



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Trabajo de Final de Grado de Administración y Dirección de Empresas

**NUEVAS TECNOLOGÍAS
APLICADAS A MODELOS DE NEGOCIO
Y PROPUESTA DE MODELO DE
NEGOCIO INNOVADOR.**

Autor: Jacobo Ochando Ortí

Tutor: Aurelio Herrero Blasco

Fecha: septiembre 2018

Curso Académico 2017-2018



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

Agradecimientos

A mi madre.



Tabla de Contenidos

1.	INTRODUCCIÓN	9
1.1	Resumen.....	9
1.2	Objeto, objetivos	11
1.3	Metodología	13
1.4	Estructura del trabajo	15
1.5	Asignaturas relacionadas	16
2.	VENTANA DE OPORTUNIDAD	19
3.	COMPUTACIÓN EN LA NUBE.....	21
3.1	Definición de la Computación en la Nube	21
3.2	Características de la Computación en la Nube	23
3.3	Opciones de implementación.....	24
3.4	Modelos de servicio	27
3.4.1	Software como Servicio.....	29
3.4.2	Plataforma como Servicio.....	34
3.4.3	Infraestructura como Servicio.....	38
4.	INTERNET DE LAS COSAS	42
4.1	Definición de Internet de las Cosas	42
4.2	El Producto Software	45
4.2.1	El Ciber Modelo.....	45
4.2.2	La Aplicación.....	47
4.2.3	Modelización del Valor del Internet de las Cosas	48
4.3	El Producto Hardware.....	50
4.3.1	Sensores	50
4.3.2	Sistemas Embebidos	51



4.3.3 Sensores Conectados.....	52
4.4 El Tejido de la Red	54
4.4.1 Visión general y estándares	54
4.4.2 Producto Nube de Internet de las Cosas	56
4.4.3 Plataforma de Internet de las Cosas	56
4.5 Sistemas Externos	58
4.5.1 Panorama general.....	58
3.5.2. Analítica y <i>Big Data</i>	59
4.5.3 Servicio de Datos	59
4.5.4 Sistemas de Empresa.....	60
4.5.5 Otros productos de Internet de las Cosas.....	61
5. BIG DATA.....	63
5.1 Definición de <i>Big Data</i>	63
5.2 Las tres Vs.....	64
5.3 Datos estructurados vs semiestructurados vs no estructurados.....	66
6. ANALÍTICA DE <i>BIG DATA</i>	69
6.1 Tipos de Analítica existentes más comunes.....	70
6.2 La “herramienta” <i>Hadoop</i>	73
6.3 Usos actuales de la Analítica de <i>Big Data</i>	75
6.3.1 Monitorización y detección de anomalías.....	76
6.3.2 Minería de Datos y Analítica de Texto	78
6.3.3 Diferentes análisis	81
6.3.4 Visualización de <i>Big Data</i>	84
6.3.5 El papel de Excel en <i>Big Data</i>	86
6.3.6 Relación entre Internet of Things y Big Data Analytics.....	87



7.	APLICACIÓN DE LAS NUEVAS TECNOLOGÍAS A MODELOS DE NEGOCIO.	91
7.1	Segmentos de cliente.....	92
7.2	Propuestas de valor	95
7.3	Canales	99
7.4	Relaciones con clientes	100
7.5	Fuentes de ingresos	101
7.6	Recursos clave	104
7.7	Actividades clave	104
7.8	Socios clave	106
7.9	Estructura de costes.....	107
8.	MODELO DE NEGOCIO: SOLUCIÓN PARA MONITORIZAR Y PREDECIR EL DAÑO ACUMULADO DEL PAVIMENTO DE LAS PISTAS DE LOS AEROPUERTOS...	111
8.1	¿Qué oportunidad detectamos?.....	112
8.2	¿Qué sistemas existen actualmente que cubran esa necesidad?.....	117
8.3	¿Qué mercado hay?.....	119
8.4	¿Cuál es la técnica de la solución?.....	124
8.5	¿Qué propuesta de valor hacemos?.....	128
9.	CONCLUSIONES Y DISCUSIÓN	133
10.	BIBLIOGRAFÍA	137



Lista de figuras

Figura 1. Arquitectura de la Computación en la Nube	29
Figura. 2. Esquema del Software como Servicio	33
Figura. 3. Esquema de la Plataforma como Servicio	37
Figura 4. Esquema de la Infraestructura como Servicio	41
Figura. 6. Patrón Gestalt: balón de fútbol	85
Figura. 7. Evolución del coste medio de los sensores entre 2004 y 2020.....	109



Lista de tablas

Tabla 1. Tipos de Analítica existentes para IoT	73
---	----



Lista de acrónimos

AENA - Aeropuertos Españoles y Navegación Aérea

API – Application Programming Interface – Interfaz de Programación de Aplicaciones

B2B – Business to Business – De Negocio a Negocio

B2C – Business to Consumer – De Negocio a Consumidor

CRM – Customer Relationship Management – Gestor de las Relaciones con los Clientes

DORA – Documento de Regulación Aeroportuaria

ERP – Enterprise Resource Planning – Planificador de los Recursos de la Empresa

I+D – Investigación y Desarrollo

IaaS – Infrastructure as a Service – Infraestructura como Servicio

IoT – Internet of Things – Internet de las Cosas

IT – Information Technology – Tecnología de la información

OT – Operational Technology – Tecnología operativa

PaaS – Platform as a Service – Plataforma como Servicio

PLM – Product Lifecycle Management – Gestor del Ciclo de Vida de Productos

RFID – RadioFrequency Identifier – Identificador por Radiofrecuencia

SaaS – Software as a Service – Software como Servicio

SCM – Supply Chain Management – Gestor de la Cadena de Suministro

SLA – Service Level Agreement – Acuerdo del Nivel de Servicio

TAM – Total Available Market – Mercado Total Disponible

TFG – Trabajo de Fin de Grado

TIC – Tecnologías de la Información y Comunicación



1. INTRODUCCIÓN

1.1 RESUMEN

Actualmente la tecnología avanza de forma rápida y debemos adaptarnos a los cambios para prosperar. Tecnologías disruptivas como *Internet of Things* o *Big Data* o el manejo que tenemos de la “Nube” están cambiando nuestra manera de enfocar el mundo empresarial: se ha abierto la puerta tanto a un gran abanico de nuevos modelos de negocio como a una mejora sustancial de lo que conocíamos hasta ahora. En este trabajo nos centramos, en primer lugar, en dar una visión general de estas nuevas tecnologías.

La Nube es un universo digital de almacenamiento de información al que entrar cuando y desde donde queramos mediante un acceso a Internet. La tecnología de *Internet of Things* nos permite reunir información a tiempo real de las “cosas” del mundo físico para controlarlas desde un mundo digital. La tecnología de *Big Data* es la que nos hace capaces de manejar enormes cantidades de información generada. Por último, las herramientas Analíticas nos permiten evaluar la gran cantidad de datos que poseemos y sacar el valor en forma de una toma de decisiones más precisa y correcta.

En el segundo bloque, aplicaremos los conocimientos adquiridos sobre estas tendencias tecnológicas a la creación de nuevos modelos de negocio. Además, proponemos un modelo de negocio tangible que nace de las posibilidades que abren estas nuevas tecnologías. Este consistirá



en un sistema de monitorización y mantenimiento predictivo en el que se integran las tecnologías que se describen durante el documento.

Palabras clave: Tecnología; Innovación; Modelos de negocio; *Cloud*; *Internet of Things*; *Big Data*; Analítica.

ABSTRACT

Nowadays, technology is advancing rapidly, and we must adapt to changes to prosper. Disruptive technologies such as Internet of Things or Big Data or the way we handle the "Cloud" are changing the way we approach the business world: the door has been opened both to a wide range of new business models and to a substantial improvement of what we knew until now. In this work we focus, first, on giving an overview of these new technologies.

The Cloud is a digital universe of information storage to enter when and where we want through an Internet access. The technology of Internet of Things allows us to gather information in real time of the "things" of the physical world to control them from a digital world. Big Data's technology is what makes us capable of handling enormous amounts of generated information. Finally, the Analytical tools allow us to evaluate the large amount of data we have and extract the value in the form of more accurate and correct decision making.



In the second block, we will apply the knowledge acquired about these technological trends to the creation of new business models. In addition, we propose a tangible business model that stems from the possibilities opened by new technologies. This will consist of a monitoring and predictive maintenance system in which the technologies described during the document are integrated.

Keywords: Technology; Innovation; Business Models; Cloud, Internet of Things; Big Data; Analytics.

1.2 OBJETO, OBJETIVOS

“Toda empresa se está convirtiendo en una empresa de tecnología y datos, y las consecuencias de esta distinción son sustanciales.” (Boston Consulting Group, 2018).

El potencial que tienen los ecosistemas digitales actualmente es enorme. Las 5 compañías más valiosas del mundo (Apple, Google, Microsoft, Facebook y Amazon) han llegado al top creando un ecosistema digital con modelos de negocio basados en plataformas digitales. Las compañías que cuentan con una posición privilegiada en ecosistemas basados en los datos generan un valor que les aventaja frente a sus competidores en todas las facetas del negocio (Boston Consulting Group, 2018).



Así, el objeto principal de nuestra investigación será acercar el área de conocimiento de las tecnologías de la información y comunicación al área de conocimiento de la empresa.

Por ello, el objetivo más específico de este trabajo, que ayudará a conseguir el objeto final, es aplicar el conocimiento de las nuevas tecnologías TIC que son tendencia en el mundo de la empresa (*Cloud Computing, Internet of Things, Big Data y Analytics*) a la creación de modelos de negocio, cruzando así los ámbitos tecnológico, informático y empresarial. Esto permitirá suavizar las distancias aparentes entre ellos, haciendo más sencillo el nacimiento de un “hijo común” como es una *startup* tecnológica.

Por ello, esta temática no acabará aquí. Tras la presentación de este Trabajo de Fin de Grado, se pretende seguir estudiándola más en profundidad. El objeto a medio-largo plazo es la inmersión en este mercado de *startups* tecnológicas, partícipes del cambio en la manera en la que vemos el mundo.

Para completar esta investigación de acuerdo con el objetivo que le hemos marcado, vamos a definir los subobjetivos de investigación. Estos son:

- *Estudiar los fundamentos y beneficios del *Cloud Computing*.
- *Estudiar los fundamentos y beneficios del *Internet of Things*.
- *Estudiar los fundamentos y beneficios del *Big Data*.
- *Estudiar los fundamentos y beneficios del *Analytics*.
- *Aplicar el conocimiento de las tecnologías TIC a la creación de modelos de negocio.



*Propuesta de un modelo de negocio basado en las tecnologías TIC.

Finalmente, cabe añadir que con la realización de este TFG se pretende ayudar a todos aquellos que se sienten atraídos por las nuevas tecnologías TIC, pero que piensan en ellas como conceptos muy abstractos o confusos. Es un hecho que la innovación suele llamar la atención, pero en ocasiones viene de la mano de conceptos muy disruptivos y complicados de entender, pues no tenemos ningún conocimiento preconcebido sobre ellos. Además, también se quiere ayudar a aquellos que conocen las tecnologías y sabrían definir las, pero no sabrían aprovecharlas para crear valor mediante un nuevo modelo de negocio.

Por último, se entiende que con este TFG se está mejorando el mercado y animando a la creación de nuevos negocios tecnológicos que aumenten la competitividad entre sí y, a largo plazo, mejore el mundo en el que vivimos.

1.3 METODOLOGÍA

En este punto vamos a tratar los procedimientos que hemos llevado a cabo para la realización del presente trabajo.

En primer lugar, una tarea esencial para la consecución de este trabajo ha sido establecer un objetivo definido: entender cómo es la intersección entre las tecnologías disruptivas actuales en el campo de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) y el mundo empresarial, para así poder aplicarlo a la creación de *startups* tecnológicas.



En segundo lugar, evaluar los recursos disponibles con los que se contaba a la hora de comenzar el trabajo para poder extraer el máximo valor posible de ellos. Entre estos recursos destacan las experiencias laborales tanto en el Instituto de Matemática Multidisciplinar de la propia Universidad Politécnica de Valencia colaborando en la construcción de modelos de negocio con base tecnológica como en la multinacional de software para empresas SAP, que cuenta con un amplio *portfolio* de tecnologías de la información aplicables a compañías. En ambos puestos es donde he desarrollado la pasión por el tema.

Además, han sido de considerable ayuda herramientas que pone a disposición del alumno la UPV, como el polibuscador, la ayuda que nos ha brindado la Biblioteca de la Facultad de Administración y Dirección de Empresas o el libro que, en una charla organizada por la propia Facultad, tuve la suerte de conseguir de manos del conferenciante Bill Aulet, director del *Martin Trust Center* en la sección de Emprendimiento del prestigioso Instituto Tecnológico de Massachusetts. Este libro, llamado *La disciplina de emprender: 24 pasos para lanzar una startup exitosa* ha sido de gran ayuda para el enlace de la teoría técnica de las nuevas tecnologías con la creación de nuevos modelos de negocio. También ha sido clave en todo momento la organización con el tutor del trabajo.

En tercer lugar, las fuentes de información utilizadas para el trabajo de investigación que conforma la primera parte de este TFG son aquellas que muestren información relevante de manera veraz y contrastada. Todas ellas son fuentes secundarias. Entre las principales destacan la extensa literatura científica, material empleado en distintas asignaturas del grado de



Administración y Dirección de Empresas o portales web de información contrastada. Toda fuente de información queda reflejada en la bibliografía.

En cuanto al formato del documento y de la propia bibliografía, se ha utilizado la metodología de la normativa *American Psychological Association* (APA).

1.4 ESTRUCTURA DEL TRABAJO

En la estructura del trabajo pueden distinguirse dos partes, unidas mediante el hilo conductor que guía en todo momento.

La primera, es un trabajo de investigación y revisión de la literatura científica para tratar de conseguir una visión general amplia y de calidad sobre las nuevas tecnologías TIC que se han tratado. Estas son *Cloud Computing*, *Internet of Things*, *Big Data* y *Analytics*.

La segunda parte consiste en aplicar el conocimiento adquirido en la parte anterior para establecer una guía básica de cómo construir un modelo de negocio que tenga como actores principales a una o varias de las tecnologías estudiadas.

Ambas partes se encuentran entre una sección de Introducción al inicio del trabajo y una de Conclusiones y Discusiones al final, que evalúan el valor de haber realizado este TFG.



1.5 ASIGNATURAS RELACIONADAS

En este punto evaluamos las asignaturas que han aportado valor a la realización de este Trabajo de Fin de Grado. Aunque una de las dos áreas de conocimiento principales es tecnológica y no se ha estudiado en sí misma en el Grado de Administración y Dirección de Empresas, sí que ha habido aportaciones de varias asignaturas a la globalidad del trabajo y, en particular, al área de conocimiento de empresa. A continuación, listamos las que han tenido una mayor influencia:

Introducción a la Administración de Empresas. Aquí hemos se ha extraído los fundamentos del mundo de la empresa que da esta asignatura, así como la introducción a los modelos de gestión. (Robbins, 2016)

Emprendedores y Creación de Empresas. Esta asignatura activa el gen emprendedor, animando a iniciar propios negocios. Además, desarrolla el proceso de creación de nuevas empresas, por lo que encaja plenamente con el segundo bloque de nuestro TFG. (Osterwalder, 2011).

Investigación Comercial. Esta asignatura ha sido de gran utilidad por la capacidad de investigación que desarrolla. Aquí hemos desarrollado el conocimiento necesario para distinguir y filtrar entre fuentes de información tanto primarias como secundarias. Esto ha sido útil no sólo para el primer bloque del trabajo que es de pura investigación, sino también para la investigación



real de mercado realizada en el segundo bloque del trabajo para la propuesta de un modelo de negocio innovador. (Aaker, 2001).

Modelos Matemáticos. Esta asignatura, una de las más técnicas de todas, nos ha ayudado a comprender partes del sistema de *Internet of Things* o *Analytics*, pues tienen parte de su base en algoritmos y modelizaciones matemáticas. (Anthony, 1996).

Econometría. De aquí se ha extraído la habilidad de manejar datos, analizar representaciones visuales de series de datos, comprender su evolución en el tiempo o predecir futuros valores mediante modelos matemáticos. Estas capacidades para sacar el valor de los datos son indudablemente de gran ayuda a la hora de construir modelos de negocio basados en estos. (Gujarati, 2009).

Estadística. Esta asignatura ha aportado la capacidad de interpretación de estadísticas producto del movimiento del mercado, pues, de hecho, una de las principales motivaciones para realizar este TFG ha sido la cantidad de estas que apuntaban a las nuevas tecnologías como tendencia actual y futura. Además, también nos ha aportado comprensión de modelización, tratamiento e interpretación de datos. (Martín Pliego, 2004).

Estrategia y Diseño de la Organización. El contenido de esta asignatura ha tenido importancia a la hora de diseñar un nuevo modelo de negocio y de enfocar su posible estrategia. Aquí hemos adquirido conceptos clave como segmentaciones de mercado, activos estratégicos de la empresa, actividades clave, etcétera. Además, sólo el hecho de crear un modelo de negocio



innovador para aprovechar las tendencias positivas del mercado es una decisión estratégica.

(Navas López, 2016).



2. VENTANA DE OPORTUNIDAD

Es difícil imaginarse un periodo de tiempo más propenso para la innovación y el avance tecnológico que el presente. Formamos parte de una comunidad global interconectada con acceso a información sobre cualquier cosa que ocurra en el mundo en sólo cuestión de segundos.

La mayoría de las áreas de nuestra vida están viéndose afectadas por procesos innovativos. Nuestro mundo ha vivido siempre en continuo cambio y va a seguir haciéndolo, y, cada vez, a mayor velocidad. Las empresas, tanto grandes como pequeñas, conviven en un entorno de alta competitividad y que requiere rapidez en la respuesta a los cambios. Esta adaptación al cambio puede significar la diferencia entre despuntar, o, por el contrario, quedar obsoleta y fuera de mercado.

Hoy en día, escuchamos frecuentemente conceptos como “Nube”, “Internet de las Cosas”, “Inteligencia Artificial”, “Big Data”, “Blockchain” o “Machine Learning”. Y es que nos encontramos en la “ventana de oportunidad” de muchas tecnologías emergentes. Una ventana de oportunidad, es un horizonte de tiempo durante el cual existen oportunidades de negocio, antes de que ocurra algo que lo elimine (Millson & Wilemon, 2007).

En este Trabajo de Fin de Grado, vamos a entrar en el área de conocimiento de las tecnologías de la información y comunicación (TIC) para investigar los básicos de algunas de las principales tendencias que son protagonistas durante el año actual, 2018. *Cloud-Edge*, *Internet of Things* o *Analytics* se encuentran entre ellas, según Gartner (Gartner, 2018). Así pues, vamos a



centrarnos en dar una visión general pero completa de estas tecnologías disruptivas para ser capaces de entender su posible aplicación a la hora de idear nuevos modelos de negocio, con el fin de aprovechar la “ventana de oportunidad” de las mismas en la que nos encontramos.



3. COMPUTACIÓN EN LA NUBE

Actualmente sabemos que la “Nube” existe, que está integrada en el día a día y que va a seguir expandiéndose. Es un concepto que oímos habitualmente. Pero ¿qué es exactamente la Nube? ¿cómo está construida? ¿cómo accedemos a ella? ¿qué ventajas nos aporta como individuales y como empresa? ¿de qué manera podemos contratarla? Este apartado se centra en resolver estas preguntas y dar una visión general entendible de la computación en la “Nube” o *Cloud Computing*.

3.1 DEFINICIÓN DE LA COMPUTACIÓN EN LA NUBE

Antes de entrar a explorar las estrategias para contratar un servicio de Nube o las herramientas a considerar, necesitamos establecer una definición de esta nueva tecnología. Para ello, vamos a utilizar la propuesta por el Instituto Nacional de Estándares y Tecnología de EE. UU. (NIST), que es la siguiente:

“La computación en nube es un modelo para permitir el acceso de red bajo demanda a un conjunto compartido de recursos informáticos configurables (por ejemplo, redes, servidores, almacenamiento, aplicaciones y servicios) que pueden aprovisionarse y liberarse rápidamente con un mínimo esfuerzo de gestión o modelos de servicio, y cuatro modelos de implementación.”

(Mell & Grance, 2011).

En pocas palabras, el Cloud Computing es la combinación de una tecnología de plataforma que proporciona servicios de alojamiento y almacenamiento en Internet.



La etiqueta “Nube” es una metáfora que hace referencia a Internet, al que normalmente se ha ilustrado con un concepto como éste. Al ser consumidores de Nube, estamos dejando en manos de otros una gran parte de la red utilizada. Esto permite recortar costes operacionales y dejar de centrar esfuerzos en mantener centros de datos y otra infraestructura de tecnologías de la información, en caso de que lo veamos desde el punto de vista empresarial. Desde el individual, también resulta muy útil el conocimiento acerca de esta tecnología, pues como se ha mencionado anteriormente, la tenemos presente en el día a día. El objetivo principal del *Cloud Computing* es proporcionar infraestructuras de computación bajo demanda escalables y económicas con buena calidad de servicio.

Pensemos en Microsoft Office, por ejemplo, que actualmente podemos utilizarlo sin necesidad de instalar aplicaciones en nuestro ordenador o en el de la oficina. Además, si existe alguna actualización disponible, el sistema se encargará de descargarlas y aplicarlas sin que tengamos que hacer nada

Otro ejemplo podría ser el del almacenamiento de datos. La mayoría de nosotros utiliza herramientas alojadas en la Nube para guardar nuestra información, como pueden ser Google Drive, Dropbox o OneDrive. Al hacer esto nos estamos ahorrando la necesidad de adquirir equipos habilitados para ello, como un disco duro. Además, podemos acceder a esa información desde donde nosotros queramos, capacidad que aporta un gran valor añadido al servicio. Pero esto es solo una de las grandes ventajas del *Cloud Computing*. Veamos en el siguiente apartado qué características generales tiene esta nueva tecnología.



3.2 CARACTERÍSTICAS DE LA COMPUTACIÓN EN LA NUBE

Ya hemos visto una definición de lo que actualmente llamamos Computación en la Nube. En este apartado vamos a definir las características principales que tiene esta nueva tecnología, independientemente de tipo de implementación y del servicio que queramos adquirir. Así, según el Instituto Nacional de Estándares y Tecnología de EE. UU. (NIST) definimos las características principales en (Mell & Grance, 2011):

- Autoservicio bajo demanda. Un cliente puede solicitar y obtener por su cuenta más o mejores funcionalidades, como menos tiempo de reacción del servidor, más almacenamiento o mejor velocidad de procesamiento.
- Reparto de recursos. El proveedor reparte su potencial de computación para dar servicio a una gran cantidad de clientes en función de la demanda de cada uno de ellos. Estos recursos tanto virtuales como físicos se asignan y reasignan constantemente.
- Servicio preciso. Los sistemas de computación en la nube automáticamente optimizan el uso de los recursos y los controlan en función de métricas como almacenamiento, ancho de banda, número de usuarios, procesamiento... Así, el uso de los recursos puede ser controlado y reportado transparentemente, por lo que tanto proveedor como consumidor tendrán toda la información respecto al servicio.



- Elasticidad dinámica. En caso de que se necesite, los recursos disponibles pueden aumentar o disminuir rápidamente para acoplarse a la demanda cambiante. Para el cliente, estos recursos extra que pueden serle suministrados son normalmente infinitos a ojos de su negocio.
- Amplia accesibilidad a la red. Se puede consultar la información y acceder a los sistemas alojados en la nube desde cualquier dispositivo con conexión a Internet, tales como teléfonos móviles, tabletas, ordenadores, etcétera.

3.3 OPCIONES DE IMPLEMENTACIÓN

Una vez vistas las características generales que aporta la tecnología de *Cloud Computing*, vamos a evaluar los distintos tipos de implementación de ésta que existen hoy en día. Dependiendo del tipo que tengamos contratado, podemos disponer de una cantidad de recursos de computación u otra. Entre ellos existen ciertas diferencias que pueden ser tomadas como ventajas o desventajas según el propósito para el que tengamos pensado utilizar el “*Cloud*”.

En primer lugar, podemos “alcanzar” la nube desde un acceso público, lo que denominamos *nube pública*. También podemos disponer de acceso a una *nube privada*, o podemos alojar la nube (es decir, la infraestructura necesaria para que exista la propia nube) en las instalaciones de nuestra empresa. También podemos acceder a una nube que esté alojada por



un tercero, o disponer de una nube limitada a ciertos socios, empresas del grupo, otros participantes de nuestra cadena de valor como podrían ser clientes o proveedores, etc.

A continuación, vamos a explorar las diferencias en el servicio que ofrece cada una de estas posibilidades:

- Nube pública. Permite el acceso a los consumidores usando navegadores web. Los usuarios pagan según el tiempo o uso que le den al servicio. Este concepto se llama “*pay-per-use*” o “*pay-as-you-go*”. Pagamos más cuanto más lo usemos. Esto ayuda a reducir costes operacionales en el gasto en tecnologías y sistemas de información. Ejemplo que podríamos utilizar para entender mejor cómo funciona esta opción de implementación sería el de la red eléctrica que recibimos en casa, y que pagamos según el uso que le demos. Las nubes públicas tienen como desventaja que son menos seguras que otros modelos de implementación de la nube, ya que todos los datos tienen más probabilidad de recibir ataques maliciosos. Una posible forma de solucionar este problema sería llevar a cabo verificaciones de seguridad, tanto por parte del consumidor como por parte del proveedor de servicios de nube. Además, ambas partes deben delimitar sus responsabilidades respecto al servicio. Un ejemplo de nube pública sería Microsoft Azure, motor de Google Apps.
- Nube privada. Este tipo de nube se aloja en los centros de datos internos de la compañía. Comparado a la nube pública, donde todos los recursos se gestionan por el proveedor de los servicios de nube, en este tipo de implementación los recursos se apilan juntos para



que estén disponibles para ser gestionados por los usuarios. La mayor ventaja en este tipo de nube es que aporta facilidad para gestionar la seguridad, el mantenimiento y las mejoras, así como mayor control sobre la implementación y el uso, ya que sólo los usuarios de la compañía cliente tendrán acceso. La nube privada puede ser comparada con una intranet. Uno de los mejores ejemplos de nube privada es Eucalyptus Systems, comprado ahora por HP.

- Nube híbrida. Como su nombre indica, es una combinación entre la nube pública y la nube privada. En este modelo, una nube privada se conecta a servicios externos ofrecidos mediante una nube pública. Es una manera segura de controlar los datos y permite a los usuarios acceder a esa información por internet. Además, permite a la organización cubrir sus necesidades de recursos mediante la nube privada y, en caso de necesidades especiales, el aumento de demanda sería cubierto por los recursos adicionales de la nube pública. También puede describir configuraciones que combinan lo virtual y lo físico, activos colocados de forma conjunta: por ejemplo, un entorno en su mayoría virtualizado que requiere servidores físicos, enrutadores u otros dispositivos. como un dispositivo de red que actúa como cortafuegos o filtro de spam. Un ejemplo de una nube híbrida incluye Amazon Web Services (AWS), con su nuevo modelo de implementación VPC, o Nube Privada Virtual (Dillon, Wu, & Chang, 2010).
- Nube comunitaria. Una comunidad es el conjunto de partes que comparten un objetivo o cometido (Salesforce.com, 2017). En este caso de implementación de nube, el acceso es



compartido por diferentes participantes que tienen un fin común, como por ejemplo acceder a la totalidad de información financiera de las empresas del grupo, probar prototipos o establecer conversaciones por una plataforma de chat. La infraestructura de esta nube puede ser alojada por un proveedor de fuera del grupo o alguna de las compañías que formen la comunidad (Dillon et al., 2010).

3.4 MODELOS DE SERVICIO

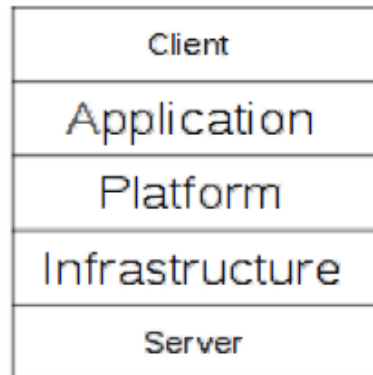
Una vez vistos los modelos de implementación de Nube que existen actualmente, esta sección va a contestar a las preguntas: ¿qué podemos hacer con el *Cloud Computing* en nuestro negocio? ¿qué nos va a aportar? Pues bien, para empezar, la nube nos puede dar acceso a software de uso general y conocido, como puede ser la plataforma de e-mail que utilicemos o herramientas de gestión y organización como hojas de cálculo o presentaciones. Este es el modelo llamado “*Software as a Service*” (Software como Servicio) o “SaaS”. Por otro lado, podemos tener acceso a un entorno habilitado para que creamos nuestro propio software. Este sería el modelo “*Platform as a Service*” (Plataforma como Servicio) o “PaaS”. Por último, podríamos contar con un acceso de red simplemente a recursos de computación como almacenamiento o capacidad de procesamiento, que podríamos usar a nuestra disposición. Este sería el modelo de “*Infrastructure as a Service*” (Infraestructura como Servicio) o “IaaS”. Los diferentes modelos de servicio tienen distintas fortalezas y encajan con distintos consumidores con distintos objetivos.



La arquitectura del *Cloud Computing* se completa en primer lugar con el cliente, como el que actuaría algún hardware o software que se apoye en esta tecnología para el suministro de aplicaciones, o incluso que esté diseñado específicamente para acceder a servicios de Nube. Cualquier ordenador, tablet, smartphone mediante el cual accedamos a estos servicios haría el papel de cliente. La arquitectura se completa por último con el servidor, que consiste en los recursos computacionales necesarios para la puesta a disposición de servicios de Nube (Jadeja & Modi, 2012). Normalmente el servidor consiste en poder computacional superior al cliente, y en una arquitectura de solamente cliente y servidor, el primero le solicita acceso al segundo para consultar datos, procesar información o cualquiera que sea el propósito de éste. En la Figura 1 podemos observar el global de la arquitectura de la Computación en Nube. A continuación vamos a entrar más en profundidad en los conceptos Software como Servicio, Plataforma como Servicio e Infraestructura como Servicio.



Figura 1. Arquitectura de la Computación en la Nube



Fuente : Jadeja & Modi, 2012

3.4.1 Software como Servicio

El Software como Servicio (o SaaS) permite a los usuarios utilizar aplicaciones web basadas en la nube. El término, anterior al de *Cloud Computing*, es conocido comúnmente como “Servicios Web” (Badger, Patt-corner, & Voas, 2012). De hecho, servicios email como Gmail o Hotmail son ejemplos de servicios SaaS basados en la nube. Otros ejemplos serían las herramientas de oficina como Office 365 de Microsoft o Google Docs, el software de gestión de las relaciones con los clientes como el de Salesforce, software de gestión de eventos como el de Planning Pod, etcétera.

Los servicios SaaS normalmente funcionan con un modelo *pay-as-you-go* (es decir, a mayor consumo, mayor cuota). El centro de datos, los recursos de red, los servidores y



almacenamiento, el sistema operativo, las herramientas de desarrollo y gestión o las aplicaciones alojadas en el propio software son gestionadas por el proveedor, que además es responsable de ello, y cedidas al consumidor, por lo que no es necesario instalar o configurar nada (Nazir, 2012). El software está listo para utilizarse tan pronto como introduzcas tu usuario y tu contraseña.

Los servicios SaaS pueden ser utilizados con varios fines, entre los que se reúnen:

- Fines personales. Millones de personas alrededor del mundo utilizan servicios de correo electrónico (como Gmail o Yahoo), servicios de almacenamiento en la nube (como Google Drive o Dropbox) o servicios de gestión de documentos en la nube (como Google Docs), etcétera. Es probable que la gente no lo sepa, pero con ello están suscritos a servicios SaaS.
- Negocios. Compañías de todos los tamaños pueden utilizar soluciones SaaS como el correo electrónico corporativo (como Microsoft Outlook), software de gestión de relaciones con los clientes (como Salesforce) o software de planificación de los recursos de la empresa (como SAP S/4HANA Cloud ERP). Una *startup* o una pequeña empresa que necesita empezar con el comercio electrónico rápidamente no necesita perder tiempo con problemas de servidores u otro hardware.
- Para proyectos que son de corta duración o que no están demandados normalmente, como software impositivo.
- Para aplicaciones que necesiten tanto acceso web como acceso móvil.



Los servicios SaaS ofrecen muchas ventajas tanto como para individuales como para negocios.

- Acceso a las aplicaciones desde cualquier parte. No como el software *on-premise*, al que solamente se puede acceder mediante un ordenador o red en el que esté instalado, las soluciones SaaS están en la nube, por lo que se puede acceder desde cualquier punto en el que se disponga de acceso a internet, ya sea la oficina de tu empresa, tu casa o una habitación de hotel.
- Puede ser utilizado por cualquier dispositivo. Esto incluye tanto cualquier ordenador como cualquier teléfono móvil/Tablet (si el software o aplicación cuenta con esta funcionalidad) con conexión a internet. Solamente se necesita un usuario y una contraseña.
- Actualizaciones de software automáticas. No es necesario preocuparse por actualizar el software, ya que el proveedor del servicio SaaS se encarga de ello. También se hacen cargo de problemas técnicos o *bugs* que puedan surgir, por lo que el trabajo no se verá interrumpido por este tipo de contratiempos.
- Bajo coste. Comparado al software *on-premise*, las soluciones tipo SaaS son mucho más asequibles. No es necesario adquirir infraestructura tecnológica y encargarse de su gestión y mantenimiento como antes, lo que ahorra bastante tiempo y dinero. En lugar de ello, se paga por lo que se usa, y si se necesita más de lo que se tiene contratado, se puede actualizar la suscripción.



- Adopció simple. Los servicios SaaS están listos para usarse nada más se acceda a ellos con usuario y contraseña, no son necesarias largas instalaciones de software o configuraciones tediosas.

En cuanto a las desventajas de usar soluciones SaaS encontramos:

- Solamente el vendedor o proveedor puede gestionar los parámetros del software que se está usando.
- El consumidor no tiene control sobre el hardware que maneja sus datos.

Finalmente, en la Figura 2 podemos ver un resumen del SaaS.

Figura. 2. Esquema del Software como Servicio

Recuerda:

Software como Servicio

¿Quiénes son los consumidores?

- Las organizaciones que proveen a sus trabajadores con acceso a software.
- Los usuarios finales que directamente utilizan el software, en representación propia o de su empresa.
- Los administradores de software que lo configuran para usuarios finales.

¿Qué obtiene el consumidor?

- El derecho a usar software bajo demanda, así como gestión de datos.

¿Cómo se calcula el consumo?

- En base al número de usuarios, a la cantidad o duración de los datos almacenados, al número de ejecuciones de comandos, al tiempo de uso del software, al ancho de banda consumido...

Fuente: (Badger et al., 2012)



3.4.2 Plataforma como Servicio

El término PaaS se refiere a ecosistemas de nube en los que se reúne todo lo necesario para desarrollar, poner a prueba y gestionar aplicaciones.

Gracias a las soluciones de PaaS, los desarrolladores de software pueden implementar aplicaciones sin requerir de la infraestructura para ello, como podrían ser servidores, herramientas de desarrollo, sistemas operativos, bases de datos, etc.). Estas aplicaciones o software pueden ir de lo más simple a lo más sofisticado. Ejemplos de servicios PaaS podrían ser Heroku o Google App Engine. Como los suministradores de servicios PaaS ofrecen la infraestructura completa para el desarrollo de aplicaciones, por lo que los desarrolladores se encargan simplemente del código.

Del mismo modo que en los servicios SaaS, los servicios de PaaS obtienen sus ingresos a partir del mismo modelo de *pay-as-you-go*. En el caso de estos servicios, el proveedor es el que gestiona tanto centros de datos, como los recursos de red, los sistemas operativos, los servidores, el almacenamiento y las herramientas de desarrollo y gestión. Lo único que queda a gestión del consumidor de PaaS son las aplicaciones creadas dentro de este ecosistema.

Las soluciones de PaaS son requeridas principalmente por los desarrolladores de software. Como otorga un escenario con las herramientas adecuadas para el desarrollo, verificación y gestión de las aplicaciones, las soluciones PaaS son perfectas para las compañías que se dediquen a este tipo de actividad. En el mercado, entre los más demandados se encuentran



Heroku, Elastic Beanstalk (de Amazon Web Services) o Google App Engine, de la poderosa multinacional tecnológica.

Los principales beneficios que la elección de un servicio PaaS otorga son:

- Tiempo de desarrollo reducido. Como los desarrolladores y gestores de proyectos no tienen que centrarse en aspectos de la infraestructura como servidores, almacenamiento, recursos de red, etc., ni a configurar, mantener o actualizar nada, pueden dedicarse exclusivamente a llevar a cabo los proyectos con mayor velocidad y calidad.
- Soporte para distintos lenguajes de programación. Como los servicios de nube para el modelo PaaS suelen soportar lenguajes de programación diferentes, los desarrolladores tienen la posibilidad de llevar a cabo sus proyectos en la misma plataforma, sin importar si son soluciones para grandes organizaciones o para pequeñas *startups*.
- Fácil colaboración para equipos de trabajo que se encuentren en distintas localizaciones. Las soluciones PaaS cuentan con un enorme potencial a la hora de ayudar a equipos que colaboran remotamente. La externalización y la contratación de autónomos son muy comunes hoy en día, y muchos equipos de desarrollo de software cuentan con especialistas distribuidos en distintas partes del mundo. Los servicios de PaaS permiten a todos ellos acceder a la arquitectura del software desde cualquier lugar y en cualquier momento.
- Mayores capacidades de desarrollo sin necesidad de trabajadores adicionales. Como el proveedor del servicio se encarga de todo lo anteriormente mencionado, las compañías



que lo contraten no necesitarán de otros empleados para configurar y gestionar la infraestructura.

Por otro lado, las principales desventajas que surgen al contratar una solución de PaaS son:

- Las soluciones de PaaS son menos flexibles que las de IaaS, o Infraestructura como Servicio. Por ejemplo, no puede crearse y eliminarse varias máquinas virtuales a la vez.
- No se tiene control sobre las máquinas virtuales que procesan los datos.

Para terminar, en la Figura 3 encontramos un resumen de los servicios PaaS.

Figura. 3. Esquema de la Plataforma como Servicio

Recuerda:

Plataforma como Servicio

¿Quiénes son los consumidores?

- Desarrolladores de software o aplicaciones.
- Testeadores de software o aplicaciones.
- Implementadores de software o aplicaciones.
- Administradores de software o aplicaciones.
- Usuarios finales de software o aplicaciones (para los usuarios finales, acceder a las aplicaciones es lo mismo que usar un SaaS).

¿Qué obtiene el consumidor?

El uso de las herramientas que pone a su disposición el proveedor del servicio de plataforma para poder desarrollar, testear, implementar y administrar el software o aplicaciones.

¿Cómo se calcula el consumo?

En base al almacenamiento, al procesamiento, a los recursos de red consumidos, a las peticiones servidas por la plataforma, al tiempo de uso de la plataforma, al número de consumidores, al tipo de consumidor...

Fuente: (Badger et al., 2012)



3.4.3 Infraestructura como Servicio

La Infraestructura como Servicio (o IaaS) es un servicio de nube que proporciona infraestructura básica de computación: servidores, almacenamiento y recursos de red. Es decir, es un centro de datos virtual.

Los servicios de IaaS pueden ser utilizados para muchos propósitos, desde alojar páginas web hasta analizar grandes cantidades de datos. Los consumidores pueden instalar el sistema operativo y las herramientas que valoren más adecuadas en la infraestructura que adquieran. Los principales proveedores de servicios IaaS son Microsoft Azure, Amazon Web Services y Google Compute Engine. Estos, al igual que para los modelos de servicio SaaS y PaaS, monetizan el servicio mediante el tipo *pay-as-you-go*.

En este caso, la parte de las TIC que el proveedor gestiona es la que incluye a los servidores, centro de datos, recursos de red y almacenamiento. Por otro lado, el cliente o consumidor se encarga de gestionar tanto el sistema operativo, como las herramientas de desarrollo y gestión, y finalmente, también las aplicaciones alojadas dentro de esa infraestructura.

Podemos simplificar el concepto de IaaS comparándolo al de una caja de herramientas que se utiliza para construir el ítem que se necesite. Estos son los principales usos del servicio IaaS:



- Alojamiento de aplicaciones o páginas web. Puedes ejecutar tu página web o aplicación con, por ejemplo, Elastic Compute Cloud de Amazon Web Services.
- Centros de datos virtuales. Cuando se necesita un entorno de servidores seguro, efectivo y escalable para empresas de gran tamaño, el IaaS es la mejor solución para construir centros de datos virtuales.
- Análisis de datos. Las compañías utilizan el servicio IaaS para la minería de datos y su análisis. Esto se debe a que analizar grandes cantidades de datos requiere un poder computacional enorme, y este servicio es la forma más asequible de acceder a ese proceso.

Las mayores ventajas que aporta el IaaS a un negocio son:

- Se evita el gasto en infraestructura/hardware. Los proveedores de IaaS ya te lo proveen y mantienen todo. Así, se evita en invertir en hardware, que normalmente tiene un alto precio.
- Escalabilidad completa. Incluso mayor que en otros servicios de nube. Recursos adicionales se pueden demandar en caso de necesidad.
- Seguridad y confianza. La seguridad de tus datos es responsabilidad del proveedor, que normalmente almacena el hardware en centros de datos especializados.

Por otro lado, como desventajas del servicio IaaS encontramos:



- El IaaS es más caro que el SaaS o el PaaS, ya que lo que se hace es alquilar una infraestructura de hardware.
- El cliente o consumidor es el que debe gestionar todos los problemas relacionados con las máquinas virtuales.

En general, cada modelo de servicio de nube ofrece sus propias características y funcionalidades, por lo que es vital para una empresa comprender las distinciones específicas. No importa si lo que quieres es un software en la nube para almacenar archivos, si quieres una plataforma que te permita crear tu propio software o si quieres tener el control de una infraestructura de software remota sin tener que mantenerla, pero lo que está claro es que migrar a la nube es el futuro de la tecnología y los negocios. En la Figura 4 encontramos un esquema del servicio IaaS.



Figura 4. Esquema de la Infraestructura como Servicio

Recuerda:

Infraestructura como Servicio

¿Quiénes son los consumidores?

Administradores de sistemas.

¿Qué obtiene el consumidor?

Acceso a almacenamiento de red, a poder de computación virtual y a componentes de infraestructura de red como firewalls (o cortafuegos) y servicios de configuración.

¿Cómo se calcula el consumo?

En base al poder computacional (cpu) consumido por hora, a la carga de datos almacenada por hora, al consumo de ancho de banda, a la infraestructura de red usada (como el número de direcciones IP) por hora o a los servicios de valor añadido utilizados (como la escalada automática o la monitorización).

Fuente: (Badger et al., 2012)



4. INTERNET DE LAS COSAS

4.1 DEFINICIÓN DE INTERNET DE LAS COSAS

El IoT o *Internet of Things* (Internet de las Cosas) es un nuevo concepto tecnológico que se está expandiendo a gran velocidad en el escenario de las telecomunicaciones inalámbricas modernas. La idea básica consiste en conectar las “cosas” que vemos físicamente para que formen parte del Internet que conocemos. Es decir, conectar el mundo físico al mundo digital. Actualmente, una definición válida es:

“una infraestructura de redes global y dinámica con capacidad de autoconfiguración basada en estándares y protocolos de comunicación interoperable donde “Cosas” físicas y virtuales tienen identidad, atributos físicos y personalidad virtual y usan interfaces inteligentes, y son integradas en la red de información” (Kranenburg, 2011).

De esta manera podremos controlar de manera óptima “cosas” individuales y colectivos de ellas para poder perseguir mejores objetivos y sacarles mayor partido. Estas “cosas” mediante esquemas únicos de direccionamiento tendrán la capacidad de comunicarse unas con otras y cooperar con sus nuevos vecinos.

Incuestionablemente, la mayor fuerza que posee la idea del *Internet of Things* es el gran impacto que tendrá en los distintos aspectos de la vida cotidiana y el nuevo comportamiento que deberán tomar los nuevos usuarios. Desde el punto de vista de un usuario privado, se verán cambios significativos tanto en el trabajo como en el apartado doméstico. Mejor aprendizaje,



domótica o e-health o asistencia sanitaria electrónica (He, Li, & Li, 2014) son sólo unos pocos ejemplos de los casos de uso que traerá -y está trayendo- esta tecnología.

El *Internet of Things* ofrece una plataforma para que se comuniquen los sensores y dispositivos como no se había logrado anteriormente. Esto crea un entorno inteligente en el que se intercambia información. Esta tecnología ha sido testigo de su reciente adopción en las *smart cities* o ciudades inteligentes, que se componen de distintos sistemas inteligentes, como el “agua inteligente”, el “transporte inteligente”, el “tráfico inteligente”, la “oficina inteligente”, etcétera (Zanella, Bui, Castellani, Vangelista, & Zorzi, 2014).

Hoy en día prácticamente cualquier “cosa” puede conectarse al *Internet of Things*. Cualquier dispositivo electrónico presente en nuestras vidas cotidianas puede potencialmente recopilar información y actuar en consecuencia. Relojes de muñeca, alarmas de emergencia, puertas de garaje, neveras, aparatos de aire acondicionado, calentadores de agua... Todos pueden ser controlados remotamente gracias al *Internet of Things*.

Estas “cosas” cuentan con ciertos sensores que recogen información diferente y la transmiten usando dispositivos de comunicación. Estos dispositivos están conectados por soluciones de telecomunicaciones, como Bluetooth, Wi-Fi, GSM... (Al-Fuqaha et al., 2015)

Con el *Internet of Things*, podemos aplicar mucho más valor a nuestros productos. La visión tradicional de la ingeniería ha consistido en considerar el IoT similar a una pila de redes, que va desde la capa de medios, pasando por la capa de redes, hasta la capa de aplicaciones. Sin embargo, se enfoca más en la canalización. Y en realidad, no es ahí donde está el valor. Hay una



parte delantera para los usuarios y hay una trasera para los clientes reales. Y, en el medio, está toda la tecnología que permite que podamos hablar de IoT (He et al., 2014).

La visión empresarial divide en cuatro partes el concepto de *Internet of Things*: el Producto Software y el Producto Hardware, que están conectados por el Tejido de Red e interconectan los Sistemas Externos. La misión de estos segmentos consiste en recopilar datos o transformarlos en información útil para poder tomar mejores decisiones de gestión.

El Producto Hardware y los Sistemas Externos recogen datos y los transportan a través del Tejido de la Red hasta el Producto Software, donde se transforman, junto con el análisis, en valor. A continuación, vamos a entrar con más detalle en cada uno de los segmentos.



4.2 EL PRODUCTO SOFTWARE

Según (Kreutz & Ramos, 2014), el Producto Software, o SDP (*Software-Defined Product*), es tanto el corazón como el cerebro del concepto IoT. Es la representación virtual del producto físico o “cosa”. Y, en este caso, cuando decimos concepto de IoT nos referimos a un producto discreto, un sistema o un entorno. El Producto Software es uno de los cuatro componentes principales del producto de IoT. El Producto Software se encuentra entre la fuente de datos interior, o Producto Hardware y la fuente de datos exterior o sistemas externos.

Los tres están conectados por el Tejido de Red. El Producto Software consiste en dos componentes, el modelo cibernético o ciber modelo y la aplicación, y es una simulación de la funcionalidad del producto. Representa, junto con la Analítica, todo el valor que ofrece el producto de IoT. Al Producto Software se le llama a veces *digital twin* (gemelo digital) porque es el equivalente virtual del producto físico. Así, convertimos el hardware físico en una versión de software que nos permite reorganizarlo y enfocarnos en lo que importa. (H-J Uhlemann, Schock, Lehmann, Freiberger, & Steinhilper, 2017)

4.2.1 El Ciber Modelo

El trío de valor en el IoT lo forman el ciber modelo, la aplicación y la Analítica. El ciber modelo es fundamental para el producto IoT, ya que tanto la aplicación como la Analítica lo utilizan para generar valor. De hecho, el ciber modelo es una de las dos partes del Producto



Software, junto con la aplicación. Los ciber modelos no son nuevos, ya se usan en diseño gráfico para construir la representación física de lo que queremos diseñar. Se crea la animación por ordenador para representar por ejemplo cómo se ve un personaje de videojuego, o un animal en dibujos animados.

Lo que es nuevo en IoT es que el ciber modelo, es un modelo en vivo y parte de un circuito cerrado, incorporando datos del mundo real de sus sensores y sus sistemas externos. El ciber modelo se representa con estadísticas provenientes de la gran cantidad de datos generada.

El mundo real es demasiado complejo como para representarlo paramétricamente. Podemos tomar como ejemplo una silla. Es bastante simple realizar un modelo para representarla con una ecuación lineal, pero cuando se coloca una silla en el mundo real, ésta no se comporta realmente así, ya que muchas variables pueden afectar a su comportamiento. Para entender mejor cómo se comporta podríamos aplicarle alguna fuerza, para ver cómo se comprime o se alarga.

Con el tiempo, vamos cogiendo más información de cómo se puede comportar. Luego representamos el gráfico de dispersión estadísticamente, y usamos esa ecuación matemática en lugar de la ecuación lineal mencionada anteriormente. Una vez que el producto físico o “cosa” es representado matemáticamente por el ciber modelo, es más maleable y se puede reorganizar y resolver de diferentes maneras, por lo que podríamos manejar su comportamiento.

Si cogemos como ejemplo una lavadora, una vez representada matemáticamente con un ciber modelo podríamos mandarle la orden remotamente para que resolviese el problema (ósea, cumplir su función: lavar la ropa) en el menor tiempo posible, o quizá resolverlo gastando lo



mínimo en electricidad, o quizá utilizar energía verde. El modelo cibernético es clave para crear usos de IoT valiosos.

4.2.2 La Aplicación

La aplicación es el segundo componente del Producto Software, junto con el ciber modelo. Interactúa con éste y con la Analítica, formando el trío de valor del IoT. La aplicación del IoT proporciona la funcionalidad y la capa de interfaz. Define el funcionamiento y la funcionalidad del producto actuando sobre el ciber modelo.

La aplicación también se utiliza para la comunicación, interactuando tanto con los usuarios como con los propietarios del producto, y moviendo los datos hacia y desde las fuentes de datos internas, sensores y fuentes de datos externas.

Sin embargo, la aplicación no está centralizada. Puede distribuirse en cualquier parte del Tejido de la Red, desde los sistemas integrados en los nodos finales hasta la nube, pasando por el servidor remoto y cualquier lugar de Internet. El desarrollo de aplicaciones de la IoT es fundamental para la creación de valor y, como tal, debe convertirse en una competencia básica de toda empresa de IoT.



4.2.3 Modelización del Valor del Internet de las Cosas

La modelización de valor aborda el problema que ocurre en algunas ocasiones de que un producto inteligente falle porque el valor incremental es menor que su coste incremental. Se trata de un proceso de tres pasos para crear productos valiosos de IoT. Vamos a tomar otra vez como ejemplo una lavadora-secadora en nuestro IoT. Nuestro primer paso es definir la propuesta de valor. En este caso, se trata de secar la ropa lo más rápido posible o lo más barato posible, manteniendo su integridad.

En el siguiente paso, cuantificamos esta propuesta de valor. Hay dos partes. Hay ventilación y calor. Ambos contribuyen a la evaporación del líquido en gas, que es lo que en efecto hace un secador. Así que en este caso el tiempo o la energía es una función de la ventilación, el calor y el precio. Para cuantificar este modelo, necesitamos capturar ciertas variables. Pueden incluir la velocidad del ventilador, la velocidad del tambor, el peso de la carga, la temperatura del calentador, la temperatura del tambor y, finalmente, el precio de la electricidad.

Estas variables exponen los sensores que necesitamos incluir en nuestra lavadora-secadora IoT. Es importante señalar que el modelo no es una solución única y acabada, si no que con el tiempo, a medida que capturamos más y más datos de estas variables, refinamos el modelo y se vuelve más preciso. Una vez que tenemos nuestra lavadora-secadora IoT en forma de software, podemos manipularlo para resolverlo de diferentes maneras. Por ejemplo, si queremos secar la carga lo más rápido posible, podemos minimizar el tiempo, por lo que entonces podemos



coger esas variables para configurar el secador para que se seque la ropa en el menor tiempo posible.

A continuación, nos fijamos en el análisis. Como mencionamos anteriormente, el modelo ha mejorado al capturar puntos de datos adicionales para cada variable. A un alto nivel, podemos clasificar la Analítica de tres maneras:

- Mirando al pasado. Por ejemplo, podemos querer hacer un informe para ver cómo nuestra lavadora-secadora IoT ha utilizado la energía.
- Mirando en el presente. Puede que nos demos cuenta de un serpentín que se está sobrecalentando, así que la apagaríamos.
- Mirando hacia el futuro, donde podemos hacer predicciones sobre cuánto tiempo tardará la ropa en secarse.

La modelización del valor es un diferenciador clave entre un producto de IoT y sus homólogos “solamente” inteligentes y/o conectados. El producto inteligente puede tener un chip integrado para determinar la sincronización. El producto conectado puede estar conectado a un teléfono para poder ver el interior o recibir un mensaje cuando se termine de lavar la ropa. La lavadora-secadora IoT puede secar la ropa lo más rápido posible o al menor coste posible y puede conectarse a una red de otras lavadoras IoT, contribuyendo todos juntos a un ciber modelo que mejora la calidad del conjunto.



4.3 EL PRODUCTO HARDWARE

Si el Producto Software es el corazón y cerebro del concepto de IoT, el Producto Hardware, o HDP (*Hardware-Defined Product*), es el cuerpo físico. Es el que aporta la capacidad de “sentir” al sistema, para que corazón y cerebro puedan hacer se función. El Producto Hardware es el que va a generar datos de forma directa, constante y automática. Vamos a ver a continuación con qué variedades de Hardware nos podemos encontrar.

4.3.1 Sensores

Los sensores no son nuevos. Existen desde hace más de medio siglo, pero lo que es nuevo, es acceder a ellos desde Internet. Independientemente de las necesidades de datos, habrá un tipo de sensor disponible para captarlos. Es importante tener en cuenta que el valor que se desea obtener define la información que se requiere; la información define los datos que deben ser capturados; y los datos que deben ser capturados, definen el tipo de sensor que debe ser utilizado (Litzenburger, 1994).

Uno de los tipos de sensores más conocido es el *RFID* o identificador por radiofrecuencia, que permite captar datos sobre una identidad y enviarlos por comunicación inalámbrica. Al usar sensores *RFID* se puede monitorizar, identificar o controlar la ubicación de “cosas” que tengan etiquetas aptas para ello (Jia, Feng, Fan, & Lei, 2012). Este tipo de sensores se utiliza en la producción farmacéutica, la logística, la distribución o la cadena de suministro desde 1980 (Ngai, Moon, Riggins, & Yi, 2008).



Antes de implementar un sensor, es importante invertir en I+D para probar y verificar las especificaciones. El transductor de un sensor convierte el mundo físico en una corriente continua. Esta energía es entonces convertida por un convertidor A a D (de analógico a digital) en una carga útil digital. Los actuadores trabajan en la manera contraria: una señal digital, que en realidad es un mensaje de la aplicación, se convierte con un convertidor D a A para afectar al entorno físico. (Prakash More & Hiwale, 2007) Volviendo a nuestra lavadora-secadora IoT, podemos utilizar un actuador para aumentar la velocidad del ventilador o disminuir la temperatura del serpentín.

Para hacer de un sensor un sensor conectado, se requiere un sistema embebido, que coge la carga útil digital, la empaqueta y la envía a la aplicación a lo largo de la red operacional. Todo el valor incremental de un producto de IoT viene debido a la transformación de sus datos en información útil, y los sensores son una de las dos fuentes principales de datos en el IoT. (Prakash More & Hiwale, 2007)

4.3.2 Sistemas Embebidos

Los sistemas embebidos o integrados son dispositivos informáticos que se sitúan en el borde de un producto de IoT y son los principales responsables de la conexión de los sensores a Internet. En lugar de una CPU, ejecutan una MPU, y en lugar de un sistema operativo tradicional, ejecuta un RTOS o *real-time operating system* (sistema operativo a tiempo real).



El sistema integrado, o chipset, puede incluir radios y sensores y su propósito es gestionar las comunicaciones entre los sensores y la red operacional: tomar la carga de datos del sensor, envolverla en un protocolo y enviarla a lo largo de la red operacional. El sistema embebido también almacena y ejecuta aplicaciones, Analítica y seguridad locales. Sin embargo, aunque los sistemas embebidos empaquetan principalmente los datos que se envían a la red, cada vez más estamos viendo el surgimiento del *Edge Computing*, es decir, la computación que permite a los sensores y sistemas embebidos poder ejecutar la aplicación, la Analítica y la seguridad por sí mismos, sin enviar la información por la red operacional.

4.3.3 Sensores Conectados

La conexión de un sensor a Internet requiere computación y trabajo en red, ambos proporcionados por el sistema embebido o integrado. El sensor conectado requiere tanto el sensor como el sistema embebido, y esta es la misma arquitectura que se utiliza para los actuadores. En conjunto, el sensor conectado consta de una MPU, interfaces de E/S, alimentación y radios opcionales y el sensor en sí, consiste en un transductor y un extremo frontal analógico, o el actuador y el extremo frontal digital.

Hay dos configuraciones principales, sensores conectados independientes y conjuntos de sensores conectados. Un sensor conectado autónomamente consiste en un único sistema embebido con un único sensor, y se añade a los productos existentes. Los conjuntos de sensores conectados son un sistema empotrado con múltiples sensores, que se utilizan en nuevos



productos. Por ejemplo, en nuestra lavadora-secadora IoT, utilizaríamos un conjunto de sensores conectados.

Los sensores conectados de forma autónoma se utilizan generalmente en el IoT comercial, industrial y de infraestructura para añadir una red superpuesta a un producto existente que cuesta demasiado sustituir, mientras que los conjuntos de sensores conectados se utilizan generalmente en la IoT de consumo y en productos de IoT de nuevas empresas.

Los sensores son una fuente de datos principal para el sistema IoT, pero se debe tener en cuenta también otras fuentes de datos, que pueden guardar gran correlación con los obtenidos por los sensores (Haja Abdul Khader & Jayaveeran Asst Professor, 2007).



4.4 EL TEJIDO DE LA RED

4.4.1 Visión general y estándares

El *Networking Fabric*, o Tejido de la Red, es otro de los cuatro componentes principales del producto de IoT. Su trabajo principal es transportar datos internos del Producto Hardware y datos externos de los sistemas externos al Producto Software (He et al., 2014). Consiste en la red *OT*, es decir, la red de tecnología operativa, que se encuentra dentro del producto. Por otra parte, encontraríamos la red de *TI*, o red de tecnología de la información, que lleva los datos a la nube, el *backhaul* que es el enlace ascendente, Internet y la nube, que es el recurso informático privado para el producto. Sin embargo, el tejido de la red es más que sólo conectividad, aunque se llame tejido, de hecho, es una plataforma informática distribuida, así como una red, que provee computación y almacenamiento. Los lenguajes que permiten que las diferentes partes de la red se comuniquen entre sí se denominan protocolos, y son equivalente a las “capas”. Especialmente en la red de tecnología operativa, estos protocolos han evolucionado por separado y para otros fines independientes.

Éstos comenzaron simplemente comunicándose con pantallas, luego entre máquinas y finalmente dentro de las redes de área local. Hay tres protocolos principales en la IoT:

- La capa de medios es la primera. Organiza la información a transmitir por radio.
- La segunda es la capa de red. Organiza la información que debe ser transportada a lo largo del OT o de la red IT.



- La tercera es la capa de aplicación. Proporciona datos contextuales junto con la carga útil de datos a ser consumida por la aplicación.
- Y la cuarta es la metacapa. Aún no está estandarizado, pero limita el vocabulario que se utiliza en la capa de aplicación.

Podemos comparar los protocolos de IoT con muñecas rusas *matrioskas*. Primero tenemos nuestra carga útil, que viene del sensor. Esta carga está envuelta por el protocolo de aplicación que tiene información adicional para proporcionar contexto a la carga útil. Alrededor del protocolo de aplicación está el protocolo de red. Esto le da a la red la información que necesita para mover los datos a lo largo de la ruta. Y finalmente tenemos el protocolo de comunicación, que envuelve el protocolo de red para permitir que se conecte a través del aire con radios.

El Tejido de Red, por tanto, es la tubería que conecta las diversas partes del producto de IoT. Si bien es importante, no es donde una empresa debe desarrollar su propiedad intelectual.

Para el diseño de esta capa de la arquitectura del IoT, los diseñadores tienen que enfrentarse a problemas como la privacidad, la seguridad, el procesamiento de los datos y la señal, la eficiencia energética de la red, tecnologías de manejo de redes, etc. (Guinard, Trifa, Karnouskos, Spiess, & Savio, 2010).



4.4.2 Producto Nube de Internet de las Cosas

El Producto Nube es la extensión informática de alta potencia del producto de IoT, que expande las capacidades de computación, memoria y almacenamiento de los productos y es diferente a la nube normal tanto en tecnología como en lo empresarial. Técnicamente, el Producto Nube de IoT debe soportar diferentes protocolos de aplicación, diferentes paquetes de análisis y diferentes entornos de desarrollo, así como las API de diferentes servicios de datos que no pueden utilizarse en redes normales. Es decir, se necesita una nube especial para el IoT.

Los grandes clientes de nube, normalmente, utilizan mucho ancho de banda, pero en la IoT, hay más cantidad de usuarios que utilizan menor ancho de banda, por lo que la aplicación del modelo de negocio de nube normal a la arquitectura de la IoT no funciona correctamente.

4.4.3 Plataforma de Internet de las Cosas

La plataforma de IoT agrupa y comercializa gran parte del tejido de red requerido por el producto de IoT. Estructuralmente, una plataforma de IoT es un *middleware*, consiste en la nube habilitada para IoT, la red de *TI* y a veces parte de la red de *OT*. Incluso en algunos casos, incluye un entorno de desarrollo de aplicaciones. Existen tres tipos principales de plataformas de IoT (Kreutz & Ramos, 2014):

- Primero tenemos la Plataforma de Habilitación de Aplicaciones o el AEP (*Application Enablement Platform*). Como su nombre indica, se trata más bien de



una plataforma que permite al fabricante desarrollar su aplicación en el contexto de su red. Por ejemplo, Gemalto sería un proveedor de plataformas de este tipo (Bellenger & Lerouvreur, 2011).

- El segundo tipo de plataforma de IoT se denomina Plataforma de Aprovisionamiento para M2M y telemática. Su propósito principal es proveer la tarjeta SIM para establecer una conexión telefónica (Kim, Lee, Kim, & Yun, 2014).
- El tercer tipo de plataforma de IoT se denomina Plataforma de Conectividad. Es un subconjunto de una plataforma AEP y simplemente establece una conexión entre un módulo de software en el sistema embebido e Internet.

La mayoría, si no todas las empresas, que quieran construir un entorno de IoT deberían comprar o contratar el servicio de plataforma. No hay muchos motivos para que una empresa desarrolle este *middleware* por sí misma, ya que, aunque es importante funcionalmente tenerla, no es estratégicamente importante desarrollarla dentro de la propia empresa. Actualmente existen muchas plataformas de IoT que ofrecen este servicio, como Kaaproject, CarrIoTs, SensorCloud, Autodesk SeeControl, GrooveStreams... (Zdravković et al., 2016). La única pequeña desventaja sería el tener en cuenta el riesgo de estar construyendo la aplicación y todo el entorno IoT en un terreno alquilado. Lo mejor sería desarrollarlo de forma modular para poder traspasarlo a otra plataforma en caso necesario.



4.5 SISTEMAS EXTERNOS

4.5.1 Panorama general

Los sistemas externos son uno de los cuatro componentes principales del producto IoT, e incluyen todas las fuentes de datos en Internet a las que se puede acceder mediante una API. Los sistemas externos tienen cuatro componentes principales:

- La Analítica, donde los datos se transforman en información.
- Los servicios de datos, que son fuentes de datos disponibles en Internet.
- Los sistemas empresariales, que proporcionan datos operativos internos que pueden ser útiles para el producto.
- Otros productos del IoT.

Es esta interconexión con estas fuentes externas de datos lo que diferencia al producto de IoT de otros productos conectados y de productos inteligentes, como cualquier otro software en Internet. El producto de IoT virtualizado puede interactuar con estos sistemas externos de la misma manera. Esto abre enormes cantidades de funcionalidades que antes sólo estaban disponibles para el software y, al hacerlo, cambia la definición de lo que es un producto físico.

Todo valor incremental para un producto de IoT proviene de la transformación de sus datos en información útil. Los sistemas externos son una de las dos principales fuentes de datos de la IoT (Haja Abdul Khader & Jayaveeran Asst Professor, 2007).



3.5.2. Analítica y *Big Data*

La Analítica analiza los datos y les da sentido convirtiéndolos en información útil. Forma parte del trío de creación de valor junto con el ciber modelo y la aplicación dentro del Producto Software: sin Analítica, no podríamos transformar los datos recogidos por el Producto Software en información útil, y es esta información útil la que crea valor. La Analítica se ha utilizado mucho antes del IoT, pero hay diferencias importantes.

El más significativo es el tamaño de los conjuntos de datos. De ahí, entre otras características, viene el término *Big Data*. Y el IoT, debido a que la mayoría de sus datos se capturan sobre la base de series temporales, produce conjuntos de datos muy grandes. El *Big Data*, en este caso, se crea a partir de los sensores internos y de los sistemas externos para producir modelos. La Analítica utiliza estos modelos para impulsar las evaluaciones, tanto del pasado, como del presente y del futuro. Este tema lo desarrollaremos más en profundidad en el apartado de Analítica de Big Data.

4.5.3 Servicio de Datos

Los servicios de datos, también conocidos como microservicios de datos, son abundantes en Internet y hasta la llegada del IoT, sólo se accedía a ellos por medio de software. Los servicios de datos como el clima, la cartografía y la fijación de precios pueden proporcionar un valor



increíble a los productos físicos. Muchos servicios de datos son gratuitos, otros no, pero lo que tienen en común es que a todos se accede con una API.

4.5.4 Sistemas de Empresa

El *Internet of Things* está cambiando los procesos empresariales a través de la recopilación automatizada de “inteligencia empresarial”. Ahora los productos de IoT pueden interactuar directamente con los sistemas de la empresa, evitando la necesidad de introducir y extraer datos manualmente:

- La interfaz directa de los productos con el sistema CRM o el sistema de gestión de las relaciones con los clientes permite a la empresa realizar un seguimiento de los requisitos y necesidades de los clientes. Si, por ejemplo, un fabricante de llantas detecta que está gastada la banda de rodadura de la llanta, puede notificarle al consumidor que la llanta se está volviendo insegura y ofrecerles una oferta para reemplazarla.
- La interfaz directa de los productos con un sistema PLM o un sistema de gestión del ciclo de vida del producto puede realizar un seguimiento del uso del producto y utilizar esta información para priorizar futuras funciones. Si, por ejemplo, muchos clientes utilizan su Smartwatch en el agua, el fabricante podría priorizar el desarrollo de una versión para deportes acuáticos para el próximo lanzamiento.



- Al interconectar los productos directamente con el SCM o sistema de gestión de la cadena de suministro, se puede seguir su progreso a lo largo de toda ésta. Por ejemplo, puesto que los coches Tesla se pueden pedir *on-line*, la empresa puede hacer un seguimiento de cada coche desde el momento del pedido, pasando por la fabricación hasta la entrega.
- La interfaz directa de los productos con un sistema ERP o un sistema de planificación de recursos empresariales permite a las empresas realizar un seguimiento de la eficiencia de la mano de obra. Por ejemplo, una fábrica inteligente puede hacer un seguimiento del tiempo que cada trabajador utiliza cada máquina, y con análisis, la empresa puede determinar su personal más eficiente.

Esta interconexión directa con los sistemas de la empresa a través de sus API nos da como resultado un aumento de la eficiencia operativa. Además, también proporciona a los productos de IoT buenas fuentes de datos empresariales internos que no están disponibles para otros productos.

4.5.5 Otros productos de Internet de las Cosas

Los productos de IoT son sistemas externos, y cada uno genera datos, lo que teóricamente significa que pueden conectarse entre sí como bloques de Lego para obtener mejores resultados. Esto puede conseguirse gracias a la plataforma de IoT, que permite conectar un producto con



otro, y así, con el tiempo, ese producto se convertirá en una familia de productos interconectados. Una forma de cuantificar el valor de múltiples productos conectados es con la ley de Metcalfe: esta ley establece que el valor de una red aumenta exponencialmente con el número de sus fuentes. Dado que cada producto es una fuente de datos, el valor aumenta exponencialmente en proporción al tamaño de la red de productos, por lo que al igual que con Legos, cuantas más partes haya en el sistema, mayor será el valor.



5. BIG DATA

En este capítulo vamos a estudiar el concepto general de *Big Data* que tanta expectación está causando en el mundo tecnológico y empresarial. Para ello, contestaremos a las preguntas ¿qué es realmente el *Big Data*? ¿qué condiciones tienen que cumplirse para que podamos estar hablando del concepto de *Big Data*? ¿de qué tipos de datos estamos hablando?

5.1 DEFINICIÓN DE *BIG DATA*

El volumen de datos que se está generando actualmente por sensores, dispositivos, redes sociales, software y dispositivos digitales está incrementándose continuamente. Se generan datos estructurados, no estructurados y semi-estructurados. Esta recolección masiva de datos debida al avance tecnológico en materia de información es a lo que denominamos comúnmente *Big Data*. Las bases de datos tradicionales son ineficientes a la hora de almacenar, procesar y analizar este *Big Data*, que crece cada vez más rápido.

El término *Big Data* ha sido utilizado en la literatura, pero es relativamente nuevo en el mundo de las tecnologías de la información y el mundo empresarial. El Instituto Global McKinsey (Ali, s. f.) define el término como:

“los conjuntos de datos que son una mejor herramienta de base de datos que las herramientas habituales para capturar, almacenar, procesar y analizar dichos datos”.



El estudio de “The Digital Universe” etiqueta estas tecnologías como una nueva generación de tecnologías y arquitecturas que apuntan a sacarle el valor a los grandes volúmenes de datos con varios formatos habilitando la captura, clasificación y análisis a gran velocidad (Gantz & Reinsel, 2013).

Otra definición interesante la encontramos en Watson, n.d., en la que ya vemos la aparición del concepto de las Vs:

“Big Data es un término usado para describir datos que tienen gran volumen, gran velocidad y gran variedad; que requiere nuevas tecnologías y técnicas para ser obtenidos, almacenados y analizados; y es usado para mejorar la toma de decisiones, proveer con reflexiones y descubrimientos y apoyar y optimizar procesos.”

5.2 LAS TRES VS

Al ser el *Big Data* un término ambiguo y relativo y difícil de definir como tal, podríamos definirlo incluso por lo que no es. No son datos regulares, no es una especie de negocio, no es algo con lo que un analista de datos con experiencia pueda lidiar. No encajan bien en un paradigma analítico normal, no cabe en las filas y columnas de un Excel, no se puede analizar con regresión múltiple convencional y no cabría en nuestro disco duro.



Para describir del mejor modo posible el concepto de *Big Data* vamos a evaluar las tres Vs, que provienen de un artículo escrito por Doug Laney en 2001, y son tomadas como las características más comunes de éste. Vamos a verlas detalladas:

- **Volumen.** El *Big Data* es demasiado grande como para trabajarlo en nuestro ordenador. Según el profesor de bioinformática de Harvard Winston Hide, el volumen de los datos existentes superaría el tamaño de una galaxia si ocupase un espacio físico (Fundación Bankinter, 2015). Y según diversas previsiones, este volumen de datos va a incrementarse por 50 para 2020 (Furht & Villanustre, 2016). Estos datos se miden desde por *Terabytes* (TB) hasta por *Petabytes* (PB).
- **Velocidad.** Se refiere a las velocidades de transferencia de *Big Data*. Pueden ser por lotes, por flujo de datos, casi a tiempo real, y a tiempo real. Además, este apartado también engloba las características de latencia y tiempo en el manejo de datos, ya que los datos pueden ser tratados rápidamente o con tiempos de espera en el proceso (Furht & Villanustre, 2016).
- **Variedad.** La variedad se refiere a los tipos de formato de datos que se pueden tratar, incluyendo estructurados, no estructurados y semiestructurados, además de la combinación de ellos. Más adelante explicaremos la diferencia entre estos tipos de formato.

Además, aparte de estas tres Vs que a lo largo de toda la investigación sobre el *Big Data* se han aceptado como únicas y válidas, desde la 5ta Conferencia Internacional de computación



avanzada y tecnologías de la información, se han añadido dos Vs más, formando un total de 5.

Estas serían la Veracidad y el Valor (Sharma, s. f.).

- Veracidad. Que haya una gran cantidad de datos no significa que sean fiables. Los flujos de datos pueden llegar a tener incluso un impacto negativo si no están contrastados o están sesgados por algún motivo. Y más aún si incluimos en la ecuación los datos no estructurados. Los datos deben permanecer consistentes y actuales para poder tomar decisiones acertadas.
- Valor. En caso de contar con datos que cumplan las 4 Vs anteriores, podríamos hablar de que se estaría generando Valor. Las compañías que capten, gestionen y muestren cómo son sus activos de información están consideradas mejores *partners* (Laney, 2012).

5.3 DATOS ESTRUCTURADOS VS SEMIESTRUCTURADOS VS NO ESTRUCTURADOS

En este apartado vamos a contestar a las preguntas ¿qué tipos de datos pueden existir según su origen? ¿en qué se diferencian? ¿cuáles se pueden utilizar? a partir de la diferenciación entre datos estructurados, no estructurados y el camino intermedio, los datos semiestructurados.

Datos estructurados. Cuando los datos se pueden colocar en un archivo con campos fijos o variables, se puede afirmar que los datos son estructurados (Hernández G. & Rodríguez R., 2008). Uno de los ejemplos más conocidos para entender este concepto es el de la hoja de cálculo, donde cada fila podría ser una observación y cada columna representar una variable. En



el mundo empresarial los conjuntos de datos siempre han tendido a organizarse en bases de datos relacionales específicas, que comparten algunas características con estas hojas de cálculo pero que permiten el almacenamiento a mayor escala, con mayor constancia y flexibilidad. Las bases de datos de este tipo más conocidas son Microsoft SQL Server, Oracle o MySQL.

Lo que hace SQL es facilitar la extracción la cuenta y el orden de los datos, además de crear uniones e intersecciones entre conjuntos y agregar, actualizar y eliminar datos. Todo esto en un lenguaje más fácil de gestionar que las típicas hojas de cálculo como Excel. En resumen, es la manera más sencilla para el tratamiento de datos por una empresa, pero este tipo de datos solo supone un 5% los datos digitales que se generan (Mayer-Schönberger & Cukier, 2013).

Datos no estructurados. A diferencia de los datos estructurados, este tipo de datos son difíciles para una máquina, aunque puedan parecer muy simples para un ser humano. Para una máquina, es muy complicado estructurar en una base de datos una frase con sentido. No es igual de simple que los datos estructurados a la hora de ser ordenado, organizado o analizado el valor. Ejemplos de datos no estructurados pueden ser documentos de texto, presentaciones, imágenes, vídeo, audio, PDFs, contenido de redes sociales como tuits, etcétera. Y lo cierto es que hay gran cantidad de datos no estructurados que son muy útiles para las empresas.

Para automatizar este tratado de datos, lo que habría que hacer sería utilizar herramientas de minería de texto para analizar las estructuras de las frases, o minería de imágenes, aunque ambas son complejas y llevan mucho tiempo (Hu, Ouyang, Wu, Zhang, & Zhao, s. f.).



Datos semiestructurados. Este tipo de datos está en un camino intermedio entre los datos estructurados y los no estructurados. Son datos que no tienen la suficiente capacidad de ser estructurados como los primeros, pero se puede sacar patrones sobre ellos y etiquetar de alguna manera. Los dos formatos más comunes son XML o JSON. El primero es más antiguo y el segundo es más reciente, pero ambos son eficientes para organizar datos repetidos o estructuras jerárquicas.

En cuanto a tipo de bases de datos, a diferencia de los datos estructurados que se almacenan en las relacionales SQL, los datos no estructurados o semiestructurados entran en las bases de datos NoSQL, que son muy flexibles y admiten muchos tipos de datos. Para analizar los datos no estructurados y semiestructurados contamos con potentes herramientas como Hadoop y MapReduce, de las que hablaremos más tarde (White, 2012).

Para concluir, vamos a realizar un resumen de lo que hemos visto en este capítulo. En primer lugar, se ha comentado que *Big Data* es un concepto ambiguo, pero actualmente puede resumirse a los conjuntos de datos que cumplen con las 3+2 Vs: volumen, velocidad, variedad, veracidad y valor. Además, estos datos pueden venir en tres tipos de formatos: estructurados, no estructurados y el término medio, semiestructurados.



6. ANALÍTICA DE *BIG DATA*

La Analítica de *Big Data* (o *Big Data Analytics*) engloba los procesos de búsqueda en una base de datos, la minería de estos datos y posteriormente su análisis con el objetivo de mejorar las posibilidades de una empresa. Una definición aceptada y sencilla es la de “La Analítica de *Big Data* es donde las técnicas avanzadas de Analítica operan sobre el *Big Data*” (Russom & Org, 2011).

Ahora bien, siguen apareciendo ambos conceptos en la definición. ¿Por qué utilizar y aplicar en el mundo real ambos conceptos juntos? Según (Russom & Org, 2011), por varios motivos. Estos son: el *Big Data* proporciona muestras estadísticas de mucho tamaño, que mejoran los resultados de las herramientas Analíticas; actualmente las herramientas Analíticas y las bases de datos ya pueden manejar *Big Data*; la economía de Analítica es ahora más fácil de adoptar que nunca; hay mucho que aprender de los datos desordenados mientras sean grandes; el *Big Data* es un activo especial que merece su aprovechamiento y, por último, la Analítica basada en grandes muestras de datos revelan y aprovechan el cambio en el negocio.

Este concepto tiene como fin revelar patrones, correlaciones, tendencias del mercado, preferencias de consumidores, etc. hasta ahora no identificados. Esta información puede llevar a las empresas a tomar mejores decisiones, algo totalmente vital en el mercado que hoy conocemos. La Analítica de *Big Data* permite a los científicos y mineros de datos analizar enormes cantidades de datos que no podían ser de utilidad con las herramientas tradicionales.



La Analítica de *Big Data* requiere herramientas y tecnologías capaces de cambiar grandes cantidades de datos, independientemente de su estructura, hacia un formato más entendible para procesos analíticos. Los algoritmos utilizados en esos procesos descubrirán patrones, tendencias y correlaciones en los datos. Tras el análisis, se crearán gráficos, tablas y otras herramientas visuales para la mayor comprensión humana, facilitando así la toma de decisiones, tanto para el ámbito empresarial como incluso para la mejora del mundo en el que vivimos. Encontramos el mayor ejemplo en el artículo de Agarwal et al., s. f., que proponen el siguiente supuesto sobre el impacto de la Analítica de *Big Data*:

“Imagina un mundo con una población en expansión pero con menor presión sobre servicios e infraestructura; mejores resultados sanitarios, con mayor eficiencia y menor inversión; grandes amenazas a la seguridad pública y nacional de las fronteras, pero con mayores niveles de seguridad; más frecuentes e intensos eventos climáticos, pero mayor precisión para predecirlos y gestionarlos; más coches pero menos tráfico; más reclamaciones de seguros pero menos fraudes; menos recursos naturales, pero más cantidad y eficiencia en la energía.”

6.1 TIPOS DE ANALÍTICA EXISTENTES MÁS COMUNES

En este apartado vamos a mencionar y explicar los tipos de Analítica más comunes, sobre todo para los datos provenientes del *Internet of Things*, tecnología que hemos explicado anteriormente. Así, estos tipos de Analítica son (Marjani, Nasaruddin, Gani, & ..., 2017):



- Analítica a tiempo real. Esta es la más común para datos que vienen de sensores. Ahí los datos cambian todo el tiempo, por lo que se requiere rápidas herramientas Analíticas para obtener resultados en breves periodos de tiempo. Por ello, existen dos posibles arquitecturas para la Analítica a tiempo real: las plataformas basadas en el llamado *in-memory computing* (se consigue almacenar los datos en la *Random Access Memory* o memoria RAM) o los *clusters* de procesamiento en paralelo mediante bases de datos tradicionales.
- Analítica off-line. Este tipo de Analítica se utiliza cuando no es necesario obtener una respuesta rápida. Para reducir el coste de la conversión del formato de los datos, muchas empresas de Internet utilizan la Analítica basada en *Hadoop*. Esto mejora la eficiencia de la adquisición de datos. Ejemplos de arquitecturas que llevan a cabo este tipo de Analítica son Chukwa, Kafka, TimeTunnel y SCRIBE.
- Analítica a nivel de memoria. Este tipo de Analítica se aplica cuando el tamaño de los datos es menor que la memoria del *cluster*. Actualmente, la memoria de los *clusters* ha alcanzado el nivel del *terabyte* (TB) (Hong & Kim, 2009). Por tanto, varias tecnologías de bases de datos internas hacen falta para mejorar la eficiencia Analítica. Este tipo de Analítica es apropiado para llevar a cabo análisis a tiempo real. Encontramos un ejemplo de este tipo de arquitectura en MongoDB.
- Analítica BI (o *business intelligence*). Esta se utiliza cuando el tamaño de los datos es mayor al nivel de memoria, pero aquí los datos se exportan al entorno de análisis BI.



Actualmente este tipo de Analítica soporta los datos a nivel terabyte. Además, puede ayudar a encontrar nuevas oportunidades de negocio estratégicas. Y valorar una nueva oportunidad de negocio e implementar las acciones estratégicas adecuadas puede suponer una gran ventaja competitiva para la empresa, y ayudar a asegurar la estabilidad en el mercado a largo plazo.

- Analítica masiva. Esta es aplicada cuando el tamaño de los datos es aún mayor que las bases de datos tradicionales y análisis BI. La Analítica masiva utiliza el sistema de archivos distribuidos *Hadoop* para almacenar los datos y los reduce para el análisis. Este tipo de Analítica extrae el valor de los datos para incrementar la competitividad de la empresa en el mercado.

Tabla 1. Tipos de Analítica existentes para IoT

TIPO DE ANALÍTICA	USO ESPECÍFICO	ARQUITECTURA/HERRAMIENTAS EXISTENTES	CARACTERÍSTICAS
A TIEMPO REAL	Analizar las grandes cantidades de datos generados por sensores	+HANA +Greenplum	+Clusters de procesamiento paralelo mediante bases de datos tradicionales
OFFLINE	Cuando no se requiere una respuesta rápida	+SCRIBE +Kafka +Timetunnel +Chukwa	+Adquisición de datos eficientes +Reduce el coste de conversión del formato de datos
A NIVEL MEMORIA	Cuando el volumen total de datos es menor que la memoria máxima del cluster	+MongoDB	+A tiempo real
A NIVEL BI	Cuando la escala de datos sobrepasa el nivel memoria	+Data Analysis Plans	+Tanto offline como online
A NIVEL MASIVO	Cuando la escala de datos sobrepasa el nivel BI y las bases de datos tradicionales	+MapReduce	+La mayoría pertenece a offline

Fuente: Marjani et al., 2017

6.2 LA “HERRAMIENTA” HADOOP

Siempre que se habla de *Big Data* hay que hacer mención a *Hadoop*. “*Hadoop*” suena como si fuese una palabra hecha especialmente para el *Big Data* o para una actividad empresarial transformadora, pero en realidad, su nombre se debe al elefante de peluche del hijo de uno de los desarrolladores, lo que también explica el logo.

Pero ¿qué es *Hadoop* y qué hace? Vamos a tratar de explicarlo mediante la tercera edición del libro de White (2012) llamado *Hadoop: The Definitive Guide*. En realidad, *Hadoop* no es una sola herramienta, sino una colección de aplicaciones de software que se utilizan para trabajar con *Big Data*, es decir, un *framework* o plataforma que consta de varios módulos



diferentes. Quizá la parte más importante de *Hadoop* es su sistema de archivos distribuidos, o HDFS, que coge una parte de la información y la distribuye a través de muchos ordenadores.

Puede ser docenas, cientos o incluso decenas de miles de archivos, por lo que no es una base de datos que generalmente implica un solo archivo, y especialmente si estás hablando de una base de datos relacional que es un solo archivo con filas y columnas (de Souza Granha, 2018).

MapReduce es otra parte importante de *Hadoop*. Es un proceso que consiste en mapear y reducir. Mapear en este contexto significa coger una acción y tomar los datos y dividirlos en muchas partes para enviarlas a cada uno de esos ordenadores diferentes que estás alquilando de, por ejemplo, Amazon Web Services. Así, cada uno sólo maneja un poco de información y trabaja en paralelo con el resto (MapReduce, 2018).

El proceso de reducción coge los resultados de los análisis que se han realizado en cada uno de los ordenadores diferentes y los combina para obtener un único resultado. Ahora, el programa MapReduce original ha sido reemplazado por el *Hadoop YARN*, o *Yet Another Resource Negotiator* (Apache Hadoop, 2018), que ofrece funcionalidades que el MapReduce original no podía. El MapReduce original procesa por packs, lo que significa que hay que juntar todo, dividirlo a la vez y esperar hasta que esté hecho para obtener el resultado.

Hadoop YARN puede hacer el mismo procesamiento por packs, pero también puede hacer el procesamiento de secuencias, lo que significa que los datos entran lo más rápido posible y salen simultáneamente, y también puede hacer procesamiento de gráficos, que son las



conexiones de redes sociales. El siguiente es Pig, una plataforma dentro de *Hadoop* que se utiliza para escribir programas MapReduce y el proceso por el cual se dividen los datos y luego se recogen los resultados y se combinan. Utiliza su propio lenguaje: *Pig Latin Programming Language*. El cuarto componente principal de *Hadoop* que se utiliza más frecuentemente se llama Hive, que resume las consultas y analiza los datos que se encuentran en *Hadoop* y utiliza un lenguaje similar a SQL llamado HiveQL (Díaz, Martín, & Rubio, 2016).

Entre el sistema de archivos distribuidos de *Hadoop* y MapReduce o YARN, Pig y Hive, se tiene cubierta la mayor parte de lo que se usa con *Hadoop*. Para este trabajo no entraremos en términos como *Storm*, *Giraph* o *Shark*, ya que el objeto de este es más empresarial.

En resumen, *Hadoop* no es sólo una herramienta, sino una colección de ellas que colectivamente hacen mucho más fácil trabajar con *Big Data*, especialmente cuando se utiliza en un entorno de *Cloud Computing*. *Hadoop* es extremadamente popular en el gran mundo de los datos y actualmente se sigue desarrollando a pesar de la gran competencia existente en él.

6.3 USOS ACTUALES DE LA ANALÍTICA DE *BIG DATA*

En este apartado vamos a estudiar los distintos usos principales que se le puede dar a la combinación de *Big Data* y Analítica, es decir, donde se puede generar más valor gracias a estos dos nuevos conceptos.



6.3.1 Monitorización y detección de anomalías

El *Big Data* puede ser útil para saber cuándo suceden cosas inusuales o incluso cuándo están a punto de suceder. Estos tipos de notificaciones pueden clasificarse en dos categorías generales:

- La Monitorización puede ser muy útil cuando se sabe lo que se está buscando y se necesita una notificación cuando ese evento específico ocurre. Por lo tanto, se debe poder especificar el criterio por adelantado. Por ejemplo, un fabricante necesita saber cuándo necesita mantenimiento una de sus máquinas, y para ello observa las temperaturas o los niveles de vibración. Es posible que se examinen una serie de factores que les permitan saber que el fallo o colapso es inminente y que deben encargarse lo antes posible. O un médico o enfermera necesita saber si uno de sus pacientes está agravando. Para ello, pueden estar monitorizando por ejemplo la temperatura y el pulso y, si es posible, los recuentos de glóbulos blancos para indicar una infección. Si un usuario es capaz de identificar los criterios particulares que se necesitan para desencadenar un evento, la monitorización es muy interesante, ya que se puede ser muy específico. Incluso puede ser posible en ciertas situaciones el establecer una respuesta automática. “Si X ocurre, pasa Y”. Por lo tanto, la monitorización es una cosa específica, ya que se sabe lo que se está buscando.
- La Detección de anomalías, por otra parte, puede describir una situación en la que el usuario desea saber cuándo ocurre algo inusual. Se busca una notificación de



actividad inusual sin necesariamente saber de antemano qué podría ser ese algo, por lo que tiene que basarse en criterios flexibles. Un "hazme saber cuándo ocurre algo fuera de lo común", "a lo mejor no sólo por un factor, sino por una combinación de varios factores diferentes". El criterio flexible normalmente existe para llamar la atención sobre algo. Así que, por ejemplo, en las cámaras de seguridad, se podría decir: "mira, no sabemos lo que está pasando aquí, pero sabemos que está fuera de lo normal". Así, la detección de anomalías puede detectar patrones que, por ejemplo, pueden estar demasiado separados en *Big Data* o pueden ser demasiado finos para que la visión humana los note por sí misma.

Lo que el *Big Data* permite aquí no es que estas cosas puedan ocurrir, porque la detección de anomalías y la monitorización están desde hace mucho tiempo. Lo que el *Big Data* añade a ellos, sin embargo, es la posibilidad de observar eventos extremadamente raros o combinaciones de factores.

Así que, por ejemplo, si tienes un evento que es uno en un millón, sólo ocurre una vez de cada millón de observaciones, lo que podría ser muy difícil de detectar si lo estás haciendo a mano o si estás haciendo, por ejemplo, un centenar de casos. Sin embargo, si tienes diez mil millones de casos que estás ordenando, este uno en un millón de eventos va a ocurrir 10.000 veces, por lo que ya no es un número pequeño, es decir, ya no es tan raro. De hecho, 10,000 es un número bastante grande que permite hacer modelos estadísticos y desglosarlo por



subcategorías. Permite averiguar exactamente qué está asociado con ese evento y qué lo está causando.

En cuanto a la detección de anomalías, la gran ventaja del *Big Data* es similar, especialmente cuando se buscan combinaciones raras de eventos. Es decir, puede ser posible medir mil cosas diferentes a la vez en lugar de diez o doce. Esto permite que el algoritmo de aprendizaje de la máquina que identifica casos anómalos se vuelva mucho más específico y tenga más probabilidad de evitar tanto los falsos positivos como los falsos negativos. Un ejemplo claro es los filtros *anti-spam* de los servicios de correo electrónico, que se encargan de detectar si un correo puede ser considerado como *spam* o no. Además, los correos con *malware* están constantemente evolucionando, lo que complica la tarea en gran medida. El secreto de la eficacia de estas herramientas reside en el *Big Data*. Como se tienen los datos de que un elevado porcentaje de usuarios ha marcado un cierto correo con unas ciertas características o *links* como spam, la próxima vez que ese correo llegue a nuevos usuarios irá directamente a la carpeta de *spam*.

6.3.2 Minería de Datos y Analítica de Texto

Unas de las aplicaciones más poderosas y comunes del *Big Data* están en la Minería de Datos o *Data Mining* y su primo cercano Analítica de Texto o *Text Analytics*. La minería de datos cubre un amplio y diverso campo de actividades, pero la idea más básica es la de utilizar



procedimientos estadísticos para encontrar patrones inesperados en los datos. Esos patrones pueden incluir asociaciones inesperadas entre variables o personas que se agrupan de manera imprevista. Por ejemplo, los gerentes de un grupo de supermercados pueden identificar que las personas que visitan sus tiendas en una región en particular y en una tarde específica de la semana, son generalmente diferentes de las personas que vienen en otros momentos y lugares. El supermercado puede entonces cambiar el lugar donde se exponen los descuentos y puede cambiar el lugar donde se encuentran ciertos artículos en el día a día para aprovechar esas diferencias. Otro ejemplo podría ser una compañía de inversión que puede encontrar que cuando ciertas acciones suben, pero otras específicas bajan, entonces una acción en concreto normalmente les seguirá al alza, lo que les permitiría invertir en esa y obtener una ganancia. O un último ejemplo, para comprobar la cantidad de ámbitos que cubre la minería de datos, podría ser el de un investigador médico que puede descubrir que los pacientes que exhiben un patrón muy particular de síntomas al mismo tiempo, incluso si no cumplen con los criterios para una enfermedad diagnosticada, son más propensos a ingresar al hospital en las próximas semanas.

Aunque, quizá, la aplicación más común de este tipo de minería de datos es la publicidad online, ya que la base de datos es muy amplia y es muy fácil adaptar los resultados para cada consumidor específico. De hecho, esa es una de las mayores promesas de Data Mining, la capacidad de adaptar los servicios a las preferencias y comportamientos de cada persona una vez que se han recopilado suficientes datos.



Similarmente, el objetivo en Text Analytics es tomar el contenido real de los datos de texto, tales como tweets o comentarios de clientes y encontrar el significado y el patrón en las palabras. Cuando los investigadores miran el texto en sí mismo, los problemas interpretativos aumentan porque el lenguaje humano es más “flexible” en comparación, y frases que suenan muy similares pueden tener significados totalmente opuestos.

Además, en Text Analytics, también existe el análisis de sentimientos, es decir, determinar cómo se siente la gente en relación a algo. Desde el punto de vista de la publicidad o el de marketing, definitivamente se quiere saber si la gente tiene buenas opiniones o malas sobre un producto en particular, lo que en este campo técnico se conoce como “polaridad”.

Un ejemplo que nos cuenta Watson, n.d. en *Tutorial: Big Data Analytics: Concepts, Technologies, and Applications* es el de la compañía Americana Target, que recibió muchas críticas por utilizar esta técnica para identificar mujeres que estaban embarazadas. Todo empezó cuando un padre se quejó en una tienda de Target de que estaban enviándole a su hija publicidad de mujeres embarazadas, alegando que esos cupones y descuentos promovían el embarazo en la adolescencia. Lo que él no sabía es que su hija, efectivamente, estaba embarazada.

La compañía Target supo esto gracias a sus modelos predictivos, para los que se basó en mujeres que habían ido al registro de bebés, un indicador perfecto de que estaban embarazadas. Entonces comparó el comportamiento de compras de esas mujeres en hasta 25 variables con respecto al grupo de consumidoras femeninas de Target total. Las variables incluían compra de grandes cantidades de lociones, suplementos como zinc, magnesio o calcio, etc. Con ello, eran



capaces de saber si una mujer estaba embarazada y cuándo podían dar a luz. La compañía utilizaba esta información para saber qué descuentos y cuándo había que enviarlos.

En resumen, lo que está claro es que Data Mining y Text Analytics son dos claras técnicas de aprovechar al máximo el potencial del *Big Data*. Además, estas tendencias van lógicamente en crecimiento: conforme más datos se obtengan y cuanto más tiempo le dediquen los investigadores a desarrollar los algoritmos de estas herramientas, más útil será su uso para encontrar patrones y tendencias que eran desconocidas hasta ahora.

6.3.3 Diferentes análisis

Según Watson, n.d., estos son los tipos de análisis que podemos conseguir en función de hacia dónde tengamos puesta la vista:

- Mirando al pasado, utilizamos análisis descriptivos y análisis de diagnóstico. Los análisis descriptivos visualizan los datos para que podamos utilizar el cerebro humano para identificar anomalías. Con la Analítica diagnóstica, además, podemos saber por qué pasó. Aplicando esto a la lavadora-secadora IoT, podemos responder a las preguntas de: ¿cuánto tiempo nos ha costado secar nuestras cargas y cuánto dinero nos ha costado? También podemos mirar; ¿por qué se ha roto nuestra lavadora?



- Para el presente utilizamos motores de reglas y procesamiento de flujos. Este análisis en tiempo real, o, mejor dicho, en tiempo de ejecución, se realiza más cerca de la fuente de datos. Éste responde a la pregunta de ¿qué está pasando? En la lavadora IoT, estaríamos continuamente observando sus sensores para asegurarnos de que todo está dentro de los estándares.
- Para el futuro, utilizamos el análisis predictivo y el análisis prescriptivo. El análisis predictivo compara los datos de antiguos fallos con los datos actuales. Cuando hay una coincidencia, hace una predicción de que serán un cierto fracaso. Pero la Analítica prescriptiva va un paso más allá. Después de encontrar la coincidencia del posible fallo, hará ingeniería inversa al problema y activará la lavadora de tal manera que el problema no ocurra en el futuro. La Analítica predictiva y la Analítica prescriptiva están respondiendo a las preguntas; ¿qué podría suceder? y ¿qué debería suceder? respectivamente. En la lavadora IoT, podríamos hacer predicciones sobre: ¿cuándo estará lista nuestra ropa? ¿va a fallar algo? Y si va a pasar algo, ¿hay algo que podamos hacer para prevenir que eso ocurra? Todo valor incremental en un producto IoT proviene de la transformación de sus datos en información útil.

El análisis transforma los datos y, como tal, es de vital importancia para todo despliegue de IoT. El análisis predictivo es, entre todos, en el que más se están centrando la investigación y los nuevos modelos de negocio relacionados con esta tecnología.



El análisis predictivo es la bola de cristal del *Big Data*. Representa un conjunto de técnicas que se adaptan a trabajar con *Big Data* para tratar de predecir eventos futuros a partir de observaciones pasadas. La realidad es que los seres humanos hemos estado tratando de predecir el futuro desde tiempos inmemoriales, y el recurso del *Big Data* y la sofisticación de los modelos predictivos modernos han cambiado fundamentalmente la forma en que miramos hacia el futuro.

En la actualidad, hay muchos ejemplos bien conocidos de análisis predictivo. Uno de ellos es en el béisbol, como se muestra en el libro y en la película *Moneyball*, donde el análisis estadístico se utiliza para ayudar a identificar la capacidad de puntuación de un jugador ofensivo.

Mientras que el criterio estándar que ha sido usado por la gente durante cien años en el béisbol es mirar estadísticas como promedios de bateo y RBIs o carreras bateadas, bases robadas, la realidad es que el béisbol tiene un enorme conjunto de datos, porque es muy fácil contar eventos discretos que ocurren, y los investigadores encontraron que no, que los promedios de bateo y los RBIs no son los mejores predictores, sino que lo es el porcentaje en la base, porque se puede llegar a la base mediante un golpe o una caminata o de cualquier otra manera; y el porcentaje de bateo, que está relacionado con el número de bases que se obtienen (Lewis, 2004). Así, el equipo que construyen en la película con jugadores descartados por otros equipos alcanza el éxito.

Un segundo ejemplo puede ser el de la notable precisión de Nate Silver al predecir los resultados de cada estado en las elecciones presidenciales de 2012 en Estados Unidos. Lo que Nate Silver hizo aquí es que tiene un blog llamado *FiveThirtyEight* (*FiveThirtyEight*, 2018), en



el que se incluye el número de representantes en el congreso. Cogió datos de una amplia gama de encuestas, combinó esos datos, y los ponderó por su confiabilidad, y fue capaz de hacer una predicción precisa para cada estado en la elección.

Además, existen competiciones de análisis predictivo a las que pueden participar los particulares. Esto comenzó con el Premio Netflix, que aseguró un premio de un millón de dólares a cualquiera que pudiera mejorar la calidad de sus recomendaciones en un 10% utilizando un conjunto de datos anónimos que habían proporcionado (Holiday, 2012). El resultado fue que hubo algunos análisis estadísticos realmente notables. Aunque lo más importante que surgió del premio Netflix fue la eficacia de los llamados modelos de conjunto, y la idea aquí es que no se construye un único modelo predictivo, sino que se construye tantos modelos predictivos diferentes como sea posible, y luego básicamente se hace la media de los resultados. Esto es debido a que cuando se trata de predicciones, la predicción media suele ser más precisa que cualquier predicción individual. Actualmente, el sitio web más famoso que ha continuado con las competiciones de análisis predictivo es *kaggle.com* (Bradford, s. f.).

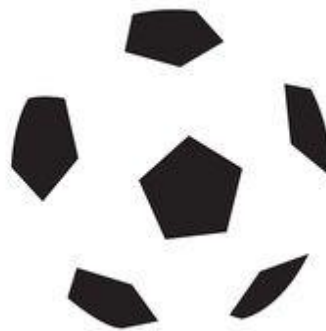
6.3.4 Visualización de *Big Data*

En este apartado y hasta este punto, hemos estado hablando de *Big Data* y de las cosas que los ordenadores son capaces de hacer por los humanos. Sin embargo, hay cosas que los humanos todavía hacemos mejor que los ordenadores, y la visualización es una de ellas. Los

humanos somos animales visuales, la vista es el sentido que más nos aporta y con el que obtenemos una gran cantidad de información. Los ordenadores son muy buenos para detectar ciertos patrones, calculando modelos predictivos y haciendo minería de datos de una manera en que los humanos simplemente tardaríamos años. Pero los humanos percibimos e interpretamos los patrones mucho mejor que los ordenadores, por lo que la visión humana sigue desempeñando un papel importante en el *Big Data*.

Los humanos podemos ver patrones gráficamente, y podemos ver las excepciones a los patrones o las anomalías muy rápidamente, así como también podemos ver esos patrones a través de múltiples variables y grupos. También somos mucho mejores interpretando el contenido de las imágenes que los ordenadores.

Figura. 5. Patrón Gestalt: balón de fútbol





En la Figura 6 encontramos un ejemplo de patrón Gestalt. Los humanos podemos ver de manera muy sencilla que la figura sugiere un balón de fútbol por los huecos que tiene entre los pequeños pentágonos y por su forma global. Esto, para un ordenador, es muy complicado. Estaríamos entrando en compleja algoritmia del campo de la identificación por imágenes. Por tanto, la visualización humana y su manera de razonar sigue teniendo un papel vital a la hora de analizar patrones y tendencias de datos en nuestro concepto de *Big Data*, y los ordenadores pueden aportar todos los demás modelos de los que hemos hablado hasta ahora. Por lo tanto, es importante recordar este elemento humano a la hora de planificar un gran proyecto de datos, que todavía existe la necesidad de que la percepción e interpretación humana participen.

6.3.5 El papel de Excel en *Big Data*

En este apartado vamos a contemplar el papel del Microsoft Excel dentro del concepto de *Big Data*. Mucha gente piensa que para hacer *Big Data* hay que usar equipos con software muy complejo hasta el final, y que el Excel porque está instalado en todos los ordenadores no es lo suficientemente especial o no es apto, lo que no es cierto en absoluto. En primer lugar, es un principio general que el análisis está ahí para cumplir un objetivo y para informar a otras personas, y todo el mundo sabe usar Excel. Incluso si se tiene que almacenar los datos y duplicarlos y se tiene que usar otros programas para acceder a ellos, Excel seguirá siendo una muy buena manera de compartírlas, porque es donde la gente sabe cómo trabajar: es de lejos la herramienta de datos más común.



Según el libro *Data Smart: Using Data Science to Transform Information into Insight* escrito por John W. Foreman, millones de personas usan diariamente el Excel y es la tercera aplicación más común que los mineros de datos utilizan en sus proyectos profesionales es Excel, ya que completamente por sí sola es capaz de hacer ciencia de datos real.

Lo más interesante es que usando lo que se llaman “interfaces de conectividad de base de datos abierta” o “interfaces ODBC”, se puede conectar Excel directamente a *Hadoop* y hacer consultas y análisis desde la interfaz de Excel. Y es que ahora Microsoft tiene sus propias soluciones y otros proveedores tienen otras formas de conectar Excel a *Big Data* y a *Hadoop* para hacer posible controlar cualquier análisis.

Finalmente, también hay que mencionar que Excel es una gran manera de compartir los resultados de los análisis, y se pueden elaborar Tablas de Pivote interactivas, muy útiles para explorar datos.

6.3.6 Relación entre Internet of Things y Big Data Analytics

El *Big Data Analytics* (o Analítica de *Big Data*) está surgiendo como una herramienta clave para tomar decisiones en el ámbito del *Internet of Things*. Una de las características más notables del *Internet of Things* es el análisis de la información sobre “cosas conectadas”. La Analítica de datos a gran escala necesita el procesamiento de una gran cantidad de datos lo más rápido posible y a su vez, el almacenamiento de estos en distintos tipos de tecnologías. Sin



herramientas de Analítica, los datos generados por el IoT no tienen mucho valor. Dado que gran parte de los datos en un modelo de negocio IoT viene de “cosas conectadas”, se necesitará realizar análisis rapidísimos para que las empresas puedan aprovechar esa información a tiempo real, tomar decisiones rápidas e interactuar con personas y otros dispositivos. La interconexión de dispositivos de sensórica y actuación proporciona la capacidad de compartir información mediante plataformas gracias a una arquitectura unida y permite aplicaciones innovativas.

La necesidad de adoptar el *Big Data* en las aplicaciones del *Internet of Things* es muy atractiva. Estas dos tecnologías ya han sido reconocidas en los campos de empresa y de las TIC. Entre ellas son interdependientes y deberían ser desarrolladas conjuntamente. En general, la implementación de *Internet of Things* incrementa la cantidad de datos en número y categoría, por tanto, ofrece la oportunidad para la aplicación y desarrollo de la Analítica de *Big Data*. Además, la aplicación de tecnologías de *Big Data* en el *Internet of Things* acelera los avances en investigación y modelos de negocio del propio IoT. Modelo de negocio como el que presentaremos más adelante en este trabajo.

La relación entre IoT y *Big Data*, mostrada en la Figura 1, puede ser dividida en tres pasos para permitir la gestión de los datos. En primer lugar, encontramos la gestión de las fuentes de información de IoT, donde las “cosas conectadas” captan datos mediante sensores e interaccionan entre ellas. Por ejemplo, todas las “cosas inteligentes conectadas” de una oficina generan datos a lo largo del día que pueden ser almacenados en una nube privada de bajo presupuesto. En el segundo paso, los datos generados son llamados *Big Data* por su volumen,



velocidad, variedad, veracidad y valor. Esta enorme cantidad de datos se almacena en archivos especiales de *Big Data* en bases de datos distribuidas y compartidas. El último paso incluye la aplicación de herramientas Analíticas como Spark, Skytree, MapReduce o Splunk, que analizan las series de datos producidas por el IoT. Los cuatro niveles de la Analítica comprenden la clasificación de los datos, la aplicación de las herramientas Analíticas, el nivel de consulta y el nivel de informes.



7. APLICACIÓN DE LAS NUEVAS TECNOLOGÍAS A MODELOS DE NEGOCIO.

Aquí se inicia una parte distinta del presente Trabajo de Fin de Grado. Una vez finalizada la investigación en el área de conocimiento de las tecnologías de información y comunicación, procedemos a abrir un nuevo bloque que constará de dos secciones.

En esta sección vamos a aplicar las nuevas tecnologías y conceptos analizados durante todo el documento al movimiento emprendedor, el de creación de empresas. Para ello vamos a utilizar todo el conocimiento obtenido durante la observación y entendimiento de las técnicas más disruptivas actualmente para acercar al emprendedor la manera de iniciar un negocio basado en éstas.

Por último, la siguiente sección contará con la puesta en práctica de lo que vamos a presentar aquí para aplicarlo a una idea de modelo de negocio real.

El procedimiento que utilizaremos para la intersección del mundo empresarial y el mundo tecnológico a escala de *startups* será el del modelo Canvas de Alexander Osterwalder. Para empezar, abordamos lo que es un modelo de negocio con una definición suya: un modelo de negocio describe la lógica de cómo una organización crea, entrega y captura valor (Osterwalder, 2011).

El modelo Canvas se basa en la creencia de que un modelo de negocio puede ser totalmente definido con 9 bloques que enseñan la lógica que pretende seguir una empresa para



crecer y obtener beneficios. Estos bloques son: Segmentos de cliente, Propuestas de valor, Canales, Relaciones con clientes, Fuentes de ingresos, Recursos clave, Actividades clave, Socios clave y Estructura de costes.

7.1 SEGMENTOS DE CLIENTE

“El Módulo de Segmentos de Clientes define los diferentes grupos de personas u organizaciones que una empresa pretende alcanzar y servir”.

Antes de empezar a comercializar el producto o servicio, necesitamos un cliente que pague. Ahora bien, ¿cómo lo encontramos? La segmentación de mercado es una tarea a la que debemos dedicar suficiente tiempo. Deberíamos empezar con una lluvia de ideas e ir analizando una a una a nivel superficial. Esas ideas se reducirán conforme las evaluemos. Lo ideal es que enfoquemos este paso desde el punto de vista del potencial cliente y no de un posible negocio nuestro. Hay que cubrir la necesidad del usuario final.

Además, debemos tener en cuenta variables como si podemos llegar con facilidad a ese cliente; si al cliente le compensa adquirir el producto o servicio; si nos hacemos cargo del “producto acabado” o el cliente necesitaría adquirir otros productos o servicios para obtener la funcionalidad completa; si la competencia tecnológica ya tiene capturado a ese segmento de clientes; si podríamos pasar de un segmento a otro, etcétera.



Además, hay que realizar investigación primaria de mercado e ir a hablar con los clientes potenciales. El *Chief Information Officer* (CIO) o Director de Tecnologías de la Información, así como algún *Project Manager* o gestor de proyectos tecnológicos podrían ayudarnos a encontrar una necesidad en el segmento de mercado.

Posteriormente, necesitamos acotar el mercado inicial. No es conveniente intentar abordar muchos mercados desde un primer momento. Es mejor idea centrarse en uno e intentar capturar la mayor cuota de mercado posible para encontrar un flujo de caja positivo que nos mantenga en el mercado. En caso de que en la segmentación primaria de mercado hayamos evaluado varios segmentos en los que podríamos tener éxito con nuestro proyecto, se dejarán para más adelante cuando la empresa ya cuente con un respaldo aportado por el éxito del primer mercado elegido.

Lo mejor es no seleccionar un mercado muy grande tampoco, pues suele haber más competencia, y para una primera toma de contacto con el mundo empresarial tecnológico, donde hay muchos peces grandes que te pueden comer, es mejor atacar un mercado más pequeño, quizás local, para destacar de manera rápida entre la base de clientes potenciales. También es importante conocer el perfil del que sería el usuario final. Describirlo es otra tarea que es muy útil, ya que debemos tener en cuenta variables como si tiene suficiente poder adquisitivo, ya que la innovación tecnológica puede venir acompañada de un gran desembolso inicial o del nivel de familiarización que tiene con las tecnologías de la información (IT), industria que engloba las tecnologías que hemos desarrollado en este documento, puesto que será mucho más fácil la



entrada si ya son conscientes de las ventajas que puede aportar la innovación tecnológica a sus vidas diarias o empresas.

Una vez seleccionado el segmento de mercado al que apuntaremos, necesitamos saber el TAM o tamaño del mercado total disponible para saber si es suficientemente grande como para que pueda salir rentable abordarlo. Este nos indica lo que ganaríamos contando con el 100% de la cuota de mercado. Esto podemos calcularlo multiplicando el número de usuarios que haya que den el perfil que hayamos descrito y la cantidad que ingresaríamos por cliente. Si todavía no contamos con el dato exacto de lo que ingresaríamos por cliente, podemos estimarlo en función de lo que haya gastado este tipo de usuario en otros productos o servicios para conseguir lo que les aportaría nuestro producto o en función del valor que les generemos, si podemos cuantificarlo correctamente.

El TAM debería ser superior a 3 millones de euros, puesto que, si no, nos será muy difícil conseguir un flujo de caja positivo que nos mantenga en el mercado. Este TAM no es mucho en realidad, pero en un mercado basado en tecnologías de la información se manejan márgenes brutos muy altos, así que con pocos clientes ya deberían cubrirse los pocos costes fijos y seríamos capaces de sobrevivir en el mercado.

Por último, es muy buena idea identificar a los primeros clientes de entre el segmento elegido que estuviesen dispuestos a adquirir nuestro producto o servicio. Sería bueno reunirnos con ellos, aprender de ellos, explicarles la idea y llegar hasta un punto de vista común acerca de las necesidades que ellos tienen y de cómo nosotros podríamos ayudarles. Tenemos que recordar



que lo ideal es construir el producto o servicio alrededor de las necesidades del cliente. En caso de que se muestren interesados, podríamos conseguir una declaración de intenciones para adquirir la solución una vez esté comercializada, o el hecho de poder probar el producto o servicio en sus operaciones diarias. A cambio, podríamos ofrecerles un mayor nivel de personalización del proyecto para sus necesidades, descuentos por adquisición anticipada, o servicio de consultoría tecnológica para que le saquen el mayor rendimiento.

7.2 PROPUESTAS DE VALOR

“El módulo de propuestas de valor describe el conjunto de productos y servicios que crean valor para un segmento de clientes específico”.

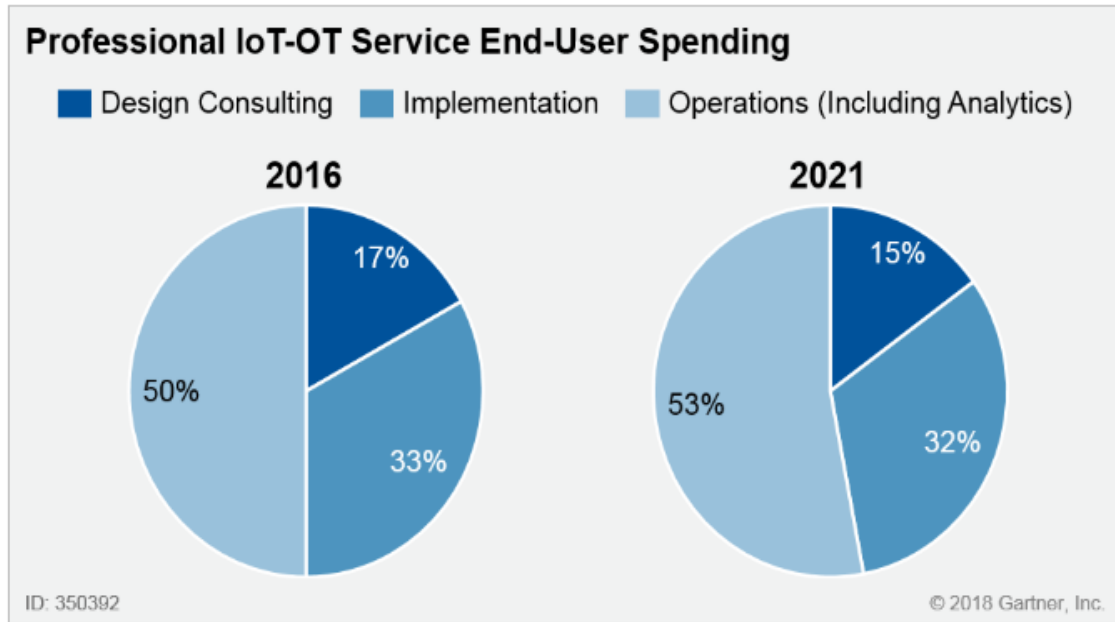
Una vez se tiene claro qué segmento de mercado vamos a abordar y qué necesidad real y específica tiene ese nicho, vamos a centrarnos en cómo otorgarles valor y con qué cubrir su necesidad.

En nuestro caso y, en primer lugar, necesitaríamos crear una definición de lo que vamos a ofrecer. Como la idea de este documento es ayudar a crear un modelo de negocio basado en las nuevas tecnologías, lo idóneo sería prestar un servicio que aporte la gestión integral de los datos desde que se recopilan mediante los sensores propios de *Internet of Things* hasta el análisis que indica qué medidas deberían tomarse. Encargarse de todo el proceso es una actividad compleja pero que crea un gran valor añadido, por lo que puede sacarse un gran margen bruto por ello.



Según la prestigiosa revista Gartner, la inversión de usuarios finales en proyectos de tecnologías de la información basados en *Internet of Things*, como vemos en la Figura 1, se encuentran divididas en un 15-17% en consultoría de diseño del sistema, un 32-33% en la implementación del sistema y 50-53% a consultoría de operaciones, que incluye Analítica. Un proyecto completo que englobe estos servicios llevaría mucho tiempo, pero con un pequeño número de contratos para ello podríamos conseguir un gran flujo de caja para establecernos, crearnos un nombre en la industria e ir expandiendo mercado u otros servicios diferentes. Además, la parte de operaciones y/o Analítica podría enfocarse como un servicio Software como Servicio o *SaaS*, mencionado durante la sección de *Cloud Computing* de este documento.

Figura 1. Gasto en Servicios Profesionales de IoT hechos por usuarios finales.



Fuente: Gartner

Además, debemos tener claro que la solución final llegará después de muchas interacciones con los primeros clientes potenciales y con el equipo que tengamos, por lo que seguramente varíe ligeramente de la idea inicial que tuviésemos para la propuesta de valor. Sin embargo, esta propuesta de valor es muy importante tenerla bien definida para llamar la atención de los primeros clientes objetivo.

Un paso clave para ello es la cuantificación de cada propuesta de valor que incluya nuestra solución. Cuantitativamente podrá verse de manera clara cómo podemos beneficiar a nuestros clientes. Es muy útil también comparar el estado del cliente sin nuestro producto o



servicio respecto a su estado teniendo contratado este. Si hemos planificado bien la propuesta de valor alrededor de la necesidad del cliente objetivo, el proyecto debería ser atractivo para él.

Además, a la hora de dejar todo el modelo definido, debemos pensar también en cómo capturaremos parte del valor que le generaríamos a los clientes potenciales. Un modelo de negocio gratuito (por mucho que incluya funcionalidades más avanzadas de pago, como un *freemium*) no nos conviene a la hora de crear un negocio con las nuevas tecnologías. Se deberá estudiar el mercado y ver qué hace la competencia, directa o indirecta, con un negocio similar al nuestro. Si elegimos ofrecer un servicio integral que cubra desde el diseño del sistema hasta el control de operaciones, podríamos monetizarlo mediante un pago único que cubra las primeras fases del proceso y que sólo necesiten hacerse una vez, más un pago por suscripción que incluya la consultoría de operaciones y el mantenimiento del software, con tareas como revisiones y actualizaciones.

En un proyecto con nuevas tecnologías, y más si se trata de un servicio de gestión integral de una tarea específica, no tiene sentido monetizar mediante un porcentaje de beneficio aplicado al coste. Lo que podría valorarse también más adelante es si ofrecer una concesión de licencias a otras empresas, que bien podrían estar entre nuestra competencia directa. De esta manera podríamos aprovechar la experiencia y el *know-how* de otras empresas ya asentadas en el sector específico elegido para expandir nuestra idea. También se deberá estudiar si sacar partido de los datos generados, monetizándolos de alguna manera. Esta es una tendencia actualmente, y aunque se debería tener en cuenta las leyes en materia de protección de datos, como la



recientemente publicada GDPR o Regulación de la Protección de Datos de carácter General (European Union, 2016), se puede intentar sacar beneficio de ello.

7.3 CANALES

“El Bloque de Construcción de Canales describe cómo una compañía se comunica y llega a sus Segmentos de Clientes para entregar una Propuesta de Valor”.

En este paso deberemos saber cómo nos pondremos en contacto con los potenciales clientes. Para esta tarea y siendo una empresa tecnológica de nueva creación, sería óptimo firmar acuerdos comerciales con empresas ya consolidadas para que ofrezcan nuestra solución. Así, tendremos acceso a una gran base de datos de clientes potenciales a costa de un % menor de beneficio por contrato.

Además, se deberá asistir a todo tipo de ferias y conferencias que incluyan al nicho de mercado en el que opere nuestro modelo de negocio. Aparte de que nos informaremos de los retos y oportunidades del mercado, haremos lo que en pleno año 2018 se ha vuelto tan importante: el *networking*. Podremos reunirnos con potenciales clientes, potenciales socios, proveedores, competencia directa e indirecta, *influencers* del sector, etcétera. Debemos saber que para sobrevivir en un mercado tecnológico tenemos que estar al tanto de lo que ocurre constantemente.



Además, debemos contar con una página web actualizada y acorde a los valores que queramos mostrar y un buen posicionamiento de esta, con técnicas como *SEO* y *SEM*.

7.4 RELACIONES CON CLIENTES

“El bloque de construcción de las relaciones con los clientes describe los tipos de relaciones que una empresa establece con segmentos de clientes específicos”.

Para este paso de nuestro Canvas, debemos entender qué tipo de relación estableceremos con el cliente. ¿Vamos a ser proveedores en un *B2B*? ¿Vamos a centrarnos en el *B2C*? Esto dependerá de nuestro modelo de negocio, y aunque lo más normal es que demos servicio a otras empresas, también podríamos tener a consumidores que sean la misma persona física individual que el usuario final, como, por ejemplo, con un producto o servicio para la gestión inteligente del hogar.

En cualquier caso, deberemos tener controlado en todo momento la relación con el cliente, sabiendo cómo y cuándo descubre nuestra solución, la analiza, la adquiere, la instala, la usa, la paga y cómo y cuánto valor obtiene de ella. Esta tarea nos ayudará a identificar qué tipo de problemas puede surgir en todas las etapas del proceso de adquisición y gestión de los clientes, para así resolver estos inconvenientes de la manera más eficiente posible.

Para cumplimentar este apartado es de gran utilidad realizar un esquema del proceso completo por el que se decide adquirir nuestra solución. Deberemos tener en cuenta también el



ciclo de ventas, que no queremos que sea excesivamente largo. Localizar todos los posibles obstáculos antes de tiempo en un sistema tecnológico como el nuestro ayudará a ahorrar muchos costes posteriormente.

Una vez tengamos definido el proceso de la relación con el cliente en todo momento, deberemos cuantificar económicamente cuánto nos supone adquirir un nuevo cliente, y cuánto nos supone retenerlo con nosotros. Ambos son importantes, y aunque muchas veces se le da más importancia a la adquisición de un nuevo consumidor, es -depende del negocio- incluso más importante saber retener a los clientes. Y resulta que retener clientes suele ser menos costoso que atraer nuevos. Si ponemos como ejemplo un modelo de negocio basado en un pago único inicial más posterior mantenimiento o servicio de suscripción, este flujo de caja a recibir a lo largo del tiempo es lo que va a mantener a nuestro negocio vivo.

7.5 FUENTES DE INGRESOS

“El bloque de construcción de flujos de ingresos representa el efectivo que una compañía genera de cada segmento de clientes (los costos deben ser restados de los ingresos para crear ganancias)”.

Este apartado es clave en todo negocio cuyo objetivo sea económico. Debemos tener claro que, en el sector de las tecnologías de la información, lo más importante es el valor generado para el cliente, y que, de ese valor generado, intentaremos capturar una parte en forma



monetaria. El cliente siempre tiene que ver más valor en nuestra solución que en la cantidad monetaria que pague por ella. En el momento en que deje de percibir ese valor, evaluará otras alternativas o incluso dejará de querer la funcionalidad que nosotros aportemos.

Algunas de las formas de recibir el flujo de caja en el sector en el que vamos a operar son:

Pago único por anticipado más mantenimiento. Este modelo es muy común, y se ve perfectamente en procesos como la adquisición de la licencia de un software, como podría ser el ERP de SAP. La tarifa periódica nos ayudaría a tener una fuente de ingresos recurrente, y la adquisición que se paga anticipadamente nos daría una inyección instantánea que compensaría un alto coste de capital.

Tarifa por horas. Este modelo es común a la hora de prestar servicios, como por ejemplo de consultoría tecnológica. Nos permitiría rápidamente obtener el flujo de caja directo causado por nuestro trabajo. En caso de optar por este modelo, se debería negociar un mínimo de horas por semana, mes o año. Así, tendríamos también asegurados los ingresos recurrentes que mantendrán vivo nuestro negocio.

Modelo de suscripción o de alquiler. Este modelo establece un pago fijo cada cierto periodo de tiempo, asegurando ese flujo de caja recurrente que nos interesa. Esta opción se vuelve óptima si el ingreso que se recibe es cada año, pues significa la combinación de una suscripción con la de un pago por adelantado, llenando el efectivo de la empresa desde un principio.



Up-sell con productos de alto margen. Esta es una opción en la que se aporta el producto o servicio principal con un margen bajo, pero luego las ampliaciones de funcionalidad cuentan con un beneficio por unidad mucho más alto. Un ejemplo de este tipo lo encontramos en concesionarios de coches o en tiendas de productos electrónicos, donde puede venderse una cámara a un precio muy atractivo, pero luego los accesorios o las ampliaciones de garantía cuentan con un margen por el que los vendedores consiguen la mayor parte de sus beneficios.

Reventa de los datos recogidos o acceso temporal a estos. Consiste en recoger datos (en nuestro caso se genera una gran cantidad debido al *Internet of Things*) y sacar partido por ello. Esta es una de las principales fuentes de ingresos para LinkedIn, por ejemplo. La ciencia de datos actualmente está en auge, como hemos visto a lo largo de todo este documento.

Por consumo. Este modelo es parecido al del sector energético. Consiste en una tarifa periódica, que nos daría el flujo de caja recurrente, más cargos adicionales en caso de que el consumo pase ciertos límites. Este modelo lo encontramos en muchos proveedores de *Cloud Computing*, por el cual nos ceden recursos de computación en función de la demanda a tiempo real, y en picos de demanda que sobrepasen los límites del acuerdo básico que se tuviese con el proveedor, no se pararán las operaciones, sino que se nos cobrará un cargo adicional por esos recursos computacionales que hayamos gastado de más.



7.6 RECURSOS CLAVE

“El Módulo de Recursos Clave describe los activos más importantes necesarios para que funcione un modelo de negocio”.

Entre los recursos clave para el éxito de una *startup* basada en las TIC puede jugar un papel fundamental la colaboración con organismos como universidades y sus núcleos de emprendimiento. En la Universitat Politècnica de València contamos con organizaciones como IDEAS UPV que ayudan a encontrar el equipo humano que encaje en el proyecto, a desarrollar el modelo de negocio, a encontrar posibles inversores, etcétera.

Además, también puede ser de gran utilidad encontrar un *partner* que nos preste infraestructura física en la que realizar pruebas de un posible proyecto. Además, la relación con un posible *partner* facilitaría las primeras ventas del producto o servicio, ya que, además de tener acceso a su cartera de clientes, podríamos optar más rápidamente a nuevos contratos, ya que tendríamos la garantía de estar respaldados por una empresa ya asentada en el sector.

Por último, en cuanto a recursos monetarios, cabe destacar que existen muchos fondos públicos abiertos a financiar proyectos de I+D a los que se podría presentar una idea innovadora.

7.7 ACTIVIDADES CLAVE

“El bloque de construcción de actividades clave describe las cosas más importantes que una empresa debe hacer para que su modelo de negocio funcione”.



Aquí se va a contestar a la pregunta ¿qué actividades clave requiere nuestra propuesta de valor y nuestra fuente de ingresos?

En primer lugar, la contratación de un servicio de plataforma, infraestructura o simplemente software que nos permita llevar a cabo las operaciones. Debemos buscar que este servicio se ajuste lo más posible a nuestra propuesta de valor, pues si vamos a conseguir valor en el bajo precio que pongamos por nuestro producto o solución, necesitaremos un servicio por parte de nuestros proveedores con un coste no excesivo. En cambio, si creamos valor por un servicio a tiempo real, constante y automático, deberemos buscar un proveedor de servicios de información que nos dé garantías de que se van a cumplir nuestros requisitos, mediante *Service Level Agreements* o Acuerdos del Nivel de Servicio.

En segundo lugar, va a ser clave la capacidad de reacción que tengamos ante posibles imprevistos que puedan ocurrir con el servicio que prestemos nosotros al cliente. Una rectificación a tiempo puede significar evitar muchas pérdidas. Además, aumentará la confianza del consumidor en nuestro negocio, haciendo que el “boca a boca” juegue a nuestro favor.

Por último, deberemos centrarnos en la integración correcta de todas las tecnologías en las que queremos basar nuestro negocio. Esto será clave para el buen funcionamiento del servicio. Así, actuarán en consonancia y se podrá sacar un gran valor de los datos.



7.8 SOCIOS CLAVE

“El Módulo de Alianzas Clave describe la red de proveedores y socios que hacen que el modelo de negocio funcione”.

En este punto vamos a comentar la importancia de los socios clave a la hora de dar los primeros pasos en una empresa basada en TIC de reciente creación.

Ya hemos visto que la estrategia óptima es desarrollar un modelo de negocio basado en TIC alrededor de una necesidad del segmento de clientes que vayamos a abordar. Además, es muy importante la comunicación con ellos para ir estableciendo el producto mínimo viable a la vez que vamos ampliando funcionalidades en colaboración con ellos. Por tanto, la primera categoría de socios clave van a ser los propios clientes, y, en mayor medida, los primeros. No serán simplemente la diana objetivo a la que intentar vender un dispositivo o una solución, sino que serán compañeros de camino hasta que estemos establecidos en el mercado. El constante *feedback* entre ambos será vital para la consecución de nuestros objetivos y métricas.

En segundo lugar, es muy importante que establezcamos una buena relación comercial con nuestros proveedores de servicios. Seguramente estas empresas estén ya consolidadas en el sector y nos puedan aconsejar sobre qué nos conviene más para lograr nuestro objetivo. Además, las empresas tecnológicas proveedoras de estos servicios suelen tener personal especializado para brindar soporte técnico y de consulta para asegurar el éxito de los clientes, que, en este caso, seríamos nosotros.



Por último, sería de gran ayuda encontrar *partners* que encuentren atractiva la idea y accedan a colaborar con nosotros. Estas empresas se llevarían un porcentaje de los ingresos a cambio de tener acceso a su gran base de clientes. Este sería un movimiento estratégico clave para expandir la comercialización de nuestro posible proyecto.

7.9 ESTRUCTURA DE COSTES

“La Estructura de Costos describe todos los costos incurridos para operar un modelo de negocio”

En este punto vamos a centrarnos en diferenciar entre los costes que se nos pueden dar a la hora de construir un negocio basado en tecnologías TIC. En primer lugar, hay que desmitificar el pensamiento existente de que se requiere una inversión muy grande en infraestructura y servicios para poder empezar a operar. Como hemos visto durante la investigación, podemos adquirir la infraestructura y las aplicaciones necesarias en forma de servicio. Además, podemos obtener estos servicios bajo el modelo *pay-as-you-go*, por lo que pagaremos en función de lo que utilicemos. Si no tenemos cifra de negocio, no tendremos que pagar altos costes.

Por tanto, no necesitamos potentes servidores, no necesitamos alto poder computacional, no necesitamos un enorme almacenamiento ni necesitamos rápidos procesadores. Por ejemplo, podemos adquirir una plataforma IoT basada en la nube mediante el modelo de Plataforma como Servicio (PaaS), que tenga un espacio privado de nube en la que almacenar los datos que vengan



del Producto Hardware y los Sistemas Externos, y que esté integrada con herramientas Analíticas que se nos presten como Software como Servicio (SaaS). De este modo, tendríamos la capacidad de almacenar los datos que necesitamos, analizarlos, y devolver una respuesta rápidamente a la “cosa” de IoT.

Dependiendo de las necesidades de nuestro negocio, es posible que necesitemos alguna funcionalidad que tenga mayor coste, como puede ser el deseo de que el dispositivo IoT sea capaz de analizar por sí mismo los datos que está recopilando en un momento determinado y responder automáticamente a la interpretación que haga de estos datos. Este proceso evitaría, por ejemplo, que los datos fuesen enviados a la nube y se analizasen con herramientas Analíticas *off-line*, ahorrando mucho tiempo. También encarecería el servicio el deseo de tener acceso a la elasticidad de la nube, gracias a la cual podríamos seguir operando normalmente en los momentos de pico de demanda o de recopilación de datos más alta de lo esperada, pues podríamos utilizar núcleos de otras “parcelas” de nube que no tengamos contratadas normalmente.

Además, hay proveedores que ofrecen software y plataformas gratuitas, siendo incluso de lo que se denomina *open source* o fuente abierta, que significa que se puede modificar el código de programación para adaptarla a nuestras necesidades.

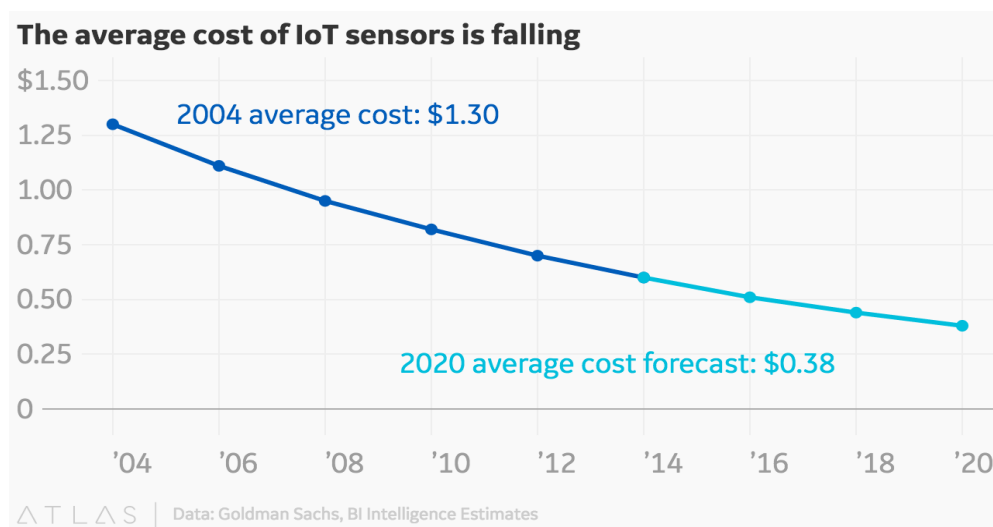
En cuanto a los sensores, como vemos en la Figura 7, cada vez son más baratos. Esto permite o bien contar con gran cantidad de ellos para recopilar muchos datos de calidad o



conseguir a buen precio sensores de gran calidad que no se deterioren y tengan una mayor vida útil.

En definitiva, el coste que suponen las nuevas tecnologías no es en absoluto una gran barrera de entrada para este mercado.

Figura. 6. Evolución del coste medio de los sensores entre 2004 y 2020.



Fuente: atlas.com. Datos de: Goldman Sachs



8. MODELO DE NEGOCIO: SOLUCIÓN PARA MONITORIZAR Y PREDECIR EL DAÑO ACUMULADO DEL PAVIMENTO DE LAS PISTAS DE LOS AEROPUERTOS

En esta sección vamos a aplicar los conocimientos que tenemos sobre las nuevas tecnologías que hemos ido tratando a lo largo del documento a las bases que hemos construido para empezar modelos de negocio de nuevas tecnologías. La idea a tratar va a ser la de una solución, comercializada como Software como Servicio o *SaaS*, para monitorizar el daño acumulado y los defectos superficiales en el pavimento de las pistas de los aeropuertos, así como la identificación de las naves que operan en el mismo, de forma sencilla, a bajo coste y automática y continua en el tiempo.

El sistema consistirá, en primer lugar, de una instrumentación con sensores en los pavimentos de las pistas de vuelo, que enviarán los datos a tiempo real a una nube privada que nos proporcione la plataforma *Internet of Things*. En segundo lugar, el software que creamos, que se compone de un ciber modelo construido por diferentes algoritmos para monitorizar el estado estructural y la superficie del pavimento y una aplicación con interfaz personalizada para el usuario final. Este software estará basado en la Nube, y funcionará con los datos proporcionados a tiempo real por los sensores del sistema. Posteriormente, se le aplicará una



herramienta de Analítica de *Big Data*, que nos permitirá prestar el servicio de mantenimiento predictivo.

Un sistema de monitorización y mantenimiento predictivo de infraestructura puede abordar muchos segmentos de clientes. Se ha decidido comenzar con el mercado aeroportuario por su importancia, por la gran necesidad y oportunidad encontradas y por la particularidad de que la mayoría de los aeropuertos a nivel nacional son gestionados por el operador español AENA. Así, se podría desarrollar la solución particularizada a las preferencias de este ente, pudiéndose aplicar a diferentes aeropuertos por todo el territorio nacional. Posteriormente, podríamos abordar otras infraestructuras con unos cambios técnicos en el sistema.

8.1 ¿QUÉ OPORTUNIDAD DETECTAMOS?

La oportunidad encontrada empieza basándose en la relevancia del transporte aéreo, pues posee una importancia estratégica para el desarrollo de España tanto a nivel de crecimiento económico y del turismo como de cohesión social, como así se afirmó en la XXV Conferencia anual de la Asociación Europea de Derecho Aéreo. De hecho, tiene una estrecha relación con uno de los principales motores de la economía española, puesto que el 11% del PIB de España viene de la industria turística, y es que según el World Economic Forum, España hoy por hoy es el mejor destino mundial para hacer turismo (WEF, 2017) de entre 136 economías analizadas, siendo el transporte aéreo un elemento esencial para la consecución de tal título.



Para potenciar la competitividad del sector aéreo, generar riqueza y bienestar y mantener la cohesión social, se debe asegurar la idoneidad del sistema aeroportuario, pieza clave para el transporte aéreo y para el interés general. Para ello y como así afirma el Ministerio de Fomento en su Documento de Regulación Aeroportuaria (DORA) 2017-2021 (Ministerio de Fomento, 2017), generado por la Dirección de Aviación Civil en 2017, es imprescindible contar con unas infraestructuras que permitan atender a la demanda en condiciones óptimas de capacidad, calidad y eficiencia, manteniendo siempre los estándares más altos de seguridad.

Para ello, España cuenta con el principal operador aeroportuario del mundo por número de pasajeros, AENA (Aeropuertos Españoles y Navegación Aérea), que moviliza a más de 230 millones anualmente mediante aeropuertos de interés público. Actualmente gestiona 47 aeropuertos y 2 helipuertos en España y otros 16 en Europa y América (AENA, 2018d). Además, sigue expandiendo su red, pues ha adquirido este año la gestión del aeropuerto de Corvera (Murcia) (Expansión.com, 2018).

Por otro lado, también existen aeropuertos privados gestionados por organizaciones privadas, como el aeropuerto de Castellón-Costa Azahar, operado por SNC-Lavalin, y el aeropuerto de Lérida-Alguaire o aeropuerto de Andorra-La Seu d'Urgell operados por Aeropuertos de Catalunya.

En cuanto a cifras del transporte aéreo se destaca que el movimiento de aeronaves (entradas y salidas, tanto nacionales como internacionales) en los aeropuertos españoles en 2017 aumentó un 6,3% respecto a 2016, hasta alcanzar las 2.175.893 operaciones comerciales. Esto



prolonga la tendencia positiva que está experimentando el sector aéreo, pues desde 2014 hasta el comienzo de 2017 ya habíamos experimentado un 4,12% de incremento medio anual del número de operaciones comerciales (Ministerio de Fomento, 2018).

Específicamente, Madrid en 2015 ha sido el aeropuerto europeo con más de 25 millones de pasajeros que más ha crecido, experimentando un crecimiento de 12% en el tráfico de pasajeros (EFE, 2016b) y en 2016 fue el aeropuerto de Barcelona-El Prat el que más crecimiento de entre los aeropuertos europeos con más de 40 millones de pasajeros obtuvo, con un 11% respecto al año anterior (EFE, 2016a). Ambos ocupan el 5º y 6º puesto respectivamente por volumen de pasajeros en el ranking de la UE (AENA, 2018d).

El aumento del número de operaciones suele ir ligada al aumento de inversión en infraestructura aeroportuaria, aunque actualmente en España, la inversión está experimentando un aumento proporcionalmente mucho mayor. Según el informe del Ministerio de Fomento mediante la Dirección General de Programación Económica y Presupuestos, la inversión en obras de construcción en aeropuertos mediante licitaciones ha aumentado con la recuperación económica del país: desde 2012, año en el que se invirtieron 8.716.000€, hasta el 2016, con 284.977.000€ de inversión, se ha experimentado un crecimiento medio anual del 151,4% (Ministerio de Fomento, 2016). Para el periodo comprendido entre 2017 y 2021, el DORA indica la inversión planeada para cada uno de los aeropuertos de conforman la red de AENA, sumando una cantidad de 2.185.410.000€, de los cuales 141.370.000€ son para el mantenimiento de los campos de vuelo (Ministerio de Fomento, 2017).



En general, los pavimentos flexibles de los aeropuertos son diseñados expresamente para soportar las cargas de las aeronaves, así como para resistir las condiciones climáticas durante su vida útil. No obstante, debido al deterioro propio del material por el paso del tiempo, así como por las repetidas solicitaciones del mismo, unido al aumento de las cargas y volumen de tráfico aéreo, en muchas ocasiones superior a los parámetros de diseño, hace que el pavimento experimente una serie de defectos (fisuras por fatiga, roderas, baches, entre otros) que deben ser solucionados de manera rápida y precisa, garantizando la seguridad y comodidad de las operaciones de despegue y aterrizaje de las aeronaves.

Para hacer frente a esta problemática, los organismos encargados de legislar en materia aeroportuaria como la FAA (Federal Aviation Administration), OACI (organización de Aviación Civil Internacional) y AESA (Agencia Española de Seguridad Aérea) proponen el desarrollo de inspecciones periódicas con diferentes tipologías de tecnología/aparatos que aporten información de la capacidad estructural del firme. Estos sistemas/tecnologías aportan datos suficientes para caracterizar el estado estructural del pavimento, permitiendo el desarrollo de programas de mantenimiento correctivo/preventivo por parte de los gestores aeroportuarios. Sin embargo, estos programas de mantenimiento requieren de grandes inversiones para restablecer los niveles de seguridad y servicio de las pistas de vuelo, debido principalmente a que los sistemas/tecnologías aplicados sólo aportan información en el momento de la inspección, así como que necesitan varios operarios preparados y/o sistemas de alto coste para desarrollar la propia inspección. A modo de ejemplo se destaca que AENA licitó en 2005 el mantenimiento



integral de las pistas de vuelo del aeropuerto Adolfo Suárez Madrid-Barajas por un total de 6,6 millones de euros. En el mismo aeropuerto, en 2017, se han realizado obras adjudicadas a Ferroviaria Agroman S.A. para renovar completamente el pavimento de la pista 18L-36R y sus calles de rodaje por un valor de 10,9 millones de euros (AENA, 2017).

Por tanto, se identifica una necesidad de solucionar el problema de los enormes costes que suponen las operaciones de mantenimiento del firme flexible de las pistas de vuelo. Una solución efectiva constaría de un sistema de mantenimiento predictivo que informase a tiempo real sobre el daño acumulado en el firme causado por las operaciones de las aeronaves.

De esta manera, se podrá controlar su evolución estructural en el tiempo, optimizando las operaciones de mantenimiento, así como los costes derivados de las mismas. Además, el estado de los pavimentos repercute de manera importante en la seguridad de las operaciones y la comodidad del pasajero, por lo que detectar, investigar y reparar cualquier fallo lo antes posible se traducirá en significativos ahorros de dinero y en una importante reducción de la posibilidad de incidentes que den lugar a daños en personas y/o aeronaves, ya que, según la Comisión de Investigación de Accidentes e Incidentes de Aviación Civil en su Informe Anual 2016 publicado en el INE (CIAIAC, 2016), los eventos más frecuentes en el caso de aeronaves involucradas en accidentes son “Pájaros” y “Contacto anormal por pista”. De hecho, por este último motivo sucedieron en 2016 en España 4 accidentes y 1 incidente grave.



8.2 ¿QUÉ SISTEMAS EXISTEN ACTUALMENTE QUE CUBRAN ESA NECESIDAD?

En este apartado vamos a explicar por qué la competencia técnica actual no satisface las necesidades del personaje o usuario final considerado, al menos, en su totalidad.

En los aeropuertos, al igual que en otras infraestructuras civiles, la “tecnología” más utilizada desde sus inicios ha sido la “inspección visual” aplicada a la detección de defectos en la superficie del pavimento flexible de las pistas de vuelo. Desarrollada dichas inspecciones de forma periódica, se procede a solucionar cada uno de los defectos existentes, garantizando así la seguridad de las operaciones. Por lo tanto, sigue la filosofía de mantenimiento correctivo. En este caso, la metodología más empleada es la del PCI (*Pavement Condition Index*) (Osman, 2015). A pesar de que éste es un sistema muy empleado (78 % de todos los aeropuertos estudiados en la ACRP SYNTHESIS), presenta limitaciones claras. Estas limitaciones son los elevados costes que se necesitan derivados de la necesidad de operarios especializados para desarrollar las inspecciones visuales, así como el bajo rendimiento asociado a las mismas, todo ello unido a valoraciones subjetivas dependientes de la experiencia de cada uno de los inspectores (TRB, 2011).

Fruto de estas limitaciones, en la actualidad, se han desarrollado sistemas de tecnología avanzada capaces de aportar información sobre la capacidad estructural del firme, estudiando la respuesta de este (deformación) ante su sollicitación por una carga, la cual puede ser estática, vibratoria y/o un sistema de impulsos.



En el caso de los sistemas estáticos se destaca como sistema más empleado la viga Benkleman y todas las evoluciones destinadas a automatizar dicho sistema: Deflectógrafo de La Croix, el “British Transport and Road Research Laboratory Pavement Deflection Data Logging” (PDDL) y el Deflectómetro Caltran “Caltran’s California Traveling Deflectometer). Por otro lado, entre los sistemas que aportan información del estado estructural del firme basados en la respuesta vibratoria de los mismos se destacan sistemas como el Dynaflect y el Road Rater (Osman, 2015).

Sin embargo, en todos los casos se obtiene información del firme únicamente en el momento de la inspección, no siendo ésta representativa del proceso de deterioro de este a lo largo del tiempo, necesitándose más inspecciones para conocer la evolución. Además, la necesidad de ocupar la pista de vuelo para la toma de datos con personal y/o vehículos de auscultación supone un problema que ralentiza las inspecciones. Así pues, éstas sólo pueden desarrollarse en las horas valle del tráfico aéreo, lo cual hace que una inspección con estos sistemas pueda tardar entre 1-2 días, aumentando el coste de estas operaciones. Finalmente, la necesidad en algunos casos de un gran número de operarios, así como la necesidad de utilizar aparatos/sistemas de tecnología avanzada son las principales razones del elevado precio de las inspecciones.

Por lo que, nuestra propuesta de valor descrita más adelante hace de la solución un proyecto con mucho potencial, generando altas expectativas.



8.3 ¿QUÉ MERCADO HAY?

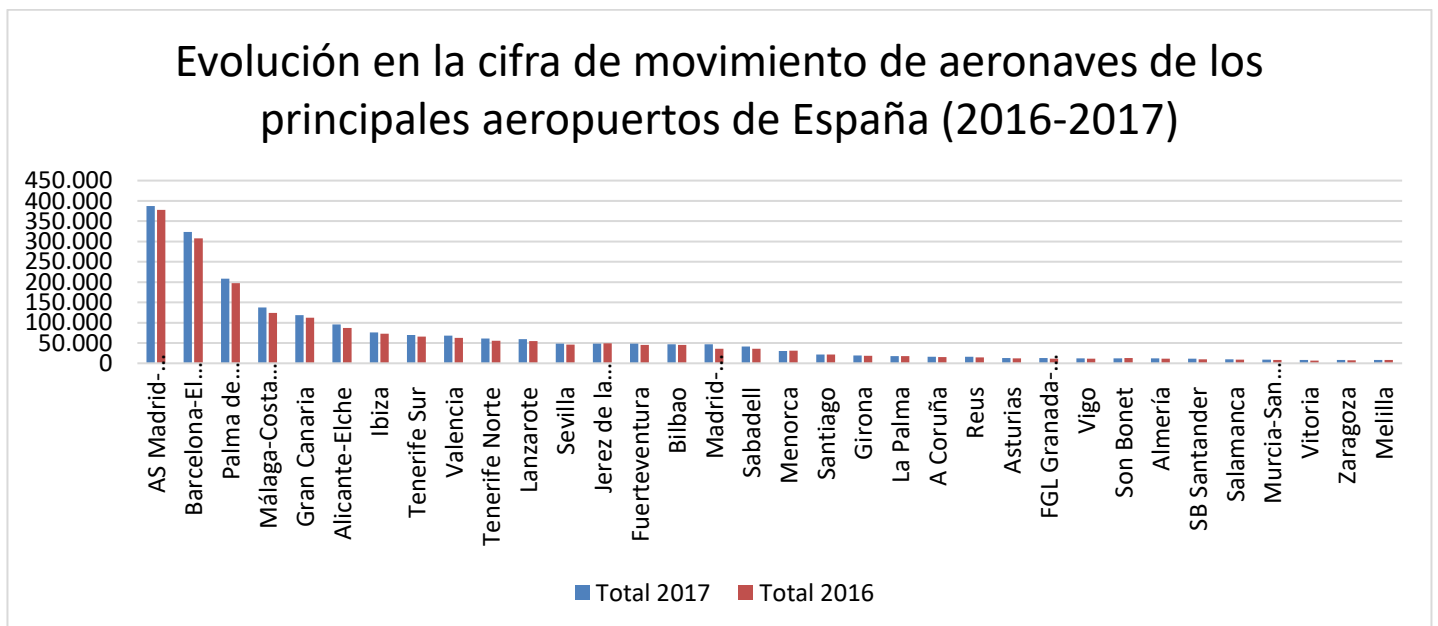
En el mundo existe una gran cantidad de infraestructura de todos los tipos. Edificios, carreteras, monumentos, puentes, muelles, aerogeneradores, etcétera. La idea propuesta, en su etapa inicial, puede ser aplicada a todo tipo de infraestructura, lo que sería óptimo para la gestión de activos en general. Pero este modelo de negocio va a centrarse en la infraestructura aeroportuaria, y más concretamente, en la monitorización de las pistas de vuelo del lado aire de los aeropuertos. Debido a la base tecnológica del servicio, buscaremos que en el grupo de potenciales clientes haya unos ingresos aceptables y que haya noción de la necesidad de aplicar las nuevas tecnologías a distintos ámbitos con el fin de optimizar la gestión y toma de decisiones.

Por ello, la segmentación inicial nos lleva a apuntar a los aeropuertos con un mínimo de operaciones al año. La IATA hace una clasificación, tomando como que los aeropuertos europeos con más de 150.000 pasajeros son grandes y los que tienen entre 15.000 y 150.000 son medianos (Eurostat, 2018), por lo que vamos a utilizar esa segmentación. El primer objetivo serán los aeropuertos principales españoles con más de 150.000 pasajeros al año, y, posteriormente, se evalúa apuntar a los europeos y a los españoles medianos.

Según la IATA, el número de aeropuertos principales españoles es de 34. En la Figura 3 encontramos el listado de estos aeropuertos y la evolución de su cifra de movimiento de aeronaves entre 2016 y 2017. Este será el primer objetivo del proyecto. Así, estaremos cubriendo un grupo de usuarios finales homogéneo, que nos aportará el flujo de caja inicial.

Posteriormente, se apuntará a los 335 aeropuertos principales europeos y se valorará a los otros 4 aeropuertos españoles de entre 15.000 y 150.000 pasajeros.

Figura 2. Evolución en la cifra de movimiento de aeronaves de los principales aeropuertos de España (2016-2017)



Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de www.fomento.gob.es

Según indica AESA en la Instrucción Técnica para el Mantenimiento del Área de Movimiento (Agencia Estatal de Seguridad Aérea, 2011), la responsabilidad de la planificación, definición y gestión del mantenimiento del área de movimiento recae sobre el gestor del aeropuerto. Este ente puede posteriormente subcontratar una empresa de mantenimiento o encargarse por sí mismo.



En España, la empresa pública **Aeropuertos Españoles y Navegación Aérea (AENA)**, adscrita al Ministerio de Fomento, gestiona de forma conjunta prácticamente todos los aeropuertos que canalizan tráfico comercial en el territorio español. AENA es la propietaria de todas las instalaciones asociadas a los aeropuertos, y juntamente con el Ministerio de Fomento juegan un papel decisivo en todos los aspectos centrales de la actividad aeroportuaria, como pueden ser las decisiones sobre inversiones. España constituye un caso excepcional porque es el único país occidental con varias ciudades y aeropuertos de grandes dimensiones donde los aeropuertos son gestionados exclusivamente por una única entidad dependiente del gobierno central.

Como ya se ha indicado, existe la posibilidad de que quién se encargue de la gestión del mantenimiento de las pistas sean empresas que adquieran la obligación, bajo contrato pertinente, de realizar estas labores. En este caso, se considera que estas empresas podrían ser clientes potenciales porque antes de desarrollar las operaciones de mantenimiento pueden subcontratar a su vez las inspecciones del mismo para controlar en todo momento qué partes pueden presentar desperfectos y cuándo actuar para optimizar costes y riesgos. Algunos ejemplos de estas empresas pueden ser ALVAC, ELSAN, GRUPO OHL, AEROPUERTOS OBRA CIVIL, ELSAMEX, ASSIGNIA, etcétera. Sin embargo, en este modelo de negocio se va a obviar este tipo de empresas para su simplificación.

La compañía AENA es la que gestiona todos los aeropuertos que superan los 15.000 pasajeros por año (AENA, 2018e), por lo que para nuestro mercado inicial, AENA será el cliente



objetivo principal. Esta compañía tiene un perfil innovador, como así demuestran en su página web, con una sección dedicada a la innovación, en la que explícitamente indican: “*La implantación de nuevas tecnologías y procesos innovadores son imprescindibles para el presente y futuro desarrollo de Aena*” (AENA, 2018b). Esto encaja perfectamente con el perfil de nuestro modelo de negocio.

Además, según Bill Aulet, a la hora de desarrollar el proyecto es muy útil tener en mente al perfil específico que va a participar con un gran peso en la toma de decisiones sobre si adquirir nuestra solución. En la página web de AENA encontramos a Don. Javier Marín San Andrés, Director General de Negocio Regulado de la compañía (AENA, 2018a). Don Javier es ingeniero superior aeronáutico por la Universidad Politécnica de Madrid y diplomado en dirección económica y financiera por la Cámara de Comercio de Madrid, además de haber cursado el Programa de Alta Dirección (PADE) por el IESE. Lleva en el cargo desde 2014, aunque lleva en puestos directivos de AENA desde su incorporación en 1991. Asumimos que está muy involucrado con la gestión de la compañía y le interesará una propuesta de servicio que ayude a ahorrar costes y riesgos por mantenimiento.

Una vez tenemos el perfil de la compañía objetivo y del que presumimos tendrá gran peso en la toma de decisiones final, ¿cómo será el proceso desde que les contactamos hasta que les tenemos como clientes fijos?

En primer lugar, AENA ya es consciente de que la innovación es necesaria para mantenerse en el *top* mundial de gestores de aeropuertos, situación que avalan sus múltiples



premios (AENA, 2018c). Se mantendrá informada sobre lo que pueda ofrecer un nuevo servicio como el nuestro. Les contactaremos y les explicaremos en qué consiste. Suponemos que lo analizarán y tomarán la decisión de dejarnos hacer alguna prueba como indica en su página web (AENA, 2018b). Así, probarán la eficacia del producto, y con más tiempo para decidir en el que harán sus cálculos sobre la rentabilidad del servicio, querrán adquirirlo. El sistema *Internet of Things* lleva una parte de hardware, como hemos comentado previamente, que habrá que instalar en el aeropuerto. Esto se hará estudiando los tiempos correctamente para interferir lo menos posible en las operaciones diarias del aeropuerto. Utilizarán el servicio mediante una interfaz adaptada a sus necesidades, teniendo constante acceso a nuestro personal para resolver sus dudas o problemas. Posteriormente, si están satisfechos con el servicio ofrecido, se establecerán contactos para expandir el sistema a otros aeropuertos. Además, los primeros aeropuertos servirán como clientes faro para cuando queramos ampliar el mercado internacionalmente.

¿Por qué? AENA es el primer operador aeroportuario del mundo por número de pasajeros con 265 millones de pasajeros al año, y, por detrás, en Europa existen otros operadores que gestionan una gran carga de pasajeros anualmente. Son TAV AIRPORTS (con 104,4 millones de pasajeros en 2017); AÉROPORTS DE PARIS (102 millones); HEATHROW AIRPORT HOLDINGS (78 millones); SCHIPHOL GROUP (76 millones) o FRAPORT (109 millones), que podrían ser potenciales clientes o aliados de la solución para su comercialización en Europa (bKash, 2017). Por ello, es de vital importancia poder captar varios aeropuertos



gestionados por AENA en España, ya que, como hemos dicho, nos servirán de clientes faro para que la expansión de la solución por Europa sea más rápida.

Para saber si vamos bien encaminados con nuestro mercado inicial, es de gran utilidad calcular el TAM o mercado total disponible. Para ello, necesitamos conocer el precio que vamos a ponerle a la suscripción de la solución. Sólo para una estimación superficial del TAM, vamos a establecer un precio de 120.000€/año cada aeropuerto instrumentado. Este valor es orientativo y ha sido establecido en base a los costes del resto de soluciones que cubren la necesidad de mantenimiento del pavimento de las pistas de vuelo. En el futuro se realizará un estudio más exhaustivo para establecer el precio de manera adecuada. Así, teniendo en cuenta que apuntamos a los 34 aeropuertos españoles de más de 150.000 pasajeros al año, nuestro TAM es de:

$$34 \text{ aeropuertos} * 120.000\text{€ /año} = 4.080.000\text{€/año.}$$

Como vemos, algo mayor de cuatro millones de euros por año. Tamaño suficiente para entrar e intentar capturar la mayor parte posible.

8.4 ¿CUÁL ES LA TÉCNICA DE LA SOLUCIÓN?

Ya hemos visto que se ha detectado una necesidad y por tanto la oportunidad de mercado es buena. Estamos construyendo un modelo de negocio de nuevas tecnologías alrededor de una necesidad, y no de la tecnología en sí. En este apartado vamos a ver cómo sería el diseño del sistema por partes y cómo se integraría en conjunto, dividido en tareas a realizar.



El sistema consiste en un Producto Software de gestión, capaz de procesar y analizar los registros del Producto Hardware, transportados mediante el sistema de comunicación o Tejido de Red y teniendo como intermediario en ese proceso una plataforma en la Nube. A los datos registrados se les aplicará también un análisis mediante herramientas de Analítica, que nos permitirán prestar el servicio de mantenimiento predictivo.

El primer objetivo para conseguir la solución completa será diseñar el modelo matemático o ciber modelo. Para ello, habrá que definir completamente cuál será la técnica/teoría existente que mejor se ajuste a la necesidad del mercado y que permita aportar los resultados deseados con precisión.

Esbozada la técnica a adoptar, se comenzará con el desarrollo del modelo matemático compuesto por varios algoritmos. El primero de ellos será el encargado de estudiar la respuesta estructural del firme, así como de construir un mapeo del deterioro superficial. El segundo algoritmo tendrá como función aportar información sobre el tráfico de las aeronaves utilizan el firme instrumentado de la pista de vuelo analizada. Así pues, éste será capaz de aportar información sobre la carga, velocidad de aterrizaje, entre otros, clasificando el tipo de aeronave y aportando datos relevantes para relacionar la sollicitación que ésta causa al firme flexible con la respuesta de este. El tercer algoritmo será el de las herramientas de Analítica, que permitirá determinar una predicción del daño acumulado en el mismo, tanto por fatiga como por rodadura.

El segundo objetivo será el de diseñar la aplicación del Producto Software con la interfaz personalizada a las preferencias del cliente. Este Software, mediante la implementación



del Ciber Modelo junto a potentes bibliotecas de datos de normativas y actividades de mantenimiento, permitirá analizar la información obtenida del modelo matemático y aportar un Plan de Actuación optimizado para introducir la filosofía de mantenimiento predictivo en las pistas de vuelo. En dicho plan se detallarán las principales operaciones de mantenimiento que se deben desarrollar en la pista para mantener los mayores niveles de servicio y seguridad en la misma, considerando tanto el estado estructural del firme como las aeronaves que en ella operan.

El Producto Software lo construiremos sobre la Plataforma *Internet of Things* que nos ofrezca el tipo de servicio acorde a nuestras necesidades. Esta plataforma de soporte deberá ser capaz de dar la seguridad y fiabilidad necesarias, así como la rapidez y capacidad de almacenamiento de datos adecuados al proyecto.

El tercero objetivo consiste en el Producto Hardware, ya que la adquisición de datos para el servicio se obtiene de los sensores comerciales (sensores de carga, deformación, temperatura y humedad) embebidos en el firme, convenientemente distribuidos y localizados, encargados de registrar la respuesta de este ante el paso de las cargas de las aeronaves.

Para ello, primero se estudiará la localización exacta donde se debe colocar cada componente del Hardware, así como el modo de colocación y dependiendo de dicha localización, parámetros como la sensibilidad y precisión de los sensores a implantar, así como el sistema de comunicación se verán afectados. Además, habrá que estudiar también las características técnicas que debe tener cada sensor y encontrar los que sean más adecuados en el mercado.



El cuarto objetivo se basa en el sistema de comunicación o Tejido de Red y la Nube. Esta conexión será la encargada de transmitir la información registrada por el Hardware a la Nube, de forma continua a tiempo real.

El primer paso será el estudio y selección de todos aquellos elementos comerciales óptimos que compondrán el subsistema de comunicación, y con él el punto de acceso a diseñar. Además, se deberá estudiar la localización óptima del punto de acceso que permita la mejor transmisión del paquete de datos. Para su desarrollo se tendrá en cuenta un diseño específico para aeropuertos, sin que suponga interferencia alguna en el complejo espectro de comunicaciones existente en el ámbito aeroportuario.

Una vez estudiados estos factores, se procederá al diseño de la arquitectura del sistema de información, teniendo en cuenta la fuente de alimentación, el sistema de almacenamiento de datos, los protocolos de comunicación y la Plataforma *Internet of Things* elegida (Watson, 2014).

El último objetivo consiste en empaquetar y validar todo el proyecto, simulando las pruebas en un entorno real, ayudándonos a introducir el sistema en el mercado.

Figura 3 Esquema general del ecosistema del proyecto IoT.



Fuente: AIR-CONTROL (2017)

8.5 ¿QUÉ PROPUESTA DE VALOR HACEMOS?

En este apartado vamos a mencionar el valor que estamos generando para el usuario final. No vamos a cuantificar monetariamente todo el conjunto en este trabajo, puesto que ello requiere un estudio en profundidad de cada aumento de valor que produzcamos. Pero el valor que creamos con esta solución reside en:



✓ Monitorización continua y a tiempo real del pavimento, así como del tráfico de aeronaves que operan en la pista de vuelo instrumentada.

✓ Sistema capaz de predecir el daño acumulado en el firme, mapear el daño superficial, así como relacionarlo con el tipo de avión que ha operado en cada momento, obteniendo información de que tipo de aeronave agrava más o menos los defectos, etc., pudiendo planificar con mayor precisión las operaciones de mantenimiento.

✓ Posibilidad de obtener resultados visuales, establecer alarmas para el estado del firme o informes de gestión, que aumentan el nivel de seguridad en las pistas de vuelo.

✓ No necesidad de gran cantidad de operarios especializados para el desarrollo de la inspección.

✓ No necesidad de operar en la pista de vuelo en horas valle de tráfico aéreo ya que no se necesita invadir la pista.

✓ Sistema de coste muy reducido y larga vida útil.

✓ Sistema capaz de transmitir una cantidad de datos voluminosa, veraz, veloz y valiosa.

Ahora bien, ¿cómo capturaremos el valor generado? ¿cómo monetizaremos nuestra solución?

Puede hacerse mediante distintos métodos. Por ejemplo, podríamos aplicar un modelo basado en el consumo, como el que tienen la mayoría de los proveedores de *Cloud Computing*. Podríamos también buscar la adquisición de contratos para comprometernos a hacernos cargo de la gestión integral de mantenimiento del pavimento de las pistas de aeropuertos, subcontratando



una empresa que se haga cargo de la obra o reparaciones que ocurran antes de que grandes daños se generen, y así liberando a la gestión de operaciones del aeropuerto de encargarse de toda tarea de mantenimiento. Otra manera sería un modelo de suscripción similar al de venta de productos electrónicos, con un servicio general más barato de lo normal y un mayor margen en los pequeños servicios extra, como la generación de informes de gestión, un sistema de alarma para cuando el deterioro del pavimento exceda ciertos límites, la creación de gráficos y herramientas visuales, etcétera.

Sin embargo, el elegido de momento para el proyecto es el suministro de un Software como Servicio o *SaaS*, como los que hemos hablado en la sección de *Cloud Computing* en el presente documento, con cuota fija y a un mínimo de 5 años prorrogables. Ofreceremos un servicio mensual que cubra las necesidades del cliente de monitorizar y predecir el mantenimiento del pavimento de las pistas del lado aire de los aeropuertos. También ofreceremos el servicio de instrumentar el pavimento de las pistas con el Hardware y el Tejido de Red necesarios, que subcontrataremos a una empresa previo acuerdo comercial con ella. A esta tarea no le incluiremos mucho margen para que no aparente ser excesiva para un pago inicial, pero el servicio *SaaS* principal sí que contará con un alto margen bruto de beneficios. Este, al ser mensual, nos permitirá contar con el flujo de caja positivo y recurrente que nos mantendrá a flote la empresa.

También hay que destacar que proyectos innovativos de este tipo pueden ser financiados por entes públicos. Para nuestro sistema, vamos a considerar aplicar al Programa Estatal de



Investigación, Desarrollo e Innovación Orientada a los Retos de la Sociedad, en su convocatoria de RETOS-COLABORACIÓN. Según se establece en las bases reguladoras de estas ayudas, publicadas en la Orden ECC/1780/2013, 30 de septiembre, son ocho los retos que se definen para poder acceder a ellas. De todos, este proyecto se enmarcaría en el Reto número cuatro (R4) definido como: transporte inteligente, sostenible e integrado.

Más concretamente, según el Plan Estatal de Investigación Científica, Técnica y de Innovación 2013-2016, en la prioridad temática I: Desarrollo de Tecnologías de la Información y Sistemas de Transporte Inteligente que contribuya a: ii) Desarrollo de Sistemas de Información y Control en Tiempo Real así como sistemas de transporte inteligente para facilitar la intermodalidad del transporte de mercancías (terrestre, marítimo y aéreo), la movilidad cooperativa, segura y la ayuda a la conducción.

Para finalizar vamos a resumir el contenido que se ha creado como propuesta de modelo de negocio con aplicación de las nuevas tecnologías. En primer lugar, hemos encontrado una necesidad en el mantenimiento de infraestructuras. Más concretamente, en el del firme de pavimento de las pistas de aeropuertos, aunque posteriormente pueda valorarse el extrapolar el sistema a otros activos. En segundo lugar, hemos estimado el mercado que podríamos abordar con nuestra potencial solución. En tercer lugar, hemos definido la solución técnicamente, y el orden en que tendríamos que centrar los esfuerzos para realizarla. Por último, hemos descrito la propuesta de valor que creamos y la manera que, a priori, hemos pensado para capturar parte de ese valor.



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



9. CONCLUSIONES Y DISCUSIÓN

Una vez terminados ambos bloques, vamos a terminar con las conclusiones y una discusión sobre lo que se ha aprendido con este trabajo y cuál es el camino a seguir en el corto-medio plazo.

Tras haber analizado varias de las distintas tecnologías disruptivas que son tendencia para este 2018 y haber estudiado cómo puede ser su aplicación a la hora de crear ideas para nuevos modelos de negocio, podemos concluir con las siguientes afirmaciones:

*Nos encontramos en periodo de “ventana de oportunidad” para las tecnologías que hemos analizado, por lo que es el momento adecuado para crear negocios que aprovechen todas sus ventajas y funcionalidades.

*Externalizar procesos y secciones del negocio a proveedores de *Cloud Computing* o Nube permite poder centrarse en el núcleo competitivo empresarial, mejorando la capacidad productiva y la flexibilidad de los procesos.

*El *Internet Of Things* o Internet de las Cosas abre un abanico enorme de posibilidades, favoreciendo la creatividad a la hora de cubrir necesidades de la sociedad. Se puede instrumentar prácticamente cualquier cosa para “conectarla” a Internet, lo que nos da la capacidad de gestionarla buscando algún fin deseado. El trío de valor lo forman el Ciber Modelo, la Aplicación y la Analítica.



*La capacidad que tenemos actualmente para gestionar grandes cantidades de datos de calidad (*Big Data*) nos permite mejorar las tomas de decisiones en cualquier campo, lo que mejora la calidad de productos y servicios que se basen en estos datos.

*El manejo de datos no tiene sentido sin tratarlos con herramientas de Analítica para poder extraer información de ellos, y, con ello, valor.

*Construir una idea de modelo de negocio a partir de una necesidad encontrada y colaborar con los clientes para ir mejorando en todos los aspectos. No vale con crear un modelo de negocio alrededor de la propia tecnología.

*Centrarse en las ventajas competitivas de la empresa, subcontratando el resto de las tareas en la medida de lo posible para evitar grandes inversiones iniciales.

*Buscar una innovación constante, pues no vale solamente con crear un modelo de negocio con nuevas tecnologías, sino que la innovación es un proceso de aprendizaje y renovación continua.

Una vez hemos extraído valor del Trabajo de Final de Grado mediante estas conclusiones, cabe indicar que esto no termina aquí. Vamos a seguir investigando en profundidad en el área de conocimiento de innovación en el emprendimiento para poder materializar algún proyecto con mayor probabilidad de éxito.



Respecto a la propuesta de modelo de negocio realizada, se seguirá desarrollando, cubriendo detalladamente todos los aspectos posibles, incluyendo estructura de costes, marketing mix, previsión de ingresos, etcétera.



BIBLIOGRAFÍA

- Aaker, D. A. (2001). *Investigacion de mercados*. (G. S. Day & V. Kumar, Eds.) (4^a ed.). Mexico: Mexico : Limusa-Wiley, cop. 2001.
- AENA. (2017). Aena renueva la pista 18L-36R del Aeropuerto Adolfo Suárez Madrid-Barajas con un coste de 10,9 millones de euros - Aena.es. Recuperado 5 de mayo de 2018, de <http://www.aena.es/es/corporativa/aena-renueva-pista-18l-36r-aeropuerto-adolfo-suarez-madrid-barajas-coste-109-millones-euros.html?p=1237548067436>
- AENA. (2018a). Estructura organizativa - Aena.es. Recuperado 5 de mayo de 2018, de <http://www.aena.es/es/corporativa/estructura-organizativa-aena.html>
- AENA. (2018b). Innovación en Aena - Aena.es. Recuperado 26 de junio de 2018, de <http://www.aena.es/es/corporativa/innovacion-en-aena.html>
- AENA. (2018c). Premios - Aena.es. Recuperado 26 de junio de 2018, de <http://www.aena.es/es/corporativa/premios.html>
- AENA. (2018d). Principales datos anuales - Aena.es. Recuperado 22 de mayo de 2018, de <http://www.aena.es/es/corporativa/principales-datos-anuales.html>
- AENA. (2018e). Red Aeropuertos. Recuperado 6 de junio de 2018, de <http://www.aena.es/es/pasajeros/red-aeropuertos.html>
- Agencia Estatal de Seguridad Aerea. (2011). *INSTRUCCIÓN TÉCNICA PARA EL MANTENIMIENTO DEL ÁREA DE MOVIMIENTO*. Recuperado de https://www.seguridadaerea.gob.es/media/4159040/insa_11_ins_08_1_0.pdf
- Al-Fuqaha, A., Member, S., Guizani, M., Mohammadi, M., Member, S., Aledhari, M., & Ayyash, M. (2015). Internet of Things: A Survey on Enabling Technologies, Protocols, and Applications, *17*(4). <https://doi.org/10.1109/COMST.2015.2444095>
- Ali, W. Ben. (s. f.). *Big Data-Driven Smart Policing : Big Data- Based Patrol Car Dispatching*



(Vol. 1). Recuperado de www.jgtte.com

Anthony, M. (1996). *Mathematics for Economics and Finance [electronic resource] : Methods and Modelling*. (N. Biggs, Ed.). Cambridge: Cambridge : Cambridge University Press, 1996.

Apache Hadoop. (2018). Apache Hadoop 2.9.1 – Apache Hadoop YARN. Recuperado 5 de junio de 2018, de <https://hadoop.apache.org/docs/current/hadoop-yarn/hadoop-yarn-site/YARN.html>

Badger, L., Patt-corner, R., & Voas, J. (2012). Cloud Computing Synopsis and Recommendations Recommendations of the National Institute of Standards and Technology. *Nist Special Publication, 800(146)*, 81. <https://doi.org/2012>

Bellenger, A., & Lerouvreur, X. (2011). An information fusion semantic and service enablement platform: The FusionLab approach. *Information Fusion (...)*, 1-8. Recuperado de <http://protege.stanford.edu/>

bKash. (2017). Company Profile. Recuperado 5 de mayo de 2018, de http://www.aena.es/csee/ccurl/242/729/01_About-us_Memoria_2017_ENG_05_gri.pdf

Boston Consulting Group. (2018). How IoT Data Ecosystems Will Transform B2B Competition. Recuperado 6 de junio de 2018, de <https://www.bcg.com/publications/2018/how-internet-of-things-iot-data-ecosystems-transform-b2b-competition.aspx?linkId=55789032&redir=true>

Bradford, L. (s. f.). 8 Ways You Can Succeed In A Machine Learning Career. Recuperado 27 de agosto de 2018, de <https://www.forbes.com/sites/laurencebradford/2017/07/28/8-ways-you-can-succeed-in-a-machine-learning-career/#5c321f813c32>

CIAIAC. (2016). *Informe Anual 2016*. Recuperado de <http://www.fomento.es/NR/rdonlyres/B3609446-3DBD-4B54-91F8-6612315D0868/145349/Informeannual2016.pdf>



- de Souza Granha, R. G. D. (2018). Hadoop. En S. Sakr & A. Zomaya (Eds.), *Encyclopedia of Big Data Technologies* (pp. 1-5). Cham: Springer International Publishing.
https://doi.org/10.1007/978-3-319-63962-8_36-1
- Díaz, M., Martín, C., & Rubio, B. (2016). State-of-the-art, challenges, and open issues in the integration of Internet of things and cloud computing. Recuperado de <http://agri.ckcest.cn/ass/NK006-20160801004.pdf>
- Dillon, T., Wu, C., & Chang, E. (2010). Cloud Computing: Issues and Challenges. *2010 24th IEEE International Conference on Advanced Information Networking and Applications*, 27-33. <https://doi.org/10.1109/AINA.2010.187>
- EFE. (2016a). El Prat, el aeropuerto con más de 40 millones de pasajeros anuales que más crece en Europa | Economía | Agencia EFE. Recuperado 6 de septiembre de 2018, de <https://www.efe.com/efe/espana/economia/el-prat-aeropuerto-con-mas-de-40-millones-pasajeros-anuales-que-crece-en-europa/10003-3127750>
- EFE. (2016b). Madrid-Barajas, gran aeropuerto europeo con más aumento de pasajeros en 2015 | Economía | Agencia EFE. Recuperado 6 de julio de 2018, de <https://www.efe.com/efe/espana/economia/madrid-barajas-gran-aeropuerto-europeo-con-mas-aumento-de-pasajeros-en-2015/10003-2831122>
- European Union. Regulation 2016/679 of the European parliament and of the Council of 27 April 2016 on the protection of natural persons with regard to the processing of personal data and on the free movement of such data, and repealing Directive 95/46/EC (General Data Pr, 2014 Official Journal of the European Communities § (2016).
https://doi.org/http://eur-lex.europa.eu/pri/en/oj/dat/2003/l_285/l_28520031101en00330037.pdf
- Eurostat. (2018). Air transport infrastructure, transport equipment, enterprises, employment and accidents. Recuperado 6 de septiembre de 2018, de https://ec.europa.eu/eurostat/cache/metadata/en/avia_if_esms.htm



- Expansión.com. (2018). El nuevo aeropuerto de Murcia estará listo para operar vuelos en diciembre. Recuperado 6 de mayo de 2018, de <http://www.expansion.com/empresas/transporte/2018/02/24/5a917a76468aeb4c2c8b459a.html>
- FiveThirtyEight. (2018). FiveThirtyEight | Nate Silver's FiveThirtyEight uses statistical analysis — hard numbers — to tell compelling stories about politics, sports, science, economics and culture. Recuperado 6 de abril de 2018, de <https://fivethirtyeight.com/>
- Fundación Bankinter. (2015). *Big Data El poder de los datos. Future Trends Forum*. Recuperado de www.fundacionbankinter.org
- Furht, B., & Villanustre, F. (2016). *Big Data Technologies and Applications*. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-44550-2>
- Gantz, J., & Reinsel, D. (2013). *E I N 2 0 2 0 : B i g D a t a , B i g g e r D i g i t a l S h a d o w s , a n d B i g g e s t G r o w t h i n t h e F a r E a s t - U n i t e d S t a t e s S p o n s o r e d b y E M C C o r p o r a t i o n*. Recuperado de <http://www.emc.com/leadership/digital-universe/iview/index.htm>.
- Gartner. (2018). Gartner Top 10 Strategic Technology Trends for 2018 - Smarter With Gartner. Recuperado 7 de febrero de 2018, de <https://www.gartner.com/smarterwithgartner/gartner-top-10-strategic-technology-trends-for-2018/>
- Guinard, D., Trifa, V., Karnouskos, S., Spiess, P., & Savio, D. (2010). Interacting with the SOA-based Internet of Things: Discovery, Query, Selection, and On-Demand Provisioning of Web Services. *IEEE TRANSACTIONS ON SERVICE ORIENTED COMPUTING*, (1). <https://doi.org/10.1109/TSC.2010.3>
- Gujarati, D. N. (2009). *Econometría*. (D. C. Porter, Ed.) (5ª ed.). México: México : McGraw-Hill/Interamericana, 2009.
- H-J Uhlemann, T., Schock, C., Lehmann, C., Freiburger, S., & Steinhilper, R. (2017). The Digital Twin: Demonstrating the Potential of Real Time Data Acquisition in Production



Systems. *Procedia Manufacturing*, 9, 113-120.

<https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.04.043>

Haja Abdul Khader, A., & Jayaveeran Asst Professor, N. (2007). An Overview of IoT Analytics. *International Journal of Innovative Research in Computer and Communication Engineering (An ISO, 3297(5))*. Recuperado de www.ijirce.com

He, W., Li, S., & Li, D. X. (2014). Internet of Things in Industries: A Survey.

<https://doi.org/10.1109/TII.2014.2300753>

Hernández G., C., & Rodríguez R., J. (2008). Preprocesamiento de datos estructurados. *Vínculos*, 4(2), 27-48.

Holiday, R. (2012). What the Failed \$1M Netflix Prize Says About Business Advice.

Recuperado 27 de julio de 2018, de

<https://www.forbes.com/sites/ryanholiday/2012/04/16/what-the-failed-1m-netflix-prize-tells-us-about-business-advice/#7e2fd3d173c9>

Hong, S., & Kim, H. (2009). An analytical model for a GPU architecture with memory-level and thread-level parallelism awareness. *ACM SIGARCH Computer Architecture News*, 37(3), 152. <https://doi.org/10.1145/1555815.1555775>

Hu, C., Ouyang, C., Wu, J., Zhang, X., & Zhao, C. (s. f.). *NON-STRUCTURED MATERIALS SCIENCE DATA SHARING BASED ON SEMANTIC ANNOTATION*. Recuperado de https://www.jstage.jst.go.jp/article/dsj/8/0/8_007-042/_pdf

Jadeja, Y., & Modi, K. (2012). Cloud computing - Concepts, architecture and challenges. *2012 International Conference on Computing, Electronics and Electrical Technologies, ICCEET 2012*, (November), 877-880. <https://doi.org/10.1109/ICCEET.2012.6203873>

Jia, X., Feng, Q., Fan, T., & Lei, Q. (2012). RFID Technology and Its Applications in Internet of Things (IOT). <https://doi.org/10.1109/CECNet.2012.6201508>

Kim, J., Lee, J., Kim, J., & Yun, J. (2014). M2M Service Platforms: Survey, Issues, and



- Enabling Technologies. *IEEE COMMUNICATIONS SURVEYS & TUTORIALS*, 16(1).
<https://doi.org/10.1109/SURV.2013.100713.00203>
- Kranenburg, V. (2011). *The Internet of things. Communications Engineer* (Vol. 4).
<https://doi.org/10.1049/ce:20060603>
- Kreutz, D., & Ramos, F. (2014). Software-Defined Networking: A Comprehensive Survey. *arXiv preprint arXiv: ...*, 49. <https://doi.org/10.1109/JPROC.2014.2371999>
- Laney, D. (2012). Infonomics: The Practice of Information Economics. *Forbes*. Recuperado de <https://www.forbes.com/sites/gartnergroup/2012/05/22/infonomics-the-practice-of-information-economics/#2a5de8c26ee4>
- Lewis, M. (2004). *Moneyball: The Art of Winning an Unfair Game*, 320.
<https://doi.org/10.1002/mde.1220>
- Litzenburger, K. (1994). (*Sensorics in theory and practice*) [1994]. *Brauwelt (Germany)*. Carl. Recuperado de <http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=DE94J0508>
- MapReduce. (2018). MapReduce | MapR. Recuperado 23 de junio de 2018, de <https://mapr.com/products/product-overview/mapreduce/>
- Marjani, M., Nasaruddin, F., Gani, A., & ... A. K.-I. (2017). Big IoT data analytics: architecture, opportunities, and open research challenges. *Ieeexplore.Ieee.Org*, 5247-5261. Recuperado de <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/7888916/>
- Martín Pliego, F. J. (2004). *Introducción a la estadística económica y empresarial : teoría y práctica* (3ª ed.). Madrid: Madrid : International Thomson, D.L. 2004.
- Mayer-Schönberger, V., & Cukier, K. (2013). *Big data. La revolución de los datos masivos*.
<https://doi.org/10.15713/ins.mmj.3>
- Mell, P., & Grance, T. (2011). The NIST Definition of Cloud Computing Recommendations of the National Institute of Standards and Technology. *National Institute of Standards and Technology, Information Technology Laboratory*, 145, 7.



<https://doi.org/10.1136/emj.2010.096966>

Millson, M. R., & Wilemon, D. (2007). *The Strategy of Managing Innovation and Technology*.

Ministerio de Fomento. (2016). *Anuario Estadístico 2016*. Recuperado de

https://www.fomento.gob.es/recursos_mfom/comodin/recursos/anuario2016.pdf

Ministerio de Fomento. (2017). Documento de Regulación Aeroportuaria (DORA).

Ministerio de Fomento. (2018). *Tráfico en los aeropuertos españoles 2017*. Recuperado de

https://www.fomento.gob.es/recursos_mfom/traficoenlosaeropuertosespa2017.pdf

Navas López, J. E. (2016). *Fundamentos de dirección estratégica de la empresa*. (L. A. Guerras Martín, Ed.) (2ª ed.). Cizur Menor, Navarra: Cizur Menor, Navarra : Aranzadi Civitas 2016.

Nazir, M. (2012). Cloud Computing: Overview & Current Research Challenges. *IOSR Journal of Computer Engineering*, 8(1), 14-17. <https://doi.org/10.9790/0661/0811422>

Ngai, E. W. T., Moon, K. K. L., Riggins, F. J., & Yi, C. Y. (2008). RFID research: An academic literature review (1995–2005) and future research directions. *International Journal of Production Economics*, 112(2), 510-520.

<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2007.05.004>

Osman, F. I. (2015). Ferdi Iulian Osman Airport pavements evaluation. Recuperado de

https://run.unl.pt/bitstream/10362/16102/1/Osman_2015.pdf

Osterwalder, A. (2011). *Generación de modelos de negocio : un manual para visionarios, revolucionarios y retadores*. Barcelona: Barcelona : Deusto, D.L 2011, 2013, 2016.

Prakash More, R., & Hiwale, A. S. (2007). A Reconfigurable Smart Sensor Interface for Industrial WSN in IoT Environment. *International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology (An ISO, 3297(5))*.

<https://doi.org/10.15680/IJRSET.2016.0505338>

Robbins, S. P. (2016). *Management*. (M. Coulter, Ed.) (13th ed.). Harlow, England: Harlow,



- England : Pearson Education cop. 2016.
- Russom, P., & Org, T. (2011). *BIG DATA ANALYTICS*. Recuperado de <https://vivomente.com/wp-content/uploads/2016/04/big-data-analytics-white-paper.pdf>
- Salesforce.com. (2017). Salesforce Community Cloud. Recuperado 12 de julio de 2018, de https://trailhead.salesforce.com/es-MX/modules/community_cloud_basics/units/communities_intro_to_community_cloud#v
- Sharma, S. (s. f.). Technology and trends to handle big data: Survey. <https://doi.org/10.1109/ACCT.2015.121>
- TechAmerica Foundation. (2012). Demystifying Big Data. A Practical Guide To Transforming The Business of Government, 1-40. Recuperado de https://bigdatawg.nist.gov/_uploadfiles/M0068_v1_3903747095.pdf
- TRB. (2011). *AIRPORT COOPERATIVE RESEARCH PROGRAM ACRP SYNTHESIS 22 Common Airport Pavement Maintenance Practices A Synthesis of Airport Practice*. Recuperado de www.TRB.org
- Watson, H. J. (2014). Tutorial: Big data analytics: Concepts, technologies, and applications. *CAIS*, 34, 65. Recuperado de <https://www.researchgate.net/publication/263563679>
- WEF. (2017). *The Travel & Competitiveness Report 2017*. <https://doi.org/ISBN-13: 978-1-944835-08-8>
- White, T. (2012). *Hadoop : The Definitive Guide, Third Edition*. Recuperado de <http://oreilly.com/catalog/errata.csp?isbn=9781449311520>
- Zanella, a, Bui, N., Castellani, a, Vangelista, L., & Zorzi, M. (2014). Internet of Things for Smart Cities. *IEEE Internet of Things Journal*, 1(1), 22-32. <https://doi.org/10.1109/JIOT.2014.2306328>
- Zdravković, M., Trajanović, M., Sarraipa, J., Jardim-Gonçalves, R., Lezoche, M., Aubry, A., ... Survey, A. (2016). *Survey of Internet-of-Things platforms*. Recuperado de



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

<https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01298141>