ayuda aportada en los buenos y malos momentos vividos durante estos años.

## **Resumen**

El objetivo perseguido por este trabajo es la elaboración de una propuesta para la dirección de proyectos dentro de la Industria 4.0. Para ello, se estudiarán todos los avances que esta supone y de qué manera estos afectan a la sociedad. Se trata de una evolución que nos facilita los proyectos que se desarrollan en diversos sectores industriales, además de mejorar la experiencia del consumidor durante el proceso de compra y simplificar las tareas cotidianas a los ciudadanos, pero nos dificulta la gestión de dichos proyectos. Como veremos, la industria es un sector expuesto a constantes cambios, por lo que requiere un alto nivel de adaptabilidad por parte de las empresas, de forma que sus procesos productivos sean más eficientes y, como consecuencia, incrementen tanto los beneficios como la satisfacción del cliente. De esta forma, estudiaremos las diversas metodologías aplicables a la gestión de proyectos, exponiendo los diferentes métodos empleados en función de las características de la Industria 4.0. Como veremos, los métodos de los que dispone la industria actualmente no alcanzan a satisfacer por completo sus necesidades, es por ello, que se propone una metodología híbrida de elaboración propia que combina diferentes métodos de gestión, permitiendo así cubrir un mayor número de necesidades de los proyectos de la industria 4.0.

## **Abstract**

The aim of this work is to draw up a proposal for project management within Industry 4.0. To do this, we will study all the advances that this implies and how they affect society. It is an evolution that facilitates the projects being developed in various industrial sectors, as well as improving the consumer experience during the purchasing process and simplifying everyday tasks for citizens, but it makes it difficult for us to manage these projects. As we will see, industry is a sector exposed to constant change, which requires a high level of adaptability on the part of companies, so that their production processes are more efficient and, as a consequence, increase both profits and customer satisfaction. In this way, we will study the various methodologies applicable to project management, explaining the different methods used depending on the characteristics of Industry 4.0. As we will see, the methods currently available to industry do not fully meet its needs, which is why we propose a hybrid methodology of our own development that combines different management methods, thus allowing us to cover a greater number of needs of Industry 4.0 projects.

## Tabla de contenido

1.	Introducción.....	8
1.1	Objetivo y alcance .....	9
1.2	Estructura del documento.....	9
2.	Industria 4.0.....	11
2.1	Historia.....	11
2.2	Cuarta Revolución Industrial .....	13
2.3	Tecnologías implantadas.....	14
2.3.1	Robótica colaborativa .....	16
2.3.2	Internet de las cosas (IoT) .....	17
2.3.3	Realidad aumentada y virtual .....	20
2.3.4	Big Data y Analytics .....	21
2.3.5	Impresión 3D .....	23
2.3.6	Sistemas ciberfísicos .....	25
2.3.7	Cloud computing .....	26
2.3.8	Ciberseguridad .....	27
2.3.9	Inteligencia artificial.....	29
2.4	Impacto de la cuarta revolución .....	31
2.4.1	Empresas .....	31
2.4.2	Economía .....	32
2.4.3	Personas .....	32
2.5	Conclusión .....	33
3.	Gestión de proyectos .....	35
3.1	Dirección de proyectos .....	36
3.2	Contexto Histórico .....	37
3.3	Metodologías de la gestión de proyectos.....	38
3.3.1	Metodología tradicional .....	40
3.3.1.1	PMBOK.....	42
3.3.1.2	ICB.....	45
3.3.1.3	PRINCE2.....	46
3.3.1.4	PM <sup>2</sup> .....	47
3.3.2	Metodologías ágiles .....	49
3.3.2.1	Extreme Programming (Programación extrema), XP .....	51
3.3.2.2	SCRUM .....	53
3.3.2.3	KANBAN .....	57
3.3.2.4	LEAN Development .....	59
4.	Comparación de metodologías .....	61
4.1	Características de los proyectos 4.0.....	61
4.2	Comparación de metodologías en función de las características de la Industria 4.0 .....	67

4.2.1	Ventajas de las metodologías tradicionales.....	68
4.2.2	Ventajas de las metodologías ágiles .....	69
4.2.3	Metodología tradicional o ágil .....	71
4.3	Metodologías híbridas .....	75
4.4	Propuesta de metodología propia.....	78
5.	<i>Estudio económico</i> .....	84
5.1	Costes directos.....	84
5.2	Costes indirectos.....	88
5.3	Coste total.....	89
6.	<i>Conclusion</i> .....	90
7.	<i>Bibliografía</i> .....	92

## Índice de figuras

Figura 1. La cuarta revolución industrial, (Schwab, 2016).....	11
Figura 2. Industria 4.0, (González, 2022) .....	15
Figura 3. Robótica, (Zima Robotics, 2022) .....	16
Figura 4. Evolución de los dispositivos conectados (Evans, 2022) .....	20
Figura 5. Inteligencia artificial. (Salesforce, 2022) .....	30
Figura 6. Digitalización en las empresas. (Vodafone, 2022).....	32
Figura 7. Historia de la Gestión de Proyectos. (Haughey, 2022).....	38
Figura 8. Proyecto en cascada. (Laoyan, 2022) .....	40
Figura 9. Grupos de trabajo PMBOK. (Alzaga, 2022).....	43
Figura 10. Procesos PMBOK. (Project Management Institute, 2021) .....	44
Figura 11. Pilares PM2. (Wolf Project, 2022) .....	48
Figura 12. Fases PM2. (Wolf Project, 2022).....	48
Figura 13. Metodologías Ágiles. (Vila, 2022) .....	51
Figura 14. Metodología SCRUM. (Rodríguez M. , 2022) .....	55
Figura 15. Metodología KANBAN. (Talenttunity, 2022).....	58
Figura 16. Tipos de metodologías. (Rodriguez, 2022) .....	68
Figura 17. Probabilidad de éxito. (Rodelgo, 2022).....	74
Figura 18. Relación de metodologías. (Apta Solutions, 2022).....	76
Figura 19. Gráfico metodologías. (Leybourn, 2022) .....	77

## Índice de tablas

Tabla 1. Características de las metodologías. Fuente: Elaboración propia.....	39
Tabla 2. Tradicional - Ágil. Fuente: Elaboración propia .....	73
Tabla 3. Métodos implementados. Fuente: Elaboración propia.....	80
Tabla 4. Coste directo personal. Fuente: Elaboración propia.....	85
Tabla 5. Días efectivos 2022. Fuente: Elaboración propia.....	85
Tabla 6. Coste hora de los individuos. Fuente: Elaboración propia .....	86
Tabla 7. Horas empleadas por los individuos. Fuente: Elaboración propia.....	86
Tabla 8. Coste total personal. Fuente: Elaboración propia .....	87
Tabla 9. Amortización. Fuente: Elaboración propia .....	88
Tabla 10. Coste total material. Fuente: Elaboración propia .....	88
Tabla 11. Costes indirectos mensuales. Fuente: Elaboración propia.....	89
Tabla 12. Costes indirectos totales. Fuente: Elaboración propia.....	89
Tabla 13. Coste total. Fuente: Elaboración propia .....	89

## 1. Introducción

La cuarta revolución industrial no para de crecer sin saber dónde está el límite máximo que puede alcanzar, ofreciendo oportunidades a todo tipo de sectores laborales no solo centrándose en la industria, sino también en otros campos, llegando hasta el modo de vida de las personas. Se espera que marque un punto de inflexión en el futuro de la vida humana, ya que aun se encuentra en un punto crítico de desarrollo.

Siguiendo el campo de la revolución tecnológica a nivel industrial, las fábricas inteligentes ofrecen posibilidades hasta ahora inalcanzables. Dicha tecnología industrial permite alcanzar altos niveles de producción, detectar fallos, analizar datos en tiempo real, entre otras grandes cosas. Pero como en todas las revoluciones industriales, existen oportunidades y riesgos a todos los niveles. Aunque aún se espera que cree nuevos puestos de trabajo hasta ahora desconocidos, también genera incertidumbre para millones de trabajadores que podrían ver desaparecer sus empleos. Esta revolución industrial generará grandes beneficios, pero no para todos. La implantación de las nuevas tecnologías supone un gran esfuerzo económico que no está al alcance de todas las empresas, pero con el problema de que aquellas que no se adapten a estos avances, queden obsoletas y corran el riesgo de desaparecer o ser absorbidas por otras que las hayan implantado.

Por otro lado, supondrá la renovación de numerosas técnicas de control industrial. Cambiará el método de trabajo y el funcionamiento de los proyectos. La gestión de proyectos en la cuarta revolución industrial podría verse afectada, ya que los métodos de gestión empleados hasta ahora no lleguen a adaptarse a estos nuevos proyectos, al centrarse en mayor medida en los proyectos que cuentan con las tecnologías de la Industria 4.0.

La gran variedad de nuevas tecnologías implica la formación de nuevos expertos capaces de dominarlas. La realización de nuevos proyectos tecnológicos implicará el uso de una gran variedad de nuevas tecnologías dominadas por expertos.

Gestionar esta cantidad de expertos, con diferentes lenguajes informáticos, será un reto para la gestión de proyectos en la cuarta revolución industrial. Por lo que, al igual que la industria se esta adaptando a estos nuevos avances, los métodos empleados para la gestión también deberán realizar un proceso de adaptación hacia los nuevos requisitos que exijan los proyectos.

## 1.1 Objetivo y alcance

El objetivo principal del presente Trabajo de fin de grado es el estudio de los posibles métodos de gestión de proyectos y los elementos a tener en cuenta en la ejecución de los proyectos de la denominada Industria 4.0.

El principal problema que se aborda en el documento es la adaptación de metodologías de gestión de proyectos que surgen como consecuencia de la cuarta revolución industrial, que esta provocando cambios en los procesos de desarrollo de la industria. Situándonos en un punto crítico de adaptación a los nuevos procesos emergentes.

Como resultado del documento se espera analizar cuáles son las metodologías más adecuadas a la hora de realizar proyectos en la Industria 4.0. Además, basándonos en las necesidades individualizadas, se ha procedido al desarrollo de una metodología propia que sería capaz de hacer frente a los proyectos de esta nueva industria.

Para ello vamos a estudiar los factores que han provocado la cuarta revolución industrial y las tecnologías que la componen, no sólo en el ámbito industrial si no en los diferentes ámbitos que abarca, y las diferentes metodologías de gestión que ayudarán a los proyectos a obtener un resultado final exitoso.

Todos estos factores serán tenidos en cuenta para el desarrollo del documento.

## 1.2 Estructura del documento

A continuación, se describe la estructura organizativa que se desarrolla en el documento:

- Capítulo 1. Introducción

En este capítulo, haremos una introducción general del concepto de Industria 4.0 y los problemas a los que se están sometiendo la gestión de dichos proyectos, mostrando su alcance, objetivos y la organización que va a seguir este documento.

- Capítulo 2. Industria 4.0

Se desarrolla el progreso que se ha llevado a cabo en la industria desde el comienzo hasta nuestros días, haciendo hincapié en las tecnologías

aplicadas por la industria en sus procesos para implementar los cambios propuestos por la cuarta revolución industrial.

- Capítulo 3. Gestión de proyectos

Se desarrollan las diferentes metodologías que existen para la elaboración de un proyecto, clasificándolas en dos grandes grupos, metodologías tradicionales y ágiles. Posteriormente se desarrollan las metodologías más utilizadas por las empresas de cada uno de los grupos.

- Capítulo 4. Comparación de metodologías

Se realiza una comparación de las metodologías tradicionales y ágiles entre ellas, comparándolo con las características que sigue un proyecto de la Industria 4.0. Posteriormente se desarrolla el tipo de metodologías que mejor se adapta a dichos proyectos y se definen las metodologías híbridas.

- Capítulo 5. Conclusiones

Se exponen las conclusiones que se han obtenido a la hora de realizar el estudio exponiendo las metodologías que mejor se adaptan a los cambios propuestos por la cuarta revolución industrial y se propone una propuesta de metodología propia que se adapta a los proyectos estudiados a lo largo del desarrollo.

- Capítulo 6. Estudio Económico

Se realiza un análisis de los costes directos e indirectos que se asignan al proceso de ejecución del documento.

## 2. Industria 4.0

### 2.1 Historia

En el transcurso del tiempo la industria ha ido adoptando cambios, llegando a evolucionar hasta lo que hoy se conoce como la cuarta revolución industrial, caracterizada principalmente por la fusión de tecnologías.

Es el resultado de una larga evolución desarrollada en el tiempo, cubriendo las necesidades de contar con industrias con un alto nivel de automatización, optimización e interconexión de todos los sistemas.

El término Revolución Industrial se refiere a: *Cualquier cambio tecnológico rápido e importante en algún periodo histórico determinado o como secuencias de innovaciones determinadas* (Landes, 1979).

A lo largo de la historia, podemos ver cómo han ido surgiendo diversos movimientos. Comenzando con la primera revolución industrial a mediados del siglo XVIII, la cual provocó la mecanización de las industrias y la sustitución del trabajo realizado por el ser humano produciendo cambios sociales, económicos y tecnológicos.

En la Figura 1, se muestra un pequeño desarrollo que ha sufrido la industria a lo largo del tiempo.

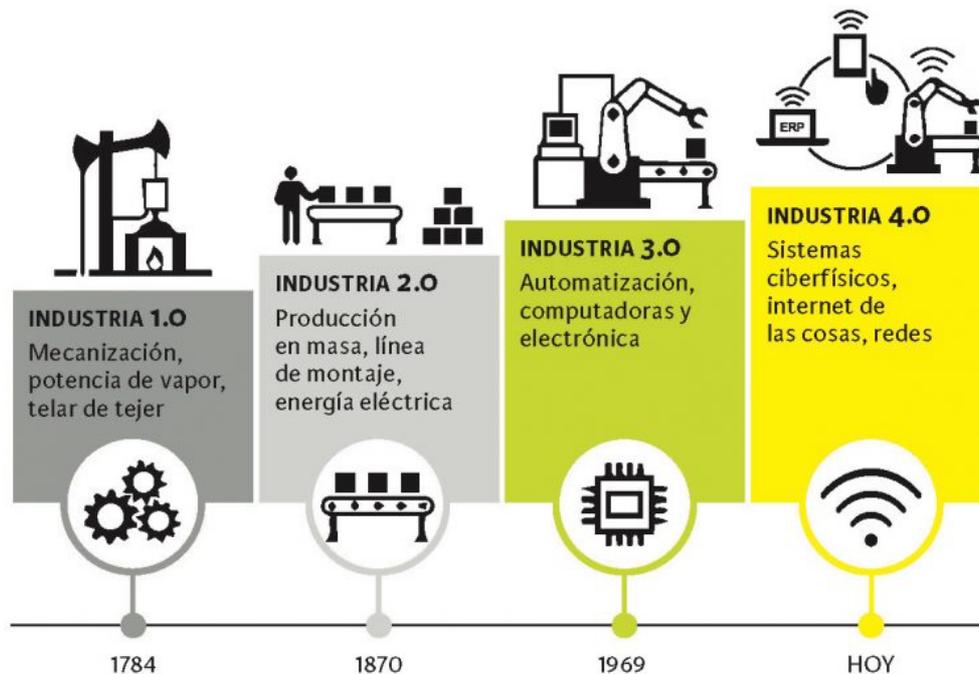


Figura 1. La cuarta revolución industrial, (Schwab, 2016)

El primer hito, comenzó a mediados del siglo XVIII en Inglaterra, conocido como “**Primera Revolución Industrial**”, poco tiempo más tarde se difundió por gran parte de Europa occidental y América Anglosajona. Se extendió en un periodo aproximadamente desde 1760 hasta alrededor de 1840. Esta revolución fue promovida por la construcción del ferrocarril, provocando el desarrollo y la expansión del transporte de mercancías y pasajeros. Por otro lado, cabe destacar la irrupción de la máquina de vapor. Esta última, impulsó y permitió mecanizar la producción, marcando el comienzo de la producción mecánica, e incentivando aún más el cambio social.

Además, promovió el desarrollo del motor de combustión y la energía eléctrica, favoreciendo el crecimiento de la industria textil y del carbón.

Posteriormente entre los años 1870 y 1914, justo antes de la Primera Guerra Mundial, dio comienzo lo que conocemos como la “**Segunda Revolución Industrial**”, se extendió a otros países como Francia, Alemania, Bélgica, Japón y Estados Unidos. Ésta supuso un crecimiento de las industrias existentes y una expansión de las nuevas industrias, como el petróleo, el acero y la electricidad. Hizo posible la producción en masa y el desarrollo de la cadena de montaje. Se optimizó la gestión de la producción, se acortó el periodo de producción y se logró una mayor cantidad de productos fabricados a precios más bajos.

El desarrollo de nuevos sistemas de comunicación y transporte como el teléfono, la radio, el avión y los automóviles, que facilitaban el transporte de mercancías y personas y la comunicación entre ellas, introdujo un cambio relevante en los diferentes sistemas industriales, derivando en una globalización del mercado.

La “**Tercera Revolución Industrial**” que comenzó en la década de 1950, conocida como *La Era del conocimiento o la Revolución Digital*, fue liderada por Estados Unidos, Japón y la Unión Europea. Revolución en la que convergen las nuevas tecnologías y los nuevos mecanismos de obtención de energía.

La innovación en los productos, basada en la ingeniería y nuevos sistemas de comunicación provocó el desarrollo de una nueva revolución industrial que comenzó antes de que terminará la Segunda Guerra Mundial.

La informática jugó un papel fundamental en los sistemas de mejora de control de calidad, permitiendo un desarrollo de máquinas cuyas órdenes se establecían a través de programas informáticos. Siguiendo como objetivo desarrollar una serie de sistemas que sin necesidad de la intervención del ser humano llevarán a cabo los procesos de producción de forma automática. Sin olvidarnos de la importancia de los nuevos mecanismos de obtención y almacenamiento de la energía, según Jeremy Rifkin uno de los pensadores sociales más importantes, la tercera revolución se basa en 5 pilares fundamentales:

*“ 1) la transición hacia la energía renovable; 2) la transformación del parque de edificios de cada continente, en microcentrales eléctricas que recojan y aprovechen in situ las energías renovables; 3) el despliegue de la tecnología del hidrógeno y de otros sistemas de almacenaje energético en todos los edificios y a lo largo y ancho de la red de infraestructuras, para acumular energías como las renovables, que son de flujo intermitente; 4) el uso de la tecnología de Internet, para transformar la red eléctrica de cada continente en una interred de energía compartida, que funcione exactamente igual que Internet, y 5) la transición de la actual flota de transportes hacia vehículos de motor eléctrico, con alimentación de red. “ (Rifkin, 2011).*

Este periodo está caracterizado tanto por el uso, como por el almacenamiento de las energías renovables como la energía eólica, solar o hidráulica. El desarrollo de las nuevas tecnologías electrónica, mecánica o analógica permite conectar todo a un solo sistema de gestión. Dando comienzo a lo que hoy en día es conocido como *“La Era de la información”*.

Este periodo deriva en la revolución que se esta desarrollando hoy en día, la llamada **“Cuarta Revolución Industrial”**

## 2.2 Cuarta Revolución Industrial

Conocida con el termino *Industria 4.0* surge en Alemania en el año 2011, con la Feria de Hannover, y simboliza la llegada de una nueva era de revolución industrial. (Avansis, 2022)

Esta revolución, que llega hasta nuestros días, viene impulsada por la transformación digital. Supone una importante modificación en la manera de fabricar los productos, consiguiendo ser más eficientes y aprovechando al máximo los recursos existentes. Produciendo en masa productos con ciclos de vida cortos, con necesidades de una pronta renovación.

Con esta revolución, se busca que los negocios operen hacia un mundo más inteligente, con una interconexión entre las cadenas de producción y los mercados de oferta y demanda, integrando datos, sensores y un software. Entre los objetivos más destacables que persigue esta revolución encontramos:

- Busca una integración desde los proveedores encargados de abastecer las necesidades del mercado, hasta los clientes encargados de la utilización de los servicios prestados por los proveedores, llegando a controlar todos los procesos que suceden a lo largo de la cadena de producción.
- Busca desarrollar aun más los procesos que se llevan a cabo en el desarrollo de productos, mediante la combinación de capacidades

tecnológicas y humanas con el propósito de mejorar la productividad y la riqueza de la producción. Tiene como principales objetivos, reducir el tiempo de los procesos y la adaptabilidad de la producción, consiguiendo una mejora de la productividad a través de recursos basados en el conocimiento y en la experiencia desarrollada en otros proyectos. (Unir Revista, 2022).

- Incrementar la seguridad en los escenarios peligrosos de la producción, con la sustitución de personas por máquinas o *robots*, evitando poner en peligro a personas que trabajan en dichos puestos.
- Gestión eficiente de los datos, permitiendo interactuar a las personas autorizadas desde diferentes lugares haciendo más fácil el manejo de los datos.
- Simplificar el proceso de toma de decisiones, debido al volumen de información tratada y clasificada, llegando a mejorar dicho proceso.
- Aumento de la competitividad empresarial, permitiendo desarrollar productos que cumplan altos estándares de calidad, que a la vez logren una mejor manera satisfacer las necesidades de los consumidores (Redacción APD, 2022).

Por otro lado, la cuarta revolución industrial también ha traído algunos inconvenientes a los que debe tratar de poner solución:

- Como todos los cambios que se producen a lo largo del tiempo, al comienzo de dicha revolución, hay una carencia de mano de obra cualificada, la cual es esencial para poder llevar a cabo el desarrollo de las nuevas tecnologías.
- El tiempo que necesita cada una de las empresas para adaptar sus procesos a la nueva realidad de producción, puede desencadenar en el estancamiento de dichas empresas a la hora de adoptar mejoras en los procesos de producción.
- El aplicar nuevas tecnologías, supone en algunos casos, la sustitución del componente personal, por uno mecánico, lo que implica una disminución de la mano de obra necesaria a la hora de producir, que la gente no está dispuesta a aceptar.

### 2.3 Tecnologías implantadas

Vamos a presentar las tecnologías que impulsan dicha revolución en el mundo industrial. Mediante la implementación de dichas tecnologías, las empresas buscan mejorar y facilitar los procesos de producción. De esta forma, y gracias a la recopilación y posterior análisis de la información obtenida, podemos

reducir los tiempos y costes de producción sin reducir la calidad del producto final entregado al cliente.

En la Figura 2, aparecen las diferentes tecnologías que impulsan el desarrollo de la Industria 4.0.



Figura 2. Industria 4.0, (González, 2022)

A continuación, vamos a enumerar las 9 tecnologías que están impulsando la cuarta revolución industrial que posteriormente serán desarrolladas:

- 1 Robótica colaborativa
- 2 Internet de las cosas
- 3 Realidad aumentada y virtual
- 4 *Big Data* y *Analytics*
- 5 Impresión 3D
- 6 Sistemas ciberfísicos
- 7 *Cloud computing*
- 8 Ciberseguridad
- 9 Inteligencia artificial

La mayoría de los sectores se ven beneficiados con este nuevo concepto empresarial, pero sin duda uno de los más beneficiados es el sector de la logística, debido al rediseño de la cadena de suministro y la relación de clientes y proveedores comentada anteriormente.

La introducción de la inteligencia artificial implica la simulación de inteligencia humana por parte de las máquinas y los procesos automatizados de *picking*, y la aplicación de sistemas que cubren por completo las tareas de preparación de pedidos, son los principales cambios añadidos a la industria.

Como ya se ha comentado previamente, cada revolución lleva consigo la incorporación de nuevas tecnologías que hacen posible el avance.

Dichas tecnologías actúan en 3 categorías, productos, procesos y modelos de negocio, buscando mejorar las características de un producto, hacer más dinámicos y flexibles los procesos, hasta la incorporación de nuevos modelos de negocio.

### 2.3.1 Robótica colaborativa

Cada vez es más común que los *robots* conformen un eslabón clave en la industria 4.0, debido a su capacidad de generar respuestas más rápidas y eficientes antes los diferentes problemas que surgen en los procesos de producción.

Los *Robots* colaborativos o también conocidos como “*Cobot*”, surgen en la década de los años 1990. Sin embargo, no se han empezado a desarrollar colaboraciones en empresas hasta hace unos años, debido al avance de la tecnología y la miniatura de los componentes. Es un brazo robótico creado para trabajar junto a humanos en una cadena de producción. Presentan una funcionalidad mas lenta a la de los *robots* tradicionales, debido a que no están diseñados para superar al hombre, si no para ser un complemento en la realización de tareas. Incorpora sistemas avanzados de control de fuerza evitando obstáculos y mostrando mayor precisión, evitando realizar al empleado los trabajos peligrosos o repetitivos.

En la Figura 3, se observa un ejemplo de brazo robótico colaborativo y los diferentes sectores donde puede ser implementado.



Figura 3. Robótica, (Zima Robotics, 2022)

Las principales características que muestran estos tipos de *robots*, que le diferencia de los tradicionales es (Universidad de Alcalá, 2022):

- Poder interactuar con humanos en un mismo espacio de trabajo, sin necesidad de instalar medidas de seguridad.
- Tamaño reducido, facilitando la instalación al medio donde le sitúen.
- Se pueden reconfigurar para operar en distintos puntos de la línea de producción.
- Mejora y optimización de la productividad en diferentes puntos de la cadena de producción de cualquier empresa.

Debido a estas características, presentan una completa innovación en el sector industrial, y su integración en las empresas es cada vez mayor.

Según el informe anual del *International Federation of Robotics* (Gerry, 2022), en 2015 se instalaron mas de 240.000 *robots* industriales, lo cual supuso un incremento del 8% respecto al año anterior. Como era de esperar, dicho crecimiento ha continuado aumentando a lo largo de los años, aumentando un 13% de media cada año (2015-2020). El informe de 2021 revela un *record* de 3 millones de *robots* industriales que funcionan en todo el mundo, aumentan un 10% respecto al año pasado, sigue siendo un gran incremento a pesar de la pandemia vivida a nivel mundial.

### 2.3.2 Internet de las cosas (IoT)

El término “Internet de las cosas” fue propuesto por *Kevin Ashton* en 1999 (Vázquez, 2022) y lo utilizó para describir la red que conecta los objetos físicos del mundo a internet. La idea de poder conectar objetos de forma inteligente surgió a finales del siglo XIX, debido a unos experimentos de telemetría de la historia en el *Mont Blanc* y siguió con científicos como *Nikola Tesla* y *Alan Turing*, que continuaron sus investigaciones. Pero no fue hasta finales de los años 70, cuando se desarrolló la primera red ARPANET, que posteriormente, a mediados de los años 90, sería conocida con el termino de INTERNET.

En 1990 aparece la tostadora conectada de *John Romkey*, considerada como el primer dispositivo IoT. Desde cualquier ordenador conectado podían controlar su encendido, su apagado y tiempo de tostado.

Posteriormente, en 1993, desarrollado por estudiantes en la universidad de Cambridge, surgió la primera cámara conectada online para monitorizar si había café en las maquinas, consistía en un mecanismo que actualizaba la imagen de la cafetera tres veces por minuto, pero en 1994 *Steve Mann* conocido como “El padre de la informática portátil” conectó la primera cámara portátil a la web.

Fue en el año 2000 cuando se produjo el mayor crecimiento de los objetos conectados, gracias a la conexión inalámbrica (*Wifi*), (Recuero, 2022).

El internet de las cosas consiste en la agrupación e interconexión de dispositivos y objetos a través de una red, donde puedan interaccionar y compartir información. Pasando la comunicación entre máquinas conectadas a través de una red sin interacción humana. Cuando hablamos de dispositivos u objetos, podrían ser desde sensores y dispositivos mecánicos hasta elementos utilizados en el día a día en el ámbito cotidiano, como puede ser el horno, reloj.

Ha evolucionado a partir de tres tecnologías distintas: las tecnologías de comunicación inalámbrica, los sistemas microelectromecánicos (MEMS), y microservicios de internet.

Beneficios de adoptar IoT en una empresa (Avansis, 2022):

- Reducción de costes, la implantación de IoT permite monitorizar los equipos y así reducir el tiempo que se encuentran inactivos, por otro lado, es capaz de prever fallos lo que nos permite poner soluciones al sistema antes de que produzca averías.
- Mejora la experiencia de usuario, permitiéndole seguir su pedido en tiempo real, consiguiendo mantener al cliente en cada momento informado de donde se encuentra su pedido, dando una buena experiencia de usuario.
- Ayuda en la toma de decisiones, guardando, gestionando y analizando los datos recibidos de los clientes, llegando a tener un conocimiento de las preferencias y tendencias que tiene.
- Aumento de la productividad, gracias a la obtención de datos que se obtiene de cada proceso de producción, permite sustituir operaciones repetitivas por aquellas que sean más productivas.

Aplicaciones de IoT (ESIC Business & Marketing School, 2022):

- Sector industrial y manufacturero: La incorporación de sensores, inteligencia artificial y *wearables* permiten una disminución significativa de tiempos de proceso, mejora en la seguridad de empleados y desplazamientos en la resolución de incidencias. Conlleva un aumento a largo plazo de sus beneficios.
- *Wearables*: Relojes, pulseras y gafas inteligentes nos ofrecen nuevas oportunidades de interactuar con nuestro entorno. Nos permiten llevar un mayor control de nuestro rendimiento deportivo o salud.

- **Agricultura:** Están comenzando a implementar tecnologías de riego que combinan aspersores inteligentes y repositorio de datos sobre los cultivos. Aprovechando la información meteorológica para determinar la fecha y método de plantación de las semillas.
- **Smart Cities:** Ciudades inteligentes, tienen el potencial de resolver problemas reales a los que los ciudadanos se enfrentan cada día, con el uso de sensores y datos adecuados, se puede resolver problemas de congestión del tráfico, delincuencia y contaminación.
- **Smart Home:** Probablemente el uso más popular hoy en día, la casa inteligente. Consiste en un dispositivo que por medio de la voz puede controlar los procesos habituales de forma completamente automática, desde encender y apagar la luz, hasta controlar las fechas de caducidad de los productos que tienes almacenados en tu frigorífico, consiguiendo liberarte de algunas tareas rutinarias, disponer de más tiempo para vivir y optimizar el consumo de algunos de tus recursos.

En la actualidad, la mayor interacción con internet lo realizan los seres humanos que se conectan a través de sus dispositivos, pero se prevé la posibilidad de que en el futuro, esta interacción sea realizada por los propios dispositivos sin necesidad de supervisión humana.

El número de dispositivos conectados a internet no ha parado de crecer, en 2003 había un total de 500 millones de dispositivos conectados existiendo una relación de 0,08 de dispositivos conectados por persona. No fue hasta 2010 cuando se cruzó la barrera de más dispositivos conectados que personas, llegando a un total de 12.500 millones de dispositivos con una relación de 1,84 de dispositivos conectados por persona, pero no ha dejado de aumentar llegando en 2020 a tener un total 50.000 millones de dispositivos, esto significa que una persona tendría 7 dispositivos conectados a internet, como se observa en la Figura 4 (Evans, 2022).

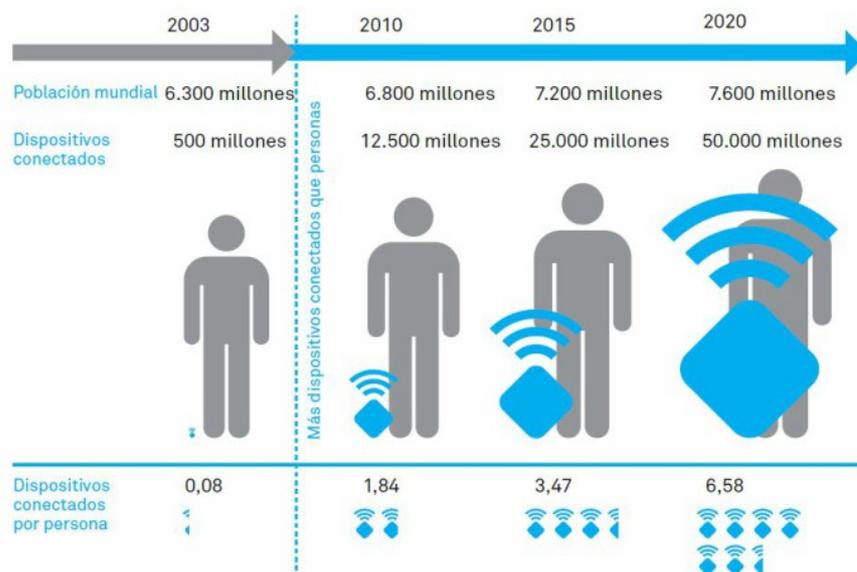


Figura 4. Evolución de los dispositivos conectados (Evans, 2022)

En la actualidad, continúa incrementando el número de dispositivos conectados debido a la consolidación del 5G que aporta un acceso más rápido y amplio a la red y la necesidad del teletrabajo en las empresas debido a el COVID-19, teniendo acceso a los datos de forma descentralizada.

### 2.3.3 Realidad aumentada y virtual

La frontera entre el mundo virtual y el real continúa rompiéndose, proporcionando experiencias impresionantes, permitiendo optimizar los diseños que permiten mejorar la automatización de los procesos, el control de fabricación, entre otras muchas cosas.

Las principales herramientas utilizadas para la fricción entre ambos mundos son la realidad aumentada (AR) y la realidad virtual (VR).

- Realidad Aumentada (AR): Conjunto de tecnologías que combinan imágenes reales y virtuales, de forma interactiva y en un tiempo real. Dando la capacidad de superponer información digital sobre elementos reales, mantiene el mundo real, pero busca mejoras con otros detalles digitales completando el entorno.

La realidad aumentada se puede simular mediante gafas, auriculares, pero el ejemplo mas famoso se desarrolló a través de una aplicación móvil “Pokémon GO” en la que millones de personas en todo el mundo recorrieron lugares con sus dispositivos móviles en busca de criaturas virtuales. Utiliza la cámara del dispositivo para mostrar por pantalla los elementos físicos

reales que se ven y añadir componentes digitales que interactúan con ellos a tiempo real.

- Realidad Virtual (VR): Se caracteriza por la inmersión completa del usuario, sacándolo del mundo real tal cual lo conocemos, engaña a los sentidos para que una persona perciba que está en un entorno diferente. Sumerge a los usuarios en un entorno virtual generado por un ordenador, permitiendo la libertad de movimiento. Se requiere de unas gafas y auriculares especiales. Permite al usuario interactuar de una forma natural con el entorno virtual, lo que produce ciertas ventajas en el desarrollo de productos o en los procesos de aprendizaje.

La principal diferencia que se encuentra entre las dos tecnologías es el mundo real, ya que la AR no sustituye la realidad física, si no que superpone información virtual, haciéndola complemento a la realidad existente.

Aplicaciones principales de ambas tecnologías (It Solutions, 2022):

- Formación y simulación de entornos críticos: Igual que se pueden generar entornos donde colocar las máquinas funcionando de manera real (AR), se puede crear un mundo totalmente virtual en el que colocar una máquina, la cual ha parado su producción, y así comprobar su funcionamiento o llevarla a condiciones extremas.
- Validación de tareas realizadas: Estas realidades permiten también sobreponer información digital a la real y pueden servir para facilitar la formación de los operarios.
- Sobreimpresión de información: La posibilidad de poder sobreponer información digital a la real puede servir para facilitar la formación de los operarios.
- Guiado y resolución de incidencias: Mediante la AR los operarios pueden seguir procedimientos tediosos mostrándoles este paso a paso. Además, también se puede conectar con el servicio técnico, mostrándole todo lo que se debe realizar.
- Optimización de diseños: Se puede saber si la maquinaria a construir se adaptaría a las dimensiones de las que disponemos.

#### 2.3.4 *Big Data y Analytics*

El término *Big Data* se vio impulsado en la década de los 2000, se refiere a los activos de información de gran volumen, rápidos y complejos, que hacen que sea difícil o imposible procesarlos con los métodos tradicionales, exigen formas

rentables e innovadoras de procesar la información, de forma que permita mejorar la visión, la toma de decisiones y la automatización de los procesos. Gracias a esta forma en que las organizaciones gestionan y obtienen información, está cambiando la forma en la que el mundo utiliza la información de los negocios.

*Doug Laney*, analista de la industria definió el *big data* como las tres V (SAS Insights, 2022):

- **Volumen:** Las organizaciones recopilan datos de diversas fuentes, como transacciones comerciales, vídeos, equipos industriales. Lo que hubiera supuesto un problema para su almacenamiento en el pasado, pero gracias a esta forma de gestión de la información han aliviado la carga.
- **Velocidad:** Con el avance de la tecnología los datos llegan a las empresas a una velocidad sin precedentes y deben ser manejados de manera oportuna. Los sensores están impulsando la necesidad de manejar los datos en tiempo casi real.
- **Variedad:** Los datos se presentan en todo tipo de formatos que inundan las empresas todos los días, desde datos numéricos estructurados en bases de datos tradicionales hasta documentos no estructurados.

Aunque también es posible añadir otras dos *V* más:

- **Variabilidad:** Debido a que los datos obtenidos vienen de diferentes fuentes, es difícil comparar, vincular y transformar los datos a través de los sistemas. Por lo que se refiere a la calidad de los datos con los que se dispone a trabajar, las empresas necesitan correlacionar los múltiples vínculos entre ellos.
- **Veracidad:** Fomentando la búsqueda de esta cualidad en los datos recogidos para obtener información fiable, ya que las empresas necesitan saber cuando algo está de moda en los medios sociales y como gestionar los picos de carga de datos diarios.

El *big data* gestiona sistemas que manipulan grandes cantidades de datos. Sin embargo, este término también se refiere al uso de métodos avanzados que extraen patrones repetitivos e información útil en modelos predictivos. En la industria, permite aumentar la calidad de la producción, ahorrar energía y mejorar el servicio de las máquinas. En la cuarta revolución industrial, esta tecnología conducirá a la adquisición y evaluación detallada de datos de diferentes fuentes que se utilizarán para simplificar la toma de decisiones.

### Principales aplicaciones del *Big Data*:

Uno de los principales campos de uso del *big data* son los sistemas de apoyo a la toma de decisiones. Estos sistemas procesan información para ayudar en el proceso de toma de decisiones administrativas o de gestión. El *big data* desempeña un papel fundamental para contribuir a la construcción de datos analíticos a partir de datos operativos. Los datos operativos se seleccionan, procesan y evalúan a lo largo del tiempo, dando lugar a aquellos datos analíticos que se utilizan para apoyar decisiones de alto nivel en el ámbito empresarial.

### Algunos sectores en los que se utilizando:

- **Ciencia:** Se aplica para interpretar sistemas complejos y mejorar el rendimiento a la hora de realizar cálculos que requieren una gran capacidad computacional. Permite sacar mayor provecho a los análisis de datos, especialmente en los proyectos donde se genera gran cantidad.
- **Medicina:** El *big data* está orientando a conseguir una medicina más personalizada y capaz de hacer avances en el futuro. Aprovecha aplicaciones de aprendizaje automático y utiliza diferentes enfoques estadísticos. Uno de los grandes usos de esta tecnología se realizó en la pandemia Covid-19, en la que gracias al análisis de datos, no solo se lograron crear estadísticas sobre la enfermedad, sino que ayudó a generar modelos predictivos de propagación, determinando cuando se había un posible riesgo de brote.
- **Aplicaciones financieras:** Se está volviendo en una tecnología esencial a la hora de reducir la incertidumbre en las operaciones económicas. El *big data* también se está utilizando como parte del sistema bancario tradicional para adaptarlo a las necesidades actuales de los clientes.
- **Vida personal:** Aunque no seamos conscientes, las aplicaciones del *big data*, están muy presentes en nuestras vidas, como el uso de un GPS para movernos de un lado a otro, pasando por las sugerencias de productos o noticias personalizadas que nos recomiendan en diferentes páginas web en las que se basan en el análisis de nuestros datos.

### 2.3.5 Impresión 3D

La fabricación aditiva o impresión 3D consiste en crear un objeto físico tridimensional imprimiendo por capas un modelo o diseño digital en 3D. Hasta ahora, la fabricación sustractiva se realizaba a la inversa, eliminando capas de material hasta obtener el modelo deseado.

La impresión 3D permite a las empresas reducir la cantidad de material necesaria para la impresión. Las aleaciones de plástico y metal son los materiales más utilizados para el proceso, pero puede funcionar prácticamente con cualquier elemento, desde hormigón hasta tejidos vivos.

Para realizar la impresión, es necesario un ordenador, un software de modelado 3D (Diseño asistido por ordenador), un equipo de fabricación aditiva (impresora 3D), y el material necesario para llevar a cabo el proceso.

Existen diferentes formas en las que las capas son utilizadas (Adeva, 2022):

- Impresión por inyección: La impresora crea el modelo de capa esparciendo una capa de la sección de la pieza, repitiéndose el proceso hasta completarlo.
- Modelado por deposición fundida: Se va depositando un material fundido sobre una estructura capa a capa, que posteriormente es sintetizado por un laser para su solidificación.
- Esterolitografía: Utiliza resinas líquidas fotopoliméricas que se solidifican con el uso de una luz emitida por un laser ultravioleta, de tal manera que se vayan creando las diferentes capas de resina sólida.
- Fotopolimerización por absorción de fotones: Creado a partir de un bloque de gel y mediante la utilización de un laser. Proceso en el cual el gel se va solidificando en las zonas donde esta en contacto con el laser.
- Impresión con hielo: Método que se realiza por medio de un proceso de enfriado, permite realizar impresiones 3D utilizando el hielo como material.

Se está utilizando en una gran cantidad de aplicaciones, debido a las diferentes técnicas que puede utilizar y la amplia cantidad de material en función del tipo de objeto que deseamos obtener.

Algunos ámbitos de aplicación de la impresión de objetos son:

- Medicina: El avance de la tecnología a hecho realidad el poder crear ciertas partes del cuerpo a través de la impresión 3D y que sean totalmente tolerables por el organismo. En el ámbito de las prótesis y odontología es donde mayor utilidad se le esta dando a esta tecnología.
- Industria: Uno de los sectores mas beneficiados, ya que supone un gran ahorro de tiempo y costes en los procesos de producción el poder crear piezas con gran precisión y de diferentes materiales de forma rápida.

La impresión 3D tiene limitaciones de tamaño, coste y velocidad, pero a medida que se vayan superando, se incluirá en otros ámbitos del sector industrial.

### 2.3.6 Sistemas ciberfísicos

Un sistema ciberfísico, según NSF (*National Science Foundation*), que describe los CPS (*Cyber-Physical System*) como, sistemas construidos a partir de la integración transparente de componentes físicos y computacionales, que permitirán superar a los simples sistemas integrados actuales en cuanto a capacidad, adaptabilidad, escalabilidad, resiliencia, seguridad y usabilidad.

Por otro lado, el programa europeo Horizonte 2020, define los sistemas ciberfísicos como la próxima generación de sistemas TIC integrados que se interconectan y colaboran a través del Internet de las Cosas, y proporcionan a los ciudadanos y a los negocios un amplio conjunto de aplicaciones y servicios innovadores (Cámara de Valencia, 2022). En resumen, los sistemas ciberfísicos sería un sistema que engloba todo aquel dispositivo que integra capacidades de computación, almacenamiento y comunicación con el fin de controlar e interactuar con un proceso físico. Dichos sistemas cuentan con la característica de permanecer conectados entre sí y también con servicios remotos de gestión, interacción y almacenamiento de datos.

Son una evolución de los sistemas actuales de TIC. Es similar a la tecnología mencionada anteriormente del Internet de las cosas (IoT), ya que disponen de la misma arquitectura básica, pero como bien hemos dicho son una evolución, por lo que va mas allá, permitiendo realizar funciones más complejas, capaces de aprender de las interacciones con el mundo físico y aplicarlas en diferentes situaciones convirtiéndolos así en sistemas inteligentes.

Las principales características que tienen estos sistemas son:

- La capacidad de monitorizar y controlar objetos físicos.
- Aprovechamiento de la información que esta disponible en el mundo virtual.
- Capacidad de mejora, mediante el aprendizaje y la evolución al interactuar con el mundo físico.

Entre las diferentes áreas de aplicación de los sistemas ciberfísicos, vamos a destacar:

- *Software*: El uso de los sistemas ciberfísicos produce una mejora en la optimización y mayor interconexión de los procesos con programas más inteligentes, dinámicos y flexibles.

- Servicios: Los servicios basados en estos sistemas dispondrán de mas capacidad de infraestructura llegando a ser capaces de proporcionar aplicaciones y productos de mayores prestaciones.
- Nube: Permitiendo tener una mayor adaptación a las necesidades de los clientes y dándoles acceso desde múltiples dispositivos, pero ejecutándose una parte solo en el servidor.
- *Big data*: Con una mayor interconexión entre los dispositivos que los clientes utilizan, permitirá que los datos se puedan procesar o distribuir a mayor velocidad.

Tendrán un impacto directo en las empresas y en sus perspectivas de futuro. Disponer de una mayor capacidad de interconexión, adaptabilidad o mayor intercambio de información puede suponer una enorme ventaja competitiva para todas las empresas de los diferentes sectores, llegando a aportar servicios a los ciudadanos de mayor calidad, velocidad y cumpliendo las necesidades de la sociedad.

### 2.3.7 *Cloud computing*

*Cloud computing* o computación en la nube, permite ofrecer servicios de computación a través de una red, que usualmente es internet. Permite la descentralización de los datos, es decir, pueden ser considerados por varios servidores encargados de atender las peticiones en cualquier momento.

La computación en la nube utiliza una capa para conectar los dispositivos de punto periférico de los usuarios, como ordenadores, móviles a recursos centralizados en el data center.

En 1999, se creo el primer servicio empresarial que ofrecía aplicaciones de negocios en un sitio web *Salesforce*, la cual ha sido pionera en este tipo de servicio para las diferentes empresas.

Existen diferentes tipos de nubes diseñadas capaces de adaptarse a las necesidades de los clientes:

- Nube privada: Constituida por una sola organización con su propia nube de servidores y software para la utilización sin un punto de acceso público.
- Nube pública: Diversas empresas pueden usarla de manera simultánea, pero separadamente. El proveedor de la nube es responsable del mantenimiento y seguridad.
- Nube híbrida: Compuestas por dos o más infraestructuras de nubes distintas que permanecen como entidades únicas, pero que están unidas por una tecnología estandarizada.

- Nube comunitaria: Diferentes empresas u organizaciones reúnen en pool sus recursos en la nube para resolver un problema común.

Principales características de la computación en la nube (Benioff, 2022):

- Flexibilidad: Los servicios basados en la nube pueden atender una demanda mayor de manera instantánea.
- Solución de problemas: Los proveedores de *Cloud Computing* manejan los problemas de recuperación más rápidamente que las recuperaciones que no son en la nube.
- Últimos servicios disponibles: Los proveedores de *Cloud Computing* son responsables por el mantenimiento del servidor, incluyendo actualizaciones de seguridad.
- Descentralización: Los empleados solo necesitan tener acceso a Internet para trabajar desde cualquier lugar, pudiendo compartir aplicaciones y documentos al mismo tiempo.
- Seguridad: Los datos almacenados en la nube pueden ser accedidos desde cualquier lugar, independientemente de la pérdida o daños de uno o más dispositivos.
- Conciencia ecológica: La computación en la nube utiliza sólo el espacio necesario en el servidor, reduciendo la huella de carbono de la empresa.

Como hemos mostrado, el uso de la nube tiene muchas ventajas y facilita el almacenamiento de datos a las empresas. Sin embargo, también cuenta con desventajas, el ser un servicio completamente dependiente de una conexión a internet es uno de los grandes inconvenientes. Además, los clientes tienen un control limitado sobre el entorno de la nube, el control total de la nube lo tiene el proveedor de servicios, que son los encargados de gestionar y supervisar la infraestructura, lo cual supone un coste añadido en los servicios de computación.

### 2.3.8 Ciberseguridad

La ciberseguridad es la práctica de proteger sistemas, redes y programas de los posibles ataques digitales que puedan sufrir. Los ataques sufridos, conocidos como *ciberataques* apuntan a acceder, modificar o destruir la información confidencial, extorsionar a los usuarios o paralizar la continuidad del negocio.

A medida que han ido avanzando los tiempos, hay más dispositivos conectados que personas, por lo que las medidas de seguridad digital se han incrementado debido a los ciberataques a los que se exponen.

Los pilares de la ciberseguridad son:

- **Confidencialidad:** Trata de prevenir la posible difusión de la información sin la autorización de las autoridades pertinentes.
- **Integridad:** Trata de prevenir las modificaciones de la información sin la autorización del autor.
- **Disponibilidad:** Trata de prevenir las posibles interrupciones no autorizadas sufridas por el sistema.

Las personas, los procesos y las tecnologías deben complementarse para crear una defensa capaz de frenar los ciberataques a los que puede estar sometido un sistema. Todos los sistemas se benefician de los programas de ciberdefensa, consiguiendo que Internet sea más seguro para todos. A nivel individual, un ataque de ciberseguridad puede conllevar desde un robo de identidad hasta intentos de extorsión. A nivel de empresa, un banco, un hospital o incluso una empresa de servicios confían en la seguridad de los datos almacenados debido a los sistemas de ciberseguridad, ya que un ciberataque podría suponer una pérdida económica importante.

Las principales amenazas a la ciberseguridad son (Cisco, 2022):

- **Suplantación de la identidad (*Phishing*):** El tipo más común de ciberataque, consiste en la práctica de enviar correos electrónicos fraudulentos que se asemejan a correos electrónicos de fuentes de buena reputación, con el objetivo de robar datos sensibles como puede ser el número de tarjeta o la información de inicio de sesión.
- **Ransomware:** Es un tipo de software malicioso, diseñado para exigir dinero mediante el bloqueo del acceso a los archivos o sistema informático hasta que el delincuente reciba el dinero. El pago del rescate no garantiza que se recuperen todos los datos.
- **Malware:** Es un tipo de software diseñado para obtener acceso no autorizado o causar daños en una computadora.
- **Ingeniería social:** Muy empleada por los delincuentes con el fin de engañar al usuario para que revele datos de su información confidencial. Además, puede combinarse con cualquiera de las amenazas expuestas anteriormente, mediante el engaño el usuario descarga un *malware* o confía en una fuente maliciosa.

A medida que ha avanzado el tiempo, la tecnología se ha hecho imprescindible en el día a día de las empresas y de las personas, llegando a almacenar en los dispositivos o nubes todos los datos de la empresa, por lo que deben de tener

una estructura para manejar los ciberataques tentativos y sospechosos capaces de dañar el sistema.

### 2.3.9 Inteligencia artificial

La inteligencia artificial nace en una reunión celebrada en el verano de 1956 en *Dartmouth* (Estados Unidos) en la que participaron los principales investigadores del área, el nombre aparece en una propuesta escrita por *J. McCarthy*. En el documento se define el problema de la inteligencia artificial como aquel de construir una máquina que se comporte de manera que, si el mismo comportamiento lo realizara un ser humano, este sería llamado inteligente (Torra, 2011).

La inteligencia artificial (IA) se podría definir como la combinación de algoritmos planteados con el propósito de crear máquinas que presenten las mismas capacidades que el ser humano.

Se podría clasificar en diferentes tipos:

- Sistemas capaces de actuar como personas: Capaces de realizar tareas como las haría un ser humano incluso llegando a perfeccionarlo, uno de los claros ejemplos sería un robot.
- Sistemas capaces de razonar como personas: Capaces de automatizar procesos como la toma de decisiones, realización de nuevas tareas, búsqueda de soluciones.
- Sistemas capaces de razonar racionalmente: Capaces de representar el pensamiento racional que puede desarrollar un ser humano ante las diferentes situaciones, es decir, llegando a actuar de manera consecuente con las responsabilidades de sus actos.
- Sistemas capaces de actuar racionalmente: Capaces de intentar imitar de manera racional el comportamiento que tiene el ser humano en determinadas acciones.

Durante el desarrollo de la inteligencia artificial e la década de los 80, apareció una rama denominada aprendizaje automático o *Machine learning* (ML), en su uso más básico es la práctica de usar algoritmos matemáticos que permiten a las máquinas obtener datos, aprender de ellos y posteriormente ser capaces de hacer una predicción. Los programadores deben perfeccionar algoritmos que especifiquen un conjunto de variables para llegar a ser los más precisos posibles.

En el año 2011, apareció una rama del *Machine learning* llamada aprendizaje profundo o *Deep learning* (DL), es un subconjunto dentro del campo de ML como se observa en la Figura 5. El cual imparte ese aprendizaje desde el

ejemplo, mediante un modelo que pueda evaluar ejemplos y unas colecciones de instrucciones para que sea capaz de modificar el modelo cuando se produzcan errores, llegando a ser capaces en un futuro de solucionar los problemas de forma precisa. Imita la red neuronal del cerebro humano.

El DL nos esta llevando a una realidad en la que seamos capaces de interpretar nuestro mundo a través del reconocimiento de imágenes, el análisis del lenguaje natural y la anticipación ante soluciones difíciles.

Tiene un potencial de utilidad en distintos tipos de aplicaciones en el mundo real, en 2012 el equipo de Andrew NG, fue capaz de reconocer un gato entre más de 10 millones de videos de *Youtube* con 16.000 ordenadores, ahora los medios necesarios son muchísimos menos (Rodríguez T. , 2022).

La evolución del *Deep learning* llega hasta nuestros días mediante diversas aplicaciones utilizando reconocimientos faciales o a través de la voz.

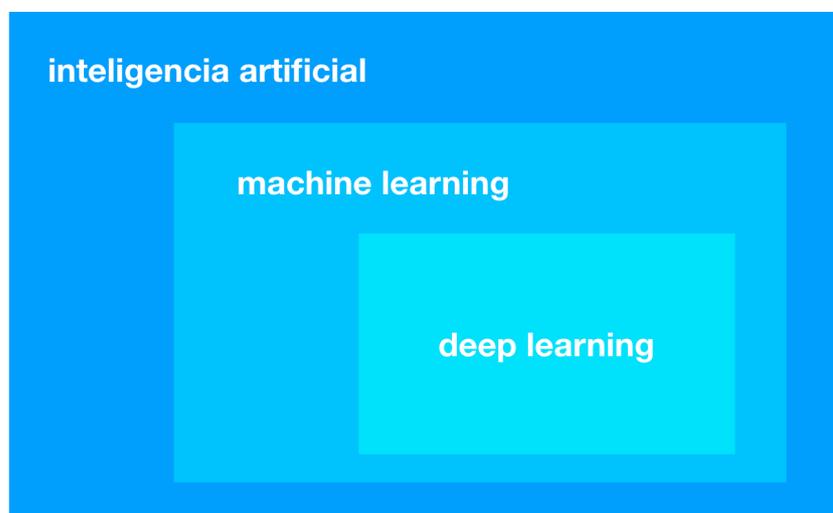


Figura 5. Inteligencia artificial. (Salesforce, 2022)

Aplicaciones de la inteligencia artificial:

- Comercial: Evalúan nuestras necesidades haciendo un pronóstico de ventas, cubriendo las necesidades de los clientes.
- Sanidad: Existen asistentes virtuales que nos hacen un diagnóstico a partir de nuestros síntomas.
- Logística: Existen un número de aplicaciones que su función es evitar colisiones, o atascos optimizando el flujo del tráfico.
- Personal virtual: Chat interactivos a través del cual nos sugieren productos, servicios a partir de nuestros gustos.

Uno de los principales problemas que presenta la inteligencia artificial, es la comunicación con el usuario. Los humanos tienen la capacidad de

comunicarse a través del lenguaje, por lo que habría dos soluciones que el humano se adapte al lenguaje utilizado por el sistema o que el sistema sea capaz de aprender el lenguaje que el usuario es capaz de procesar.

## 2.4 Impacto de la cuarta revolución

En este apartado vamos a estudiar las principales repercusiones que está teniendo esta revolución desde diferentes puntos vista. Estudiaremos los aspectos positivos que aporta, así como los problemas a los que se enfrentará la sociedad con la implantación de las diferentes tecnologías estudiadas previamente.

Esto es solo el comienzo del impacto de la Industria 4.0, que aventura grandes cambios en los próximos años, ya que se prevé que aporte una mejora en los procesos productivos, reduciendo los costes y tiempos de fabricación, llegando a optimizar los procesos de manera notable. También debe suponer una mejora en los trabajos desarrollados por el ser humano, mejorando las condiciones ofrecidas sin descuidar el nivel de calidad del producto final.

Klaus Schwab determinó que la tecnología está modificando radicalmente la forma en la que vivimos, lo que conlleva una revolución en muchos aspectos de nuestras vidas (Schwab, 2016).

### 2.4.1 Empresas

Uno de los mayores beneficios de la cuarta revolución industrial para las empresas será la mejora de la productividad. La automatización de las acciones producirá una gran reducción en los tiempos de producción, los costes, en los tiempos de búsqueda de soluciones y aumentará la seguridad de los trabajadores. La aplicación de las nuevas tecnologías facilita la toma de decisiones basadas en datos, mejora de la calidad de los productos, flexibilidad en los procesos de producción y una mejora en la comunicación entre los diferentes departamentos.

Pero este cambio también tiene problemas, sólo se beneficiarán aquellos que sean capaces de innovar y adaptarse a las nuevas tecnologías que se encuentran en el mercado. Requerirá un gran esfuerzo económico que no todas las empresas son capaces de afrontar.

A medida que una empresa incorpora a sus procesos nuevas tecnologías, debe reforzar la ciberseguridad para tratar de cubrir los diferentes ciberataques a los que puede ser sometida, lo que conlleva también una dificultad a la hora de encontrar personas especializadas en las nuevas tecnologías (Drew, 2022).

Según se observa en la Figura 6, las empresas de mayor tamaño son las más desarrolladas entorno al nivel de digitalización implementado en los procesos, quedando solo un 10% del total sin plan de adaptación. Siendo las pequeñas empresas las menos automatizadas con un 25% del total sin plan de adaptación, observamos que es un proceso de cambio que se está volviendo una realidad, ya que la mayor parte de las empresas han decidido implementar las tecnologías en sus procesos de fabricación.

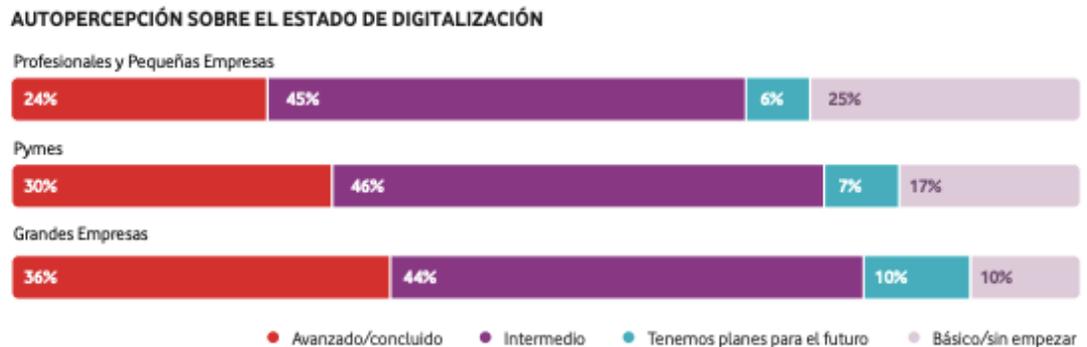


Figura 6. Digitalización en las empresas. (Vodafone, 2022)

#### 2.4.2 Economía

Cada revolución ha supuesto un aumento de la productividad y la calidad industrial, así como un crecimiento socioeconómico para los países.

La Industria 4.0 ha abierto un conjunto de nuevas oportunidades de negocio, consiguiendo un incremento en el flujo de capital, lo que produce un aumento del PIB después de cada revolución industrial.

La Industria 4.0 está adoptando estrategias circulares ya que ambas en funcionamiento se retroalimentan, la mayoría de los recursos empleados en la economía lineal no se reutilizan al final de su vida útil, pero en la economía circular esos desechos mantienen un valor económico que no está siendo aprovechado. La posibilidad que ofrecen las nuevas tecnologías es un desarrollo de un negocio más circular ofreciendo a la industria una alternativa de ingresos a un coste menor.

Por otro lado, también aumentará la desigualdad salarial y provocará enfrentamientos geopolíticos entre los diferentes países.

#### 2.4.3 Personas

El empleo es uno de los grandes retos de la cuarta revolución industrial, que impulsará la creación de puestos de trabajo difícilmente reemplazables en términos de tecnología, creatividad y liderazgo.

A corto plazo, las nuevas tecnologías pueden tener un efecto negativo al perjudicar directamente a algunos trabajadores viendo su salario reducido o incluso viéndose sustituidos por una máquina, pero a largo plazo estas máquinas pueden ser una ayuda fundamental para lograr un nivel más alto de vida.

La educación desarrolla un papel fundamental, proporcionando los conocimientos necesarios permitiendo que las personas se adapten a los cambios tecnológicos que se van desarrollando.

A medida que la sociedad se vaya adaptando a los cambios que dicha revolución conlleva, irá adquiriendo las habilidades necesarias para participar en el proceso productivo, por lo que como hemos comentado con anterioridad a largo plazo se incrementarán las fronteras de producción y la mayor parte de los agentes lograrán un nivel de vida superior al que tienen ahora

## 2.5 Conclusión

Cada revolución ha supuesto un aumento de la productividad industrial y de la calidad, así como un crecimiento socioeconómico para los diferentes países. Sin embargo, la riqueza que ha producido la revolución no ha sido equitativa para todos ellos, provocando así una desigualdad. El principal objetivo no es conseguir un nivel de producción mayor, sino que los procesos se desarrollen de manera más sostenible, permitiendo un mayor desarrollo tanto social, como económico.

La Industria 4.0 pretende implementar un nuevo modelo de negocio mediante la incorporación de nuevas tecnologías a los procesos de producción y de nuevos profesionales con una alta formación. Esto, nos aportará una mayor optimización de los procesos, consiguiendo una mayor eficiencia energética, un aumento de la productividad y ser más competentes con el resto de las empresas del mercado.

El uso de tecnologías como el *big data*, *cloud* o la realidad aumentada, revolucionarán las industrias, consiguiendo grandes mejoras durante el desarrollo de fabricación. Sin embargo, la implementación de dichas tecnologías supone riesgos, ya que todos los procesos tecnológicos deben ir acompañados de sistemas informáticos capaces de detectar ciberataques que puedan amenazar su seguridad, de esta forma, la ciberseguridad tiene un rol fundamental.

En conclusión, se trata de un cambio que sigue en desarrollo actualmente, por lo que aún queda mucho recorrido por delante. Es necesario que las empresas tengan en cuenta los marcos sociales, políticos y éticos que la sociedad necesita para realizar un correcto uso de estas tecnologías. Con ello,

conseguiremos aumentar la eficiencia energética y una reducción del impacto contaminante, creando un impacto positivo tanto en la sociedad, mediante la concienciación del necesario cambio que nos pide la conservación del planeta, como en el medio ambiente.

### 3. Gestión de proyectos

En el desarrollo de este capítulo, vamos a presentar las diferentes metodologías que se utilizan para la gestión de los proyectos, definiendo sus características principales y los escenarios posibles de utilización. Además, estudiaremos cómo, en función de cada proyecto y de sus necesidades individuales, convendrá aplicar una u otra metodología en su desarrollo.

Un proyecto podría definirse como un esfuerzo temporal compuesto por un conjunto de actividades interrelacionadas que una persona u organización lleva a cabo de forma coordinada, con el fin de producir un bien y llegando a alcanzar metas y objetivos, a cambio de un beneficio (Project Management Institute, 2021).

Es la idealización de una tarea determinada, que debe recoger una planificación del conjunto de actividades, como la forma de llevarlas a cabo, con el fin del cumplimiento de los requisitos establecidos para cubrir las necesidades solicitadas.

Existen muchos tipos de proyectos, que no deben seguir una estructura común concreta. Se pueden clasificar según su financiación, su contenido, su finalidad, o su complejidad, pero todos buscan dar una respuesta a una necesidad.

Fases de un proyecto (Asana, 2022):

- Evaluación inicial: El primer paso que debe seguir es hacer un análisis exhaustivo de las necesidades detectadas, para ponernos en situación de las causas y planificar como se debería actuar.
- Planificación: Una vez analizadas las necesidades, se procede a el diseño del proyecto. Se definen los objetivos que se persiguen, las fases por las que se debe pasar, el tiempo de duración estimado, los recursos necesarios y la organización de los equipos de trabajo.
- Puesta en marcha: Momento en el que se lleva a cabo los pasos establecidos en los puntos anteriores, realizando todas las estrategias y actividades que se han programado. Es necesario llevar un seguimiento y evaluación de los pasos realizados para cumplir con los objetivos establecidos en el proyecto.
- Evaluación final: Una vez finalizado el proyecto, se produce la evaluación de los resultados obtenidos, es decir si los objetivos fijados inicialmente se han alcanzado y en que forma se han superado.

### 3.1 Dirección de proyectos

La dirección de proyectos se encarga de organizar qué queremos, cómo lo queremos, cuándo lo queremos o con qué medios contamos para conseguirlo, sin olvidar la razón por la que el proyecto es llevado a cabo.

Hoy en día, la dirección de proyectos ha sufrido muchos cambios debido a la globalización, los avances técnicos o los hábitos de consumo en los que nos encontramos, a los que las empresas deben adaptarse rápidamente si desean alcanzar las metas establecidas.

Según el *Project Management Institute* (PMI) la dirección de proyectos se podría definir como la aplicación de conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas a las actividades de un proyecto para satisfacer los requisitos de este. (Project Management Institute, 2021).

Es una competencia estratégica para las organizaciones, que les permite vincular los resultados de los proyectos con los objetivos empresariales para posicionarse mejor en el mercado.

Otra definición de la dirección de proyectos sería, la disciplina que pretende enseñar cómo dirigir un proyecto con éxito, cumpliendo sus objetivos y requisitos, en el plazo, coste y con la calidad establecida, y satisfaciendo las necesidades del cliente o usuario del proyecto y del resto de *stakeholders* identificados (Iglesias, 2022).

En conclusión, la dirección de proyectos se podría definir como la aplicación de conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas que se realizan en las actividades del proyecto para cumplir con los requisitos de este.

Las principales características de la dirección de proyectos según el *Business School* son (Pérez, 2022):

- La dirección de un proyecto es ejercida por una persona, que otorga el cargo de director de proyectos. Responsable de aplicar los conocimientos, habilidades y técnicas necesarias en cada momento del transcurso del proyecto, con el fin de obtener las metas propuestas. El liderazgo y la capacidad de gestión eficiente debe ser una de las cualidades que debe poseer todo gestor de proyectos.
- Actúa sobre proyectos que son temporales, es decir que tienen un principio y un fin determinado, y se van desarrollando de manera gradual, completando cada una de las etapas que componen el proceso.
- La dirección de proyectos persigue la consecución de unos objetivos específicos, establecidos con anterioridad. La planificación y ejecución del proyecto se establece con este fin.
- Todo proyecto esta limitado por el alcance, coste y tiempo. Los requisitos impuestos por el cliente, los plazos de entrega y coste total del proyecto son

factores que deben gestionarse correctamente para alcanzar las metas sin que la calidad se vea afectada.

- La dirección de proyectos se compone de diversos tipos de procesos. Se puede diferenciar entre procesos orientados al producto o servicio y los procesos comunes a todos los proyectos.
- Se apoya en áreas de conocimiento. Los procesos de dirección se organizan en nueve áreas de conocimiento, los cuales el director debe dominar y gestionar de manera integrada.
- La dirección de proyectos es un proceso dinámico y cambiante en el que las acciones se relacionan e influyen constantemente. Están en continua transformación, adaptándose a cambios sociales, económicos y tecnológicos capaz de satisfacer las demandas de manera eficiente.

### 3.2 Contexto Histórico

A pesar de tener conocimiento de la existencia de proyectos en las antiguas civilizaciones, como la egipcia, la griega y la romana, pero según expertos (Haughey, 2022), el origen real de lo que hoy conocemos como gestión o dirección de proyectos se sitúa a comienzos del siglo XX, considerándose la aparición de los primeros métodos.

Podríamos situar su inicio en el año 1917, con el padre de la gestión de proyectos *Henry Gantt*, con el desarrollo del diagrama de Gantt, el cual resultó todo un éxito y muy práctico para la construcción de barcos durante la Primera Guerra Mundial, que hoy en día todavía es muy utilizado.

Durante los años 50, se alcanzan nuevos modelos de proyección de tiempos, como CPM (*Critical Path Method*) o Método de Ruta Crítica y PERT (*Project Evaluation and Review Techniques*) utilizados por el departamento de defensa de los Estados Unidos.

La mayor parte de la gestión de proyectos ha sido desarrollada mayoritariamente por profesionales que reúnen y estructuran los conocimientos, habilidades y herramientas que poniéndolas en práctica aumentan la posibilidad obtener mejores resultados en el desarrollo del proyecto.

En los años 60 llegan nuevos logros, en Europa se crea la IPMA (*International Project Management Association*) o Asociación Internacional para la Gestión de Proyectos mediante la unión de varias asociaciones nacionales. Al mismo tiempo en Estados Unidos se creaba el PMI (*Project Management Institute*) o Instituto de Gestión de Proyectos. Estos profesionales estudian las herramientas de gestión de proyectos en diferentes áreas con el objetivo de aumentar el alcance y la calidad de la gestión de proyectos, aplicaciones e ideas.

Con la llegada de las tecnologías de la información durante los años 70 y 80, surgieron los *softwares* de gestión de proyectos más específicos. Aparecen métodos que se centran en materias más concretas, como el PRINCE2 (*Projects in Controlled Environments*), Proyectos en Entornos Controlados que utiliza un método genérico de gestión de proyectos centrado en la definición y entrega de productos. El P2M (*Program and Project Management for Enterprise Business Innovation*), Gestión de Programas y Proyectos para la Innovación Empresarial desarrollado por la asociación de gestión de proyectos de Japón o el CCPM gestión de proyectos por cadena crítica, que se centra en la disponibilidad limitada de recursos entre otros. (Pardo, 2022)

En la Figura 7, se observa un pequeño cronograma del desarrollo de los métodos de gestión que han ido apareciendo a lo largo de los años.

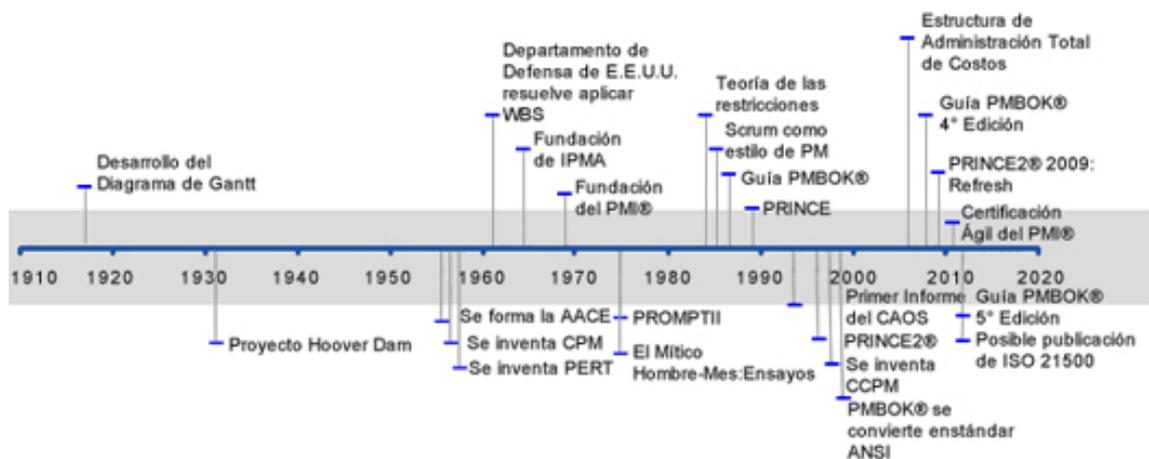


Figura 7. Historia de la Gestión de Proyectos. (Haughey, 2022)

### 3.3 Metodologías de la gestión de proyectos

El mundo de los negocios se ha ido desarrollando cada vez más rápido, lo que supone que las empresas tengan que estar en constante revisión de sus procesos y de las metodologías para adaptarse de la manera más rápida y eficiente a los proyectos futuros.

Existen diferentes enfoques para la gestión de los proyectos, pero el procedimiento que mejor clasifica los procesos en función de los objetivos y la naturaleza es el siguiente: Metodología tradicional y metodología ágil.

En la Tabla 1, vamos a hacer una pequeña comparación de las principales características en función de las diferentes formas de gestión de proyectos.

<b>Características</b>	<b>Metodología ágil</b>	<b>Metodología tradicional</b>
<b>Estructura organizativa</b>	Iterativa	Lineal
<b>Tamaño de proyectos</b>	Pequeños y medios	Cualquier tipo de proyecto
<b>Requisitos</b>	Dinámicos	Fijos, definidos antes de empezar
<b>Intervención del cliente</b>	Alta	Inicialmente alta, pero durante el desarrollo del proyecto baja
<b>Modelo de desarrollo</b>	Entrega evolutiva	Ciclo de vida
<b>Participación del cliente</b>	Los clientes se encuentran en continua participación desde que empieza el proyecto, interactuando con el equipo de desarrollo	Los clientes participan al principio antes de empezar el proyecto recopilando los requisitos del proyecto, y proponen cambios a lo largo de la ejecución del proyecto
<b>Preferencias del modelo</b>	Favorece la adaptación a los procesos	Favorece la anticipación a los problemas
<b>Producto final</b>	Menos enfoque en los procesos formales y directivos	Más enfocados en los procesos que en el producto final
<b>Gestión de escalado</b>	La solución a los problemas se busca de forma conjunta entre el equipo de trabajo	Los problemas son resueltos por los gerentes del proyecto
<b>Revisión</b>	Las revisiones se realizan después de cada paso	Constantes supervisión por parte de los líderes del proyecto

*Tabla 1. Características de las metodologías. Fuente: Elaboración propia*

### 3.3.1 Metodología tradicional

Metodología Tradicional también conocida como modelo de desarrollo en cascada, o *Waterfall* utilizada durante los últimos 30 años, consiste en un sistema de gestión de proyectos que sigue un ciclo secuencial para el desarrollo de un producto, dividiendo el proyecto en fases. Cada fase comienza a medida que se vayan completando las fases anteriores. Se desarrolla una lista de requisitos que debe tener el producto final al comienzo del proyecto y la organización no interviene más en el proceso de diseño a no ser que necesite realizar cambios.

Es un método comúnmente utilizado en el desarrollo de productos, ya que incluye planificación profunda y detallada de los procesos que debe seguir el proyecto para llegar a un resultado satisfactorio. Pero no es el método adecuado para todos los proyectos, es recomendable para situaciones estables, donde las condiciones son claras y sin excesivos cambios a lo largo del tiempo. Dichos cambios provocan un incremento en el tiempo y en los costes del proyecto.

A continuación, vamos a mostrar un esquema de las 6 fases que componen la metodología tradicional, Figura 8:



Figura 8. Proyecto en cascada. (Laoyan, 2022)

Desarrollamos las 6 etapas mostradas anteriormente que definen los proyectos en cascada (Laoyan, 2022):

- Fase de requerimientos: La recopilación de los requisitos de los clientes y las partes interesadas en el proyecto, es el primer paso de esta

metodología. Es el procedimiento inicial que hay que llevar a cabo para organizar y planificar todo el proyecto sin la participación del cliente.

Los requisitos deben documentarse detallando las características y datos, reuniendo toda la información posible para garantizar el éxito del proyecto. Las tareas en modo cascada dependen del paso anterior, por lo que hay que prever cualquier riesgo antes de dar comienzo al proyecto.

- Etapa de análisis: Se analiza el documento de requisitos y se desarrollan los modelos que se utilizarán para diseñar soluciones lógicas y teóricas.
- Etapa de diseño del sistema: En esta sección se modifican las decisiones tomadas anteriormente si es necesario y se revisan los requisitos técnicos. Una vez realizadas las modificaciones correspondientes, se obtiene un plan concreto en el que las soluciones teóricas se han traducido en especificaciones concretas. Se desarrolla el software realizando un esquema completo de como funcionará y como se accederá a la información.
- Etapa de programación: El equipo inicia el proceso de desarrollo para elaborar el software que se ha previsto en las fases anteriores, siguiendo las especificaciones concretas, se desarrolla el código real.
- Etapa de pruebas: Con el código actual escrito, se examina en busca de defectos y errores el equipo de calidad somete el programa a diferentes pruebas en busca de cualquier error que deba repararse antes de la implementación del proyecto. A veces, esta etapa puede llevarnos a la codificación para asegurar que no haya fallos, en caso de no encontrar ningún defecto, pasa a la etapa final.
- Fase de operaciones: Una vez testadas las pruebas realizadas al sistema y verificado su correcto funcionamiento, la implementación de la aplicación se llevará a cabo en esta área. Se incluye el soporte, la actualización y el mantenimiento por si se descubre algún error nuevo o sea necesario realizar alguna actualización de software.

Beneficios y desventajas de la aplicación del modelo en cascada:

- Ventajas:
  - Planificación y diseño claro desde el comienzo, los clientes establecen al comienzo del proyecto sus necesidades, lo que facilita el trabajo al equipo desarrollador.
  - Permite una estimación precisa de los costes, ya que los requisitos se planifican al comienzo.
  - Adecuado para equipos orientados y fechas límites
  - El proceso de desarrollo se divide en fases distintas y bien organizadas.

- Desventajas:
  - Excluye a los clientes del proceso, solo participan en la fase requisitos donde se hace una lista de las necesidades del cliente.
  - El cliente prueba el producto una vez terminado el proceso, por lo que no participa en el desarrollo del proceso, dándose la posibilidad de no estar satisfecho con el resultado.
  - Cambios son difíciles y costosos, una vez terminado el proceso las modificaciones que sugieren los clientes son difíciles de adaptar al sistema.

A continuación, vamos a explicar los métodos de gestión de los diferentes proyectos más utilizados de este tipo de metodología *Waterfall*.

### 3.3.1.1 PMBOK

En 1996 fue publicado por el *Project Management Institute* (PMI) el manual PMBOK (Project Management Institute, 2021), cuerpo de conocimiento de gestión de proyectos, es un documento que cubre las tareas, procesos y directrices necesarias para para una gestión, dirección y administración de proyectos exitosa (Rodríguez, 2022).

Engloba las técnicas y herramientas de la gestión de proyectos en 49 procesos, en función de la fase del proyecto, estos procesos se dividen en cinco grupos de trabajo y diez áreas de comunicación que definiremos más adelante.

El PMBOK permanece en continuo desarrollo, sacando nuevas ediciones en las que se actualizan las experiencias mostradas por profesionales que han comprobado su eficiencia, en un periodo de cuatro años.

La edición más reciente PMBOK 7, es más flexible en la gestión de proyectos, basándose más en los principios que en los procesos, se centrará más en los resultados que en los entregables al cliente y fomentará la innovación y la agilidad en respuesta a los diferentes cambios que puedan suceder.

El PMBOK agrupa los procesos en 5 grupos de trabajo, como se muestra en la Figura 9 y Figura 10:



Figura 9. Grupos de trabajo PMBOK. (Alzaga, 2022)

- **Iniciación:** Proceso durante el cual se define el nuevo proyecto, se expone por escrito en el acta de constitución en que consistirá de manera clara a la empresa e interesados. Para seguir adelante con el proyecto, se realiza un estudio de los posibles beneficios y factibilidad del proyecto llegando a un nivel pertinente que ayuda a determinar si el plan puede llevarse a cabo.
- **Planificación:** Incluye 24 procesos que se centran en la definición y ajuste de los objetivos, estableciendo la estrategia que se va a aplicar con el objetivo de conseguir el resultado final. Se habla de cómo conseguir los recursos humanos, materiales o incluso de como actuar en posibles escenarios negativos.
- **Ejecución:** Incluye 10 procesos que garantizan el cumplimiento de la ejecución de los trabajos establecidos anteriormente. Tratan de explicar responsabilidades, objetivos y el desarrollo que deben llevar las tareas para repercutir positivamente en los demás.
- **Control:** Formado por 12 procesos que analizan y regulan el desarrollo del proyecto, con el fin de controlar e identificar los posibles riesgos, para que el impacto causado sea mínimo. O incluso, si es posible, añadir alguna mejora u optimización de un proceso aprovechando las oportunidades que aparecen.
- **Cierre:** Último grupo cuyo objetivo es finalizar formalmente el proyecto, presentando al cliente los resultados establecidos desde el inicio. Evalúa el proyecto finalizado y estudia las lecciones aprendidas y las posibles mejoras desarrolladas.

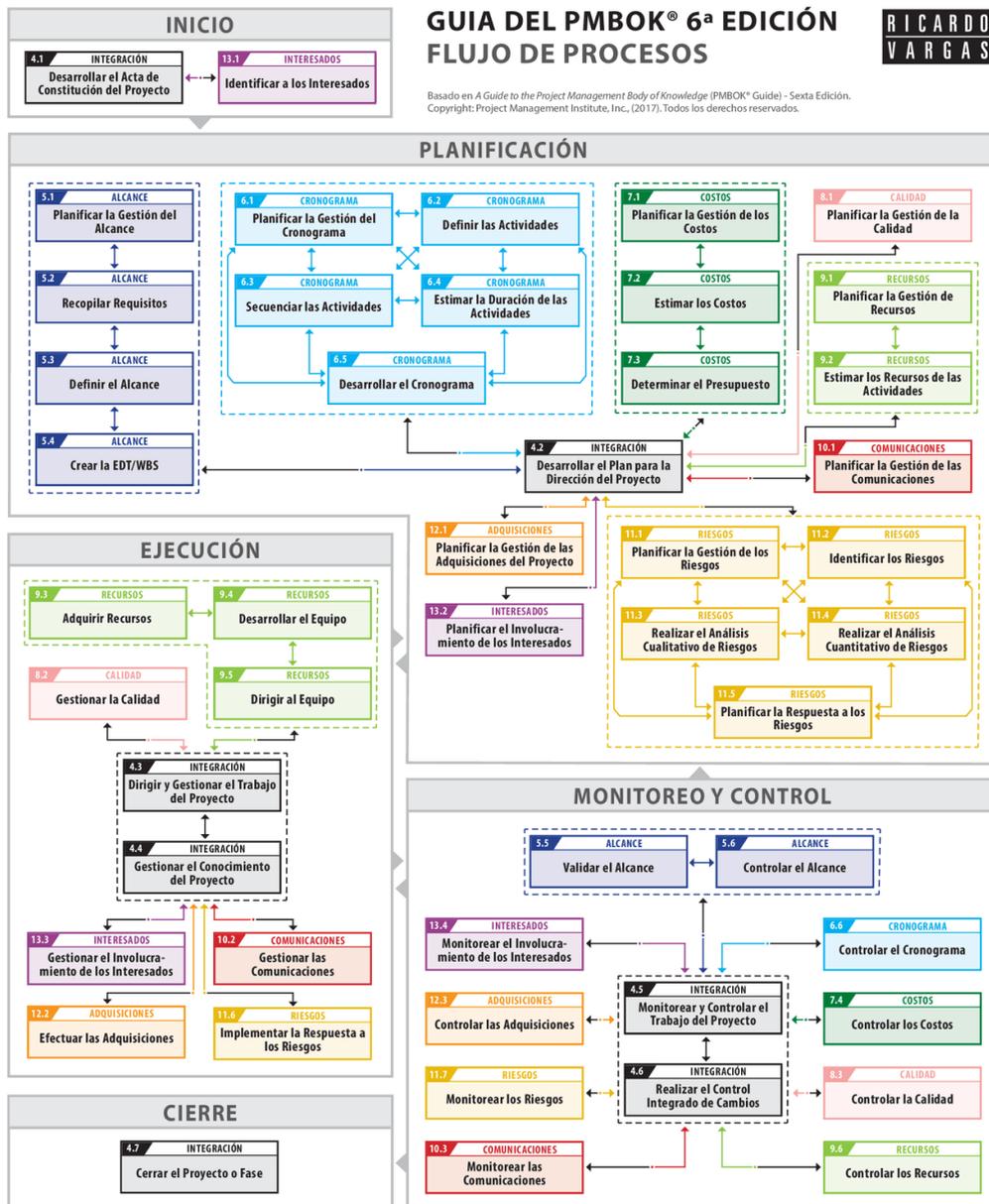


Figura 10. Procesos PMBOK. (Project Management Institute, 2021)

El PMBOK identifica 5 grupos de trabajo de gestión tradicional analizados anteriormente, y en los que intervienen 10 áreas de conocimiento (Ealde, 2022):

- Gestión de la integración: Integra todas las áreas de conocimiento entre sí y gestiona la interdependencia de todo el proyecto. Define los criterios de gestión, coordinación y administración de las partes implicadas.

- **Gestión del alcance:** Establece el alcance que tiene el proyecto. El objetivo de éste área de conocimiento es garantizar que el proyecto incluya todo el trabajo necesario para llevarlo a cabo. Define las partes que se incluyen y excluyen, teniendo en cuenta todas las actividades y procesos implicados para alcanzar el objetivo.
- **Gestión del cronograma:** Esta área incluye todas las acciones que se deben realizar para la finalización del proyecto en el tiempo establecido. Define las acciones y su duración, mediante cronogramas que facilitan el control del proyecto, como el diagrama de Gantt.
- **Gestión de los costos:** Consiste en la planificación y la estimación de los costes por actividad, la búsqueda de financiación, controlando los costes para mantenerlos dentro del presupuesto inicial.
- **Gestión de la calidad:** Establece cómo garantizar el cumplimiento de los requisitos y resultados del proyecto. Utiliza indicadores que ayudan a determinar si la calidad obtenida es la deseada o, en caso de sufrir alguna incidencia, el método de actuación para resolverla.
- **Gestión de los recursos:** Identifica y gestiona los recursos humanos y materiales necesarios que se establecen para la ejecución del proyecto.
- **Gestión de la comunicación:** Establece mecanismo de comunicación y supervisa que el intercambio de información entre las partes involucradas en el proyecto es eficaz, con el fin de garantizar la estabilidad de las relaciones de comunicación sin malentendidos. Es una de las áreas más importantes, ya que, si no se establece una buena comunicación, se ven afectadas el resto de las áreas de conocimientos.
- **Gestión del riesgo:** Se clasifican y analizan los posibles riesgos, tanto actuales como futuros, desarrollando una rápida respuesta e intentando dar solución a las posibles amenazas. Además, se vigila su evolución y se descubren posibles nuevos riesgos. Si no se atienden estos riesgos que aparecen a lo largo del proyecto, puede resultar en el fracaso del proyecto.
- **Gestión de las adquisiciones:** Compra y adquisiciones de los productos o servicios que se obtienen de personas externas al equipo de proyecto, como la gestión de subcontratistas.
- **Gestión de las partes interesadas:** Se determina la relación los interesados o posibles inversores, ya sean internos o externos al proyecto. Se trata de definir sus intereses para satisfacerlos y que tengan un impacto positivo en el proyecto.

### 3.3.1.2 ICB

ICB (*Individual Competence Baseline*) es el estándar de IPMA (*Internacional Project Management Association*) para la competencia en la dirección de proyectos (IPMA, 2022).

IPMA es la organización de gestión de proyectos más antigua creada en 1965 en Suiza, constituida por un conjunto de asociaciones nacionales.

A diferencia del PMBOK, que se centra en los procesos, el IPMA promueve la gestión de proyectos centrada en las competencias profesionales.

El objetivo principal de ICB es estandarizar y reducir las tareas básicas necesarias que son llevadas a cabo para el desarrollo de los proyectos de la manera más eficiente posible.

Utiliza un sistema de competencias que se basa en 3 niveles (Paneque, 2022):

- Competencias personales: Competencias personales e interpersonales, relaciones que se establecen entre las diferentes partes del proyecto.
- Competencias de práctica: Aptitudes y técnicas empleadas en los proyectos.
- Competencias de perspectiva: Interacción con el entorno y estrategia del proyecto.

### 3.3.1.3 *PRINCE2*

Establece un planteamiento basado en procesos que se dedican a la organización y control del proyecto en general, desde el inicio hasta el final. Este método es aplicable a todo tipo de proyectos, desde el desarrollo de software, hasta proyectos basados en la fabricación.

Se desarrolló a finales de los 80, para la gestión de proyectos informáticos del gobierno británico, pero no fue hasta 1996 cuando se actualizó el sistema de forma que se pudiera extender a diferentes sectores, de ahí su nombre PRINCE2, como desarrollo de una segunda versión.

El método se explica a través de los siguientes elementos clave:

- 7 procesos
- 7 principios
- 7 áreas de conocimiento

Combinados entre sí, sirven para crear una guía fácilmente replicable.

Enumeramos los 7 principios (Slate, 2022):

- Los proyectos deben tener una justificación comercial, debe tener una necesidad solicitada por el cliente.
- Los equipos deben obtener de cada fase una experiencia, que serán utilizadas para mejorar en el futuro.

- Se definen las funciones y responsabilidades determinadas a los usuarios del proyecto.
- El trabajo se divide en fases de trabajo concretas, con revisiones periódicas para actualizar el progreso del proyecto.
- Se establecen requisitos de referencia para el tiempo, costes o riesgos que se deben cumplir para la viabilidad del proyecto.
- Los equipos se centran en la calidad, se comprueba constantemente los productos para verificar que se cumplen los requisitos de calidad.
- Se utiliza un planteamiento independiente para cada proyecto, debe ajustarse a las necesidades de cada uno.

Beneficios de implementar PRINCE2:

- Flexibilidad en la toma de decisiones.
- Constante comunicación entre los equipos que forman el proyecto.
- Revisiones constantes del progreso seguido por el proyecto.
- Cubre las necesidades solicitadas por el cliente.

Una buena gestión en los diferentes ámbitos tanto a nivel de tiempo como de expectativas, evitan que el proyecto pase por momentos críticos a los que no se les puede poner solución y haya más posibilidades de que el proyecto sea realizado con éxito.

#### 3.3.1.4 PM<sup>2</sup>

Metodología avalada por la Comisión Europea, que ofrece soluciones y beneficios a través de una gestión eficaz del ciclo de vida de los proyectos. Su principal función es cubrir las necesidades de las instituciones y proyectos de la Unión Europea, pero puede desempeñar funciones en los proyectos de cualquier organización, ya que es un método sencillo y fácil de implementar.

Se sustenta sobre 4 pilares fundamentales, como se muestra en la Figura 11:

- Gobernanza
- Ciclo de vida
- Procesos
- Herramientas

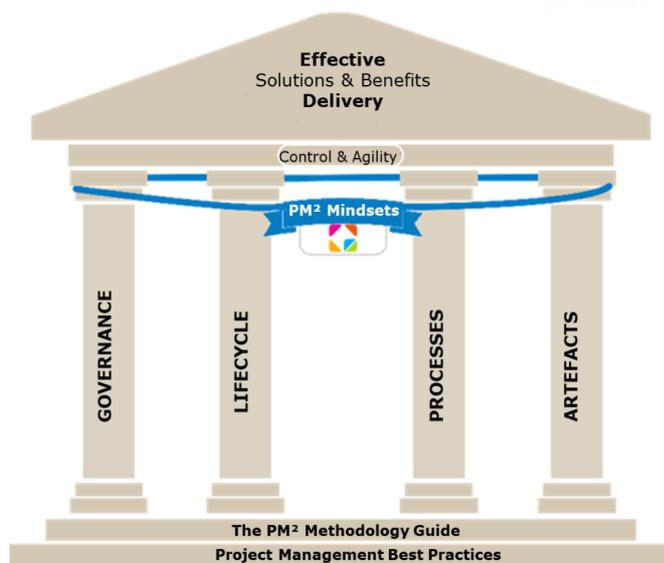


Figura 11. Pilares PM2. (Wolf Project, 2022)

Según cita el profesor Dr.Pajares en un artículo sobre la metodología de la dirección de proyectos de la Comisión Europea, PM<sup>2</sup> destaca sobre el resto de las metodologías en puntos diferenciadores de mayor potencia como son los *mindsets* (mentalidades) permitiendo a los diferentes equipos de proyecto tomar decisiones y el modelo de gobernanza empleado en los diferentes procesos definiendo una serie de roles (Pajares, 2018).

A continuación, en la figura 12 se muestra un resumen de los conceptos de cada fase por las que pasa el proyecto.

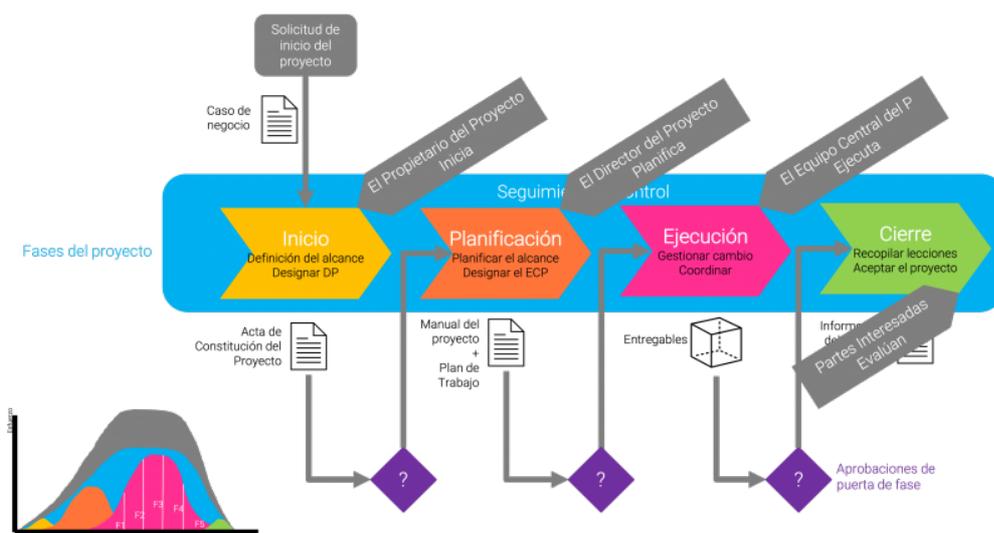


Figura 12. Fases PM2. (Wolf Project, 2022)

### 3.3.2 Metodologías ágiles

A lo largo del siglo XXI se ha ido extendiendo el uso de metodologías ágiles para el desarrollo de diferentes *softwares* informáticos.

Todas ellas comparten el establecimiento de ciclos de trabajo, al final de cada ciclo se irán obteniendo productos funcionales cada vez más desarrollados.

Las metodologías ágiles, permiten adaptar el proyecto y su desarrollo a las circunstancias del entorno, con el objetivo de aumentar la confianza en el cliente, haciéndole partícipe del proceso, colaborando en conjunto con el equipo de desarrollo y obteniendo información de los resultados obtenidos.

Los beneficios que obtiene la empresa al implementar esta metodología son gestionar los proyectos de forma flexible, autónoma y eficiente, respondiendo ante fallos que van surgiendo en el desarrollo, reduciendo los costes y llegando a aumentar su rendimiento.

Esta metodología se caracteriza, a diferencia de las metodologías tradicionales, por la reducción de documentación que se genera en los proyectos, y la capacidad de adaptación a las circunstancias y necesidades que presenta el cliente durante el proceso de desarrollo de los productos.

A principios de 2001 en *Snowbird (Utah)*, se organizó una reunión con 17 críticos en la que se trató el futuro del desarrollo de *software*. Se llegó a la conclusión de que las empresas estaban tan centradas en planificar y documentar cada uno de los procesos que se llevan a cabo, que habían dejado de lado la función de complacer las necesidades de los clientes. Como consecuencia de esta reunión, se elaboró un documento breve con solo 68 palabras, pero eficaz que produjo un desarrollo en el *software*.

El documento fue denominado Manifiesto Ágil, en el, se establecieron un conjunto de reglas, normas y directrices que se deben llevar a cabo en una metodología para que sea considerada ágil. Consta de 12 principios que deben seguir todos los proyectos (Drumond, 2022).

Principios de una metodología ágil:

- El objetivo principal es satisfacer al cliente a través del desarrollo continuo de un *software* valioso, realizando entregas al cliente de forma regular, en vez de una única entrega al final del proyecto.
- Permite hacer cambios en la estructura del programa a lo largo de su desarrollo, es uno de los grandes cambios con respecto a las metodologías tradicionales.

- Entrega de *software* funcional con frecuencia, los proyectos ágiles se dividen en un número de intervalos con un tiempo de trabajo de 1 a 4 semanas, finalizando el intervalo con la entrega del producto al cliente.
- Trabajo en común por parte del cliente y desarrolladores, teniendo comunicaciones de forma regular por las partes interesadas, intentando asegurar de esta forma el éxito del proyecto.
- Fomento del buen ambiente en el ámbito de trabajo, construir un equipo en torno a las capacidades de los integrantes, depositando la confianza y apoyo necesario en ellos.
- Desarrollo de un equipo de trabajo en función de poder tener una comunicación cara a cara, ya que es más eficiente que se encuentren en el mismo lugar y puedan interactuar presencialmente.
- La medida principal del desarrollo del proyecto se realiza en torno al *software* funcional, el tiempo empleado no se consideran como medida para medir el progreso.
- Las personas implicadas deben mantener un ritmo constante a lo largo del proceso, siendo constantes con el orden marcado en cada etapa del proceso, lo que provoca la eliminación de horas extras o plazos retrasados.
- Eliminación de pasos, procesos o trabajo adicional que no añadan mejoras en el resultado del proyecto y que no supongan ningún valor añadido al cliente.
- Conseguir avances a lo largo del proceso, mejorando con respecto a lo anterior, que conlleven una mejora en el producto final.
- Los equipos deben de ser autónomos, estar capacitados para organizarse y desenvolverse según sea necesario debido a los acontecimientos del proyecto.
- Un equipo fuerte, motivado busca siempre como potenciar sus habilidades y sus procesos para desarrollar mejoras continuamente, se le realizan revisiones en un cierto periodo de tiempo donde se analiza su rendimiento.

Esta metodología es muy utilizada en el desarrollo de *software*, pero también es interesante para proyectos de desarrollo en los que se necesitan diferentes iteraciones para llegar al resultado. Existen una serie de ventajas que caracterizan este tipo de metodología:

- Continua comunicación entre cliente y desarrolladores y entregas iterativas para garantizar que el proyecto se desarrolla de forma exitosa.
- Mayor satisfacción del cliente por hacerle partícipe de la toma de decisiones del proyecto, al estar informado en todo momento de las decisiones y dificultades por las que pasa.

- Permite la adaptación del programa a las necesidades que tiene el cliente en cada momento del proyecto, incorporando los cambios propuestos sin importar el nivel de desarrollo.
- Mínimo riesgo del proyecto, debido a que se desarrollan versiones con frecuencia y se tiene en cuenta en todo momento la opinión del cliente, lo que provoca que el riesgo de fracaso sea mínimo.

La principal ventaja que nos proporciona el implementar este tipo de metodologías en proyectos complejos, es que no tenemos que esperar hasta que el proyecto haya finalizado para obtener el resultado de éste, si no que se establecen unos periodos de tiempo en los que se debe presentar una entrega funcional a través de la cual el cliente podrá conocer como va creciendo el producto y como se va desarrollando.

A continuación, en la Figura 13 se muestran los métodos de gestión de los diferentes proyectos más utilizados de este tipo de metodología.

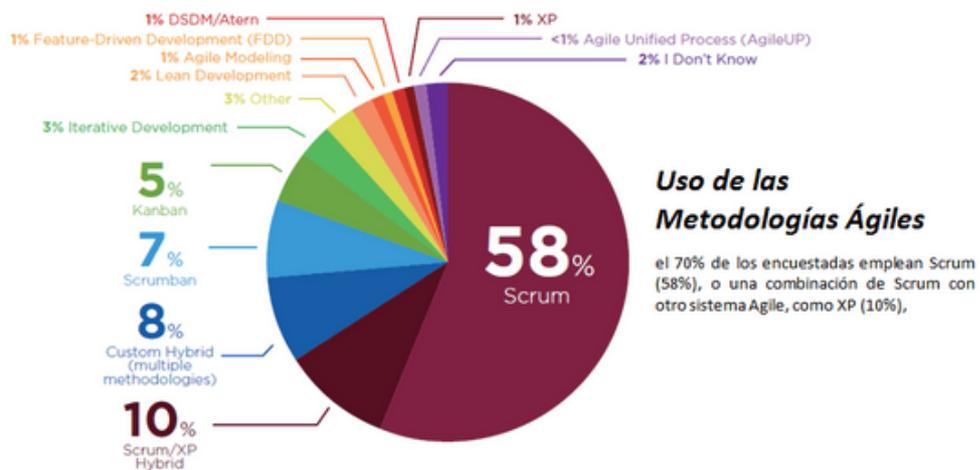


Figura 13. Metodologías Ágiles. (Vila, 2022)

### 3.3.2.1 Extreme Programming (Programación extrema), XP

La metodología XP es una metodología ágil dedicada al desarrollo de software. Es una de las más utilizadas en la actualidad y es empleada principalmente en proyectos a corto plazo con un equipo de tamaño reducido. La metodología consiste en la programación rápida, cuya característica principal es que el cliente, forma parte del equipo, lo que se determina como un requisito obligatorio para conseguir el desarrollo con éxito del proyecto.

En cualquier proyecto de software en el que se implemente dicha metodología, se establecen cuatro variables, que son: Coste, tiempo, calidad y alcance. Estableciéndose tres de ellas por grupos externos a los desarrolladores, como puede ser el cliente.

Es común relacionarla con otro tipo de metodologías como SCRUM, que será presentada posteriormente, consiguiendo con la unión de ambas asegurar un mayor control sobre el proyecto, obteniendo un desarrollo más eficiente y efectivo.

La programación extrema tiene las siguientes características:

- Desarrollo iterativo y continuo, pequeñas mejoras que se van adaptando a los procesos, haciéndolos más eficientes y efectivos.
- Ejecución de pruebas unitarias continuas a lo largo del desarrollo del programa para descubrir fallos en la funcionalidad, y poder ponerles solución antes de codificar.
- Programación en grupo, las tareas de desarrollo son realizadas por mínimo dos personas en el mismo puesto, por lo que el código se revisa y discute mientras se escribe, lo que garantiza un aumento de la calidad.
- Corrección de errores, antes de seguir con las siguientes tareas del proceso es importante que se solucionen todos los errores.
- Integración del equipo de desarrollo con el cliente, comunicación continua por ambas partes durante el desarrollo del proceso.
- Revisiones periódicas del código, se reescriben ciertas partes del código para mejorar su mantenibilidad sin modificar su comportamiento.
- Cualquier miembro del proyecto puede corregir y ampliar cualquier parte, sin necesidad de dividir las responsabilidades en módulos diferentes.
- Simplicidad en el código, la metodología XP afirma que es mejor empezar con un desarrollo simple e ir incrementando el código para realizar mejoras, que utilizar un código extenso y complicado de entender donde los cambios son más complicados.
- La comunicación es un pilar fundamental haciendo el desarrollo más fácil, indicando lo que debe y no debe hacerse. Cuanto más sencillo es el sistema de trabajo, más sencilla es la comunicación en el equipo de trabajo.

Aunque varía en función del producto o ámbito de desarrollo de la metodología, tiene un equipo definido:

- Cliente: Es la persona encargada de determinar los objetivos a cumplir durante el desarrollo del proyecto, incluyendo todas las funcionalidades y necesidades deseadas. También debe participar en las pruebas funcionales a las que el programa es sometido para validar su

implementación. Clasifica las tareas en función de la importancia o necesidad, definiendo el orden de desempeño de estas en cada ciclo de trabajo.

- *Coach* (Entrenador): Es el encargado de seguir el proceso y asegurar que la metodología XP se esta llevando a cabo correctamente. Necesita conocer los procedimientos de XP en profundidad para dirigir a las diferentes partes del equipo durante el desarrollo del proyecto.
- *Manager* (Gerente): Tiene la función especial de actuar como enlace entre el cliente y el equipo de desarrollo, ofreciendo y gestionando los recursos necesarios. Realizando principalmente las tareas de coordinación.
- *Programador*: Principales encargados del desarrollo del producto escriben e implementan el código del sistema. Deben estar en continua comunicación con el resto de las partes del equipo, ya que de su trabajo dependen la realización del resto de actividades.
- *Tester* (Gestor de pruebas): Realiza las pruebas funcionales de forma periódica con el cliente. Debe estar en continua comunicación con el equipo de programadores para comunicarles los fallos encontrados en el sistema y tratar de ponerles solución.
- *Tracker* (Rastreador): Encargado de evaluar el estado del proyecto y siguiendo el objetivo de que haya un control en todo momento, comparándolo con el plan desarrollado a principio del proyecto. Reconsiderando los objetivos, plazos y recursos de trabajo para mejorar las estimaciones.

Todas estas funciones, son definidas en cualquier proyecto en el que se utilice esta metodología, aunque en función del tamaño del proyecto es normal que una persona asuma varias de ellas simultáneamente.

### 3.3.2.2 SCRUM

Es una metodología de trabajo para el desarrollo y mantenimiento de productos de cualquier nivel de complejidad. Es una de las metodologías ágiles mas representativas en la actualidad. Su enfoque inicial fue para su uso en proyectos de desarrollo de *software*, aunque es fácilmente adaptable a cualquier contexto o área de conocimiento.

La metodología SCRUM es un marco de trabajo basado en el desarrollo iterativo e incremental del producto, donde se formalizan periódicamente las diferentes versiones validadas por el equipo, facilitando el desarrollo de soluciones óptimas y adaptándolas a las necesidades del cliente. Se basa en un proceso en el que se trabaja colaborativamente, en equipo y tratando de obtener los mejores resultados posibles de los proyectos. Se utiliza en proyectos con entornos complejos, donde se facilitan los resultados pronto, permitiendo que

se realicen cambios en la estructura, pero donde la innovación, flexibilidad y productividad son fundamentales.

La estructura general del proceso de trabajo comienza con el registro de las peticiones del cliente, en este proceso aparece un intermediario entre el cliente y los desarrolladores denominado "*Product owner*" que busca maximizar el valor del producto desarrollado. Una vez registradas las necesidades, procede a planificar la forma de proceder y fijar las entregas a realizar, denominadas "*Sprints*".

Tras la planificación, se registra todo lo acordado entre el equipo de desarrollo y el *Product owner* y comienzan las diferentes iteraciones para el desarrollo del producto, que son gestionadas por un "*Scrum master*", que sería un gestor y facilitador del equipo.

Durante la fase de desarrollo, se celebran breves reuniones diarias de corta duración de un máximo de 15 minutos, para tratar las dudas y problemas que han surgido a lo largo del desarrollo y reconducir el plan de trabajo, pero es al final de cada sprint cuando se hace una reunión de todo el equipo con el *Product owner* para revisar más en profundidad el estado del producto, advertir de las dificultades y sugerir acciones que se deben llevar a cabo para aumentar el rendimiento del producto. Una vez finalizado todo el proceso, se realiza una reunión a la que deben acudir todos los miembros participantes en el proyecto, con el objetivo de registrar las lecciones aprendidas, las posibles mejoras en el desarrollo y los puntos de inflexión del proyecto.

Esta metodología se puede aplicar a cualquier tipo de proyecto en el que se realice un desarrollo, simplemente variando las fases y en algunos casos los tiempos de ejecución. Pero siempre siguiendo el objetivo de obtener un producto final que cumpla con las necesidades del cliente, optimizando los recursos y maximizando las prestaciones.

En la Figura 14, se muestra un pequeño gráfico del método de gestión SCRUM en el que se muestran como se trata el proyecto y las partes que intervienen en el desarrollo.

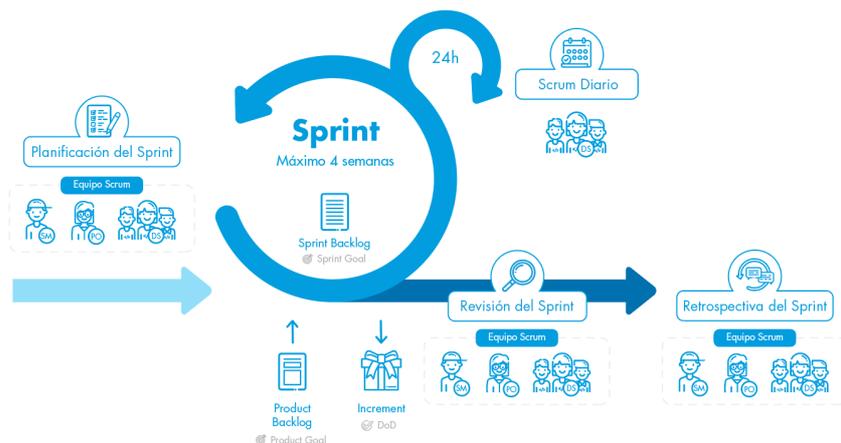


Figura 14. Metodología SCRUM. (Rodríguez M. , 2022)

Partes principales que intervienen en la metodología:

- **Product Owner:** Encargado de la representación del cliente dentro del equipo de trabajo, su responsabilidad es expresar claramente la necesidad del cliente dentro de la lista de requerimientos. Lo más habitual, es que sea un miembro del equipo, que actúa como intermediario entre el cliente y el equipo de desarrolladores cuya misión principal es acceder a toda la información y conocer las necesidades del cliente, para luego transmitir las al resto de los miembros del equipo.
- **Equipo de desarrollo:** Equipo formado por el personal encargado de realizar las tareas a través de los *Sprints*. Debe estar formado por partes cualificadas que sean capaces de dar soluciones a las necesidades recogidas del cliente. Es muy importante que el equipo sea capaz de auto gestionarse y organizarse, aunque las funciones dentro del equipo son muy variadas. Esto se hace para simplificar roles y evitar jerarquías dentro del mismo, de forma que los programadores, analistas, entre otras diferentes funciones, tengan la misma importancia.
- **Scrum master:** Se encarga de mantener un control a lo largo del proceso, verificando que se lleva a cabo su correcta aplicación de la metodología durante el proyecto, asegurando que el equipo trabaje según la teoría. Asume el papel de moderador, por lo que no es responsable de dar órdenes ni de conocer el funcionamiento del *software*. Su misión principal es ayudar al equipo de desarrollo a entender las necesidades del cliente, expresadas a través del *Product owner*, y organizar el proyecto según los principios de la metodología.

Los proyectos que son desarrollados por la metodología SCRUM se pueden dividir en 5 fases:

- **Iniciación:** En primer lugar, el *Product owner* va a definir un documento con todas las necesidades que el cliente necesita cubrir. Este documento se llama *Product Backlog*, debe contener todas las ideas o necesidades que satisfagan la petición del cliente. Una vez que se conoce correctamente lo que hay que hacer, es necesario identificar al *Scrum Master*, la persona encargada de moderar el desarrollo del proyecto, a los *stakeholders* o partes interesadas en el desarrollo del proyecto y formar el equipo con los desarrolladores que participarán en él, formando el equipo de desarrollo.
- **Planificación y estimación:** El *Product owner* tiene que exponer las necesidades del cliente al equipo de desarrollo y al *Scrum master*. Esto se hace en una reunión donde intervienen las 3 partes, llamada reunión de planificación del *sprint*. En esta reunión, se alcanzará una primera aproximación a la solución deseada para el producto final, se detallan en una lista denominada *Sprint Backlog*, el conjunto de tareas que cumplen con los requisitos del cliente, cada una de las cuales debe ser completada en un ciclo cuya duración es fijada por el *Scrum master*.
- **Implementación:** El proyecto se desarrolla mediante la realización de tareas que deben completarse en periodos de tiempo constantes, denominados *Sprints*. Corresponden al proceso de desarrollo de los requisitos del cliente, dividido en módulos funcionales, de forma que al final de cada *Sprint* se obtiene un producto funcional. El tiempo de cada *Sprint* lo establece el *Scrum master*, que comprende entre 1 y 4 semanas, dependiendo de la dificultad del desarrollo.  
En esta fase toma un papel fundamental el equipo de desarrollo, ya que se encarga de llevar a cabo las funciones descritas en el *Product backlog*. Una de las actividades más representativas de la metodología, son las reuniones periódicas del equipo de desarrollo con el *Scrum master* para supervisar constantemente el progreso del proyecto, en ellas se tratan los temas de la evolución que ha tenido el proyecto desde la última reunión, problemas que se han encontrado, y como se va a desarrollar el proyecto después de la reunión.  
Todos los miembros del equipo deben participar en estas reuniones diarias, que son de corta duración, en torno a 15 minutos, para que todo el mundo se pueda adaptar a ellas y tener un seguimiento del proyecto más completo y que la toma de decisiones sea más fácil.
- **Revisión:** Al final de cada *sprint*, se celebra una reunión, la cual se conoce como Revisión del *sprint*, en la cual participan todos los miembros del proyecto y se debe verificar el cumplimiento de los objetivos del *Sprint*, para garantizar la entrega del producto final al cliente. Cada vez que se termina

un *sprint*, es necesario tener un producto funcional. Este producto debe ser entregado al cliente para que pueda interactuar con él, de forma que el cliente compruebe el progreso del proyecto de forma incremental. Si se han alcanzado todos los objetivos y se entrega el producto, se realiza una reunión de retrospectiva, en la cual se analizan los resultados del *sprint* anterior para reflejar las incidencias o mejoras que pueden afectar al siguiente, con las conclusiones obtenidas en la reunión anterior, se inicia un nuevo *Sprint* siguiendo con las necesidades que el cliente exige y el producto aún no cubre. Esto se repite hasta que se termina el último *sprint* y, por tanto, el proyecto finaliza.

- Lanzamiento: Para que el proyecto llegue a su fin, el cliente tiene que recibir el producto final que cubre todas las necesidades recogidas en el *product backlog*. Una vez realizado ese proceso, se vuelve a tener una reunión de retrospectiva con todos los miembros del proyecto, de forma que se reflejen todos los aspectos relevantes del desarrollo que pueden ser útiles en un futuro para otros proyectos desarrollados con la misma metodología.

### 3.3.2.3 KANBAN

La metodología KANBAN, cuyo significado en japonés es “Tarjeta visual”, consiste en la elaboración de un cuadro de trabajos pendientes, en proceso o terminados, de forma muy visual, estando al alcance de todos los miembros del equipo.

Surgió a finales de los años 40, para la gestión del trabajo en *Toyota Production System* como un plan de mejora necesario en la producción de automóviles, se incorporaron elementos de la producción ajustada, en lugar de fabricar productos en función de la demanda anticipada.

Es un método de trabajo, que requiere una actualización constante de este, para tener siempre supervisado el estado de avance del proyecto.

Los proyectos que adoptan esta metodología consiguen una mayor simplificación de la planificación y la asignación de responsabilidades a través del tablero KANBAN, el cual consta de un número variable de columnas en las que se observa el progreso de las tareas planificadas durante el desarrollo del *sprint*.

Cada tarea se prepara en un papel independiente que pasa por al menos tres estados, Figura 15:

- Trabajo nuevo o pendiente: Columna donde se registra el trabajo que esta sin asignar a los miembros del equipo.
- En curso: Se trata de las tareas en las que se esta trabajando actualmente.

- Listo o finalizado: Una vez que las tareas son finalizadas se mueven a la columna final.

Esto agiliza el proceso de comprensión del *sprint* que se está desarrollando y además fomenta la transparencia, de forma que cada miembro del equipo puede conocer el estado de avance de las tareas del resto del equipo. El objetivo principal que sigue esta metodología es garantizar el cumplimiento de todos los requisitos del *Sprint* en el plazo definido.

Beneficios de la utilización del KANBAN (Martins, 2022):

- Estímulo del rendimiento, análisis profundo y estimaciones que permiten medir su rendimiento, detección de los posibles problemas ajustando el proceso para tener un desarrollo más eficiente.
- Organización y colaboración, el uso de la metodología permite una simplificación de la organización mediante la utilización de columnas y tarjetas de colores, facilitando la comunicación con el resto del equipo de trabajo, especialmente en equipos remotos.
- Distribución del trabajo, se emplea menos tiempo a la distribución y presentación de los trabajos ya que las estimaciones suelen ser imperfectas, se trabaja con un flujo constante de tareas que reducirá su tiempo de espera, haciendo que el trabajo sea más flexible.

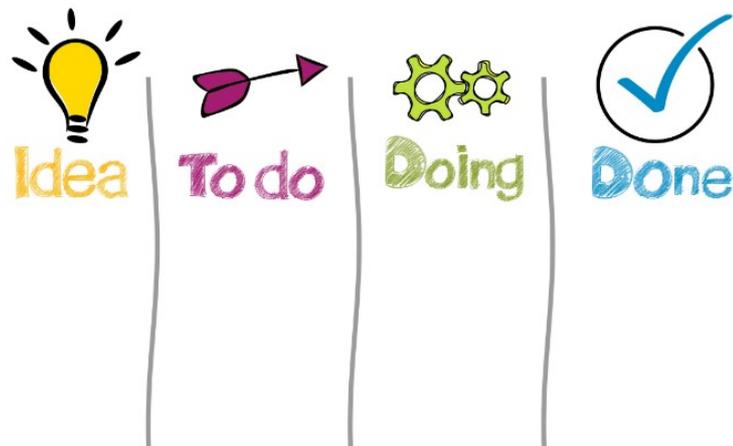


Figura 15. Metodología KANBAN. (Talenttunity, 2022)

#### 3.3.2.4 LEAN Development

Sistema de producción basado en la eliminación de todos los recursos innecesarios de un proceso, consiguiendo minimizar la cantidad de actividades que se producen que no añaden valor al producto final, mejorando el sistema de producción.

El proceso de *Lean* surgió a finales del siglo XIX en Japón, en la internacional automovilística Toyota. Crearon un dispositivo con capacidad de detección de error en los diferentes procesos de la cadena de producción, que posteriormente se extendería por el resto del sector industrial.

Es una metodología tan amplia, que puede adaptarse a diferentes ámbitos del sector industrial. Reformulando los principios *Lean*, se puede aplicar al desarrollo de *software*, dando lugar a la metodología de *software Lean Development*. Con su aplicación se pretende optimizar el ciclo de desarrollo desde la primera solicitud del cliente hasta la entrega del producto y conseguir mejoras en la ejecución del proyecto.

El desarrollo de *software* en el que se aplican las ideas de la metodología *Lean Development*, persigue los siguientes objetivos:

- Centrarse en la creación de valor y mejora de la calidad, en esta metodología se centra en la utilización de recursos óptimos, reduciendo los recursos que no producen valor en el producto final entregado al cliente, aumentando el proyecto a la máxima eficiencia.
- Mejora de la toma de decisiones, se basan en el termino “*Just in Time*”. Se caracteriza por la optimización del desarrollo, tomando las decisiones en los momentos que son importantes y reducir los riesgos del proyecto, satisfaciendo las expectativas del cliente.
- Aumento de la productividad, debido a la reducción de los recursos que no aportan valor al desarrollo del proyecto. Mejorando los plazos de entrega y una cultura empresarial donde los trabajadores son capaces de detectar problemas y ponerles solución, presentando una continua mejora.

El objetivo principal de la metodología *Lean Development*, es identificar los residuos que se generan durante el desarrollo de un proyecto, centrándose en las actitudes y recursos que producen valor al producto final y eliminando del proceso aquellos que no producen ningún tipo de beneficio al cliente.

Para utilizar las metodologías ágiles en el desarrollo de *software*, es necesario tener un conocimiento avanzado de las disciplinas más técnicas. Si no se tienen en cuenta estos, la aplicación de las metodologías será mucho menos

eficaz para el desarrollo óptimo de proyectos, por lo que se establecieron los siguientes principios para evitar el fracaso del proyecto:

- Eliminar los residuos, representa a los procesos que no añaden valor para el usuario final. Son todas las acciones que suponen un mal consumo de los recursos del equipo de desarrollo, gastando tiempo del proyecto, como desarrollar soluciones innecesarias, añadir funcionalidades que el cliente no ha pedido o rehacer el mismo trabajo varias veces. Todas estas acciones no aportan valor al usuario, por lo que son un desperdicio y deben ser eliminadas.
- Aumentar el aprendizaje, el proceso de desarrollo es un proceso de aprendizaje continuo. Las ideas adquiridas se van almacenando en un simple archivo de texto o código y resultarán útiles para el desarrollo de futuros proyectos. El proceso de desarrollo debe realizarse en ciclos cortos con reuniones frecuentes, lo que favorecerá el aprendizaje de todo el equipo de desarrollo y servirá para identificar de una manera más rápida las necesidades del cliente.
- Durante el desarrollo de un proyecto, hay que tomar muchas decisiones críticas, pero se decidirán lo más tarde posible evitando desarrollar soluciones innecesarias.
- Entregar lo más rápido posible, el *feedback* que se recibe a lo largo del proceso de desarrollo por parte del usuario es continuo y ágil, por lo que es necesario ser activo y entregar lo más rápido posible para satisfacer al cliente/usuario, y de esta forma poder seguir manteniendo la distancia con la posible competencia que pueda tener el negocio en caso de que la hubiera.
- Construir la integridad en el proyecto, tanto de cara al cliente como de cara al equipo, debe ofrecer una imagen robusta. La integridad se consigue combinando la flexibilidad con un producto sostenible a largo plazo, realizando continuas iteraciones en ciclos cortos, con el fin de mejorar las funcionalidades en base a los comentarios de los clientes.
- La mayoría de los proyectos actuales son muy complejos. Para gestionarlos de manera correcta es necesario dividirlos y descomponerlos en tareas más pequeñas. Es necesario que todo el equipo este involucrado en el proyecto, por lo que hay que reducir el número de personas que participan en el, pueden incluso estar en manos de varios equipos simultáneamente.

## 4. Comparación de metodologías

### 4.1 Características de los proyectos 4.0

La transformación digital que han experimentado las empresas y los procesos de fabricación, adaptando las tecnologías mostradas en el primer capítulo, mediante el análisis e intercambio de datos dentro de la organización, dan lugar a las *Smart Factory*.

Se centra en la tecnología conectada de forma remota a los sistemas informáticos mediante conexiones de *Hardware- Software* que desempeñan funciones automatizadas, con algoritmos de aprendizaje, dejando en un segundo lugar la participación de humanos en los procesos de producción.

Según el libro “La Industria 4.0 en la sociedad digital” (Garrell, 2018), la industria debe recomendar unas fases para llegar a conseguir el objetivo de desarrollarse y evolucionar hacia las nuevas exigencias que presenta la Industria 4.0:

- Integración digital
- Productividad – calidad
- Automatización de los procesos
- Soporte del producto en su vida completa
- Diseño y seguimiento del producto
- Gestión de los agentes implicados

A continuación, vamos a desarrollar las fases expuestas que recomienda seguir la industria para llevar a cabo esta transformación:

- Integración digital

Integración de las tecnologías emergentes en todas las áreas de la empresa para adaptar los posibles cambios que se generen en el desarrollo de los productos. Esto, implica un cambio para los empleados de las organizaciones, dado que es necesaria una transformación hacia nuevos métodos de trabajo que sean capaces de aprovechar las ventajas de la digitalización.

El objetivo que persigue la implementación de las nuevas tecnologías es obtener una mayor optimización de los procesos, ofreciendo un valor añadido a los productos finales de los clientes, y, por otra parte, supone una posición más ventajosa con respecto al resto de empresas de la competencia.

Presenta las siguientes ventajas:

- Mayor eficiencia en los procesos

- Fomenta la comunicación interna entre los diferentes equipos de desarrollo y las partes interesadas en el desarrollo del producto
- Capacidad de nuevas oportunidades de negocio gracias al análisis de datos
- Productividad – calidad

La adaptación de nuevas tecnologías a los procesos de producción no asegura alcanzar mejor rendimiento en los niveles fabricación, si no que debemos de ser capaces de transformar la información obtenida en conocimientos aplicables. Gracias al uso de esa información, somos capaces de adaptar los procesos, buscando siempre la mayor optimización.

Procesos para mejorar la productividad en el desarrollo de un producto:

- Reducción de los procesos de desarrollo del producto mediante la implementación de nuevos avances tecnológicos
- Desarrollo de una cadena de producción de manera virtual, de forma que permita mejorar su rendimiento y localizar los puntos críticos.
- Combinación de líneas de producción, desarrollo de diferentes productos en una misma línea de producción.
- Almacenamiento de la información en la nube, permitiéndonos disponer de los datos en el momento que deseemos.

Centrarnos en la productividad y calidad de los productos, nos proporciona las siguientes ventajas:

- Mayor eficiencia de los procesos, obteniendo productos de alta calidad en el menor tiempo y coste posibles
- Alto control de los procesos productivos en tiempo real y de todas las operaciones realizadas en planta
- Gestión ágil de las dificultades sufridas durante el desarrollo de los productos

Este cambio supondrá un aumento de la eficiencia en las fábricas, con procesos más automatizados y óptimos. Obteniendo como resultado mayor productividad, sin dejar de lado la calidad.

- Automatización de los procesos

Aplicar el uso de la tecnología para ejecutar procesos repetitivos dentro del desarrollo de un producto, impulsándolos hacia la eficiencia y eficacia. Para

ello, es necesario que las máquinas que intervienen en el desarrollo estén conectadas entre sí.

El objetivo que se persigue con la automatización de los procesos, es que la inteligencia humana sea capaz de combinarse con la artificial, optimizando los diferentes procesos de producción.

Ventajas que nos aporta tener una mayor automatización de los procesos:

- Aumento de la productividad sin aumentar los recursos necesarios de producción. Hay tareas innecesarias que pueden ser eliminadas o automatizadas y podrían aumentar la productividad
  - Procesos más ágiles, el uso de la información obtenida en los procesos permite eliminar recursos que no aportan valor al resultado final, centrándose en las tareas que sí agregan valor.
  - La automatización de los procesos de desarrollo de un producto permite implementar un estándar que se adapte a las necesidades de las partes interesadas.
- Soporte del producto en su vida completa

Con el objetivo de que los productos se sigan desarrollando y buscando la máxima satisfacción del cliente, se busca que éste sea partícipe del desarrollo, incluyéndole en todos los procesos por los que pasa el producto.

Se trata de conectar al equipo de desarrollo con las partes interesadas en el proyecto, con las que habrá comunicación constante para añadir mejoras en cada una de las fases del desarrollo.

Ventajas que nos aporta incluir al cliente en el proceso desarrollo del producto:

- Añadir mejoras al producto en cada uno de los procesos. Mediante la entrega de productos funcionales al final de cada etapa el cliente podrá comprobar el correcto funcionamiento.
  - Mayor satisfacción del cliente, adaptar los productos según requisitos hace que el cliente obtenga el producto final deseado.
- Diseño y seguimiento del producto

La agilidad en el diseño y fabricación de los productos, para atender a la demanda de los clientes en tiempo real, permite reducir al mínimo el nivel de stock almacenado por las empresas. Presenta la capacidad de fabricar bajo demanda debido a la optimización y eficacia de los procesos.

Así pues, el diseño y fabricación de los productos basado en la demanda existente, permite reducir al mínimo el nivel de stock en las empresas.

Además, la individualización de los productos es un factor a tener en cuenta en el seguimiento del proceso, dado que así, se da una menor cantidad de unidades, pero de muchos tipos diferentes, en lugar de muchas unidades de un tipo único.

Ventajas de la fabricación en tiempo real:

- Capacidad de cubrir la demanda de los clientes en de forma inmediata sin necesidad de mantener un nivel de stock mínimo
- Reducción de los recursos innecesarios, dado que se evita el almacenamiento de productos
- Gestión de los agentes implicados

La colaboración de las partes interesadas en el producto y el equipo de desarrollo permite recopilar información por ambas partes sobre las posibles variaciones que puede sufrir el mercado y sus tendencias, de esta forma, nos permite recopilar una mayor cantidad de información y facilita el proceso de toma de decisiones.

La inteligencia humana y la inteligencia artificial colaboran juntas para obtener una mayor optimización de los procesos y así, de esta forma, poder obtener un mayor beneficio de los agentes implicados en el desarrollo.

Ventajas de la colaboración de los agentes implicados:

- Disponer de más información, tanto interna como externa, permite a las empresas adaptarse con mayor velocidad a las necesidades de los clientes
- La toma de decisiones es más sencilla debido a que el cliente participa en todos los procesos de desarrollo del producto.

Por lo que las condiciones necesarias que debe cumplir la Industria 4.0 son:

- Se genera un cambio en los procesos productivos, añadiendo en los modelos de diseño nuevas fuentes de energía, materias primas y los últimos materiales sacados al mercado
- Necesidad de que los sistemas de producción estén interconectados entre sí, tanto a nivel interno como externo en tiempo real, facilitando los procesos de producción
- Requiere perfiles profesionales especializados en la materia

- Orientación de los procesos productivos en torno a los cambios que sufre el mercado y en la maximización de la productividad, sin descuidar la calidad del producto final.
- Incorporación de sistemas expertos y simuladores híbridos a los procesos de producción, para prevenir posibles riesgos.
- Necesidad de cooperar para innovar de forma continuada y posibilidad de adaptación de los procesos de producción a la digitalización.
- Disponer de conectividad en todo momento para realizar un intercambio continuo de información.

Para finalizar, vamos a citar una recopilación de las principales características de los proyectos 4.0, con las que posteriormente desarrollaremos las metodologías que se deben implementar para realizar una correcta gestión de dichos proyectos, (Serrano, 2022):

- **Comunicación**
  - **Ágil:** La información recopilada debe ser analizada de manera rápida para impedir que los procesos de fabricación se paren y retrasen los tiempos establecidos de entrega de los productos.
  - **Global:** Los datos se recogen de diferentes fuentes, llegando a obtener más información útil para la toma de decisiones.
  - **En tiempo real:** Los datos que necesarios para la toma de decisiones críticas deben actualizarse en tiempo real, facilitando los procesos de adaptación del producto.
- **Software**
  - **Integrado:** Sistema de control integrado por múltiples herramientas que simplifican los procesos operativos y productivos. Haciendo que la gestión sea mas eficiente y eficaz.
  - **Interconectado entre sí:** Engloba todas las máquinas que se emplean en el desarrollo del proyecto, manteniéndolas conectadas entre sí e intercambiando información de manera constantes, lo que provoca una optimización de los procesos.
- **Procesos**
  - **Inteligentes:** Adaptación de avances tecnológicos a los procesos que intervienen en un proyecto. Analizar datos e implementación de tecnologías en los flujos de trabajo, permitiendo optimizar y

haciendo de los procesos más efectivos, alcanzaremos mejores resultados de producción.

- Flexibles: El cambio constante de la demanda obliga a producir lotes de menor número de cantidad, pero de mayor número de productos diferentes, teniendo que estar listos en el momento preciso, siguiendo la filosofía *Just in time*.
- Mayor seguridad en los procesos, el análisis de la información recogida previamente permite adaptar durante el desarrollo de los productos mejoras que disminuyen el riesgo que puede sufrir el producto final, favoreciendo la probabilidad de éxito del proyecto.
- Disminución de los recursos que no aportan valor, aportar mayor inversión a las técnicas y herramientas que favorezcan la producción aportando valor al producto final entregado al cliente.
- Reducción del tiempo y costes, la aplicación de procesos que cuentan con mayor número de tecnologías y técnicas que agilicen las tareas a realizar favorecen la disminución de tiempo y costes.

- Productos

- Soporte indefinido: Aportar un soporte postventa al cliente del producto entregado, para poder garantizar su correcto funcionamiento a lo largo del tiempo y tener la posibilidad de adaptarlo a las diferentes situaciones a las que se enfrente.
- Mejora de la competitividad en el mercado, las mejoras en los productos o la agregación de nuevos, permite conseguir una mejora de la funcionalidad de la empresa.
- Mejora en el sistema de distribución y ventas del producto, la automatización de los productos facilita los procesos de fabricación, permitiendo una rápida adaptación a la variación de la demanda.

- Automatización

- Procesos: Adaptación de los procesos de producción, selección y control, consiguiendo una optimización en la que se reducen factores como el tiempo, coste y utilización de recursos que no aportan valor al producto final.
- Comunicación con los clientes: Tener una comunicación continua con el cliente, permitiéndole participar en las tomas de

decisiones que surgen durante el desarrollo del proyecto, para poder satisfacer sus necesidades.

- Decisiones: Automatizar el proceso de toma de decisiones para no perder tanto tiempo inicialmente con decisiones que durante el desarrollo se irán modificando.

Las *Smart Factory* podrán realizar su desarrollo con comunicaciones extremadamente ágiles y redes colaborativas interconectadas en tiempo real. Se desarrollará una cadena de suministro hiperconectada, eficiente y extremadamente eficaz con capacidad de adaptarse a los posibles cambios que se desarrollarán en la industria 4.0.

#### 4.2 Comparación de metodologías en función de las características de la Industria 4.0

Según expone el *Project Management Institute* (PMI) en la Guía de los fundamentos de la gestión de proyectos, una metodología podría definirse como un sistema de prácticas, técnicas, procedimientos y reglas utilizadas por quienes trabajan en una disciplina. Deben aplicar diferentes principios, temas, y procesos para ayudar a estructurar la forma en que entregamos los proyectos (Project Management Institute, 2021).

Anteriormente hemos clasificado las diversas metodologías, en **tradicional**, la cual se basa en un conjunto de prácticas orientadas a ejecutar proyectos en los que se sabe cuál es su grado de alcance y duración planificada inicialmente. O **ágil** la cual permite adaptar el proyecto y su desarrollo a las circunstancias del entorno, con el objetivo de aumentar la confianza en el cliente, haciéndole partícipe del proceso, colaborando en conjunto con el equipo de desarrollo y obteniendo información de los resultados obtenidos

En la Figura 16, se muestra un gráfico de los procesos que sigue cada metodología para obtener el resultado final.



Figura 16. Tipos de metodologías. (Rodríguez, 2022)

Una vez enunciados los diferentes tipos de metodologías, vamos a describir cuándo se recomienda utilizarlas, para qué tipos de proyectos sería más correcta su aplicación y cuándo no se recomienda utilizarlas para los proyectos de la Industria 4.0.

Trataremos con detalle un nuevo tipo de metodologías, denominadas “Híbridas”, que se encuentran en auge entre las empresas que quieren adaptar sus procesos de producción a dichos cambios tecnológicos.

Posteriormente, visto que ninguna de las metodologías presentadas cubre de forma completa a las necesidades que exigen los nuevos proyectos de la Industria 4.0, desarrollaremos una propuesta propia de metodología que aplicaríamos a dichos proyectos, basándonos en las características estudiadas previamente.

#### 4.2.1 Ventajas de las metodologías tradicionales

La gestión tradicional, se caracteriza por su enfoque predictivo, que sigue un proceso secuencial en una sola dirección y que le cuesta más adaptarse a cambios a mitad del desarrollo del proyecto. La recopilación de información se realiza al principio del proyecto, obteniendo los requisitos necesarios con los que debe contar el producto final entregado al cliente. El desarrollo de un proyecto debe empezar siempre con un riguroso proceso de captación de los recursos necesarios que se van a utilizar, requisitos que el cliente exige que tenga el producto final y riesgos a los que se puede someter la tarea.

Las metodologías tradicionales, no cumplen plenamente con los requisitos de flexibilidad para absorber los cambios que se desean realizar en el proyecto a lo largo de su desarrollo. Esto, provoca que dichas gestiones tradicionales no consigan ser compatibles con la complejidad y el cambio dinámico de los

proyectos de la Industria 4.0. Presenta bastantes limitaciones en las situaciones en las que la innovación es considerada alta y los equipos son pequeños. Es común adoptar este tipo de metodologías cuando el equipo encargado de desarrollar el proyecto ya presenta mucha experiencia en un determinado tipo de producto y es capaz de estimar los datos necesarios perfectamente, consiguiendo que las condiciones se mantengan estables en todo momento y que no necesiten cambios. (Demera, 2022).

Presentan varias ventajas:

- El inicio del proyecto, arranca con todo planificado, intentando evitar riesgos.
- Se definen las etapas y los roles que debe desempeñar cada miembro del equipo de manera clara
- Documentación exhaustiva de todo el proyecto
- Procesos más controlados y nivel de incertidumbre bajo
- Capacidad de adaptación a diferentes proyectos, aumentando el nivel de complejidad, y número de personas en el equipo de desarrollo

#### 4.2.2 Ventajas de las metodologías ágiles

La gestión ágil, se caracteriza por tener la capacidad de adaptación y flexibilidad ante las diferentes situaciones a las que se vaya presentado el proyecto, ofreciendo la posibilidad de hacer cambios ante problemas que surgen a lo largo del proyecto y promoviendo una adecuada comunicación y mejora continua entre el equipo de trabajo.

Son metodologías excelentes para ser utilizadas en entornos dinámicos y sometidos a cambios constantes, con posibilidad de alterar los objetivos durante la ejecución del proyecto. Abandonan la planificación, los informes y la programación, dejando mayor flexibilidad y comunicación entre la parte interesada y el equipo de desarrollo.

Por lo tanto, son metodologías interesantes, como hemos comentado previamente en proyectos dinámicos y cambiantes, donde el resultado final esperado no se conoce en su totalidad, ya que se va adaptando a medida que se ejecuta. Proyectos que buscan un desarrollo rápido, considerando que es más importante el progreso que un resultado perfecto.

Según el *Business Agility Corporation* (Business Agility Corporation, 2022), El 70% de los negocios están utilizando las metodologías ágiles de forma regular, y un 20% la han adaptado como forma de trabajo por defecto. Y el 38% de las

empresas que aun no han adoptado las metodologías ágiles tienen como principal impedimento la falta de recursos y de procesos. Es necesario tener la capacidad de poder adaptarse al cambio para que el proceso que queremos implementar se convierta en éxito.

Sin embargo, no es aconsejable utilizar estas metodologías si el proyecto requiere un alto grado de documentación e información. Si los entregables tienen plazos exactos e inamovibles, los requisitos que se desea que tenga el producto final deben de ser claros desde el principio. En el caso de que el proyecto a desarrollar no necesite la opinión del cliente y las ideas no puedan variarse durante la ejecución, estas metodologías no serán las más aconsejables a aplicar.

Presentan varias ventajas:

- Disponen de la posibilidad de dar respuesta a los cambios que surgen durante el desarrollo del proceso, permitiendo mejorar la funcionalidad del producto, y por tanto la percepción del cliente hacia el mismo, ya que éste, participa íntegramente en el desarrollo de proyecto
- Se realizan entregas continuas de programas funcionales en periodos cortos de tiempo, permitiendo al cliente saber en todo momento el estado del proyecto. De esta manera, se consigue probar las funcionalidades del producto y verificar que llega a cumplir las necesidades. Este método, dispone de la ventaja de reducir el riesgo o dificultades que se van produciendo a lo largo del desarrollo, debido a que se trabaja con periodos cortos de tiempo.
- El cliente trabaja en conjunto con el equipo de desarrollo, manteniendo una comunicación directa y fluida durante el proceso, haciendo más rápido el intercambio de documentación y opiniones.
- Se basa en la utilización de recursos que aportan valor al producto final, eliminando aquellos que resultan innecesarios en el proceso.
- Mejora continua de los procesos y del equipo encargado del desarrollo, dependientes del éxito del producto que será entregado al cliente.

Hemos estudiado las recomendaciones para emplear o no, las metodologías ágiles y las metodologías tradicionales. Vamos a comparar ahora, las características de todas las metodologías estudiadas para marcar las diferencias y similitudes que existen entre ellas.

### 4.2.3 Metodología tradicional o ágil

Las metodologías tradicionales, dedican inicialmente una gran parte del tiempo a definir los requisitos que debe tener el producto y, el hecho de tener más problemas a la hora de realizar cambios, provocaría un aumento de los costes y tiempo del proyecto. Tienen el inconveniente de que los riesgos que surgen durante el desarrollo se van acumulando, llegando a ser críticos si surgen en la etapa final, suponiendo retrasos o incumpliendo la ejecución de las últimas fases.

Las metodologías ágiles, a diferencia de las metodologías tradicionales, surgen como una variante para dar respuesta a determinados problemas que surgen a lo largo del desarrollo del proyecto. Las metodologías ágiles son adecuadas emplearlas cuando los requisitos son emergentes y cambian de forma rápida.

Cada metodología desempeña funciones diferentes como hemos visto, por lo que en la Tabla 2, vamos a recoger las principales diferencias que existen entre ellas para poder hacer una mejor comparación entre ambas metodologías y destacar los principales problemas que sufre la gestión de proyectos de la Industria 4.0.

	Ágil	Tradicional
<b>Objetivos del proyecto</b>	Centrarse en los requisitos establecidos por el cliente y lograr múltiples criterios de éxito	Cumplir con la satisfacción de los stakeholders
<b>Plan de proyecto</b>	Conjunto de actividades que se realizan según lo establecido por el cliente y el equipo de desarrollo	Se organiza en función del alcanzar sus objetivos previstos
<b>Modelo de desarrollo</b>	Entrega evolutiva, en función de los cambios que se producen en el desarrollo del proyecto	Ciclo de vida fijo, establecido al principio del proyecto con dificultad de implementar cambios a lo largo del desarrollo

	<b>Ágil</b>	<b>Tradicional</b>
<b>Aplicación de la metodología</b>	Posibilidad de adaptar la metodología en función de las características del proyecto	Aplicación genérica e igual en todos los proyectos desarrollados
<b>Método de gestión</b>	Variable, flexible y con capacidad de adaptación a los cambios	Rígido y fijo al planteamiento desarrollado inicialmente
<b>Ejecución del trabajo</b>	Imprevisible, no lineal y compleja	Previsible, lineal y simple
<b>Estructura organizativa</b>	Iterativa	Lineal
<b>Escala de proyectos</b>	Pequeños y medianos	Cualquier tipo de proyecto
<b>Requisitos</b>	Dinámicos, posibilidad de hacer cambios a lo largo del desarrollo del proyecto	Definidos al principio del proyecto y con mayor dificultad a la hora de implementar cambios
<b>Implicación del cliente</b>	Alta, implicado en todo el proceso de desarrollo involucrado con el equipo de desarrollo durante todo el proyecto	Inicialmente alta con la aportación de los requisitos necesarios, durante el desarrollo del proyecto baja
<b>Encargado de la resolución del problema</b>	El equipo de desarrollo resuelve el problema	El problema se escala a los altos cargos del proyecto
<b>Resolución de problemas</b>	Adaptación de nuevos desarrollos	Anticipación al problema
<b>Planificación</b>	No se hace una planificación en detalle al principio, debido a la posibilidad de adaptar cambios en el proceso	Todo planificado desde el principio con gran detalle

	Ágil	Tradicional
<b>Revisiones</b>	Revisiones después de cada iteración en las que participa el cliente de manera continua con la posibilidad de introducir cambios	Revisiones y aprobaciones constantes solo por parte de los líderes del proyecto
<b>Estilo de gestión</b>	Un modelo no sirve para todos los tipos de proyectos, tiene la capacidad de adaptación a los diferentes proyectos	Un modelo es utilizado para todos los tipos de proyectos
<b>Coste</b>	El coste varía en función de los cambios que se realicen durante el desarrollo	Se puede hacer una estimación del coste ya que se establecen inicialmente los requisitos

*Tabla 2. Tradicional - Ágil. Fuente: Elaboración propia*

Problemas de adaptación de las metodologías a los proyectos de la Industria 4.0:

- Deslocalización de los equipos de proyecto: Cada vez son más las personas que interactúan desde diferentes partes del mundo y se hace más difícil la comunicación entre las partes que conforman el equipo de desarrollo
- Mayor cantidad de datos disponibles: Las empresas realizan procesos de obtención de datos comerciales, que posteriormente son tratados para enfocar la demanda de los productos y servicios que producirán en masa
- El tiempo de salida al mercado debe ser el menor posible, serán necesarios procesos de producción más flexibles y capaces de adaptarse a las necesidades del mercado, como lo hacen las metodologías ágiles
- Escucha activa de los miembros del equipo, la capacidad de escuchar y adaptar las posibles mejoras aportadas por los desarrolladores del proyecto aumentará la probabilidad de éxito
- Rapidez en la toma de decisiones: La capacidad de reacción ante eventos inesperados, será fundamental en los nuevos sistemas gobernados por el análisis de información y datos

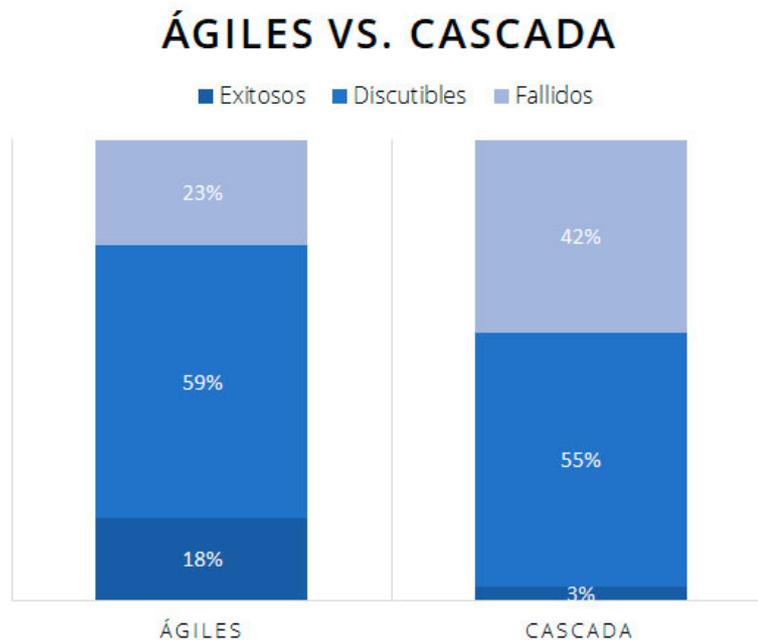
- Los procesos de gestión requerirán un proceso de adaptación a los nuevos desafíos expuestos por el desarrollo de la cuarta revolución, provocando una mayor formación de los equipos de proyecto

Para garantizar la competitividad, el aspecto innovador será cada vez más importante.

Podemos comprobar, además, que las características que definen a las metodologías ágiles, son las más eficaces para la resolución de los problemas anteriormente mencionados, por lo que suelen ser de aplicación preferente a la hora de gestionar los proyectos de la Industria 4.0.

La metodología ágil, divide el proyecto en etapas más pequeñas, siendo más manejables y perdiendo menos información, lo que hace que tenga una probabilidad mayor de éxito.

En la Figura 17, se observa a continuación, muestra de manera gráfica un estudio realizado por la consultora *The Standish Group* (Rodelgo, 2022), que representa en un gráfico de barras, los datos del éxito o fracaso obtenidos en los proyectos según la metodología utilizada en el desarrollo del proyecto.



*Figura 17. Probabilidad de éxito. (Rodelgo, 2022)*

Tras analizar la foto anterior observamos que los resultados obtenidos cuando se emplea la metodología ágil mejoran respecto a la metodología tradicional o en cascada, llegando a sextuplicar la probabilidad de éxito respecto a la tradicional, obteniendo un 18% la metodología ágil del total de proyectos,

respecto del 3% obtenido por la metodología tradicional. Además, la probabilidad de proyectos fallidos es mayor en las metodologías tradicionales, así hay una probabilidad del 23% en la metodología ágil respecto al 42% de la metodología tradicional, es una reducción de la probabilidad importante, ya que se produce una disminución transmitiendo al cliente mayor confianza en el desarrollo del proyecto.

Una vez mostrado que ninguna de las metodologías mostradas se adapta completamente a las características de los proyectos de la Industria 4.0, realizaremos una propuesta propia de metodología híbrida.

### 4.3 Metodologías híbridas

En la gestión de proyectos, cabe la posibilidad de complementar las diversas metodologías, dado que no son excluyentes entre sí. Al combinarlas, encontramos una nueva forma de gestión de proyectos que combina las características de ambas, Figura 18.

Un gran número de empresas han llegado a la conclusión de que implementar enfoques de varias metodologías en conjunto, tiene mayores ventajas que implementar una sola (Molina, 2012).

El desarrollo de proyectos con metodologías híbridas, conlleva una serie de inconvenientes, ya que supone más tiempo, recursos y conocimientos por parte del equipo de desarrolladores, por lo que en muchos casos se plantea si realmente llega a ser beneficioso emplear este tipo de metodología. En cambio, los beneficios de implementar una metodología híbrida en el desarrollo de proyectos son:

- Aumento de la eficiencia en la gestión de proyectos
- Con la mezcla de metodologías, se consigue generar y verificar el funcionamiento de los procesos en el mismo proyecto
- Reduce las desventajas y problemas asociados a la utilización de una única metodología
- Mayor confianza en los resultados obtenidos

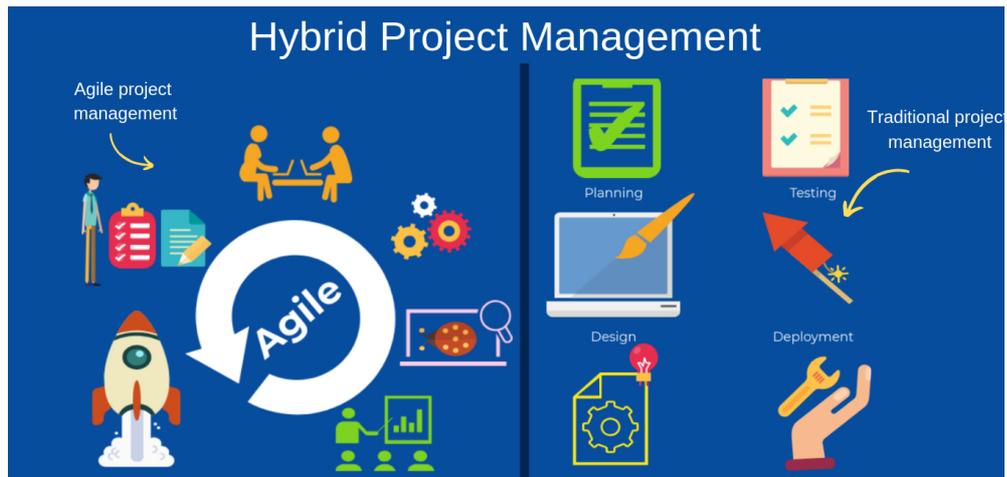


Figura 18. Relación de metodologías. (Apta Solutions, 2022)

Ejemplos de metodologías híbridas:

- SXP, consiste en la combinación de la metodología SCRUM con la XP. Con esta mezcla, se busca aumentar la productividad mediante los recursos que aporta la metodología SCRUM mientras que se agrega mayor calidad al proyecto con la metodología XP.
- Combinación de metodologías tradicionales con la metodología SCRUM. Consiste en el desarrollo del proyecto comenzando inicialmente con la metodología SCRUM, mejorando el proceso con características tradicionales, obteniendo un producto con trabajo más sencillo.
- SCRUMBAN, consiste en la combinación de las metodologías ágiles SCRUM y KANBAN, fue desarrollada inicialmente para ayudar a los proyectos que realizaban un cambio de método de SCRUM a KANBAN o viceversa. Posteriormente será desarrollada en mayor detalle.

A continuación, vamos a mostrar un gráfico donde se muestra el porcentaje de uso de las metodologías expuestas a lo largo del documento. Es un estudio realizado por el *State of Agile Marketing*, donde se afirma que en torno al 54% de los equipos de desarrollo de proyectos de la Industria 4.0, utilizan un enfoque híbrido para el desarrollo de los proyectos. Siendo el resto una mezcla de las metodologías tradicionales y ágiles (Leybourn, 2022).

Las visiones rígidas de las metodologías expuestas, en ocasiones no son suficientes para el desarrollo de los proyectos, por lo que los equipos desarrolladores tienden a crear sus enfoques personalizados dando lugar a metodologías híbridas, como se observa en la Figura 19.

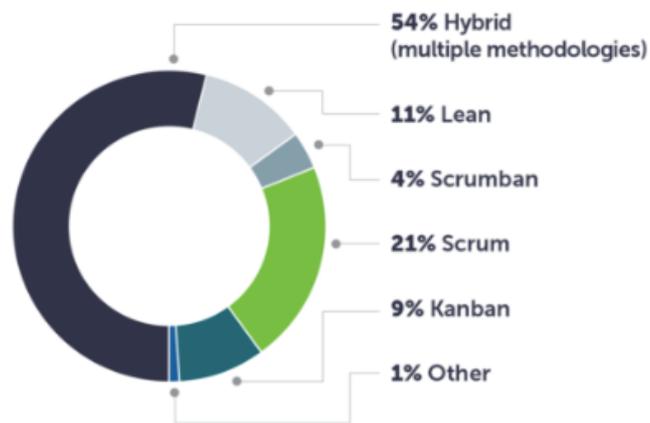


Figura 19. Gráfico metodologías. (Leybourn, 2022)

Vamos a comentar un ejemplo de metodología híbrida de las más utilizada actualmente:

SCRUMBAN es una metodología híbrida de gestión de proyectos, que combina dos estrategias ágiles SCRUM y KANBAN, aprovechando las características propias de cada una para la ejecución del proyecto. Fue desarrollada inicialmente para ayudar a los proyectos que realizaban un cambio de método de SCRUM a KANBAN o viceversa.

Esta metodología ayuda a mejorar la eficiencia del compromiso del *sprint*. Sin embargo, también introduce el límite WIP como mecanismo para catalizar el cambio incremental, evitando la necesidad de comprometerse a impulsar el cambio, reduce cualquier dependencia disfuncional del esfuerzo y mejora el pensamiento sistémico general al considerar las mejoras potenciales.

Funciones desarrolladas por la metodología SCRUMBAN:

- Es una metodología que no cuenta con jerarquías, todos los integrantes del equipo desarrollan los mismos roles y cuentan con las mismas oportunidades sin contar con un líder claro.
- Los proyectos desarrollados por este método no tienen un vencimiento fijo, estableciendo los *sprints*, que abarcan dos semanas, permitiendo centrarse en esa parte del trabajo y al final del periodo sacar conclusiones y revisar. Convirtiéndolo en una buena opción para proyectos de gran tamaño.

Uno de los principales beneficios de aplicar la metodología SCRUMBAN es que se trata de un modelo de gestión de negocios muy flexible, permitiendo adaptarse a los diferentes tipos de proyectos que se quieran desarrollar.

#### 4.4 Propuesta de metodología propia

Teniendo en cuenta las características de la Industria 4.0, sabemos que lo que esta busca ofrecer al sector industrial es:

- Mayor capacidad de adaptación a la demanda, mediante el estudio de la información comercial recogida
- Comunicación de manera continua con el cliente, tratar a cada cliente de forma personalizada, incluyéndole en los procesos de producción y desarrollo del producto
- Tener la capacidad de reducir los tiempos de diseño, producción y puesta en el mercado de los productos, para tener una mayor competitividad con la competencia
- Aprovechar la información recogida para ser capaces de añadir mejoras en tiempo real a los procesos de producción
- Posibilidad de realizar cambios en los procesos de producción en función de la opinión de los clientes con las entregas funcionales.

Vistas las exigencias, y, como se ha visto a lo largo del desarrollo de este documento, podemos determinar que no existe ninguna metodología que satisfaga todos los requerimientos expuestos, de forma que vamos a proponer una metodología híbrida propia capaz de cumplir con la mayoría de los requisitos a cumplir por la nueva forma de trabajo en las empresas.

Se propone una metodología híbrida, dado que, como hemos visto con anterioridad, estas, nos permiten fusionar las fortalezas de diversos métodos, obteniendo como resultado una metodología más completa y que nos permite abordar el proyecto con más eficacia global que si se empleasen individualmente.

Además, un aspecto muy importante para el avance de la Industria 4.0, es el desarrollo de la capacidad resolutoria ante los posibles problemas, intentando mantener un equilibrio en los procesos de producción, por lo que las metodologías deben anticiparse a las posibles adversidades.

Las metodologías ágiles, son las que mejor resultados obtienen en el desarrollo de proyectos de la Industria 4.0, como hemos podido observar en la Figura 18,

debido a que son capaces de adaptarse mejor a las situaciones de mejora continua y no están tan planificadas previamente, si no que incluyen al cliente en el proceso de desarrollo, permitiéndole seguir todos los pasos que se llevan a cabo. Es por ello, que he decidido implementar los métodos de gestión *SCRUM, KANBAN Y LEAN Development* en conjunto, con el fin de conseguir una metodología híbrida capaz de adaptarse a los objetivos y características de los proyectos de la Industria 4.0, utilizando las funcionalidades más positivas de cada método.

A continuación, en la tabla 3, vamos a mostrar las funcionalidades que aporta cada método para conseguir cubrir los requisitos establecidos por los proyectos de la Industria 4.0, y obtener los beneficios enumerados.

Scrum	Kanban	<i>Lean Development</i>
<p>Mediante la división del proyecto en pequeños fragmentos denominados sprint, hace que se pierda menor cantidad información en el desarrollo del proyecto. Esto, satisface las necesidades de la industria 4.0 relativas al aprovechamiento total de la información recogida.</p> <p>En segundo lugar, se realizan reuniones diarias con todas las partes involucradas en el proyecto, lo que hace que se mantenga una comunicación continua del desarrollo y se puedan gestionar con agilidad los problemas que vayamos</p>	<p>Con la aportación de un mayor control en tiempo real acerca del desarrollo del proyecto, se consigue una mayor simplificación de la planificación del proyecto.</p> <p>Trabajar con un flujo constante de tareas lo que reducirá el tiempo de espera, ya que las estimaciones de la distribución del trabajo suelen tener poca fiabilidad.</p> <p>Se separan las tareas en 3 grupos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Trabajo pendiente</li> <li>• Trabajo en curso</li> <li>• Trabajo finalizado</li> </ul> <p>Aportando una mayor visualización de los estados de los procesos, permitiendo</p>	<p>Aporta un aumento de la productividad, debido a que reduce el empleo de recursos que no aportan valor al producto final, sin reducir la calidad. Esto va a provocar que siga aumentando la competitividad con el resto de las empresas.</p> <p>Durante el desarrollo del proyecto, hay que tomar decisiones críticas que cambiarán el resultado final del proyecto, gracias a la implementación de esta metodología, las decisiones se tomarán lo más tarde posible evitando llegar a soluciones innecesarias. Basándose en el</p>

encontrando en las entregas funcionales, tratando al cliente de forma personalizada como un individuo más del equipo de desarrollo.	una actualización en tiempo real por los integrantes del equipo de desarrollo.	método “ <i>Just in Time</i> ”, evitando retrasos en la entrega final del proyecto por procesos que no han aportado valor al producto final y reduciendo los riesgos del proyecto, satisfaciendo las expectativas del cliente.
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Tabla 3. Métodos implementados. Fuente: Elaboración propia

Una vez expuestas las funcionalidades que aporta cada método, exponemos las 5 fases a seguir con la metodología propuesta para la resolución del proyecto:

### 1- Inicio

En el desarrollo de esta primera etapa, se realiza una reunión inicial con el cliente, obteniendo una especificación funcional del producto final deseado. A continuación, se estudia y se analiza el proyecto definiendo el alcance y la posible viabilidad del proyecto, para ello, se utilizan dos herramientas que nos ayudan a decidir si el proyecto podrá llevarse a cabo:

- Plan de negocio: Es un documento que establece los detalles que tiene el proyecto, en el que se establece la idea de manera detallada del producto que se quiere llevar a cabo y se incluye una estimación de los posibles beneficios.
- Estudio de la viabilidad: Se realiza una evaluación de las metas del proyecto teniendo en cuenta todos los factores relevantes que le afectan, incluyendo los factores económicos, legales, técnicos, ect.

### 2- Planificación

Esta fase tiene un grado de complejidad elevado y tiene lugar una vez observados los resultados de ambos estudios y aprobada la realización del proyecto. A lo largo de la gestión del proyecto, este se subdivide a su vez en pequeñas etapas denominadas sprint, se trata de fracciones de duración no

superior a un mes, que no sólo permiten una reducción de la pérdida de información a lo largo del proceso y la consecución de un mayor control sobre la evolución del proyecto, sino que también hacen posible que se alcancen con éxito los objetivos a nivel general.

Además, el seguimiento continuo de los procesos, permite reducir la utilización de los recursos que no aportan valor al producto final, provocando un aumento de la productividad.

Posteriormente, una vez definidos los requisitos necesarios del proyecto, se forma el equipo de desarrollo, que será el encargado de la realización de los procesos y de mantener una comunicación continua con el cliente. Por último, se prepara al equipo para los obstáculos que podrían encontrarse durante el desarrollo del proyecto.

### **3- Desarrollo**

En función de la planificación, comienza la fase de desarrollo, en la que se llevan a cabo los *sprint* programados.

Para llevar un mayor control de la evolución del proyecto, se establece un panel Kanban con 3 columnas en las que se dividen los procesos en:

- Trabajo pendiente
- Trabajo en curso
- Trabajo finalizado

De esta manera, se consigue mantener una actualización del estado de los procesos en tiempo real, que se irá actualizando por cualquier miembro del equipo de desarrollo según vayan avanzando los procesos.

Para que el resultado final sea exitoso, es importante tener una buena comunicación durante el desarrollo de los procesos, por lo que, se mantienen reuniones diarias entre el equipo de desarrollo y el cliente al final del día, exponiendo el estado del proyecto y los posibles riesgos a los que se puede enfrentar.

Por último, al final de cada *sprint*, el equipo de desarrollo realiza una entrega funcional al cliente, en la que observa el desarrollo del proyecto y le permite implementar los cambios que considere oportunos.

### **4- Seguimiento y control**

Las fases de revisión y control, es posible que se combinen con la fase de desarrollo, ya que se realizan al mismo tiempo en algunas ocasiones. A medida que el proyecto se está desarrollando, podemos realizar un seguimiento y

control de los procesos gracias al panel Kanban, que nos permite tener información de los procesos en tiempo real.

Se concibe como un medio de detectar riesgos o problemas que puedan ocasionarse durante el desarrollo del proyecto, permitiendo ponerles solución lo antes posible realizando un cambio en la planificación.

Además, es importante llevar dicho control para así poder seguir las fechas establecidas en los *sprints*, supervisar el estado de las tareas y poder lanzar el producto al mercado lo antes posible y evitar que se detenga el desarrollo del proyecto.

## 5- Entrega del producto final

Una vez entregado el producto final al cliente y habiendo recibido su aprobación, se da por concluido el proyecto. Se comunica la finalización a las partes interesadas y se liberan los recursos para otros proyectos.

El equipo se encarga de evaluar y documentar el proyecto, utilizando los errores y beneficios del este para construir procesos más fuertes que serán utilizados en el futuro.

La división de la gestión de los proyectos en cinco etapas distintas permite hacer una mejor gestión de los proyectos más complicados, utilizando el tiempo y los recursos de la mejor manera.

Así las cosas, la implementación de esta metodología de elaboración propia a los proyectos de la industria 4.0, aportaría los siguientes beneficios:

- La utilización de dicha metodología conseguirá construir una integridad en el proyecto, ofreciendo una imagen robusta tanto de manera interna como externa. La integridad que queremos se consigue combinando la flexibilidad que nos ofrecen dichas metodologías, realizando continuas iteraciones en ciclos cortos con el fin de obtener un producto con éxito a largo plazo mejorando las funcionalidades que la industria 4.0 aporta a las empresas.
- Una reducción del nivel de stock, produciendo únicamente la cantidad necesaria solicitada. Esto, provocaría una optimización del tiempo, espacio y coste de almacenamiento, y eliminar la posibilidad de deterioro de los productos.
- Se emplea menos tiempo en la distribución y presentación de los trabajos, se trabaja con un flujo constante de tareas que reducirá su tiempo de espera, haciendo que el trabajo sea más flexible.
- Posible adaptación del proyecto a medida que se va desarrollando, permite realizar cualquier cambio que surja con mayor facilidad, reorganizando al equipo de desarrollo con los nuevos objetivos

- Buena comunicación con las partes interesadas, se mantiene una estrecha relación entre el equipo de desarrollo y el cliente. Se realizan entregas funcionales garantizando un progreso de manera constante, un aumento de la calidad y ofreciendo la posibilidad de realizar cambios para adaptar el proyecto a las necesidades del cliente.
- Aumento de la productividad, debido a la reducción de los recursos que no aportan valor al producto final entregado al cliente. Mejorando los plazos de entrega debido a la eliminación de procesos innecesarios.
- Aumento de la cultura empresarial donde los trabajadores son capaces de detectar problemas y ponerles solución, sin necesidad de delegar el problema en otra persona.
- Mayor transparencia del estado de los procesos, se produce un aumento de la información del estado de avance de los proyectos, facilitando las tareas de organización y las tomas de decisiones.
- Posibilidad de lanzamiento al mercado más rápida, permitiendo al cliente recibir un retorno de la inversión inicial en menos tiempo.

La aplicación de esta metodología híbrida aportará grandes beneficios a las empresas que quieran implementarla en los proyectos de la industria 4.0, dado que permitirá una mayor automatización de los procesos, manteniendo el estado de desarrollo del proyecto. Esto, hará posible la adaptación a los posibles cambios que puedan surgir de la manera más rápida posible.

Sin embargo, hay que tener en cuenta que los métodos que se implementan son de carácter ágil, lo que exige un alto nivel de conocimiento previo sobre su funcionamiento por parte de quienes forman el equipo de desarrollo. Esto, supone una inversión en tiempo, y recursos por parte de las empresas, para que el equipo se forme de manera correcta y pueda poner la metodología en práctica de manera adecuada.

## 5. Estudio económico

En este apartado, vamos a presentar el coste que conlleva el desarrollo de este trabajo de fin de grado, diferenciando los costes asociados a dicho trabajo en costes directos e indirectos.

- Costes directos: Es un tipo de gastos que es imputable de manera directa a la realización de un trabajo. En este caso, en el desarrollo del trabajo de fin de grado los costes que estimamos directos son la mano de obra empleada y el material prestado para el desarrollo del proyecto.
- Costes indirectos: Es un tipo de gasto que se imputa al proceso de desarrollo del producto, pero que no aporta valor al producto final.

### 5.1 Costes directos

Dentro de estos costes directos se analizará cada actividad que ha sido llevada a cabo para la obtención del producto final. Se estudiará los costes del personal que han participado en el proyecto y, por otro lado, el material empleado para la consecución de dicho proyecto.

- Participantes del desarrollo del trabajo de fin de grado

Para ello se ha estimado el sueldo anual de los participantes en el proyecto:

- Directores del proyecto, formado por dos personas encargadas de la supervisión del correcto desarrollo del proyecto, con un sueldo anual de 40000€
- Ingeniero de organización industrial, encargado del desarrollo del proyecto, con un sueldo anual de 30000€

Además, para el cálculo se ha tenido en cuenta el coste de cotización de cada individuo a la Seguridad Social, que es un 36,25% de los ingresos anuales.

En la Tabla 4, vamos a calcular el coste total anual de cada individuo.

Concepto	Director de proyecto	Ingeniero encargado
Sueldo anual (€)	40000	30000
Seguridad social (€)	14500	10875
<b>Total (€)</b>	<b>54500</b>	<b>40875</b>

*Tabla 4. Coste directo personal. Fuente: Elaboración propia*

En la Tabla 5, vamos a calcular la cantidad de días efectivos que se emplean en el año 2021/2022.

Concepto	Días
Días de un año	365
Sábados, domingos y festivos	116
Días de vacaciones	20
Medía de días perdidos por enfermedad	15
Días de asuntos propios	2
<b>Total de días efectivos</b>	<b>212</b>

*Tabla 5. Días efectivos 2022. Fuente: Elaboración propia*

En la Tabla 6, vamos a calcular el coste por hora de cada individuo.

Concepto	Director de proyecto	Ingeniero encargado
<b>Coste anual (€)</b>	54500	40875
<b>Días Efectivos</b>	212	212
<b>Horas efectivas (8h/día)</b>	1696	1696
<b>Coste hora (€/h)</b>	32,12	24,1

*Tabla 6. Coste hora de los individuos. Fuente: Elaboración propia*

En la Tabla 7, vamos a desarrollar las horas empleadas por cada individuo en el desarrollo del proyecto.

Concepto	Director de proyecto 1	Director de proyecto 2	Ingeniero encargado	Total (h)
<b>Fase 1: Recogida de información (h)</b>	4	6	75	85
<b>Fase 2: Reuniones (h)</b>	12	12	12	36
<b>Fase 3: Redacción del trabajo (h)</b>	0	0	115	115
<b>Fase 4: Revisión y corrección (h)</b>	35	30	0	65
<b>Total (h)</b>	51	48	202	301

*Tabla 7. Horas empleadas por los individuos. Fuente: Elaboración propia*

A continuación, vamos a desarrollar los costes totales de las personas que participan en el proyecto (Tabla 8).

Concepto	Fase 1	Fase 2	Fase 3	Fase 4	Total (€)
Director de proyecto 1	128,48 €	385,44 €	-	1124,2 €	1638,12
Director de proyecto 2	192,72 €	385,44 €	-	963,6 €	1541,76
Ingeniero encargado	1807,5 €	289,2 €	2771,5 €	-	4868,2
<b>Total (€)</b>	<b>2128,7</b>	<b>1060,08</b>	<b>2771,5</b>	<b>2060,8</b>	<b>8048,08</b>

*Tabla 8. Coste total personal. Fuente: Elaboración propia*

- Materiales utilizados en el desarrollo del trabajo de fin de grado

Se incluyen los materiales que se han utilizado en la consecución del trabajo, que han hecho posible el desarrollo de este. Incluyendo equipos informáticos y diferentes programas. Además, se ha considerado un periodo de amortización de 5 años para los diferentes materiales.

En la Tabla 9, vamos a realizar las amortizaciones de los diferentes materiales

Concepto	Coste (€)	Amortización (€/año)
Ordenador	650	130
Sistema operativo	290	58
Programas Office	210	42
Disco duro	100	-
Material de oficina	30	-
<b>Total</b>	<b>1280</b>	<b>230</b>
<b>Amortización (€/h)</b>	<b>0,136</b>	

Tabla 9. Amortización. Fuente: Elaboración propia

Vamos a calcular las horas empleadas por todos los individuos que participan en el desarrollo del proyecto, para conseguir el coste de amortización del proyecto.

$$0,136 \text{ €/h} * 301 \text{ h} = 40,94 \text{ €}$$

A continuación, vamos a calcular el coste total del material empleado en el desarrollo del proyecto (Tabla 10).

Concepto	Fase 1	Fase 2	Fase 3	Fase 4	Total (€)
<b>Materiales amortizables (€)</b>	11,56	4,89	15,64	8,85	40,94
<b>Materiales no amortizables (€)</b>	36,72	15,55	49,68	28,05	130
<b>Total (€)</b>	48,28	20,44	65,32	36,9	170,94

Tabla 10. Coste total material. Fuente: Elaboración propia

## 5.2 Costes indirectos

Los costes indirectos son los costes que no son imputables de manera directa al desarrollo de este trabajo de fin de grado, son los que están involucrados en los procesos de ejecución de este. Dentro de estos costes tendríamos los costes indirectos tendríamos los siguientes (Tabla 11):

Concepto	Coste (€/mes)
Alquiler local	600
Consumo de internet	30
Consumo telefónico	25
Consumo eléctrico	110
Transporte	50

<b>Dietas</b>	<b>250</b>
<b>Total</b>	<b>1065</b>

*Tabla 11. Costes indirectos mensuales. Fuente: Elaboración propia*

A continuación, vamos a calcular el coste indirecto total que se ha empleado en el proyecto (Tabla 12).

<b>Concepto</b>	<b>Coste</b>
<b>Coste mensual (€/mes)</b>	<b>1065</b>
<b>Coste hora (€/h)</b>	<b>1,479</b>
<b>Coste total (€)</b>	<b>445,18</b>

*Tabla 12. Costes indirectos totales. Fuente: Elaboración propia*

### 5.3 Coste total

La realización de este trabajo de fin de grado supondría unos costes totales, contando con los costes mostrados anteriormente directos e indirectos (Tabla 13):

<b>Concepto</b>	<b>Fase 1</b>	<b>Fase 2</b>	<b>Fase 3</b>	<b>Fase 4</b>	<b>Total (€)</b>
<b>Coste personal</b>	<b>2128,7</b>	<b>1060,08</b>	<b>2771,5</b>	<b>2060,8</b>	<b>8048,08</b>
<b>Coste material</b>	<b>48,28</b>	<b>20,44</b>	<b>65,32</b>	<b>36,9</b>	<b>170,94</b>
<b>Coste indirecto</b>	<b>125,8</b>	<b>53,28</b>	<b>170,2</b>	<b>95,9</b>	<b>445,18</b>
<b>Total (€)</b>	<b>2302,78</b>	<b>1133,8</b>	<b>3007,02</b>	<b>2193,6</b>	<b>8664,2</b>

*Tabla 13. Coste total. Fuente: Elaboración propia*

## 6. Conclusion

El objetivo que hemos perseguido durante el desarrollo de este proyecto ha sido, ver qué metodologías son más apropiadas para implementarlas durante la realización de los proyectos que se desarrollan en la cuarta revolución industrial. Para ello, se ha realizado un estudio de sus fortalezas y debilidades, consiguiendo así, poder elegir la que mejor se adapte a cada situación individual.

Sin embargo, tras haber realizado un proyecto de investigación, hemos podido llegar a la conclusión de que no existe una metodología predefinida para cada proyecto. Es por ello que, a la hora de realizar y gestionar un trabajo nuevo, vemos que hay que tener en cuenta diversos factores, como pueden ser el tipo de proyecto, el tamaño o las necesidades del cliente, para así, poder escoger la metodología que mejor se adapte a las exigencias del proyecto. Sin embargo, observamos que, aunque es cierto que hay métodos que cubren mas necesidades que otros, ninguno de ellos consigue cubrir todas las mencionadas exigencias.

Así las cosas, decidimos presentar una propuesta de metodología híbrida propia con el objetivo de adaptar el modelo de gestión a las necesidades y proyectos de la Industria 4.0, generando así una propuesta de cambio a los modelos actuales de gestión.

En el proceso de desarrollo del documento, se pone de relieve la preferencia del empleo de las metodologías ágiles sobre las tradicionales en este tipo de proyectos, por lo que han sido estas las escogidas para su gestión, empleando en nuestra metodología híbrida tres métodos de gestión ágiles, dadas las exigencias de la Industria 4.0.

Con la propuesta desarrollada, se pretende implementar prácticas ágiles en determinadas etapas de los procesos, buscando tratar cada proyecto de manera personalizada y adaptando el modelo de gestión en función de las necesidades que presentan las partes interesadas. La aplicación de esta metodología aportará grandes beneficios a las empresas que las quieran implementar en los proyectos de la Industria 4.0, puesto que nos permitirá conseguir una mayor optimización de los proyectos, manteniendo la información correspondiente acerca del estado de avance de los procesos. Esto, permite la adaptación a los cambios que van surgiendo a lo largo del desarrollo del proyecto. Sin embargo, existe también un problema de carácter aplicativo en la propuesta metodológica, dado que, para su aplicación se exige un nivel alto de conocimientos y experiencia en el uso de metodologías ágiles.

Es por ello que se considera que es imprescindible la inversión en la adaptación y formación del equipo de desarrollo encargado.

En conclusión, queda mucho camino por recorrer por parte de los métodos de gestión de proyectos como hemos podido observar en el desarrollo del documento, ya que tendrán que adaptarse a los nuevos proyectos que se están desarrollando en la industria para no quedarse anticuados. Es por ello, que las metodologías híbridas están cobrando un papel fundamental, ya que implementa las funcionalidades más apropiadas de cada método para cada proyecto de manera personalizada, creando una metodología nueva para cada caso.

## 7. Bibliografía

- Adeva, R. (03 de Marzo de 2022). *Todo lo que debes saber sobre la impresión 3D y sus utilidades*. Obtenido de adslzone: <https://www.adslzone.net/reportajes/tecnologia/impresion-3d/>
- Ahumada, G. I. (2016). Aplicaciones de inteligencia artificial en procesos de cadenas de suministros: una revisión sistemática. *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*, 663-679.
- Alzaga, J. (29 de Abril de 2022). *Las 5 fases en Gestión de Proyectos*. Obtenido de Escuela de organización industrial: <https://www.eoi.es/blogs/embacon/2014/04/29/las-5-fases-en-gestion-de-proyectos/>
- Andreu, I. (02 de Mayo de 2022). *Lean Manufacturing: ¿qué es y cuáles son sus principios?* Obtenido de APD: <https://www.apd.es/lean-manufacturing-que-es/>
- Anyosa Soca, V. (2006). Recuperación de proyectos en problemas: Recovery of troubled projects. *PMI® Global Congress 2006*. Project Management Institute.
- Apta Solutions. (13 de Abril de 2022). *la integración entre soluciones Ágiles y tradicionales*. Obtenido de Apta Solutions: <https://aptasolutions.com/es/ppm-agile-un-enfoque-integral-para-gestionar-organizaciones-hibridas/>
- Argoud, A. R. (2017). *Agile project management with Scrum: A case study of a Brazilian pharmaceutical company IT project*. International Journal of Managing Projects in Business.
- Arias, E. R. (2020). *Dirección de un proyecto*. Obtenido de Economipedia: <https://economipedia.com/definiciones/direccion-de-un-proyecto.html>
- Artal, J. F. (2022). *Adaptación de la metodología Scrum a la gestión de proyectos de innovación universitarios en la Industria 4.0*. Zaragoza.
- Asana. (19 de Mayo de 2022). *Las 5 fases de la gestión de proyectos para que mejores el flujo de trabajo de tu equipo*. Obtenido de Asana: <https://asana.com/es/resources/project-management-phases>
- Avansis. (21 de Febrero de 2022). *El IoT, internet de las cosas*. Obtenido de Avansis: <https://www.avansis.es/industria-4-0/iot-internet-cosas-beneficios-empresas-implementarlo/>
- Avansis. (15 de Febrero de 2022). *Industria 4.0 ¿Es realmente revolución o evolución?* Obtenido de avansis: <https://www.avansis.es/industria-4-0/industria-4-0-revolucion-evolucion/>
- Azorín, o. F. (2012). Métodos híbridos de investigación y dirección de empresas: ventajas e implicaciones . *Elsevier*, 55-62.
- Benioff, M. (12 de Marzo de 2022). *Cloud Computing: Aplicaciones en un solo lugar*. Obtenido de Salesforce: <https://www.salesforce.com/mx/cloud-computing/>
- Berenice, C. (2017). *El Entorno de la Industria 4.0: Implicaciones y Perspectivas Futuras*. Conciencia Tecnológica.
- Business Agility Corporation. (23 de Marzo de 2022). *BACómetro de middle market español*. Obtenido de Business Agility Corporation: <http://businessagilitycorp.com/bacometro-de-middle-market-espanol/>

- Cámara de Valencia. (13 de Febrero de 2022). *Realidad Virtual vs Realidad Aumentada: los conceptos clave*. Obtenido de Tecnología para los negocios:  
<https://ticnegocios.camaravalencia.com/servicios/tendencias/realidad-virtual-vs-realidad-aumentada-los-conceptos-clave/>
- Cámara de Valencia. (10 de Marzo de 2022). *Sistemas Ciberfísicos: la respuesta a las necesidades de la sociedad y la industria*. Obtenido de Tecnología para los negocios:  
<https://ticnegocios.camaravalencia.com/servicios/tendencias/sistemas-ciberfisicos-la-respuesta-a-las-necesidades-de-la-sociedad-y-la-industria/>
- Chin, G. (2004). *Agile Project Management: How to Succeed in the Face of Changing Project Requirements*. Amacom.
- Cisco. (12 de Marzo de 2022). *¿Qué es la ciberseguridad?* Obtenido de Cisco:  
[https://www.cisco.com/c/es\\_mx/products/security/what-is-cybersecurity.html](https://www.cisco.com/c/es_mx/products/security/what-is-cybersecurity.html)
- Corbucci, D. (2015). *Project Management*. Milano: FrancoAngeli.
- Cruz, N. (03 de Abril de 2022). *¿Tradicional o ágil? La metodología ágil como alternativa a la transformación*. Obtenido de AXPE Consulting:  
<https://testing.axpe.com/noticias/analisis-y-tendencias/metodologia-hibrida/>
- Demera, R. (03 de Abril de 2022). *Metdologías... ¿tradicional vs ágil?* Obtenido de TRIBALYTE: <https://tech.tribalyte.eu/blog-metodologias-tradicional-vs-agil>
- Drew. (17 de Marzo de 2022). *El impacto de la industria 4.0 en los procesos industriales*. Obtenido de Drew: <https://blog.wearedrew.co/el-impacto-de-la-industria-4.0-en-los-procesos-industriales>
- Drumond, C. (23 de Abril de 2022). *¿El manifiesto ágil sigue estando disponible?* Obtenido de Atlassian: <https://www.atlassian.com/es/agile/manifiesto>
- ESIC Business & Marketing School. (22 de Enero de 2022). *El Internet de las cosas y sus aplicaciones*. Obtenido de Esic.edu:  
<https://www.esic.edu/rethink/tecnologia/internet-las-cosas-aplicaciones>
- Evans, D. (05 de Febrero de 2022). *The Internet of Things How the Next Evolution of the Internet Is Changing Everything*. Obtenido de Cisco White Paper:  
[https://www.cisco.com/c/dam/en\\_us/about/ac79/docs/innov/IoT\\_IBSG\\_0411FINAL.pdf](https://www.cisco.com/c/dam/en_us/about/ac79/docs/innov/IoT_IBSG_0411FINAL.pdf)
- Fernandez, A. (19 de Enero de 2022). *Qué es la Inteligencia Artificial*. Obtenido de auraquantic: <https://www.auraquantic.com/es/que-es-la-inteligencia-artificial/>
- Figueroa, R. G. (2008). *Metodologías tradicionales vs. metodologías ágiles*. Loja.
- Garcia, B. A. (2019). *Propuesta de gestión de proyectos con metodología AGILE: Caso de estudio proyecto ELDE*. Málaga.
- Garrell, A. (2018). *La industria 4.0 en la sociedad digital*. Valencia.
- Garrido, S. (09 de Abril de 2022). *Las metodologías ágiles más utilizadas y sus ventajas dentro de la empresa*. Obtenido de iebschool:  
<https://www.iebschool.com/blog/que-son-metodologias-agiles-agile-scrum/>

- Gerodetti, A. (23 de Marzo de 2022). *Metodologías híbridas aplicadas: PMI y Agile*. Obtenido de Project Management Institute: <https://pmi-levante.org/metodologias-hibridas-pmi-y-agile/>
- Gerry, M. (28 de Enero de 2022). *Las ventas de robots suben de nuevo*. Obtenido de IFR: <https://ifr.org/>
- González, M. (15 de Febrero de 2022). *La industria 4.0*. Obtenido de Ametic: <https://ametic.es/es/areas-de-actuacion/innovacion-emprendimiento-e-internacionalizacion/comision-de-industria-40>
- Haughey, D. (23 de Marzo de 2022). *Breve historia sobre la administración de proyectos*. Obtenido de Líder de proyecto: [http://www.liderdeproyecto.com/manual/breve\\_historia\\_sobre\\_la\\_administracion\\_de\\_proyectos.html](http://www.liderdeproyecto.com/manual/breve_historia_sobre_la_administracion_de_proyectos.html)
- Haughey, D. (22 de Abril de 2022). *Breve historia sobre la administración de proyectos*. Obtenido de Escuela de Project Management: <https://www.edpm.es/14-breve-historia-sobre-la-administracion-de-proyectos/>
- Haworth, S. (01 de Marzo de 2022). *Waterfall vs Agile: ¿Cuál Metodología Debes Utilizar Para tu Proyecto?* Obtenido de DPM: <https://thedigitalprojectmanager.com/es/agile-frente-a-waterfall/>
- Iglesias, M. (23 de Febrero de 2022). *¿Qué es la Dirección de Proyectos?* Obtenido de BV eLearning Blog: <https://blogbvelearning.wordpress.com/2013/01/03/que-es-la-direccion-de-proyectos/>
- It Solutions. (16 de Febrero de 2022). *Realidad virtual (VR) y Realidad aumentada (AR) en las empresas*. Obtenido de Grupo Garatu: <https://grupogaratu.com/realidad-virtual-vr-realidad-aumentada-ar-las-empresas-industria-4-0/>
- Kourounakis, N. (Julio de 2017). *Síntesis de la Metodología de Gestión de Proyectos PM2*. Luxemburgo: Comisión Europea. Obtenido de Catedras: <https://catedras.ugr.es>
- Landes, D. (1979). *A las puertas de una Cuarta Revolución Industrial*. Obtenido de excellence management: <https://excelencemanagement.wordpress.com/2016/02/19/a-las-puertas-de-una-cuarta-revolucion-industrial/>
- Laoyan, S. (28 de Enero de 2022). *Scrumban: lo mejor de dos metodologías ágiles*. Obtenido de Asana: <https://asana.com/es/resources/scrumban>
- Laoyan, S. (5 de Febrero de 2022). *Todo lo que necesitas saber acerca de la gestión de proyectos en cascada*. Obtenido de Asana: <https://asana.com/es/resources/waterfall-project-management-methodology>
- Letelier, P. (2003). *Metodologías ágiles en el desarrollo de software*. Valencia .
- Leybourn, E. (30 de Mayo de 2022). *4th Annual State of Agile Marketing Report*. Obtenido de Agile Sherpas: <https://www.agilesherpas.com/4th-annual-state-of-agile-marketing-report>
- Maida, E. G. (2015). *Metodologías de desarrollo de software*.
- Martins, J. (11 de Mayo de 2022). *¿Qué es la metodología Kanban y cómo funciona?* Obtenido de Asana: <https://asana.com/es/resources/what-is-kanban>

- Molina, J. F. (2012). Métodos híbridos de investigación y dirección de empresas: ventajas e implicaciones . *Cuadernos de Economía y Dirección de la Empresa CEDE*, 55-62.
- Montero, B. M. (2018). Metodologías ágiles frente a las tradicionales en el proceso de desarrollo de software. *Espirales*.
- Nogueras, A. (25 de Marzo de 2022). *Similitudes y diferencias entre la metodología Waterfall y Agile en dirección de proyectos*. Obtenido de EALDE: <https://www.ealde.es/metodologia-waterfall-y-agile/>
- Pajares, J. (2018). *Open PM2 Conference: la primera conferencia sobre la metodología de Dirección de Proyectos de la Comisión Europea*. Bruselas. Obtenido de Insisoc: <https://www.insisoc.org/index.php/2018/02/14/open-pm2-conference-la-primera-conferencia-sobre-la-metodologia-de-direccion-de-proyectos-de-la-comision-europea/>
- Paneque, Á. (26 de Febrero de 2022). *ICB4 - Bases para la Competencia Individual en Dirección de Proyectos, Programas y Carteras de Proyectos*. Obtenido de AEIPRO: <https://www.aepro.com/es/noticias/1087-icb4-bases-para-la-competencia-individual-en-direcci%C3%B3n-de-proyectos,-programas-y-carteras-de-proyectos.html>
- Pardo, D. (11 de Abril de 2022). *Breve Historia de la Gestión de Proyectos*. Obtenido de Integriaims: <https://integriaims.com/historia-de-la-gestion-de-proyectos/>
- Peña, J. A. (29 de Abril de 2022). *Las 5 fases en Gestión de Proyectos*. Obtenido de EOI: <https://www.eoi.es/blogs/embacon/2014/04/29/las-5-fases-en-gestion-de-proyectos/>
- Pérez, A. (07 de Abril de 2022). *¿Qué es la dirección de proyectos? Características generales*. Obtenido de Business School: <https://www.obsbusiness.school/blog/que-es-la-direccion-de-proyectos-caracteristicas-generales>
- Project Management Institute. (2021). *PMBOK Guide*. Seventh Edition.
- Recuero, P. (22 de Marzo de 2022). *Breve historia de Internet de las cosas (IoT)*. Obtenido de Think Big / Empresas: <https://empresas.blogthinkbig.com/breve-historia-de-internet-de-las-cosas-iot/>
- Redacción APD. (21 de Febrero de 2022). *Pros y contras de la Cuarta Revolución Industrial*. Obtenido de apd: <https://www.apd.es/ciberindustria-ventajas-desventajas/>
- Rifkin, J. (2011). *La Tercera Revolución Industrial*. Paidós.
- Rodelgo, Á. (20 de Mayo de 2022). *GESTIÓN ÁGIL vs GESTIÓN TRADICIONAL DE PROYECTOS ¿CÓMO ELEGIR?* Obtenido de Escuela de negocios FEDA: <https://www.escueladenegociosfeda.com/blog/50-la-huella-de-nuestros-docentes/471-gestion-agil-vs-gestion-tradicional-de-proyectos-como-elegir>
- Rodrigues, N. (03 de Abril de 2022). *PMBOK: qué es, para qué sirve, fases y herramientas*. Obtenido de Hubspot: <https://blog.hubspot.es/sales/que-es-pmbok>

- Rodríguez, C. (20 de Mayo de 2022). *Metodologías Ágiles, objetivos, características, ventajas*. Obtenido de Iebs school: <https://comunidad.iebschool.com/metodologiasagiles/general/concepto-metodologias-agiles/>
- Rodríguez, M. (24 de Marzo de 2022). *Scrum: el pasado y el futuro*. Obtenido de Netmind: <https://netmind.net/es/scrum-el-pasado-y-el-futuro/>
- Rodríguez, P. G. (2020). La industria 4.0 y su relación con la Gestión de los Recursos Humanos. *International Journal of Good Conscience*.
- Rodríguez, T. (18 de Febrero de 2022). *Machine Learning y Deep Learning: cómo entender las claves del presente y futuro de la inteligencia artificial*. Obtenido de Xataka: <https://www.xataka.com/robotica-e-ia/machine-learning-y-deep-learning-como-entender-las-claves-del-presente-y-futuro-de-la-inteligencia-artificial>
- Royce, W. (1987). Managing the development of large software systems: concepts and techniques. *Proceedings of the 9th international conference on Software Engineering*, (págs. 328-338).
- Salesforce. (12 de Marzo de 2022). *Deep Learning y Machine Learning: las diferencias*. Obtenido de Salesforce: <https://www.salesforce.com/mx/blog/2018/7/Machine-Learning-y-Deep-Learning-aprende-las-diferencias.html>
- SAS Insights. (05 de Marzo de 2022). *Big data: Qué es y por qué es importante*. Obtenido de SAS: [https://www.sas.com/es\\_es/insights/big-data/what-is-big-data.html](https://www.sas.com/es_es/insights/big-data/what-is-big-data.html)
- Schwab, K. (2016). La cuarta revolución industrial. *World Economic Forum*.
- Serrano, J. (31 de Mayo de 2022). *Cómo aplicar la industria 4.0 para mejorar la calidad y productividad en plantas de producción*. Obtenido de Sixphere: <https://sixphere.com/blog/industria40-calidad-productividad/>
- Slate, A. (15 de Marzo de 2022). *PRINCE2: la metodología dominante en la gestión de proyectos*. Obtenido de Wrike: <https://www.wrike.com/es/blog/prince2-la-metodologia-gestion-de-proyectos/>
- Talanttunity. (29 de Mayo de 2022). *METODOLOGÍA KANBAN. DEFINICIÓN Y USOS*. Obtenido de Talanttunity: <https://www.talanttunity.com/metodologia-kanban-definicion-y-usos/>
- Torra, V. (2011). La inteligencia artificial. *Lychnos*, 07.
- Torralba, P. P. (21 de Febrero de 2022). *Tendencias Big Data 2022 para que el futuro no te pille de sorpresa*. Obtenido de iebschool: <https://www.iebschool.com/blog/tendencias-big-data/>
- Unir Revista. (15 de Marzo de 2022). *La industria 4.0, la transformación digital de las organizaciones industriales*. Obtenido de Unir: <https://www.unir.net/ingenieria/revista/que-es-industria-4-0/>
- Universidad de Alcalá. (22 de Marzo de 2022). *¿Qué es la robótica colaborativa?* Obtenido de masterindustria40: <https://www.masterindustria40.com/que-es-robotica-colaborativa/>
- Vázquez, J. I. (10 de Abril de 2022). *Horizontes y desafíos de Internet de las cosas*. Obtenido de bbvaopenmind: <https://www.bbvaopenmind.com/articulos/horizontes-y-desafios-de-internet-de-las-cosas/>

- Vargas, R. (11 de Mayo de 2022). *Matriz e Processos do Fluxo de Processos PMBOK 6ª Edição*. Obtenido de Rvarg: [rvarg.as/pmbok6canvas/](http://rvarg.as/pmbok6canvas/)
- Vidal, J. F. (2021). Adaptación de la metodología scrum a la gestión de proyectos de innovación universitarios en la industria 4.0. *Dyna management*.
- Vila, J. L. (08 de Junio de 2022). *La Metodología XP: la metodología de desarrollo de software más existosa*. Obtenido de Proagilist: <https://proagilist.es/blog/agilidad-y-gestion-agil/agile-scrum/la-metodologia-xp/>
- Vodafone. (23 de Abril de 2022). *Estudio sobre el estado de digitalización de las empresas y Administraciones Públicas españolas*. Obtenido de Vodafone: <https://www.observatorio-empresas.vodafone.es/wp-content/uploads/2017/09/Informe-Digitalizacion-Resumen-Observatorio-VDF-1.pdf>
- Wolf Project. (01 de Abril de 2022). *PM2 Gestión de proyectos: certificación PM2 Essentials*. Obtenido de Wolf Project: <https://wolfproject.es/curso/pm2-gestion-de-proyectos-certificacion-pm2-essentials/>
- Zima Robotics. (25 de Febrero de 2022). *ROBÓTICA*. Obtenido de Zima Corp: <https://zimacorp.es/robotica/>
- Ealde. (17 de Abril de 2022). *Las 10 áreas de conocimiento en dirección de proyectos según el PMBOK®*. Obtenido de Ealde: <https://www.ealde.es/areas-conocimiento-pmbok/>