



COMILLAS
UNIVERSIDAD PONTIFICIA

ICAI

ICADE

CIHS

Facultad de Ciencias Humanas y Sociales

Grado en Administración de Empresas

Trabajo Fin de Grado

*"Impacto del IoT en el desempeño
económico de las empresas."*

Alumno: Marc Sougey Medialdea

Director: Juan Felipe Jung Lusiardo

Madrid, junio 2023

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	6
1.1 MOTIVACIÓN	6
1.2 ¿PORQUE ES IMPORTANTE?.....	7
1.3 ¿QUE SE PLANEA HACER?	8
2. REVISIÓN DE LA LITERATURA	8
2.1 ¿QUÉ ES EL IoT?.....	9
2.2 DESARROLLO DEL IoT	9
2.3 CASOS DE USO DEL IoT	12
2.4 ¿QUÉ VENTAJAS GENERA EL IoT?	13
2.5 IoT Y VARIABLES DE RENDIMIENTO ECONÓMICO	19
2.6 ESTUDIOS QUE HAYAN ANALIZADO EL TEMA PARA EL CASO DE ESPAÑA	22
2.7 SITUACIÓN DEL IoT EN LAS PRINCIPALES ECONOMÍAS DEL MUNDO	24
2.8 CONTRIBUCIÓN EN ÁREAS NO ESTUDIADAS EN LA LITERATURA ACADÉMICA	26
2.9 HIPÓTESIS	28
3. ANÁLISIS DESCRIPTIVO	28
3.1 ANÁLISIS DETALLADO POR SECTOR INDUSTRIAL: IDENTIFICACIÓN DE SECTORES MÁS Y MENOS CONECTADOS	28
3.2 ANÁLISIS DETALLADO POR TAMAÑO DE EMPRESA.....	31
3.3 ANÁLISIS DETALLADO POR COMUNIDAD AUTÓNOMA: IDENTIFICACIONES DE REGIONES MÁS Y MENOS CONECTADAS	32
4. RECOMENDACIONES DE POLÍTICAS PARA ACELERAR LA DIGITALIZACIÓN EN LAS EMPRESAS	37
4.1 POLÍTICAS QUE SE HAN HECHO	37
4.2 POSIBLES POLÍTICAS NACIONALES / REGIONALES / EUROPEAS.....	38
5. CONCLUSIONES	41
6. REFERENCIAS	44

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: % de empresas que utilizan dispositivos interconectados IoT en función de la Comunidad Autónoma.	33
---	----

Figura 2: % de empresas del sector Industria que utilizan dispositivos interconectados IoT en función de la Comunidad Autónoma.	34
Figura 3: % de empresas del sector Construcción que utilizan dispositivos interconectados IoT en función de la Comunidad Autónoma.	35
Figura 4: % de empresas del sector Servicios que utilizan dispositivos interconectados IoT en función de la Comunidad Autónoma.	35

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Ingresos del mercado del IoT, por industrias, en España.	23
Tabla 2: Ingresos del mercado del IoT global.	25
Tabla 3: % de empresas que utilizan dispositivos interconectados que puedan ser monitorizados o controlados remotamente a través de Internet (IoT).	30
Tabla 4: % de empresas que utilizan dispositivos interconectados IoT en función del tamaño de la empresa.	31

Resumen

Este trabajo analiza las principales características del Internet of Things, las distintas aplicaciones que se le da, las ventajas que ofrece y sobre todo el impacto que tiene en el desempeño económico de las empresas. Se analizan datos cualitativos y cuantitativos, para realizar un análisis en profundidad de la adopción de IoT en España, y para analizar el impacto de la adopción de IoT en las variables de rendimiento económico. Tras este análisis, el trabajo concluye que el grado de adopción de IoT depende del sector en el que la empresa opere, que cuanto mayor sea la empresa mayor es el grado de adopción, y que existen diferencias entre distintas regiones dentro de España. Además, el trabajo muestra una clara correlación entre el uso de esta tecnología y un mejor desempeño empresarial. En último lugar, el trabajo contribuye a fomentar el uso de esta tecnología mediante una serie de propuestas dirigidas a entidades gubernamentales internacionales, nacionales y regionales.

Palabras Clave

Internet of Things, IoT, desempeño económico, digitalización, adopción de IoT

Abstract

This paper analyses the main characteristics of the Internet of Things, the different applications it offers, the advantages it offers and above all the impact it has on the economic performance of companies. Qualitative and quantitative data are analyzed to conduct an in-depth analysis of IoT adoption in Spain, and to analyze the impact of IoT adoption on economic performance variables. After this analysis, the study concludes that the degree of IoT adoption depends on the sector in which the company operates, that the higher the company, the higher the degree of adoption, and that there are differences between different regions within Spain. In addition, the work shows a clear correlation between the use of this technology and increased business performance. Finally, the work helps to promote the use of this technology through a number of proposals addressed to international, national and regional governmental entities.

Key Words

Internet of Things, IoT, economic performance, digitization, IoT adoption

1. Introducción

1.1 Motivación

Esta tesis se apoya en tres factores. En primer lugar, hay mucho interés en averiguar cómo las tecnologías de Internet of Things (IoT) afectan al rendimiento a medida que más empresas de todo el mundo las utilizan. Debido a la rapidez con la que las empresas están utilizando IoT, es necesario analizar cómo afectará a varios elementos del rendimiento económico, incluidos el aumento de los ingresos, la disminución de los costos y el aumento de la productividad. Es esencial examinar cómo la adopción de IoT afecta al rendimiento financiero de las empresas a medida que sigue ganando fuerza. En segundo lugar, se requiere un estudio más empírico para examinar la conexión entre el uso de IoT y distintas áreas de la sociedad española, como el tamaño de la empresa, el sector en el que opera y la Comunidad Autónoma en la que opera. Los encargados de adoptar decisiones en las empresas y los gobiernos necesitan datos basados en pruebas para orientar sus decisiones de planificación estratégica y de inversión, y esta tesis busca contribuir a la bibliografía ya existente, lo que puede ser útil para los responsables de la toma de decisiones tanto en el mundo académico como en el empresarial. Por último, esta tesis pretende ofrecer recomendaciones políticas para que España y Europa aceleren la digitalización de las empresas y maximicen los beneficios del IoT. España ha promovido activamente la digitalización y la innovación en su economía, y comprender las implicaciones de la adopción de IoT puede orientar las intervenciones políticas destinadas a fomentar un entorno favorable para la adopción de IoT. A través de recomendaciones políticas basadas en los hallazgos, la tesis pretende contribuir al discurso político sobre digitalización, innovación y adopción de IoT, no solo en España, sino también en el contexto regional y el contexto europeo más amplio.

En resumen, las motivaciones de esta tesis son la creciente adopción de las tecnologías de IoT, la necesidad de investigación empírica para entender la relación entre la adopción de IoT y determinadas características de una empresa, y el objetivo de ofrecer recomendaciones políticas a las Comunidades Autónomas, a España y Europa para acelerar la digitalización de las empresas. Esta tesis pretende avanzar en nuestra comprensión del impacto del IoT en el desempeño económico de las empresas y contribuir a la política y el discurso académico sobre la adopción y digitalización del IoT.

1.2 ¿Porque es importante?

La importancia de esta tesis se extiende tanto a los académicos como a los encargados de la formulación de políticas y a los profesionales.

Desde una perspectiva académica, esta tesis contribuirá a la bibliografía existente sobre que es el IoT, sus principales características, los principales casos de uso y su impacto en el rendimiento económico, con un enfoque específico en el contexto español. El análisis proporciona información valiosa al ofrecer un análisis sobre la adopción de IoT en distintas industrias españolas, en función del tamaño de la empresa y su ubicación geográfica. Este trabajo se suma al acervo de conocimientos sobre la adopción de IoT y el rendimiento económico, colmando las lagunas existentes en la bibliografía y allanando el camino para una mayor investigación en este campo.

Para los responsables políticos, esta tesis es de gran importancia al ofrecer un estudio que reúne múltiples estudios y un análisis del estado actual de la adopción de IoT en España y los factores que dificultan o aceleran su avance. Las recomendaciones políticas generadas a partir de esta tesis pueden informar a los responsables políticos sobre posibles intervenciones destinadas a promover la digitalización y la adopción de IoT a nivel regional, en España y Europa. Los responsables políticos pueden crear un entorno propicio para que las empresas adopten las tecnologías de la IoT y fomentar el crecimiento económico y mejorar la competitividad a nivel nacional y regional.

Los profesionales, incluidos los líderes empresariales y los responsables de la toma de decisiones, también pueden beneficiarse de los resultados de esta tesis, pues los conocimientos obtenidos de esta investigación pueden guiar sus decisiones de planificación estratégica y de inversión relacionadas con la adopción de IoT. El análisis del impacto de la IoT por sectores, tamaño de las empresas y diferencias regionales puede ayudar a los profesionales a identificar los posibles beneficios y riesgos asociados con la implementación de la IoT en sus respectivos sectores y ubicaciones.

1.3 ¿Que se planea hacer?

El objetivo principal de esta tesis es investigar el impacto del IoT en el rendimiento económico de las empresas españolas. Para lograr este objetivo, la tesis perseguirá los siguientes objetivos específicos:

- Proporcionar una visión general completa del concepto de IoT, incluyendo su definición, desarrollo histórico y componentes tecnológicos clave.
- Revisar las ventajas de la adopción de IoT en las empresas, basado en la literatura relevante y la evidencia empírica.
- Realizar un análisis en profundidad de la adopción de IoT en España, examinando el estado actual de la implementación de IoT, los factores que influyen en la adopción y el nivel de madurez de IoT en diferentes industrias, tamaños de empresas y regiones.
- Generar recomendaciones políticas para España y Europa para acelerar la digitalización de las empresas y maximizar los beneficios de la adopción de IoT.

En conclusión, esta tesis pretende contribuir a la literatura sobre la adopción de IoT y su impacto en el rendimiento económico de las empresas, con un enfoque en el contexto español. Al proporcionar información sobre el estado actual de la adopción de IoT en España, resaltar su impacto en las variables de rendimiento económico y ofrecer recomendaciones políticas, esta tesis pretende avanzar en nuestra comprensión del potencial de IoT para impulsar el crecimiento económico y fomentar la transformación digital. Los hallazgos de esta tesis pueden ser valiosos para académicos, responsables políticos y profesionales, y pueden informar futuras investigaciones, intervenciones normativas y estrategias empresariales en la era del IoT.

2. Revisión de la literatura

2.1 ¿Qué es el IoT?

El desarrollo tecnológico del internet ha revolucionado la economía tal y como la conocemos hoy en día. Uno de los mayores frutos que ha dado el desarrollo del internet ha sido el Internet de las Cosas, más comúnmente denominado el Internet of Things o IoT. Este concepto se puede definir muy básicamente como la conexión entre personas, internet y cosas que se pretende lograr a través de una variedad de técnicas tecnológicas de vanguardia (Wang et al., 2021).

El componente fundamental de la visión del IoT es el dispositivo inteligente. Los objetos inteligentes pueden interactuar y controlar el mundo físico, recopilar datos del entorno y conectarse entre sí e Internet para compartir datos e información. El gran número de dispositivos conectados previstos, así como la gran cantidad de datos disponibles en la actualidad, ofrecen nuevas oportunidades para el desarrollo de servicios que beneficiarán directamente a la sociedad, el medio ambiente, la economía y los ciudadanos (Borgia, 2014).

Como resultado, al mejorar la conectividad, mejorar la percepción de la información y ampliar el alcance de los servicios inteligentes, el Internet de las Cosas (IoT) tiene el potencial de ser una verdadera evolución de la Internet tal como la conocemos (Salazar y Silvestre, 2016).

Se prevé que, en un futuro no muy lejano, la mayor parte de la comunicación tendrá lugar entre computadoras y otros dispositivos electrónicos conectados, lo que permitirá compartir información y reducir la necesidad de conexión humana. Además, esto daría lugar a un fuerte aumento del número de "cosas" en lugar del número de usuarios en línea (Suresh et al., 2014). En esencia, el IoT consiste en utilizar los datos para impulsar ideas y acciones que puedan mejorar la eficiencia, la productividad y la calidad de vida.

2.2 Desarrollo del IoT

El IoT ha evolucionado considerablemente en las últimas décadas, desde sus inicios básicos a sus aplicaciones a enorme escala por parte de multinacionales y estados hoy en día. El concepto se introdujo por primera vez a finales de la década de 1990 y

desde entonces se ha convertido en un importante motor de la revolución digital. El primer dispositivo IoT se creó en 1982, cuando estudiantes de la Universidad Carnegie Mellon conectaron una máquina expendedora de Coca-Cola a ARPANET, un precursor del internet, lo que permitió a los usuarios verificar si la máquina tenía refrescos fríos antes de realizar una compra (Teicher, 2018).

Más tarde, en 1990, John Romkey conectó con éxito una tostadora a un Protocolo simple de administración de red (o SNMP en inglés) y pudo encenderla y apagarla, acercándonos aún más a lo que consideramos dispositivos de IoT contemporáneos (Romkey, 2016). El Trojan Room Coffee Pot, el primer prototipo de cámara web del mundo, se colocó en la Universidad de Cambridge en 1993 para vigilar la cantidad de café que quedaba en el sistema de elaboración de la cerveza.

Durante la próxima década, la tecnología necesaria para el Internet de las Cosas comenzó a emerger, con avances en redes inalámbricas, computación en nube y análisis de big data. En 1995, se dio un importante paso hacia la demostración de uno de los elementos más importantes para muchos dispositivos del IoT: la localización (Greengard, 2023).

El año 1999 fue grande para el IoT, cuando fue el tema de una presentación en Procter & Gamble del fundador de Auto-ID Kevin Ashton. Los oyentes quedaron asombrados por el uso creativo de los conceptos de Internet y RFID (identificación por radiofrecuencia) por parte de Ashton. Esta tecnología automática (RFID) ayuda a las máquinas o computadoras a reconocer objetos, registrar metadatos o controlar objetivos específicos mediante ondas de radio. La RFID se considera a menudo un requisito previo para el IoT (Jia, Feng et al., 2012). A pesar de que el concepto de Ashton de comunicación de dispositivos basada en RFID es diferente del IoT basado en IP (Internet Protocol) de hoy en día, su innovación fue crucial para la historia del IoT y para el avance de la tecnología en su conjunto.

La informática en la nube, o más comúnmente conocido como el *cloud* es otra nueva tecnología que ha potenciado el desarrollo e implementación del IoT. La era moderna de la computación en la nube se remonta a principios de la década de 2000, cuando empresas como Amazon y Google comenzaron a desarrollar infraestructura y servicios que permitirían a los clientes acceder a recursos informáticos a través de Internet. Amazon

Web Services, el mayor proveedor de servicios en la nube a nivel global define esta tecnología como “la distribución de recursos de TI bajo demanda a través de Internet mediante un esquema de pago por uso. En lugar de comprar, poseer y mantener servidores y centros de datos físicos, puede acceder a servicios tecnológicos, como capacidad informática, almacenamiento y bases de datos, en función de sus necesidades a través de un proveedor de la nube”. Estos recursos se pueden aprovisionar rápidamente como infraestructura (IaaS), software y aplicaciones (SaaS). Al conectarse a la infraestructura como servicio (IaaS) que nos rodea, las plataformas basadas en la nube nos permiten acceder a cualquier cosa desde cualquier lugar y en cualquier momento con la ayuda de portales especializados y herramientas integradas (SaaS). Como resultado, la nube sirve como interfaz para el Internet de las Cosas (Rao et al., 2012).

Durante la década del 2010, la adopción del IoT se materializa considerablemente. En el 2011, Gartner incluye el IoT en su “hype cycle”, un gráfico utilizado para medir la popularidad de una tecnología frente a su utilidad real a lo largo del tiempo. Poco después los dispositivos IoT comienzan a usar sensores, como los termostatos y la iluminación en casas que comenzaron a utilizar sensores para detectar con precisión el entorno circundante. En el 2022, el número de dispositivos IoT conectados en todo el mundo superó los 13 mil millones, por lo que hoy en día existen más dispositivos conectados que personas. En el mismo año, la industria generó \$250 mil millones en ingresos y se calcula que supere los \$620 mil millones en 2030 (Statista, 2022).

En general, los avances tecnológicos en redes inalámbricas, computación en nube y sensores han sido cruciales para permitir el crecimiento del IoT. A medida que estas tecnologías sigan mejorando y evolucionando, es probable que veamos una adopción aún más generalizada del IoT en una amplia gama de industrias y aplicaciones. Los beneficios potenciales del IoT son significativos, y es probable que veamos una inversión y un crecimiento continuos en el espacio en los próximos años. Sin embargo, al igual que con cualquier tecnología emergente, también hay problemas que deben abordarse, como la privacidad y la seguridad de los datos, así como la necesidad de normas y reglamentos de interoperabilidad. Sin embargo, los beneficios potenciales del IoT están impulsando el interés y la inversión continuos tanto de las empresas establecidas como de las startups.

2.3 Casos de uso del IoT

El IoT ha suscitado un gran interés y muchas empresas han visto el potencial del IoT para revolucionar una amplia gama de industrias. El IoT tiene un potencial increíble para generar riqueza. Tiene la capacidad de transformar completamente los modelos de negocio y remodelar industrias y sectores enteros. Los principales usos del IoT son diversos, desde aplicaciones industriales y de fabricación, hasta la salud, el transporte e incluso la agricultura. Este apartado ofrece una revisión de algunas aplicaciones del Internet of Things en determinadas industrias.

En la industria de la **salud**, para llevar a cabo tareas de atención médica como el diagnóstico, el monitoreo y las cirugías remotas a través de Internet, un sistema de atención médica basado en IoT conecta todos los recursos disponibles como una red. El objetivo es llevar los servicios de salud de las instituciones y las comunidades a los hogares. La integración de dispositivos de monitoreo, cuyo extremo frontal se maneja como un gestor de red, ha visto un amplio uso de la tecnología inalámbrica (Yuehong et al., 2016). Un claro ejemplo de la implementación del IoT en la industria de la salud es el Apple Watch. Este reloj notifica al usuario si su ritmo cardíaco es irregular, y ofrece un seguimiento a largo plazo de la frecuencia con la que los pacientes con fibrilación auricular exhiben síntomas. Durante la pandemia del COVID-19, el IoT ha resultado clave en identificar los casos positivos, reducir la intensa carga de trabajo a la que fue sometido el personal sanitario en los hospitales, y mantener informados a los pacientes de COVID durante todo el proceso de su recuperación (Javaid & Khan, 2021).

En la industria **manufacturera**, se habla con mayor frecuencia de la Industria 4.0. El Foro Económico Mundial define la Industria 4.0 como:

los sistemas de producción "inteligentes" y conectados que están diseñados para detectar, predecir e interactuar con el mundo físico, con el fin de tomar decisiones que apoyen la producción en tiempo real. En la fabricación, puede aumentar la productividad, la eficiencia energética y la sostenibilidad. Aumenta la productividad al reducir los tiempos de inactividad y los costes de mantenimiento. (Sirimanne, 2022)

La tecnología IoT desempeña un papel crucial en el sector al hacer posible que los objetos sean detectados y controlados a distancia a través de la infraestructura de red existente, abriendo posibilidades para una integración más directa del mundo físico en los sistemas informáticos y dando lugar a una mayor eficiencia, precisión y beneficio económico, además de una reducción de la intervención humana (Zhong & Ge, 2018). Además, para reducir los costosos tiempos de inactividad imprevistos y las averías inesperadas, las empresas manufactureras han adoptado ampliamente el concepto de mantenimiento proactivo, que fomenta el diagnóstico precoz y la sustitución de componentes basándose en la predicción y el seguimiento de la degradación de la maquinaria (Yang et al., 2016).

El sector del **transporte y logística** es otra industria que se beneficia enormemente del IoT. Las principales ventajas son la optimización de la distancia recorrida por el vehículo, lo que afecta en los beneficios por menor consumo de combustible. En circunstancias mortales y peligrosas, el IoT mejora las rutas para minimizar cualquier riesgo posible. A través de una red controlada de forma centralizada, se puede explotar un servicio en función de la demanda. La seguridad pública es posible gracias a un control del tráfico basado en el recuento de vehículos (Manoj Kumar & Dash, 2017). Según argumentan Song et al. (2020), el IoT será crucial para la adopción de la logística inteligente, que cambiará fundamentalmente la forma en que se opera la logística, así como la estructura del sistema logístico. Para que la logística inteligente basada en el IoT sea una realidad, aún deben tenerse en cuenta numerosas cuestiones, incluidos los escenarios aplicables, las dificultades actuales y los caminos futuros.

2.4 ¿Qué ventajas genera el IoT?

Con el crecimiento del IoT, las empresas, los gobiernos y los ciudadanos están cosechando una multitud de beneficios. Las empresas están mejorando su eficiencia y productividad, los ciudadanos disfrutan de una mayor comodidad y comodidad, y los gobiernos son cada vez más eficaces en la prestación de servicios y la mejora de la seguridad pública.

En primer lugar, el IoT ofrece muchas ventajas por los ciudadanos:

El IoT permite mejorar la calidad de vida de estos mediante la adopción de la tecnología para crear casas inteligentes. El IoT se puede utilizar para crear hogares inteligentes que sean más eficientes energéticamente, seguros y cómodos para los residentes. Smart Home, considerada una de las aplicaciones más populares del IoT, se caracteriza por la automatización dirigida a reducir el esfuerzo humano. Con la creciente importancia de los sistemas de control remoto en el mundo actual, las tecnologías inalámbricas se utilizan ampliamente en los sistemas de automatización, proporcionando ventajas que las redes cableadas no pueden ofrecer. Los hogares inteligentes, también conocidos como domótica, utilizan tecnologías de vanguardia para simplificar las actividades domésticas. La ventaja clave de incorporar IoT en los hogares inteligentes es la capacidad de controlar de forma remota todos los dispositivos del hogar. La arquitectura de la domótica puede variar dependiendo de los protocolos y hardware utilizados en el sistema (Paul, Ganesh & Sunitha, 2018). Por ejemplo, los termostatos inteligentes pueden conocer las preferencias de los residentes y ajustar automáticamente la temperatura para optimizar el confort y el ahorro energético. Ya existe una gran cantidad de dispositivos IoT que son asequibles para cualquier ciudadano, como las bombillas inteligentes Philips Hue se han utilizado para crear una iluminación más cómoda y energéticamente eficiente, mientras que los termostatos Ecobee se han utilizado para optimizar los ajustes de temperatura para el máximo confort y ahorro energético.

El IoT también ayuda a tener una mejor salud y bienestar. Tal y como se ha explicado anteriormente, los dispositivos portátiles que forman parte del IoT pueden rastrear una amplia gama de datos biométricos, como la frecuencia cardíaca, los patrones de sueño y los niveles de actividad. Estos datos se pueden utilizar para proporcionar recomendaciones personalizadas de salud y bienestar y mejorar los resultados de los pacientes. Entre todos los dispositivos disponibles, destacan los dispositivos Fitbit, un 'smartwatch' que recoge métricas de salud y forma física, o el Apple Watch se ha utilizado para detectar ritmos cardíacos irregulares y otras afecciones de salud.

El IoT puede habilitar una serie de comodidades para los ciudadanos cotidianos. Los hogares están cada vez más equipados con tecnología inteligente que automatiza las tareas cotidianas. Los avances en las técnicas de interacción persona-ordenador (IPO) han facilitado la gestión de los dispositivos IoT. Entre estas técnicas, la interacción de voz está actualmente en su apogeo, permitiendo una comunicación natural y fluida entre las

personas y los dispositivos de IoT, especialmente en soluciones para el hogar inteligente y otros dominios de ciudades inteligentes. Los asistentes virtuales, que son agentes de software que automatizan tareas utilizando el IPO natural, son particularmente frecuentes en forma de asistentes virtuales de voz. Los usuarios pueden comunicar sus peticiones mediante comandos de voz, y el asistente virtual procesa la información y responde de la misma manera. Las recientes mejoras tecnológicas y la adopción generalizada por parte de los usuarios han convertido a los asistentes de voz en una solución muy adecuada para gestionar acciones en hogares inteligentes, proporcionando una experiencia de usuario coherente en todo el ecosistema de hogares inteligentes. Se prevé que los asistentes de voz seguirán desempeñando un papel fundamental en el desarrollo de hogares inteligentes y se convertirán en el modo principal de interacción con el equipo y los programas informáticos en un futuro próximo (Jiménez, Saavedra, del Campo & Santamaria, 2021). Alexa de Amazon se ha convertido en una forma popular para que las personas interactúen con sus hogares inteligentes y automaticen una variedad de tareas. Por ejemplo, los usuarios pueden pedirle a Alexa que apague las luces, pida comida o reproduzca música. Del mismo modo, Microsoft sacó en el 2014 su asistente de voz Cortana y Apple sacó uno de los primeros del mercado en el 2010, llamado Siri.

En segundo lugar, el IoT ofrece muchas ventajas por las empresas:

La adopción de tecnologías del IoT puede llevar a una empresa a una mayor eficiencia en sus procesos de producción. El IoT se puede utilizar para optimizar la gestión de la cadena de suministro, reducir el tiempo de inactividad y mejorar los procesos de producción. Mediante la recopilación de datos sobre una serie de parámetros, las empresas pueden detectar ineficiencias y tomar medidas para mejorar los procesos. Un sistema de sensores interconectados IoT vinculados a la infraestructura, los sistemas y la maquinaria puede proporcionar datos y notificaciones que permiten a los administradores de las instalaciones anticipar los requisitos de mantenimiento, detectando proactivamente los problemas antes de que se agraven. Esto mejora la eficiencia del edificio y evita costosos fallos de funcionamiento (Rawlings, 2020). En el sector manufacturero, las tecnologías IoT se han utilizado para optimizar los procesos de producción y reducir el tiempo de inactividad. Con el propósito de modernizar sus procesos logísticos y de fabricación de automóviles, el Grupo Volkswagen creó Volkswagen Industrial Cloud en Amazon Web Services (AWS), aprovechando los servicios de Internet de las cosas (IoT) de AWS para

conectar los datos de más de 120 fábricas, así como las máquinas y sistemas asociados. El objetivo de Volkswagen Industrial Cloud es mejorar la productividad en un 30%, reducir los costos de las fábricas en un 30% y lograr un ahorro de 1000 millones de euros en la cadena de suministro (AWS).

El IoT se puede utilizar para mejorar el servicio al cliente, como crear experiencias personalizadas y receptivas del cliente, por ejemplo, utilizando datos de dispositivos conectados para anticipar las necesidades del cliente y ofrecer un servicio proactivo. En la actualidad, los datos de la Internet de las Cosas (IoT) posibilitan una variedad de servicios que facilitan las conexiones entre las empresas y sus clientes. Estos datos incluyen información relacionada con el medio ambiente, el uso y las consultas. Para mejorar la satisfacción del cliente y el rendimiento del producto, la utilización estratégica de los datos de IoT puede implicar la personalización del producto, así como la activación de alertas, esfuerzos educativos y acciones correctivas (Anand, 2023). En el sector minorista, las tecnologías IoT se han utilizado para crear experiencias de cliente personalizadas y receptivas. Por ejemplo, las tiendas de Amazon Go utilizan tecnología IoT como sensores, cámaras y algoritmos de aprendizaje automático para crear una experiencia de compra perfecta y sin fricción para los clientes. Los compradores pueden entrar en la tienda, recoger los artículos que quieren comprar, y simplemente salir sin tener que pasar por un proceso de pago tradicional. La tecnología IoT rastrea los artículos recogidos por los clientes y los carga automáticamente en su cuenta de Amazon, eliminando la necesidad de pagos físicos o colas. Al aprovechar los datos y la tecnología de IoT, las tiendas Amazon Go han podido mejorar el servicio al cliente al reducir los tiempos de espera, eliminar la necesidad de realizar pagos tradicionales y ofrecer una experiencia de compra cómoda y eficiente. Esto ha dado lugar a una mayor satisfacción y lealtad de los clientes, lo que demuestra cómo el IoT puede utilizarse para mejorar el servicio al cliente en la industria minorista.

El IoT puede permitir a las empresas crear nuevas fuentes de ingresos al ofrecer servicios y soluciones de valor añadido habilitados por dispositivos conectados. Por ejemplo, una empresa que fabrica equipos industriales podría ofrecer un servicio de mantenimiento predictivo que utilice datos de sensores conectados para identificar posibles problemas antes de que ocurran. Un estudio llevado a cabo por Nagy, Mansour y Presser (2018) muestra como las empresas que buscan aprovechar IoT para mejorar sus productos o

servicios pueden probar rápidamente sus suposiciones mediante la creación de un producto viable mínimo. Esto les puede ayudar a desbloquear nuevas fuentes de ingresos y proporcionar un mayor valor a sus clientes. Aunque el estudio de caso examina específicamente la industria de las turbinas eólicas, las conclusiones se aplican también a otras industrias. Un ejemplo de esto es la empresa de vehículos eléctricos Tesla, que tiene varias fuentes de ingresos a parte de la venta de vehículos eléctricos. El fabricante americano ofrece servicios de carga rápida y conveniente para los propietarios de vehículos Tesla, creando un ecosistema de carga patentado, llamado red de Supercharger de Tesla, que funciona con tecnología IoT (Forbes, 2022). Tesla ha podido crear nuevos flujos de ingresos más allá de la venta inicial de sus vehículos, proporcionando servicios de valor agregado a sus clientes e incrementando sus ingresos generales.

En tercer lugar, el IoT ofrece muchas ventajas por gobiernos y sociedades en general:

El IoT puede utilizarse para crear ciudades más inteligentes y seguras para los ciudadanos. Un ejemplo de cómo la Internet de las Cosas (IoT) puede ayudar a las ciudades a ser más inteligentes y seguras para los ciudadanos es a través de los sistemas de alumbrado público inteligente. Gagliardi et al. (2020) explican que el alumbrado público tradicional suele ser ineficiente, ya que las luces permanecen encendidas incluso durante el día o en zonas sin actividad peatonal, lo que genera un desperdicio de energía innecesario y un aumento de los costes. Sin embargo, con los sistemas de alumbrado público inteligente habilitados para IoT, se pueden instalar sensores en farolas para detectar los niveles de luz ambiental, la presencia de peatones y el flujo de tráfico, lo que permite un control inteligente y dinámico del alumbrado público. Por ejemplo, durante el día, cuando la luz natural es suficiente, los sensores pueden atenuar o apagar automáticamente las luces, ahorrando energía. Cuando se detectan peatones o vehículos en una zona, las luces pueden iluminarse para garantizar la seguridad y la protección. Esto no solo reduce el consumo de energía y los costes operativos, sino que también mejora la seguridad de los ciudadanos al proporcionar zonas bien iluminadas para peatones y vehículos, reduciendo así el riesgo de accidentes y delincuencia.

El IoT puede utilizarse para reducir el consumo de energía, mejorar la gestión de residuos y promover una vida sostenible. Los servicios de ciudades inteligentes se encargan del mantenimiento de diversas tareas municipales como el suministro de agua, la gestión de

residuos y el monitoreo ambiental para mantener a la población de una ciudad. Por ejemplo, los sensores de calidad del agua se pueden desplegar para proporcionar actualizaciones continuas sobre la calidad del agua y detectar cualquier fuga. La gestión de residuos es un componente crucial de muchas iniciativas de ciudades inteligentes, que pueden implicar el uso de sensores y conectividad en la nube en los contenedores para informar a las autoridades cuándo deben vaciarse, e incluso la utilización de la inteligencia artificial (IA) para optimizar las rutas de recogida y reducir costes. Además, la infraestructura inteligente desempeña un papel vital en el mantenimiento de la calidad de la infraestructura de una ciudad, incluidos puentes, carreteras y edificios. Sensores como acelerómetros y materiales inteligentes se utilizan para la monitorización de la salud estructural, lo que permite un mantenimiento predictivo para garantizar el uso ininterrumpido de estas unidades esenciales y el buen funcionamiento de la ciudad (Syed, Sierra-Sosa, Kumar & Elmeghraby, 2021).

El IoT también proporciona a las sociedades datos en tiempo real sobre una amplia gama de parámetros, como el flujo de tráfico, la calidad del aire y la salud pública. Estos datos pueden utilizarse para tomar mejores decisiones y políticas que mejoren la calidad de vida de los ciudadanos. En el sector de la salud pública, las tecnologías IoT se han utilizado para proporcionar datos e información en tiempo real que ayuden a los responsables de tomar decisiones a tomar mejores decisiones. Los resultados de un estudio de Tapashetti, Vegiraju y Ogunfunmi (2016) en el que desarrollan un prototipo de dispositivo IoT que mide y transmite los niveles de óxido de carbono muestra el potencial que tiene esta tecnología. El dispositivo puede utilizarse para controlar la calidad del aire que respiran los niños cerca de escuelas y parques infantiles, en fábricas o zonas de gran tránsito donde las emisiones son más elevadas y afectan a muchas personas, en países en desarrollo y en lugares donde la calidad del aire es muy mala y puede suponer un riesgo para la salud al advertir a la población de niveles peligrosos de estos contaminantes detectados.

En general, las ventajas del IoT son muy variadas y pueden beneficiar a diversas partes interesadas. Al aprovechar los datos y la información que proporcionan los dispositivos conectados, las personas, las empresas y los gobiernos pueden tomar decisiones más informadas y tomar medidas para mejorar la eficiencia, la productividad y la calidad de vida.

2.5 IoT y variables de rendimiento económico

Es esencial analizar los efectos económicos de esta tecnología cambiante en el rendimiento empresarial a medida que las empresas utilizan cada vez más IoT. Es importante determinar si existe una relación directa entre la adopción de IoT y el aumento del rendimiento económico de las empresas, al tiempo que destaca las ventajas prácticas y las dificultades de aplicación.

Esta investigación se basa en estudios basados en datos, utilizando estadísticas del mundo real, estudios de casos e informes de la industria para llevar a cabo una evaluación exhaustiva. Se busca descubrir medidas significativas de éxito económico que puedan vincularse a la adopción de IoT mediante análisis cuantitativos y cualitativos.

Además, este análisis tendrá en cuenta una serie de industrias que representan una amplia gama de sectores que han utilizado la tecnología de IoT de diversas maneras, ofreciendo una visión integral de los efectos financieros de la adopción de IoT. Es importante señalar que este análisis reconoce la complejidad del desempeño económico y que la adopción de IoT podría no ser el único factor determinante del éxito.

Tang, Huang y Wang (2018) realizan un estudio en el que miden el impacto de la implementación del IoT en el desempeño económico de una empresa. Los autores realizan un modelo de regresión lineal en el cual se compara empresas que utilizan IoT y empresas que no, respecto a indicadores de desempeño económico. Los resultados del estudio son muy concluyentes. Los resultados del modelo de regresión revelan que la adopción de IoT está fuertemente correlacionada con la mejora del rendimiento económico, más específicamente en la siguientes áreas: productividad laboral, rendimiento de los activos, rotación de inventario, rendimiento del capital, utilización de activos, eficiencia de recolección y apalancamiento. A pesar de que el p-valor del margen de beneficio no sea significativo, los autores argumentan que su efecto positivo (0.038) muestra que la adopción de IoT tiene un impacto favorable en el rendimiento económico de las empresas, y ayuda a apoyar el efecto positivo de IoT en el rendimiento (Tang et al., 2018).

Tang et al. (2018) explican que, especialmente en sectores como la manufactura, el comercio minorista y los conglomerados, el volumen de ventas de inventario muestra una fuerte relación positiva entre la instalación de IoT y el coste de los bienes vendidos. Un estudio de regresión muestra que la instalación de IoT tiene una influencia positiva estadísticamente significativa en el desempeño de la productividad a corto plazo, con ganancias que van del 6,3% al 15,1%. Esto demuestra los efectos directos que la adopción de IoT ha tenido en la productividad de las empresas estudiadas. Además, la *q* de Tobin indica que los negocios impulsados por IoT se valoran alrededor de un 12% más que sus competidores no impulsados por IoT, destacando el beneficio estratégico de la adopción de IoT en la gestión empresarial, mayor rendimiento y valor de mercado (Tang et al., 2018).

En conclusión, el estudio muestra que la adopción de IoT aumenta significativamente una serie de métricas de desempeño económico, como la productividad laboral, la utilización de activos y la rentabilidad. Los resultados proporcionan evidencia significativa para la afirmación de que la adopción de IoT mejora el valor de mercado y el rendimiento empresarial.

Mehralian (2022) realiza un estudio en el que mide el impacto del IoT en el rendimiento de marketing y la orientación empresarial. El autor define el rendimiento de marketing como “una medida del éxito en la creación de valor mediante la comercialización, que incorpora capacidades de innovación y una comprensión de la orientación del mercado.” (2022, p.3). La orientación empresarial hace referencia a “la orientación estratégica de una organización hacia las actividades empresariales en tres dimensiones generales: innovación, proactividad y asunción de riesgos.” (Mehralian, 2022, p.3). El estudio muestra correlaciones estadísticamente significativas que apoyan la hipótesis que las capacidades de IoT mejoran el rendimiento de marketing. El estudio también muestra que la orientación empresarial desempeña un papel mediador en este vínculo, lo que sugiere que la capacidad de IoT influye indirectamente en el rendimiento de la comercialización a través de su efecto sobre la orientación empresarial (Mehralian, 2022).

No obstante, en la literatura académica existen ciertos estudios que argumentan que el impacto positivo del IoT en el desempeño financiero de una empresa es limitado o incluso nulo. Mubarak et al. (2019) analizan el impacto de la transformación digital en el

desempeño empresarial, focalizado en pequeñas y medianas empresas de Pakistán. Al hablar de transformación digital, los autores se centran en 4 áreas distintas: big data, sistemas ciber físicos (CPS), interoperabilidad y IoT. En su modelo de regresión lineal, Mubarak et al. (2019) exponen que el impacto de IoT en el rendimiento empresarial no es estadísticamente significativo, con un nivel de significancia de 0,634. Sin embargo, el valor beta para la variable IoT es de 0,170. Este valor indica que un aumento del 1% en IoT se asocia a mejoras de rendimiento del 17 % para las PYME.

Para el sector de la logística, De Vass et al. (2018) exploran objetivamente el impacto percibido de la adopción de IoT en la integración de los procesos de la cadena de suministro, que en última instancia mejora el desempeño tanto de la cadena de suministro como de la organización. El método empleado en este estudio es el modelo de ecuaciones estructurales (MES).

Los resultados de este análisis establecen que una integración posibilitada por el IoT impulsa la eficiencia de las empresas y de las cadenas de suministro (De Vass et al., 2018). Los proveedores, las operaciones internas y los clientes son tres dimensiones de integración que se ven afectadas significativamente por el uso de IoT. El paradigma IoT proporciona integración interna (actividades interfuncionales) así como integración externa (con proveedores y clientes) para elementos físicos como sensores, actuadores, dispositivos portátiles y teléfonos inteligentes. Facilita la reunión, el intercambio, la comunicación y la creación de relaciones entre las empresas (De Vass et al., 2018).

Además, los minoristas pueden aumentar el rendimiento de manera significativa y sostenible mediante la utilización de IoT para las capacidades de integración de la cadena de suministro (De Vass et al., 2018). Estos pueden desarrollar una mayor capacidad de pedido para conectar sus cadenas de suministro con socios como proveedores y clientes gracias a la infraestructura digital impulsada por IoT. Los minoristas pueden utilizar esta capacidad para recopilar, intercambiar y analizar datos de los proveedores sobre la información de productos y entregas, las preferencias de los clientes y la información sobre la demanda de los clientes. Si bien la integración interfuncional dentro de las empresas es ventajosa con la capacidad de IoT, la integración de consumidores y proveedores, según los encuestados del estudio, aporta beneficios adicionales a las

organizaciones. Más allá de los procesos internos, la integración de clientes y proveedores con capacidades habilitadas para IoT beneficia a las empresas (De Vass et al., 2018).

El rendimiento empresarial y los indicadores importantes se ven significativamente afectados por la adopción de la tecnología IoT. La adopción de IoT se ha relacionado con aumentos en la productividad laboral, la utilización de activos, la rentabilidad y el valor de mercado de las empresas, según numerosos estudios. Se ha analizado también de qué forma las ventajas empresariales que ofrece el IoT en el sector del marketing no tienen por qué coincidir con las ventajas del IoT en el sector logístico. Es crucial recordar que, a pesar de que hay algunas evidencias contradictorias, la adopción de IoT puede ser simplemente uno de los muchos elementos que impulsan el rendimiento empresarial. En resumen, la adopción de IoT se ha relacionado con aumentos en el valor de mercado, la productividad, la rentabilidad y otras variables económicas importantes. Para comprender completamente cómo la adopción de IoT interactúa con otros elementos y contextos empresariales únicos, se necesita una investigación más exhaustiva.

2.6 Estudios que hayan analizado el tema para el caso de España

Un estudio de la EAE Business School (2020) revela que España se sitúa en el quinto lugar en inversión en IoT de Europa, una lista liderada por Alemania, Reino Unido, Francia e Italia. El mercado ha crecido de 12.000 millones de euros en 2016 hasta superar los 23.000 millones en el 2020. La revista CIO Spain (2023) revela que, en España, el IoT es la tercera tecnología que más inversión recibe, por detrás de la inteligencia artificial y la nube. El IoT será una opción viable para mitigar los efectos negativos de la crisis energética. El gasto en IoT en España seguirá creciendo a un ritmo constante del 13,1% CAGR (tasa de crecimiento compuesto anual) en 2026.

Gallego (2020) explica que los principales argumentos a favor de la adopción de la tecnología IoT por parte de las empresas españolas son la automatización de procesos (26%), la reducción de costes operativos (24%) y la mejora de la experiencia y los costes de puesta en marcha (29%), las preocupaciones de seguridad (25%) y las preocupaciones de privacidad (17%) se encuentran entre los retos que muchas organizaciones reconocen que enfrentan al gestionar tales esfuerzos. Además, el 69% de las empresas que

implementan tecnologías de IoT ya han implementado nuevas políticas de seguridad o quieren hacerlo en un futuro próximo para hacer frente a las demandas y dificultades que plantea este desarrollo. En los últimos dos años, el Internet de las Cosas ha experimentado una evolución significativa. Uno de cada dos españoles entiende lo que es el Internet de las Cosas (IoT), y el número de personas que utilizan dispositivos conectados y sus aplicaciones ha aumentado un 66% desde el informe del año pasado.

Se prevé que las soluciones IoT que más ingresos obtengan de aquí al 2028 sea en la automoción y en el industrial. Tal y como refleja la Tabla 1, el IoT en la automoción genera 2,88 mil millones y la industria 2,87 mil millones de euros en la actualidad. Se estima que obtengan 8,01 mil millones de euros y 6,17 mil millones de euros respectivamente en el año 2028, de unos ingresos totales del mercado de 22,16 mil millones de euros, lo que supone un gran potencial para esta tecnología en el territorio español (Statista, 2023).

INGRESOS POR INDUSTRIA (en miles de millones €)	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
IoT en Automoción	1.86	2.88	3.84	4.78	5.68	6.52	7.32	8.01
IoT en Consumo	1.69	1.75	1.85	1.94	2.01	2.07	2.12	2.14
IoT en Industria	2.29	2.87	3.51	4.16	4.76	5.31	5.81	6.17
IoT en Servicios Sanitarios	0.63	0.89	1.04	1.21	1.36	1.51	1.65	1.80
Otros IoT	0.09	0.18	0.24	0.29	0.33	0.38	0.42	0.45
Ciudades Inteligentes	0.58	0.75	0.91	1.07	1.21	1.34	1.47	1.57
Finanzas Inteligentes	0.70	1.03	1.19	1.38	1.55	1.71	1.86	2.02
Total	7.84	10.35	12.58	14.83	16.90	18.84	20.65	22.16
Última actualización: Abr 2023								
Fuente: Statista								

Tabla 1: Ingresos del mercado del IoT, por industrias, en España

Gallego (2020) explica que:

Respecto a la adopción por parte de las compañías españolas argumentan como principales puntos a favor para adoptar tecnologías de IoT la automatización de procesos (26%), reducir los costes operacionales (24%) y mejorar la experiencia del cliente (23%). Sin embargo, muchas organizaciones reconocen que encuentran dificultades para abordar este tipo de iniciativas, como son los costes iniciales (29%), las preocupaciones relacionadas con la seguridad (25%) y los problemas de privacidad (17%). Asimismo, un 69% de las organizaciones que adoptan tecnologías de IoT han creado o planean crear nuevas políticas de seguridad

diseñadas específicamente para abordar las necesidades y desafíos relacionados con este avance. (p. 38)

El Gobierno español actual ha promovido activamente la adopción de las tecnologías IoT a través de diversas iniciativas. Por ejemplo, el Ministerio de Asuntos Económicos y Transformación Digital ha puesto en marcha un proyecto llamado “Turismo Inteligente” (2020), destinado a promover el crecimiento y adopción de herramientas basadas en la IA o el IoT, y la creación de un ecosistema de datos que permita adaptar la oferta turística a las demandas del mercado y mejorar la eficiencia en la gestión del turismo local, ajustando los servicios turísticos públicos a la presión del turismo. Además, el proyecto del Ministerio de Asuntos Económicos y Transformación Digital (2020) busca fortalecer los mecanismos de financiamiento público para el emprendimiento digital a través de la creación de un fondo público-privado que, en colaboración con fondos privados, realice inversiones en pequeñas y medianas empresas (PYMEs) y startups tecnológicas con un alto potencial de crecimiento y generación de empleo. Esto incluye aquellas empresas que desarrollen soluciones basadas en IA y otras tecnologías digitales habilitadoras, como el IoT.

En conclusión, España se sitúa en el quinto lugar en inversión en IoT en Europa, con un mercado que ha experimentado un crecimiento constante en los últimos años, y una inversión que se espera que siga creciendo a un ritmo constante en el futuro cercano.

2.7 Situación del IoT en las principales economías del mundo

Los cinco países en los que el IoT genera mayores ingresos son, en orden, Estados Unidos, China, Japón, Alemania y la India en el 2023.

Top 5 (2023) en miles de millones	EUR (€)
1. Estados Unidos	168,1
2. China	143,6
3. Japón	30,9
4. Alemania	29,3
5. India	26,6
Última actualización: Abr 2023	
Fuente: Statista	

Tabla 2: Ingresos del mercado del IoT global.

La tabla 2 refleja como Estados Unidos y China encabezan la lista mundial, y se sitúan a gran distancia del resto de países. Entre el segundo (China) y tercer puesto (Japón), los ingresos del IoT son casi 5 veces menores (Statista, 2023).

En el caso de Estados Unidos, la situación es parecida a España. Los dos sectores en los que el IoT genera más ingresos es en el industrial y en el de la automoción. Se espera que la categoría de mercado de IoT Industrial tenga un valor de mercado de 66.28 mil millones de dólares en 2023. Se prevé que los ingresos aumenten a un ritmo del 11,51% anual (CAGR 2023-2028), con un tamaño de mercado de US\$296.980 millones para 2028 (Statista, 2023).

En China, el mantenimiento de equipamiento y material tiene la mayor tasa de adopción para casos de uso de IoT (81%), seguido del control de calidad utilizando visión de máquina convencional (62%), y el control de procesos basado en automatización industrial (62%). Estas tasas de adopción son notablemente superiores en China en comparación con las correspondientes tasas mundiales de adopción (IoT Analytics). En un estudio realizado por Song et al. (2021), se analiza el concepto de ciudades inteligentes, que integran formas tecnológicas y organizativas para mejorar la agilidad y sostenibilidad de las ciudades frente al cambio climático mundial. La mayoría de las principales ciudades de China han adoptado tecnologías inteligentes como IoT para revitalizar las oportunidades económicas y mejorar su resiliencia. Las políticas de ciudades inteligentes de China tienen como objetivo explorar la energía y los recursos

renovables, aumentar la comodidad pública y crear ciudades más cómodas y amigables para los ciudadanos. Los autores argumentan que, aunque China ha hecho grandes avances en sus programas de ciudades inteligentes, aún quedan obstáculos por superar, incluyendo cuestiones como la seguridad y privacidad de los datos, la interoperabilidad y la necesidad de una planificación urbana más completa e integrada.

En Japón, del mismo modo, la innovación social se centra en gran medida en las ciudades inteligentes, que utilizan tecnologías de IoT para mejorar los servicios urbanos y la sostenibilidad. Shenkoya y Dae-Woo (2019) analizan el impacto de la implementación del IoT en ciudades japonesas, y concluyen que, si bien el IoT tiene un impacto positivo en la vida cotidiana de los ciudadanos japoneses, los cambios que trae consigo son más bien graduales que revolucionarios. Además, ha aumentado las oportunidades y racionalizado los procedimientos comerciales en lugar de reducirlos. Adicionalmente, otro estudio de Shenkoya (2020) demuestra que el IoT tiene un efecto favorable en las economías y sociedades de Alemania, Australia y Japón. Esto se debe al hecho de que, en un inicio, el IoT se implementó para satisfacer una necesidad social particular. Esto significa que el IoT debe utilizarse de una manera específica a los problemas que existen en cada civilización para que tenga éxito allí. En segundo lugar, los avances de estas naciones en materia de ciencia y tecnología formaron la base para las mejoras graduales que trajo el IoT. En otras palabras, las modificaciones no fueron perjudiciales, sino que mejoraron aún más el avance tecnológico anterior. Además, sólo en presencia de la necesaria transformación institucional se puede adoptar eficazmente la IoT. Esto significa que las infraestructuras necesarias sobre las que puede construirse el IoT deben estar ya establecidas para su despliegue con éxito (Shenkoya, 2020). En conclusión, el autor argumenta que el IoT tiene un impacto positivo en la innovación social, y los gobiernos que deseen elevar el nivel de vida de sus ciudadanos deberían apoyar su desarrollo.

2.8 Contribución en áreas no estudiadas en la literatura académica

Este trabajo sobre cómo el IoT afecta el rendimiento empresarial se suma al cuerpo de conocimientos de varias maneras. Las áreas no estudiadas, la novedad del análisis y sus contribuciones son los siguientes:

- Áreas no estudiadas

A pesar de los pocos estudios realizados, es importante destacar que todavía no existe un cuerpo completo de literatura académica que aborde todas las siguientes dimensiones a la vez. A pesar de que algunos estudios han examinado los efectos del IoT en determinadas empresas, es esencial realizar evaluaciones exhaustivas que abarquen una amplia gama de sectores, por lo que este estudio puede contribuir analizando una variedad de industrias, lo que ayudará a comprender los efectos económicos del IoT de manera más exhaustiva. Además, se han realizado pocos estudios sobre las diferencias en adopción de IoT entre Comunidades Autónomas (CCAA), en este sentido este estudio es relevante para los responsables de la formulación de políticas regionales y nacionales. En conclusión, a pesar de la limitada investigación disponible, no existe un solo estudio que considere simultáneamente cada las variables de ‘sector’, ‘tamaño de empresa’ y ‘región’ en la literatura académica actual. Este trabajo busca avanzar significativamente en el tema y ofrecer un análisis exhaustivo de la adopción del IoT en todas las industrias, las variaciones regionales, basado en datos cuantitativos y cualitativos.

- Novedad del Análisis

Este trabajo incorpora una variedad de perspectivas analíticas, tales como industria, tamaño de la empresa, variaciones regionales e información cuantitativa sobre el desempeño económico. Esta metodología exhaustiva permite una comprensión más matizada y ofrece una visión integral del impacto de IoT en diversos elementos de negocio, al exponer como la adopción y el impacto de IoT pueden variar según las zonas geográficas al centrarse en las distintas regiones de España. Al tener en cuenta los elementos geográficos que podrían tener un impacto en la implementación de IoT y en los resultados económicos, este análisis regional añade otra capa de información. Se ofrece un análisis de las políticas implementadas en España para acelerar la digitalización del IoT, además de analizar la relación entre la adopción del IoT y el rendimiento económico.

- Contribuciones al terreno

Este análisis profundiza el conocimiento en materia de adopción de IoT en distintas esferas de la sociedad española, basado en datos empíricos que pueden ayudar en la toma de decisiones estratégicas. Al analizar los diversos grados de conectividad de IoT en las industrias, esta investigación avanza el conocimiento de las industrias que lideran la adopción de IoT, con el objetivo de ayudar a las empresas y a los responsables políticos a identificar las regiones en las que la adopción de IoT es mayor. Este informe hace nuevas recomendaciones de políticas para acelerar la digitalización de IoT con el objetivo de contribuir al debate político y económico en curso sobre el fomento de la adopción del IoT y proporcionar a los responsables políticos información sobre posibles estrategias, tanto a nivel regional, estatal y europeo.

2.9 Hipótesis

Hipótesis 1: El nivel de adopción de IoT se correlaciona positivamente con el tamaño de la empresa.

Hipótesis 2: El nivel de adopción del IoT varía entre industrias.

Hipótesis 3: El grado de digitalización de una empresa en IoT puede variar según la región del país en el que esté ubicada esta.

3. Análisis descriptivo

3.1 Análisis detallado por sector industrial: identificación de sectores más y menos conectados

Previamente, se ha analizado los distintos tipos casos de uso del IoT en determinadas industrias. Las empresas están investigando e incorporando soluciones de IoT en sus operaciones a medida que son más conscientes de las ventajas potenciales de IoT. Sin embargo, existen diferencias considerables en el nivel de adopción de la IoT entre las industrias, y algunas adoptan la IoT más rápidamente que otras. Entender el

variado panorama de adopción de IoT en todas las industrias es esencial para ver tendencias, obstáculos y oportunidades relacionados con esta tecnología que cambia el juego. Este apartado ofrece un análisis de cómo diversas industrias exhiben diferentes niveles de adopción de IoT, y analizando las ramificaciones para cada sector. Investigar las diferencias en la adopción de IoT nos permite conocer más sobre las oportunidades y dificultades únicas que enfrentan las diferentes industrias al embarcarse en sus viajes de IoT, influyendo en las estrategias de transformación digital y la competitividad de esas industrias.

En España, las industrias clave que han mostrado una adopción significativa de IoT incluyen la agricultura (27,21%), los servicios públicos (25,77%), la gestión de instalaciones (20,63%), la automoción (13,22%) o el comercio minorista (8,52%) (Gallego, 2022). El Instituto Nacional de Estadística (INE) también arroja luz sobre el mismo tema, a la vez que ofrece una perspectiva distinta. Los datos del INE reflejan las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) en las empresas (primer trimestre 2020) por agrupación de actividad económica. Las TIC que se estudia en este caso es el IoT.

INDUSTRIA	Alimentación bebidas tabaco textil prendas vestir cuero y calzado madera y corcho papel artes gráficas	14,49	16,17
	Coquerías y refino de petróleo produc. farmacéuticos caucho y plásticos	20,63	
	Metalurgia fabricación de productos metálicos	16,63	
	Productos informáticos, electrónico y ópticos	11,47	
	Energía y agua	33,74	
CONSTRUCCIÓN		11,78	11,78
SERVICIOS	Venta y reparación de vehículos de motor comercio al por mayor al por menor	17,49	18,37
	Transporte y almacenamiento	26,7	
	Servicios de alojamiento	21,03	
	Información y comunicaciones	22,77	
	Actividades inmobiliarias	21,94	
	Actividades profesionales, científicas y técnicas (excl. veterinarias)	16,24	
	Actividades administrativas y servicios auxiliares (incl. agencias viajes)	12,02	
SECTOR TIC		28,78	28,78

Tabla 3: % de empresas que utilizan dispositivos interconectados que puedan ser monitorizados o controlados remotamente a través de Internet (IoT).

La tabla 3 refleja aquellas industrias más o menos conectadas al IoT. El INE divide los sectores en 4: industria, construcción, servicios y sector TIC. A su vez, el sector de industria y servicios se divide en distintos subsectores, como se muestra en la tabla. Tomando en cuenta tanto sectores como los subsectores, destaca la industria de la energía y del agua como sector donde hay el mayor número de empresas (en porcentaje), que utilizan dispositivos conectados a Internet, con un 33,74 %. Le sigue el sector TIC (28,78%), la industria del transporte y almacenamiento (26,7%) y la información y comunicaciones (22,77%). Por otro lado, el sector en el que más empresas utilizan dispositivos IoT es el de TIC con un 28,78%, seguido del de servicios con un 18,37%, después la industria con un 16,17% y en último lugar se encuentra el sector de la construcción con apenas un 11,78%.

3.2 Análisis detallado por tamaño de empresa

La hipótesis 1 de la tesis propone la siguiente idea: El nivel de adopción de IoT se correlaciona positivamente con el tamaño de la empresa. Se puede deber a múltiples factores como el hecho que las empresas más grandes tienen operaciones más extensas, recursos mayores y pueden asumir un mayor riesgo en adoptar una nueva tecnología, mientras que una empresa más pequeña posee menores recursos y conocimiento para implementar nuevas tecnologías (Omoyiola, 2019).

El INE ofrece datos que pueden ayudar a confirmar o rechazar dicha hipótesis. Siguiendo la misma clasificación de los cuatro sectores principales y sus respectivos subsectores, se introduce una nueva variable: el tamaño de la empresa. Esta variable se mide en función del número de empleados de la empresa, y hay tres categorías. Están las empresas que tienen de 10 a 49 empleados, las que tienen entre 50 y 249, y las que tienen de 250 y más. Los datos que se miden son los mismos, el % de empresas que utilizan dispositivos interconectados que puedan ser monitorizados o controlados remotamente a través de Internet (IoT).

	Total	De 10 a 49	De 50 a 249	De 250 y más
% de empresas que utilizaron dispositivos interconectados (IoT)				
Total Empresas	27,70	25,84	36,04	44,12
1. Total Industria	28,32	24,98	40,56	52,32
1.1. Alimentación bebidas tabaco textil	24,92	21,70	39,39	53,95
1.2 Coquerías y refino de petróleo produc. farmacéuticos	32,27	28,58	42,74	46,22
1.3 Metalurgia fabricación de productos metálicos	25,03	22,31	39,27	47,77
1.4. Productos informáticos, electrónico y ópticos material	32,12	29,45	39,92	53,10
1.5. Energía y agua	35,93	30,77	45,51	63,05
2. Total Construcción	22,47	21,79	28,60	40,04
3. Total Servicios	28,74	27,30	34,98	40,46
3.1. Venta y reparación de vehículos de motor	28,90	27,28	38,36	44,07
3.2. Transporte y almacenamiento	30,15	27,94	39,24	51,04
3.3. Servicios de alojamiento	33,54	32,70	36,23	44,67
3.4. Información y comunicaciones	38,49	38,47	36,52	46,92
3.5. Actividades inmobiliarias	21,57	21,40	24,11	21,05
3.6. Actividades profesionales, científicas y técnicas	28,58	26,47	40,18	38,03
3.7. Actividades administrativas y servicios auxiliares	21,39	20,71	21,42	30,65
4. Sector TIC	39,23	39,70	35,43	47,48

Tabla 4: % de empresas que utilizan dispositivos interconectados IoT en función del tamaño de la empresa.

La tabla 4 muestra el % de empresas que utilizan dispositivos interconectados IoT en función del número de empleados (tamaño) de la empresa. Por lo general, se puede observar que, cuanto más grande es la empresa, mayor es la adopción de dispositivos IoT para los cuatro grandes sectores (Industria, Construcción, Servicios, Sector TIC). Destaca el sector TIC, en el cual se observa una ligera disminución entre empresas de 10 a 49 empleados, y aquella que cuentan con 50 a 249. No obstante, los datos vuelven a aumentar al pasar a empresas de 250 y más empleados. Al analizar el conjunto de empresas españolas, sin tener en cuenta el sector en el que operen, vemos que un 26% de empresas pequeñas (de 10 a 49 empleados) utiliza tecnología IoT. En empresas medianas (de 50 a 249 empleados), este dato aumenta al 36%. Del mismo modo, en el caso de las empresas grandes (250 empleados o más), el mismo dato vuelve a aumentar hasta el 44%. Vemos que, en general, cuanto más grande la empresa, mayor es el porcentaje de adopción de IoT. Un análisis de la correlación entre adopción de IoT y tamaño de la empresa, en función del sector en el que opere, permite hacer un desglose que elucide el panorama actual español.

En algunos sectores, el incremento del número de empresas que adoptan tecnología IoT es más pronunciado que otros. Por ejemplo, en el sector de la industria, el porcentaje de empresas grandes que utilizan IoT es un 109% mayor que en el caso de empresas pequeñas. En el sector de la construcción, esta figura es del 84%, en el de servicios es del 48% y en el sector TIC es del 20%. De este modo, en base a los datos proporcionados por el INE, el nivel de adopción de IoT se correlaciona positivamente con el tamaño de la empresa. Sin embargo, esta correlación puede variar en función del sector en el que opere la empresa. Algunos sectores son más sensibles a adoptar tecnología IoT ante un incremento en el tamaño de la empresa, como es el caso de la industria o el de la construcción. En estos sectores, al pasar de una empresa pequeña a una grande, el número de empresas que adopta IoT prácticamente se duplica. En el sector de los servicios y el TIC, este aumento no pasa del 50%.

3.3 Análisis detallado por comunidad autónoma: identificaciones de regiones más y menos conectadas

Se ha analizado como la adopción de IoT no es homogénea a través de todas las empresas. Existen variables que inciden en ello, como es la industria en la que una empresa opere o su tamaño. Se busca confirmar o rechazar la hipótesis 3: una empresa puede estar más o menos conectada en función de la región en la que se encuentre.

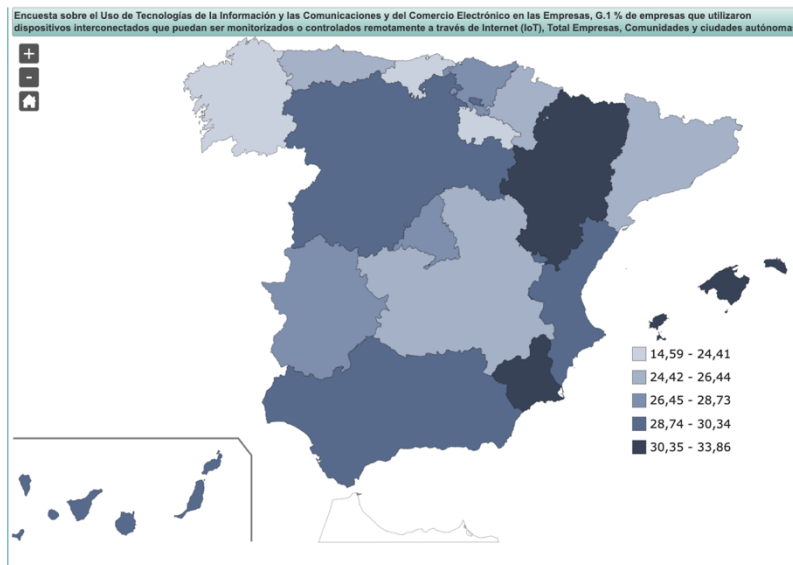


Figura 1: % de empresas que utilizan dispositivos interconectados IoT en función de la Comunidad Autónoma.

La variable que se mide es la misma que en apartados anteriores, es decir el porcentaje de empresas que utilizan dispositivos IoT. El mapa de la figura 1 representa dicha variable para cada Comunidad Autónoma (CCAA) de España. Se clasifica cada CCAA en cinco niveles de intervalo, indicados en la leyenda. Las tres CCAA con mayor porcentaje de empresas que utilizan tecnología IoT son las Islas Baleares con un 33,86%, seguido por la Región de Murcia con un 31,92%, y le sigue Aragón con 31,02%. Al contrario, las CCAA con menor porcentaje de empresas que empleen IoT son Melilla con un 14,59%, La Rioja con un 19,95%, después Galicia con 26,64% y Cantabria con un 24,41%. Salta a la vista que tanto la Comunidad de Madrid, el País Vasco y Cataluña no encabezan la lista, ni si quiera llegan a la media nacional de 27,70%, al tener un grado de adopción del 27,27% y del 25,83% respectivamente.

Esta brecha digital varía en función del sector empresarial que se analice. La figura 2 muestra el porcentaje de empresas que han implementado tecnología IoT, en el sector de la Industria

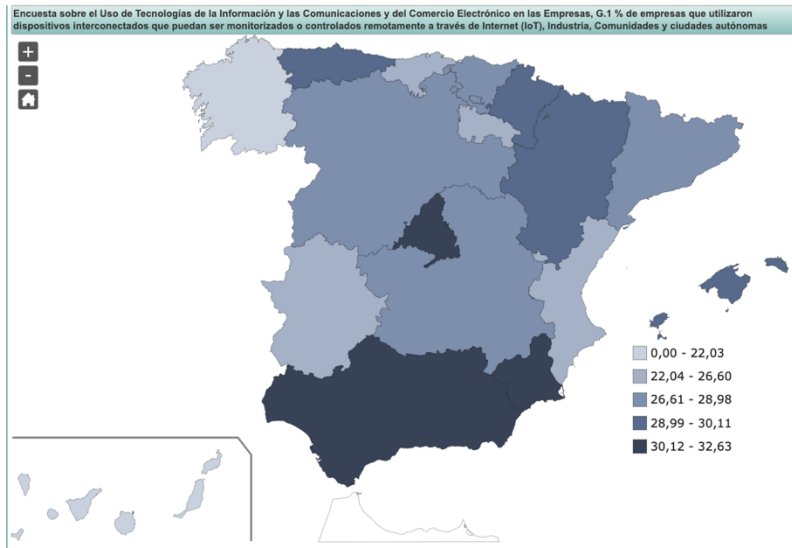


Figura 2: % de empresas del sector Industria que utilizan dispositivos interconectados IoT en función de la Comunidad Autónoma.

Al introducir la variable del sector, se observa que la representación en el mapa es distinta. En el sector Industria, las 3 principales CCAA en adopción de IoT son, en primer lugar, la Comunidad de Madrid con un 32,63%, seguido por la Región de Murcia con un 31,67% y en tercer lugar Andalucía con 31,07%. Por otro lado, las 3 CCAA con menor tasa de utilización de IoT son Ceuta con 7,14%, Canarias con 20,13%, Galicia con 22,03% y Extremadura con 22,98%.

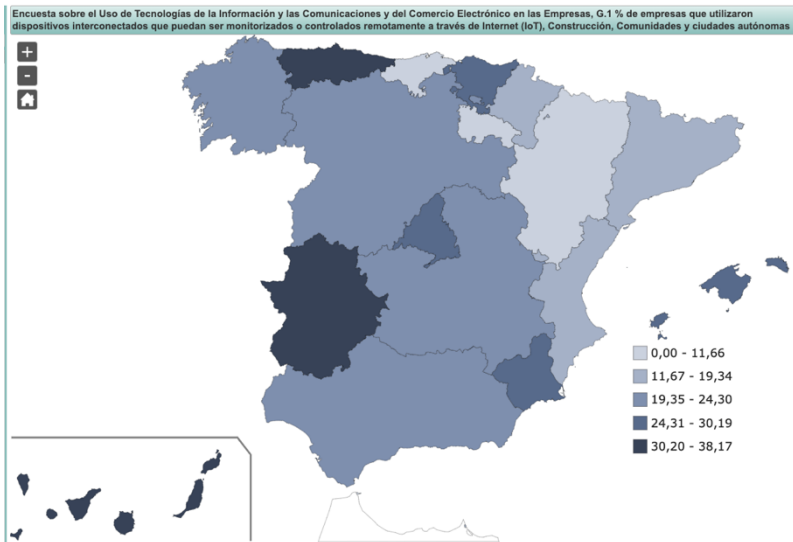


Figura 3: % de empresas del sector Construcción que utilizan dispositivos interconectados IoT en función de la Comunidad Autónoma.

Cambiando la variable sector a Construcción, el mapa vuelve a cambiar por completo. La CCAA con mayor porcentaje de empresas que utilizan dispositivos IoT es Canarias con un 38,17%. En segundo y tercer lugar se encuentran Extremadura y Asturias, con un 32,12% y 30,55% respectivamente en empresas digitalizadas en IoT. La Rioja (4,88%), Ceuta (10,92%), Aragón (11,66%) y la Comunidad Foral de Navarra (11,71%) son las CCAA con menor porcentaje de empresas que utilizan IoT.

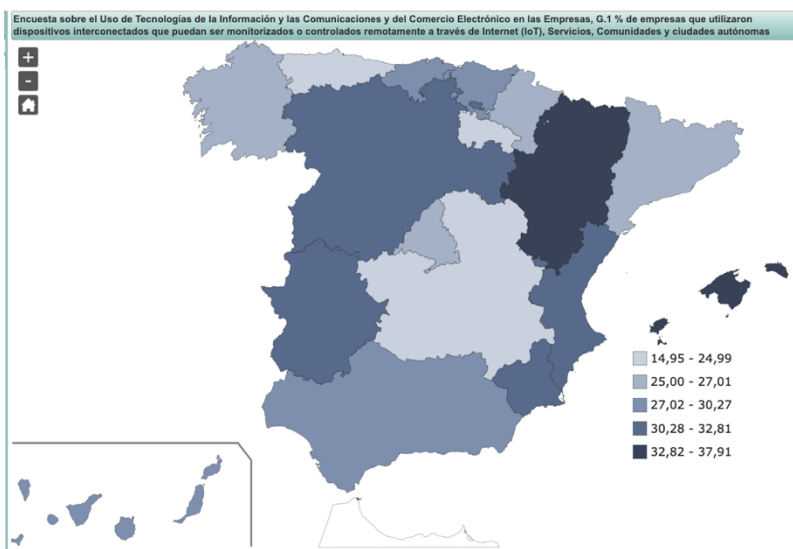


Figura 4: % de empresas del sector Servicios que utilizan dispositivos interconectados IoT en función de la Comunidad Autónoma.

En último lugar, la figura 4 se centra en el sector Servicios. A primera vista, el mapa vuelve a presentar una configuración divergente al de otros sectores. En este caso, encabezan la lista las Islas Baleares con un 37,91% de empresas que utilizan dispositivos IoT, seguido Aragón con un 36,69%, después Ceuta con un 36,59%, y en cuarto lugar la Comunidad Valenciana con un 32,81%. Al contrario, las CCAA con menor adopción de IoT en el sector Servicios son Melilla con un 14,59%, la Rioja con un 19,30%, el Principado de Asturias con 23,90% y Castilla-La Mancha con 24,99%.

El análisis por Comunidades Autónomas revela varias cosas. En primer lugar, la adopción de IoT no es homogénea en todas las empresas. Los datos del INE muestran que el porcentaje de empresas que utilizan dispositivos IoT varía considerablemente tanto a nivel regional como en función del sector empresarial. Esto indica que la adopción de IoT no es uniforme y que existen factores que influyen en su implementación.

En segundo lugar, la región en la que se encuentra una empresa puede influir en su nivel de adopción de IoT. Como se ha visto en las figuras 1 a 4, la adopción de IoT varía significativamente entre las diferentes Comunidades Autónomas de España. Algunas regiones tienen tasas más altas de adopción, mientras que otras tienen tasas más bajas. Esto sugiere que la ubicación geográfica puede desempeñar un papel en la decisión de una empresa de adoptar tecnología IoT.

En tercer lugar, las regiones líderes en un sector pueden no ser las mismas que las líderes en otro sector. Esto indica que las características específicas de cada sector, sus necesidades y sus desafíos pueden influir en la adopción de tecnología IoT por parte de las empresas que operan en ellos.

Tras este análisis, se puede confirmar la *Hipótesis 1*: El nivel de adopción de IoT se correlaciona positivamente con el tamaño de la empresa, ya que las empresas más grandes tienen operaciones más extensas. Se confirma también la *Hipótesis 2*: El nivel de adopción de IoT se correlaciona positivamente con el tamaño de la empresa, y el nivel de adopción de esta tecnología puede variar entre industrias. Y se confirma la *Hipótesis 3*: El grado de digitalización de una empresa en IoT puede variar según la región del país en el que esté ubicada esta.

4. Recomendaciones de políticas para acelerar la digitalización en las empresas

4.1 Políticas que se han hecho

Con el fin de arrojar luz sobre sus objetivos, efectos e intentos de fomentar la adopción generalizada de la tecnología IoT, este análisis pretende investigar las importantes políticas e iniciativas que se han puesto en marcha a nivel europeo, nacional y regional en España.

A nivel europeo, para acelerar la implementación de las tecnologías de IoT y maximizar su potencial en Europa, la Comisión Europea ha adoptado políticas. Estas regulaciones tratan de abordar cuestiones como la gestión de diversos volúmenes de dispositivos conectados, el fomento de la interoperabilidad y la garantía de la identificación segura de objetos (Comisión Europea, 2022). EN el 2015 se implementa el 'Digital Single Market' con el objetivo de mejorar el acceso de consumidores y empresas a herramientas tecnológicas, a crear una infraestructura que permita redes digitales seguras y confiables, y a maximizar el crecimiento económico de la Unión Europea (Eurostat, 2015). La estrategia europea de datos facilita el desarrollo de un mercado único de la IoT en Europa. Aborda los problemas de responsabilidad en entornos complejos como el IoT y se centra en soluciones legislativas y políticas para la libre circulación de datos en toda la UE. En el marco del programa Horizonte Europa, la UE gastará más de 95,5 millones de euros entre 2021 y 2027 en investigación, innovación y despliegue de tecnologías emergentes. Esta inversión impulsa los logros de Horizonte 2020 y contribuye a la transición de Europa hacia una economía más ecológica y tecnológicamente más avanzada (Comisión Europea, 2022).

Además, la Comisión ha destinado alrededor de 400 millones EUR en el marco de Horizonte 2020 para el desarrollo de plataformas y amplias iniciativas piloto, algunas de las cuales han llegado a su fin y otras han continuado hasta 2023 (Comisión Europea, 2022). La política de IoT de la Comisión Europea (2022) abarca muchas industrias verticales y tiene por objeto acelerar la transición económica y social hacia una transición digital y respetuosa con el medio ambiente. Con el fin de crear espacios de datos comunes

y promover la transformación digital, las colaboraciones con diversas direcciones generalmente se concentran en industrias como la agricultura, la energía y el transporte.

A nivel nacional, el Ministerio De Asuntos Económicos y Transformación Digital ha lanzado una estrategia para fomentar la transformación digital de España, en vista a fomentar un crecimiento económico de calidad y sostenible. Dicha estrategia se denomina “España Digital 2026”, y presenta una hoja de ruta en la que se establece las pautas de las inversiones necesarias, las tecnologías clave, las industrias y las regiones implicadas en la estrategia (2022). Destaca el objetivo de aumentar y acelerar la digitalización de las PYMES mediante el uso de nuevas tecnologías y el desarrollo de la iniciativa empresarial digital. El plan incluye iniciativas de digitalización dirigidas a integrar herramientas de negocio digitales como el IoT, la automatización de procesos y big data en las organizaciones. Además, se propugnan tecnologías disruptivas como los servicios en la nube, la inteligencia artificial. La estrategia contiene iniciativas concretas para promover la digitalización y el emprendimiento digital en industrias como la industria, el turismo y los negocios (Ministerio De Asuntos Económicos y Transformación Digital, 2022).

La Comunidad de Madrid ha presentado la “Estrategia de Digitalización de la Comunidad de Madrid 2023-2026” basada en diez puntos clave. El punto número 7 establece la intención de potenciar la implementación del IoT, para anticipar las necesidades de la infraestructura social y económica de Madrid. Para satisfacer las necesidades del público, Madrid busca procesar y proporcionar servicios inteligentes. Los datos facilitarán la adopción de decisiones informadas y la creación de nuevos modelos empresariales basados en datos. Además de aplicar la tecnología, la Comunidad de Madrid busca divulgar qué es esta tecnología y los beneficios que puede aportar (Comunidad de Madrid, 2023).

4.2 Posibles políticas nacionales / regionales / europeas

Este trabajo ha mostrado que existen desigualdades en los niveles de adopción de IoT entre distintos países dentro de la Unión Europea, e incluso entre las distintas CCAA dentro del territorio español. Este análisis ofrece una visión general completa de las posibles políticas que pueden fomentar el uso de IoT a nivel local, nacional e

internacional. El objetivo es ayudar a diseñar planes eficaces que permitan a las naciones y sus áreas explotar el enorme potencial de IoT, acelerando el crecimiento y definiendo un futuro conectado, proporcionando a los responsables políticos información global y mejores prácticas.

Jung y Gómez-Bengoechea (2022) argumentan que, para saltar los obstáculos que impiden a las empresas llevar a cabo su proceso de digitalización, es fundamental formular y promover programas gubernamentales. Estos programas deben ayudar a las empresas a evaluar los obstáculos y ofrecer asistencia en materia de planificación estratégica. Además, el capital humano es fundamental, pues hay una escasez en competencias tecnológicas (Jung & Gómez-Bengoechea, 2022). Esto crea una disparidad entre las necesidades de la economía y las capacidades que el capital humano puede aportar. Por lo tanto, es esencial formular políticas que permitan cerrar la brecha entre estos dos componentes de la economía. Este apartado formula una serie de políticas que, a juicio personal, permitan acelerar la adopción de IoT en las empresas.

1. Políticas para acelerar la adopción de IoT en España:

A nivel estatal, el gobierno de España podría ofrecer programas de apoyo financiero y una serie de incentivos para que las empresas inviertan en tecnologías IoT, bajo la forma de subvenciones, de créditos fiscales o préstamos a bajo interés para fomentar que las empresas implementen esta tecnología, independientemente del sector. Además, para que las empresas adopten soluciones de IoT con confianza, tiene que darse un ambiente favorable, como la existencia de una serie de regulaciones y estándares claros para los dispositivos y redes de IoT que garanticen la interoperabilidad, la privacidad de los datos y la seguridad.

Además, es importante que se apoye a la investigación y el desarrollo de la tecnología IoT a nivel nacional, por lo que se propone asignar fondos a proyectos de investigación que fomenten la colaboración entre investigadores, empresas privadas/públicas y las instituciones gubernamentales con el objetivo de impulsar la innovación. Se propone también el desarrollo de programas e iniciativas que busquen mejorar las habilidades y conocimientos digitales de la fuerza laboral, ya que es esencial crear y retener el talento

nacional sobre todo en ámbitos científicos. Esto ayudaría a las empresas a superar la brecha de capacidades, donde empresas buscan perfiles tecnológicos pero la mano de obra es escasa, y facilitaría la adopción de IoT.

2. Políticas para acelerar la adopción de IoT a nivel regional en España:

A nivel regional español, se recomienda que cada CCAA disponga de programas de financiamiento dirigidos específicamente a proyectos e iniciativas de IoT que proporcionen apoyo y recursos localizados para que las empresas locales inviertan en esta tecnología. Las CCAA no perderían dinero con estos programas de financiamiento, se trata de una inversión debido al mejor desempeño económico de las empresas cuando adoptan tecnología IoT.

Para modernizar y mejorar el día a día de los ciudadanos, se propone iniciativas de ciudades inteligentes que fomenten el desarrollo de proyectos en los cuales se integre el IoT en las ciudades. Esto puede incluir la implementación de soluciones de IoT para la gestión eficiente de la energía, la gestión de residuos, el transporte y otros servicios urbanos para mostrar los beneficios y crear un ecosistema de apoyo para la adopción de IoT. Además, se sugiere políticas que busquen identificar aquellas industrias clave en cada regiones específica, para posteriormente diseñar iniciativas a medida que promuevan la adopción de IoT, ya sea mediante la colaboración con asociaciones de la industria, el suministro de recursos específicos para cada sector y la organización de actos y conferencias centrados en la industria para aumentar la sensibilización y facilitar las oportunidades de creación de redes.

3. Políticas para acelerar la adopción de IoT en Europa:

A nivel europeo, se propone promover el desarrollo y la adopción de normas y protocolos comunes para los dispositivos y redes de IoT en toda Europa, para que garantice una compatibilidad que permita la integración fluida de soluciones IoT y facilite la implantación transfronteriza. Además, es fundamental que se promueva una cooperación y una armonización internacional, que permita que países europeos colaboren, compartiendo mejores prácticas y crear un entorno armonizado para la

adopción de IoT. Esto facilitaría el despliegue transfronterizo de soluciones IoT y fomentaría un liderazgo europeo extremadamente importante para hacer frente a otras potencias tecnológicas como Estados Unidos o China.

Para ello, la colaboración y el intercambio de conocimientos entre diferentes países, sectores e industrias para fomentar la innovación e impulsar la adopción de IoT es esencial, y conseguir reforzar el hub tecnológico europeo. Una forma de conseguir esto es mediante programas de financiamiento, asociaciones de investigación y eventos e iniciativas intersectoriales. La condición necesaria para estos programas es la existencia de una infraestructura digital robusta y avanzada, por tanto, se debe invertir en el desarrollo y la expansión de infraestructura digital como la conectividad a internet de alta velocidad y las redes 5G para permitir y fomentar el despliegue generalizado y la escalabilidad de las tecnologías de IoT.

5. Conclusiones

Este trabajo ha ofrecido un análisis del impacto del IoT en el desempeño económico de las empresas. En primer lugar, se ha definido y explicado que es el IoT, y se ha analizado la historia de esta tecnología, desde sus orígenes a finales del siglo XX hasta hoy en día. Después, se ha detallado los distintos tipos de uso que se le da al IoT dependiendo del sector en el que la empresa opere, ya sea en el sector salud, el manufacturero o en el de transporte y logística. Se ha demostrado como el IoT no solamente es una tecnología que permite optimizar los procesos de una empresa, sino que presenta numerosas ventajas para los ciudadanos también, e incluso para los gobiernos y sociedades, ya sea mejorando la calidad de vida, la salud y crear ciudades inteligentes y seguras. La literatura académica revela que el IoT es la tercera tecnología que más inversión recibe, y se implementa mayoritariamente para automatizar procesos, reducir costes operativos, y mejorar la seguridad. A nivel internacional, los cinco países en los que el IoT genera mayores ingresos son Estados Unidos, China, Japón, Alemania y la India.

El estudio ha buscado, por un lado, responder a los objetivos planteados en la introducción, y por otro lado confirmar o rechazar las hipótesis formuladas en el segundo apartado. En cuanto a los objetivos, se ha respondido a todos, desde proporcionar una visión general completa del concepto de IoT, revisar las ventajas de la adopción de IoT, realizar un análisis en profundidad de la adopción de IoT en España, analizar el impacto de la adopción de IoT en las variables de rendimiento económico, hasta generar recomendaciones políticas para España y Europa para acelerar la digitalización de las empresas y maximizar los beneficios de la adopción de IoT. En cuanto a las hipótesis, el análisis ha confirmado las cinco.

El análisis detallado del caso de España revela lo siguiente. Los sectores con mayor adopción de IoT son la industria de la energía y del agua, el sector TIC y la industria del transporte y almacenamiento. Por otro lado, las CCAA con mayor tasa de adopción de la tecnología son las Islas Baleares, seguido por la Región de Murcia y Aragón. Además, se ha analizado como cuanto más grande es la empresa, mayor es la adopción de dispositivos IoT en los cuatro grandes sectores.

Los estudios académicos muestran una correlación entre el uso del IoT y un mejor desempeño empresarial. Entre las variables medidas que muestran una correlación, destacan la productividad laboral, el rendimiento de los activos, la rotación de inventario, el rendimiento del capital, un mayor rendimiento y valor de mercado, una mejora del rendimiento de marketing, y una mejora del desempeño tanto de la cadena de suministro como de la organización.

No obstante, los datos a los que se ha accedido para elaborar el trabajo a veces presentaban incongruencias y distintos estudios presentaban resultados a veces contradictorios. Mientras la mayoría de los estudios demuestran las grandes ventajas del IoT para las empresas, algunos mostraban ciertos límites y matices en las ventajas. Además, no existe una profunda variedad de estudios cuantitativos que estudien el impacto del IoT en el desempeño de una empresa, teniendo en cuenta factores como el tamaño y el sector en el que se opere. Se recomienda a futuros investigadores un análisis en este ámbito, pues permitiría a empresarios tomar decisiones más ajustadas a la realidad de su empresa.

El potencial del IoT es gigantesco, y ya millones de empresas y de personas se ven beneficiadas por esta tecnología. Aun así, queda un largo camino por recorrer para cerrar la brecha con aquellos sectores y regiones que, por una razón u otra, no tienen la posibilidad de sacarle el máximo provecho al IoT. Es, por ende, esencial que las administraciones públicas formulen una serie de estrategias, adaptadas a las realidades de cada empresa (industria, tamaño, región), que fomenten y aceleren la adopción del IoT. Este estudio ha ofrecido, mediante un previo análisis, políticas claves destinadas a dar a los responsables políticos una visión amplia del estado actual y políticas destinadas a mejorar nuestras sociedades mediante el uso de esta tecnología.

6. Referencias

- Anand, A. (2023). How can you Improve Customer's Experience Using IoT? Analytics Steps. Recuperado de <https://www.analyticssteps.com/blogs/how-can-you-improve-customers-experience-using-iot>.
- Atzori, L., Iera, A., & Morabito, G. (2010). The internet of things: A survey. *Computer networks*, 54(15), 2787-2805.
- AWS Amazon. (s.f.). El Grupo Volkswagen en AWS. Recuperado de <https://aws.amazon.com/es/solutions/case-studies/innovators/volkswagen-group/>.
- Borgia, E. (2014). The internet of things vision: Key features, applications and open issues. *Computer Communications*, 54, 1-31.
- CIO Spain. (2023). El gasto en IA crecerá en España a un ritmo del 30% hasta 2026. Recuperado de <https://www.ciospain.es/tendencias/el-gasto-en-ia-crecera-en-espana-a-un-ritmo-del-30-hasta-2026>.
- Comisión Europea. (2022). Europe's Internet of Things Policy. Recuperado de <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/internet-things-policy>.
- Comunidad de Madrid. (2023). Estrategia de Digitalización de la Comunidad de Madrid 2023-2026. Recuperado de https://www.comunidad.madrid/sites/default/files/img/tecnologia/20230329_estrategiaversionweb.pdf.
- De Vass, T., Shee, H., & Miah, S. J. (2018). The effect of "Internet of Things" on supply chain integration and performance: An organisational capability perspective. *Australasian Journal of Information Systems*, 22. Recuperado de <https://journal.acs.org.au/index.php/ajis/article/view/1734/833>.

- Eurostat. (2015). What is the Digital Single Market about? *Comisión Europea*. Recuperado de <https://ec.europa.eu/eurostat/cache/infographs/ict/bloc-4.html>.
- Forbes. (2022). Tesla Stock Breakdown: By The Numbers, How Does Tesla Make Money In 2022? Recuperado de <https://www.forbes.com/sites/qai/2022/09/08/tesla-stock-breakdown-by-the-numbers-how-does-tesla-make-money-in-2022/?sh=b933c3c32c75>.
- Gagliardi, G., Lupia, M., Cario, G., Tedesco, F., Cicchello Gaccio, F., Lo Scudo, F., & Casavola, A. (2020). Advanced adaptive street lighting systems for smart cities. *Smart Cities*, 3(4), 1495-1512. Recuperado de <https://www.mdpi.com/2624-6511/3/4/71>.
- Gallego, C. (2020). Internet de las Cosas. Comparativa Internacional, España y Comunidades Autonomas. EAE Business School.
- Gartner. (2011). Hype Cycle for Emerging Technologies, 2011. Recuperado de <https://www.gartner.com/en/documents/1754719>.
- Greengard, S. (2023). Internet of Things. Encyclopedia Britannica. <https://www.britannica.com/science/Internet-of-Things>.
- IoT Analytics. (s.f.). Internet of Things (IoT) in China. Recuperado de <https://iot-analytics.com/iot-in-china/>.
- Javaid, M., & Khan, I. H. (2021). Internet of Things (IoT) enabled healthcare helps to take the challenges of COVID-19 Pandemic. *Journal of Oral Biology and Craniofacial Research*, 11(2), 209-214. Recuperado de https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212426821000154?casa_token=2_S6zVFal8UAAAAA:WgS547xw0P7GMh1SUWshm7MnayD0lZRwsnSBic_hWBniak_SCD-_zjahIFBfBY3FSCpAMcXV6.
- Jia, X., Feng, Q., Fan, T., & Lei, Q. (2012, April). RFID technology and its applications in Internet of Things (IoT). In *2012 2nd international conference on consumer*

electronics, communications and networks (CECNet) (pp. 1282-1285). IEEE.

Recuperado de

https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/6201508?casa_token=wBOP6QnN9zAAAAAA:p2mkmMjXifxMvDco_A5IVuJFouB7jfAghiyXAnwOyWnWIKU73U9EIYNjMNtqWh_-ed4P88RN.

Jiménez, C., Saavedra, E., del Campo, G., & Santamaria, A. (2021). Alexa-based voice assistant for smart home applications. *IEEE Potentials*, 40(4), 31-38. Recuperado de <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9475608>.

Jung, J., & Gómez-Bengoechea, G. (2022). A literature review on firm digitalization: drivers and impacts. *Estudios sobre la Economía Española*. Recuperado de https://documentos.fedea.net/pubs/eee/2022/eee2022-20.pdf?utm_source=wordpress&utm_medium=portada&utm_campaign=estudio.

Manoj Kumar, N., & Dash, A. (2017). Internet of things: an opportunity for transportation and logistics. In *Proceedings of the International Conference on Inventive Computing and Informatics (ICICI 2017), 23rd to* (pp. 194-197). Recuperado de <https://deliverypdf.ssrn.com/delivery.php?ID=674066092020080067120000015094022101038046007020059034127066086110127103099075024028056033058006042055014024031104115125084103053082054001060123114072006098096074006061053066087025066081072021125015067031065027120084029026091121077066019122097072024104&EXT=pdf&INDEX=TRUE>.

Mehralian, M. M. (2022). Effect of internet of things on marketing performance: the mediating role of entrepreneurship orientation. In *25th Iranian Conference on Business Development and Digital Transformation*. Recuperado de https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=4195987.

Ministerio De Asuntos Económicos y Transformación Digital. (2022). España Digital 2026.

Ministerio de Asuntos Económicos y Transformación Digital. (2020). Plan España Digital 2025.

- Mubarak, M. F., Shaikh, F. A., Mubarik, M., Samo, K. A., & Mastoi, S. (2019). The impact of digital transformation on business performance: A study of Pakistani SMEs. *Engineering technology & applied science research*, 9(6), 5056-5061. Recuperado de <https://epubl.ktu.edu/object/elaba:46768105/>.
- Nagy, S., Mansour, H., & Presser, M. (2018). Case study of IoT as a driver for business model innovation in the wind industry. In *2018 IEEE 4th World Forum on Internet of Things (WF-IoT)* (pp. 74-79). IEEE. Recuperado de https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/8355222?casa_token=K6idmoiY87YAAAAA:GgsLHzybQOU7QWHx_gmwgyag_e36c3g_HxvrDLvaN8nJCCFX8Ysv87X165ZzZLw6zE3We_9d.
- Omoyiola, B.O. (2019). Factors affecting IoT adoption. *IOSR Journal of Computer Engineering*. Recuperado de https://www.researchgate.net/profile/Bayo-Olushola-Omoyiola/publication/337657446_Factors_affecting_IoT_adoption/links/5e4e5796458515072dabbdec/Factors-affecting-IoT-adoption.pdf.
- Paul, C., Ganesh, A., & Sunitha, C. (2018). An overview of IoT based smart homes. In *2018 2nd International Conference on Inventive Systems and Control (ICISC)* (pp. 43-46). IEEE. Recuperado de <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/8398858>.
- Rao, B. P., Saluia, P., Sharma, N., Mittal, A., & Sharma, S. V. (2012). Cloud computing for Internet of Things & sensing based applications. In *2012 Sixth International Conference on Sensing Technology (ICST)* (pp. 374-380). IEEE. Recuperado de <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/6461705>.
- Rawlings, K. (2020). How IoT tech is increasing efficiency. *Electronic Products & Technology*. Recuperado de <https://www.ept.ca/features/how-iot-tech-is-increasing-efficiency/>.
- Romkey, J. (2016). Toast of the IoT: the 1990 interop internet toaster. *IEEE Consumer Electronics Magazine*, 6(1), 116-119. Recuperado de

https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/7786805?casa_token=TpMZRYoMRvIAAAAA:uqHFagZc3RnmjqLpQxUxiQ6nSnL9YEIVAletEPCnBg_Ii_Jd5bFuBcyPGrgVxRVC-cjOGL-G.

Salazar, J., & Silvestre, S. (2016). Internet de las cosas. *Techpedia. České vysoké učení technické v Praze Fakulta elektrotechnická*.

Shenkoya, T., & Dae-Woo, C. (2019). Impact of IoT on social innovation in Japan. *Asia Pacific Journal of Innovation and Entrepreneurship*.

Shenkoya, T., & Dae-Woo, C. (2019). Impact of IoT on social innovation in Japan. *Asia Pacific Journal of Innovation and Entrepreneurship*. Recuperado de <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/APJIE-06-2019-0040/full/html>.

Shenkoya, T. (2020). Social change: A comparative analysis of the impact of the IoT in Japan, Germany and Australia. *Internet of Things, 11*, 100250. Recuperado de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2542660520300858>.

Sirimane, S. (2022). ¿Qué es la "Industria 4.0" y qué significará para los países en desarrollo? Foro Economico Mundial. Recuperado de <https://es.weforum.org/agenda/2022/05/que-es-la-industria-4-0-y-que-significara-para-los-paises-en-desarrollo/>.

Song, Y., Yu, F. R., Zhou, L., Yang, X., & He, Z. (2020). Applications of the Internet of things (IoT) in smart logistics: a comprehensive survey. *IEEE Internet of Things Journal, 8*(6), 4250-4274. Recuperado de <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9241736>.

Song, T., Cai, J., Chahine, T., & Li, L. (2021). Towards smart cities by Internet of Things (IoT)—a silent revolution in China. *Journal of the Knowledge Economy, 12*, 1-17. Recuperado de <https://link.springer.com/article/10.1007/s13132-017-0493-x>.

- Statista. (2022). Number of Internet of Things (IoT) connected devices worldwide from 2019 to 2021, with forecasts from 2022 to 2030. Recuperado de <https://www.statista.com/statistics/1183457/iot-connected-devices-worldwide/>
- Statista. (2023). Internet of Things – Spain. Recuperado de <https://www.statista.com/outlook/tmo/internet-of-things/spain?currency=EUR>.
- Statista. (2022). Internet of Things (IoT) total annual revenue worldwide from 2020 to 2030. Recuperado de <https://www.statista.com/statistics/1194709/iot-revenue-worldwide/>.
- Statista. (2023). Internet of Things – United States. Recuperado de <https://www.statista.com/outlook/tmo/internet-of-things/united-states>.
- Suresh, P., Daniel, J. V., Parthasarathy, V., & Aswathy, R. H. (2014). A state of the art review on the Internet of Things (IoT) history, technology and fields of deployment. In *2014 International conference on science engineering and management research (ICSEMR)* (pp. 1-8). IEEE.
- Syed, A. S., Sierra-Sosa, D., Kumar, A., & Elmaghraby, A. (2021). IoT in smart cities: A survey of technologies, practices and challenges. *Smart Cities*, 4(2), 429-475. Recuperado de <https://www.mdpi.com/2624-6511/4/2/24>.
- Tang, C. P., Huang, T. C. K., & Wang, S. T. (2018). The impact of Internet of things implementation on firm performance. *Telematics and Informatics*, 35(7), 2038-2053. Recuperado de https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0736585318302995?casa_token=GouyyOd1bFoAAAAA:ro6DRGkbfzixCj9wUT8xPYGFqFBE8dYranZdskBS5RErn9bEzmlG2jT69HOsm6-rFKBAz6tOlw.
- Tapashetti, A., Vegiraju, D., & Ogunfunmi, T. (2016). IoT-enabled air quality monitoring device: A low cost smart health solution. In *2016 IEEE Global Humanitarian Technology Conference (GHTC)* (pp. 682-685). IEEE. Recuperado de https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/7857352?casa_token=UGgyXKbwC

[vcAAAAA:gTgymveGDJ5BAecNLdqhVHA3aWe8OJEWYyyF3RuZub_CJ-ykYeIU7CNudYj9YGu8p7mQqPvg.](https://www.ibm.com/blogs/industries/little-known-story-first-iot-device/)

Teicher, J. (2018) *The little-known story of the first IOT device, Industrious*. IBM. Recuperado de <https://www.ibm.com/blogs/industries/little-known-story-first-iot-device/>.

Wang, J., Lim, M. K., Wang, C., & Tseng, M. L. (2021). The evolution of the Internet of Things (IoT) over the past 20 years. *Computers & Industrial Engineering*, 155, 107174.

Yang, C., Shen, W., & Wang, X. (2016). Applications of Internet of Things in manufacturing. In *2016 IEEE 20th international conference on computer supported cooperative work in design (CSCWD)* (pp. 670-675). IEEE. Recuperado de <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/7566069>.

Yuehong, Y. I. N., Zeng, Y., Chen, X., & Fan, Y. (2016). The internet of things in healthcare: An overview. *Journal of Industrial Information Integration*, 1, 3-13. Recuperado de https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2452414X16000066?casa_token=CFyyD8fUoDsAAAAA:YLS8gDMRp7UqDQ-OCCVixialCq2RlqfcLbiIWQWqQ6DI_fVZRn81QR681foBF5FjTiYi2rT5

Zhong, R. Y., & Ge, W. (2018). Internet of things enabled manufacturing: a review. *International Journal of Agile Systems and Management*, 11(2), 126-154. Recuperado de <https://www.inderscienceonline.com/doi/abs/10.1504/IJASM.2018.092545>.