

Universidad de Alcalá
Escuela Politécnica Superior

MÁSTER UNIVERSITARIO EN DIRECCIÓN DE
PROYECTOS INFORMÁTICOS



Trabajo Fin de Máster

“DESARROLLO DEL DISEÑO DE UN PROYECTO DE
LANZAMIENTO DE UNA PLATAFORMA DIGITAL EN EL
ÁMBITO DE LA CIUDAD CIRCULAR”

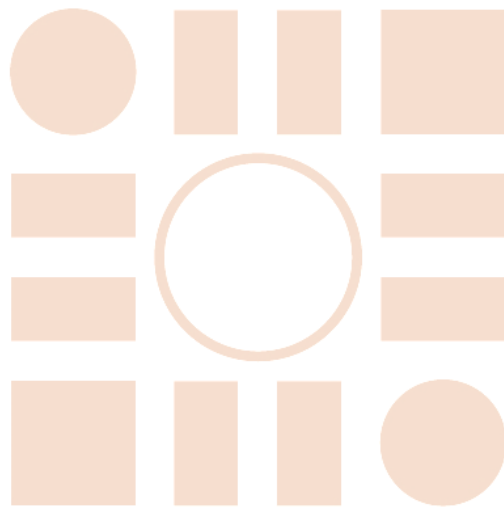
ESCUELA POLITECNICA

Autor: Klaudia Goralczyk Klusek

Julio 2020

Universidad de Alcalá

Escuela Politécnica Superior



ESCUELA POLITECNICA
SUPERIOR

UNIVERSIDAD DE ÁLCALA

Escuela Politécnica Superior

**MÁSTER UNIVERSITARIO EN DIRECCIÓN DE
PROYECTOS INFORMÁTICOS**

Trabajo Fin de Máster

“Desarrollo del diseño de un proyecto de lanzamiento de una
plataforma digital en el ámbito de la ciudad circular”

Autor: Klaudia Goralczyk Klusek

Tutor/es: Javier Carrillo Herмосilla, Federico Pablo Martí,
Roberto Barchino Plata

Director Master: Dr. D. Roberto Barchino Plata

TRIBUNAL EVALUADOR:

Presidente del Tribunal:.....

Vocal 1º:

Vocal 2º:

Calificación : _____

Alcalá de Henares a, 13 de Julio del 2020

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, dar las gracias a mis tutores que me han proporcionado la oportunidad de trabajar en este proyecto y me han brindado la ayuda y el apoyo que he necesitado para terminarlo.

También me gustaría dar las gracias a mis compañeros durante esta etapa del Máster, siempre había alguien dispuesto a ayudar e intercambiar ideas nuevas. Aunque las circunstancias de este año nos han impedido estrechar nuestro único contacto presencial de cada viernes, me llevo unos amigos increíbles y muy buenos recuerdos de las clases virtuales.

En especial quiero dar las gracias a David, quien siempre ha estado dispuesto a darme los ánimos que necesitaba por muy largo que pareciera el camino y quien ha creído en mis posibilidades sin dudar en ningún momento. Gracias por ser mi apoyo constante.

Por último, dar las gracias a mis padres que han tenido que soportar muchos momentos de tensión y nervios, la falta de confianza en muchas asignaturas, e incluso la desesperación de no saber si iba a poder terminar este trabajo tal y como me gustaría. Gracias a Anna, por saber cuándo era momento de “molestarme” y así despejarme de la escritura. Gracias a mi padre, por animarme a seguir estudiando y a ser constante y consecuente en cada una de mis decisiones. Y finalmente, en especial gracias a ti mamá, que sin saber ni cuál era el tema del trabajo has movido tierra y cielo para ayudarme.

TABLA DE CONTENIDO

<i>AGRADECIMIENTOS</i>	5
ÍNDICE DE FIGURAS.....	10
ÍNDICE DE TABLAS.....	10
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	11
RESUMEN.....	13
ABSTRACT	14
1 INTRODUCCIÓN	16
1.1 Objetivo del proyecto	16
1.2 Antecedentes	16
1.3 Estructura de la memoria	18
2 ANÁLISIS DE LA ECONOMÍA CIRCULAR	19
2.1 Introducción	19
2.2 Análisis de la economía circular: definición y características	19
2.3 La ciudad circular	20
2.4 La economía circular digital	22
3 LEGISLACIÓN EN TORNO A LA ECONOMÍA CIRCULAR	29
3.1 Legislación europea	29
3.1.1 Plan europeo de economía circular.....	29

3.1.2	Directiva 2018/851, de 30 de mayo de 2018, que modifica la importante Directiva 2008/98/CE sobre los residuos.	31
3.2	Legislación nacional española	36
3.2.1	España Circular 2030 – estrategia para activar las prácticas de Economía Circular por parte de empresas y consumidores.	36
3.2.2	Legislación de residuos en España	39
4	PROPUESTA DEL PLAN DE NEGOCIO	40
4.1	Resumen ejecutivo	40
4.2	Descripción del negocio.....	41
4.2.1	Descripción del servicio	42
4.2.2	Clientes potenciales.....	43
4.2.3	Propuesta de valor	47
4.2.4	Fuente de ingresos	48
4.3	Análisis del mercado: oferta y demanda	50
4.3.1	Análisis general del mercado.....	50
4.3.2	Análisis de casos internacionales	56
4.4	Business Model Canvas	68
5	PLANIFICACIÓN DEL PROYECTO INFORMÁTICO	73
5.1	Introducción.....	73
5.2	Análisis de la necesidad del proyecto informático	74
5.2.2	Identificación del alcance del proyecto informático	74
5.3	Determinación de responsables	75
6	DEFINICIÓN Y ORGANIZACIÓN DEL PROYECTO INFORMÁTICO.....	76
6.1	Definición del objetivo	76
6.2	Especificación del Ámbito y Alcance.....	76
6.3	Organización del Proyecto Informático	77

6.4	Definición del Plan de Trabajo	77
6.5	Identificación de requisitos	77
6.5.1	Requisitos funcionales.....	77
6.5.2	Requisitos no funcionales.....	80
6.6	Arquitectura de la solución	82
6.7	Descripción de tareas	90
6.8	Diagrama de Gantt	105
6.9	Actores del proyecto	107
6.10	Recursos del proyecto	109
6.11	Riesgos del proyecto	113
7	CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS	118
	BIBLIOGRAFÍA	121
	BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA	134

ÍNDICE DE FIGURAS

GRÁFICO 1. INCUMPLIMIENTOS POR ESTADO MIEMBRO: 2017-2019	35
GRÁFICO 2. NÚMERO DE CASOS DEL ARTÍCULO 260 EN 2019	36
GRÁFICO 3. FLUJOS DE FUNCIONAMIENTO DE LOS MERCADOS BILATERALES.....	42
GRÁFICO 4. DISTRIBUCIÓN DE EMPRESAS POR TAMAÑO EN ESPAÑA	44
GRÁFICO 5. DISTRIBUCIÓN DE EMPRESAS EN LA COMUNIDAD DE MADRID	45
GRÁFICO 6. DISTRIBUCIÓN SECTORIAL DE LAS EMPRESAS EN ESPAÑA	45
GRÁFICO 7. DISTRIBUCIÓN SECTORIAL DE LAS EMPRESAS EN LA COMUNIDAD DE MADRID	46
GRÁFICO 8. DIAGRAMA DE SANKEY SOBRE FLUJOS DE MATERIALES EN LA ECONOMÍA DE LA UE (2014).....	50
GRÁFICO 9. COMERCIO DE MATERIAS PRIMAS RECICLABLES	52
GRÁFICO 10. EVOLUCIÓN DE LA TASA DE USO DE MATERIAL CIRCULAR 2010-2017	53
GRÁFICO 11. TASA DE USO DE MATERIAL CIRCULAR EN 2010 Y 2017	54
GRÁFICO 12. DIAGRAMA DE GANTT DEL ANTEPROYECTO	106

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 2. RESUMEN DE MODELOS DE NEGOCIO CIRCULAR	67
TABLA 3. BUSINESS MODEL CANVAS.....	72
TABLA 4. DESCRIPCIÓN DETALLADA DE TAREAS DEL PROYECTO	93
TABLA 5. DEFINICIÓN DE ACTORES DEL PROYECTO	107
TABLA 6. ESPECIFICACIÓN DE RECURSOS DEL PROYECTO.....	110
TABLA 7. ESTIMACIÓN DEL COSTE DE DESARROLLO DE LA INFRAESTRUCTURA	111
TABLA 8. ESTIMACIÓN DE GASTO EN PERSONAL	112
TABLA 9. DESCRIPCIÓN DE RIESGOS DEL PROYECTO	113
TABLA 10. RIESGOS DE CIBERSEGURIDAD.....	115
TABLA 11. RELACIÓN PROBABILIDAD E IMPACTO	116
TABLA 12. GESTIÓN DE RIESGOS Y COSTES ASOCIADOS	117

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

ILUSTRACIÓN 1. RED DE RELACIONES DE MATERIALES ENTRE SECTORES	84
ILUSTRACIÓN 2. RED DE RELACIONES DE EMPRESAS PARA LA COMPRAVENTA DE MATERIALES	84
ILUSTRACIÓN 3. RELACIONES DE EMPRESAS CON MATERIALES UTILIZADOS.....	85
ILUSTRACIÓN 4. RED MULTICAPA DE UNA EMPRESA PERTENECIENTE A UN SECTOR ESPECÍFICO NO DEFINIDO.....	86
ILUSTRACIÓN 5. PRINCIPALES DIFERENCIAS ENTRE SERVICIOS CLOUD IAAS, PAAS Y SAAS.....	89
ILUSTRACIÓN 6. FASES DE DESARROLLO BASADO EN DEVOPS.....	93

RESUMEN

El trabajo descrito en este libro consiste en el diseño de un proyecto informático que pretende crear una plataforma digital de compraventa de materias primas secundarias como herramienta de impulso para la economía circular en la Comunidad de Madrid. Para ello se estudia la situación actual de la economía circular aplicada a la ciudad circular y su vinculación con la digitalización, fundamentando así la creación de un proyecto informático original en el territorio nacional de España.

Para lograr el correcto desarrollo del proyecto, se ha delimitado el alcance al diseño de la planificación. La arquitectura de una estructura de datos multicapa desarrollada en un entorno *cloud* permite la flexibilidad que el proyecto necesita y posibilita una futura implementación mediante una metodología de desarrollo ágil, como es DevOps.

Palabras clave: Proyecto Informático, Dirección de Proyectos Informáticos, Economía Circular, Materias Primas Secundarias, Plataforma Digital, Metodología de Desarrollo Ágil.

ABSTRACT

The work described in this book consists of the design of an IT project that will enable a digital platform for the sale of secondary raw materials as a driving tool for the circular economy in the Community of Madrid. For this, the current situation of the circular economy applied to the circular city and its link with digitization is studied, thus basing the creation of an original IT project in the national territory of Spain.

To achieve the correct development of the project, the scope has been delimited to the planning design. The architecture of a multilayer data structure developed in a cloud environment allows the flexibility that the project needs and enables its future implementation using an agile development methodology as it is DevOps.

Key words: IT Project, IT Project Management, Circular Economy, Secondary Raw Materials, Digital Platform, Agile Development Methodology.

1 INTRODUCCIÓN

1.1 OBJETIVO DEL PROYECTO

El presente trabajo tiene como objetivo principal la definición y el diseño de un proyecto informático novedoso que funcione como herramienta para la economía circular. Para poder encontrar una solución viable que combine las disciplinas de la economía circular y la dirección de proyectos informáticos es necesario comenzar con el estudio de la situación actual de la economía circular, la vinculación de la misma con la digitalización y las vulnerabilidades que ahora existen. Una vez analizadas y estudiadas, se espera encontrar un nicho de negocio que pueda desarrollarse mediante un proyecto informático.

Uno de estos nichos se encuentra dentro de la gestión de las materias primas, y más concretamente, de las materias primas secundarias, que en estos instantes carecen de un mercado digital de compraventa. A partir de ese momento se especificará el proyecto informático que responde a la necesidad detectada y consistirá en la creación de una plataforma digital que posibilite y cree un mercado nuevo de materiales.

1.2 ANTECEDENTES

Durante los últimos años, la economía circular ha ganado terreno en las economías del mundo a medida que los recursos naturales se ven disminuidos y desaprovechados. El desarrollo de la economía circular fomentaría un aumento de productividad económica, la disminución de desperdicios, el crecimiento y la creación de oportunidades empresariales y, además, el desarrollo de una economía más sostenible.

La correcta transición de una economía lineal a una economía circular depende fuertemente de la coordinación de los flujos de materiales y los flujos de información. Estos últimos deberán de ser capaces de recopilar datos sobre la cantidad y calidad de los materiales que se consumen en diferentes procesos productivos para poder recopilar los ciclos de vida de los mismos.

De esta forma se obtiene así una visión global del sistema de producción en una determinada zona o bien en un determinado sector, e incluso ambas. Sin embargo, la falta de información de estos flujos supone uno de los principales problemas que ralentiza esta transición y por ello, las herramientas digitales englobadas dentro de la Industria 4.0, como el *Big Data*

Analysis, Machine Learning, Internet of Things o el Additive Manufacturing, suponen un instrumento fundamental para suplir esta insuficiencia.

Aplicando la teoría de la economía circular en un entorno concreto, la ciudad circular, es posible abordarla e impulsarla de una forma más precisa y controlada debido a que las limitaciones geográficas facilitan el proceso de control sobre cualquier actividad que se quiera desarrollar. Además, las características propias de las ciudades tales como la densidad de población, la concentración de actividad económica, el alto consumo de recursos o la innovación constante, hacen de las ciudades un lugar idóneo para emprender nuevos proyectos.

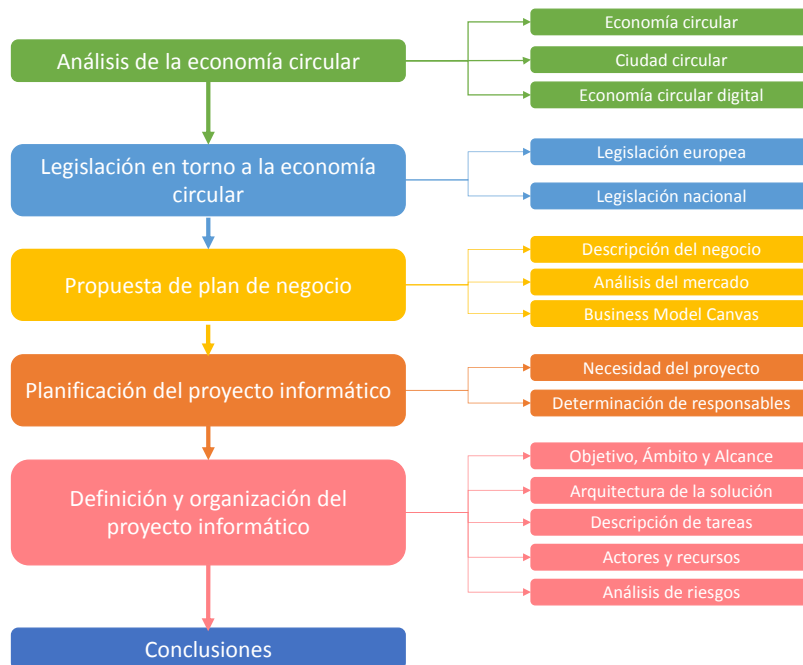
De este modo surge la oportunidad de diseñar un proyecto informático capaz de suplir la necesidad de recopilar información en el flujo de materiales dentro de la economía, para así poder emprender un nuevo negocio que fomente el intercambio de materiales entre empresas. Para estudiar la viabilidad de este proyecto, es necesario comenzar con un estudio teórico sobre la economía circular y economía circular digital, así como la legislación vinculada a la economía circular y más específicamente, aquella que atañe a los desechos, que se convierten en potenciales productos de compraventa calificados como materias primas secundarias.

Una vez analizada la viabilidad del mismo, se procederá a diseñar el proyecto informático que procedería realizar para la creación de una plataforma digital que cree un mercado de compraventa de materiales adaptado a las necesidades anteriormente mencionadas. Como todo proyecto informático, se englobará la definición del objetivo y el alcance, la especificación de requisitos y el diseño de la arquitectura. En base a estos, se planificará la descripción detallada de tareas, la distribución de recursos y agentes involucrados y el análisis de riesgos posibles.

Dado que el proyecto se realiza desde una perspectiva de definición y diseño, se detallarán las limitaciones del mismo para un futuro posible desarrollo, así como las líneas futuras de investigación que pudieran complementar este trabajo.

1.3 ESTRUCTURA DE LA MEMORIA

La memoria se encuentra dividida en seis capítulos con la que se pretende explicar cómo ha sido el proceso de la creación del proyecto informático. La estructura de la memoria es la siguiente:



En el primer bloque se estudia y explica el concepto de economía circular, incluyendo más detalladamente la ciudad circular y la economía circular digital. En el segundo bloque se describe la legislación existente más reciente acerca de la economía circular tanto en España como en el territorio de la Unión Europea. En el tercer bloque se define la propuesta del plan de negocio que se pretende crear dentro del entorno de la economía circular, concretamente en el nicho de la compraventa de materias primas secundarias mediante una plataforma digital. En el cuarto bloque se describe la necesidad de planificar el modelo de negocio descrito mediante la realización de un proyecto informático. En el quinto bloque se definen y diseñan los componentes fundamentales del proyecto previos al desarrollo e implementación. Finalmente, en el último bloque se muestran las conclusiones y resultados obtenidos, así como las limitaciones de este trabajo.

2 ANÁLISIS DE LA ECONOMÍA CIRCULAR

2.1 INTRODUCCIÓN

En este capítulo se define la economía circular y sus características principales, incluyendo aquí la ciudad circular. También se describen las características que vinculan la economía circular con la digitalización y más concretamente, la Industria 4.0.

2.2 ANÁLISIS DE LA ECONOMÍA CIRCULAR: DEFINICIÓN Y CARACTERÍSTICAS

El consumo de materias primas se ha triplicado en las últimas cuatro décadas (IRP, 2016) pasando de 22.000 millones de toneladas en 1970 a 70.000 millones en 2020, y ha provocado un ritmo que comprometerá la capacidad del planeta si no se consigue frenar o cambiar el actual modelo económico lineal de producción y consumo basado en “extraer-fabricar-consumir-eliminar”. Este modelo conlleva pérdidas masivas de materiales.

Anualmente se producen 2.01 billones de toneladas de desechos mundialmente (Banco Mundial, 2018) de los cuales solo el 37.8% es aprovechado para otros usos como la generación de energía o la reutilización de las materias primas en otros productos mientras que un 45.7% termina en vertederos (Eurostat, 2019). Se espera que, en treinta años, los residuos aumenten hasta un 70% llegando a los 3.40 billones de toneladas (Banco Mundial, 2018).

La economía circular, por el contrario, busca contrarrestar este enfoque. La economía circular se puede definir como una economía que es restaurativa o regenerativa por intención y diseño (Ellen MacArthur Foundation, 2013). El objetivo de la economía circular es preservar el valor de los recursos utilizándolos de manera eficiente en el tiempo, para usarlos con la mayor frecuencia posible, y para producir la menor cantidad de residuos, idealmente ninguno. El concepto cubre todos los aspectos de la actividad económica, desde la extracción de recursos hasta el diseño, producción, almacenamiento y consumo, y finaliza con la eliminación o idealmente reciclado (Wilts, 2016).

La transición hacia una economía circular depende de una coordinación mejorada de los flujos de material y de información, que es absolutamente esencial si se quieren abordar los problemas descritos. La información sobre la cantidad y especialmente la calidad de los productos, y las materias primas que contienen, debe ser recopilada y explotada. Estos datos también deben

mantenerse junto con los materiales en el ciclo, para que los desechos puedan convertirse en un recurso procesable.

Un desafío clave en este proceso radica en generar, recolectar, procesar y poner a disposición de manera efectiva el volumen de información sobre la composición del material de cada producto individual, sus patrones de uso, su ubicación dentro del sistema de desechos, etc. Todo esto es necesario para establecer mercados y ciclos en funcionamiento para posteriores etapas (Wilts, 2016).

2.3 LA CIUDAD CIRCULAR

Para un correcto abordaje de la economía circular, debe tenerse en cuenta que las ciudades juegan un papel esencial como impulsoras de un profundo cambio sistémico en los sistemas socioeconómicos (Loorbach, et al., 2016).

Las ciudades son imprescindibles en la configuración de la economía global, pues un 55% de la población mundial vive en áreas urbanas (ONU, 2018) lo que representa el 85% de la generación global del PIB (ONU, 2018). Para 2030, se prevé que la población mundial concentrada en áreas urbanas llegue hasta un 60%, y al menos uno de cada tres habitantes vivirá en urbes con más de medio millón de habitantes (ONU, 2018). Concretamente en España, actualmente la cifra de concentración urbana ronda el 68% (Ministerio de Fomento, 2018) y se estima que en 2030 podría llegar hasta a un 77% (UNFPA, 2017).

Además, las ciudades acumulan gran parte de materiales y materias primas, representando el 75% del consumo de recursos naturales, el 50% de la producción mundial de residuos y entre el 60-80% de las emisiones de gases de efecto invernadero (Banco Mundial, 2018). La combinación de estos factores en entornos urbanos, es decir, en las ciudades, crea un contexto único para la transición a una economía circular, tanto en términos de desafíos como de oportunidades (Ellen MacArthur Foundation, 2019) .

Por tanto, las estrategias radicales de la gobernanza urbana son necesarios e indispensables (Loorbach, et al., 2016) y es un hecho que actualmente la transición hacia la economía circular ha sido claramente adoptada como un concepto aspiracional por varias ciudades en diferentes países del mundo (Prendeville, et al., 2018).

La ciudad circular se define como “una ciudad que practica los principios de economía circular para cerrar los bucles de recursos, en asociación con las partes interesadas de la ciudad

(ciudadanos, comunidad, empresas y partes interesadas del conocimiento), para hacer realidad su visión de una ciudad a prueba de futuro” (Ellen MacArthur Foundation, 2019).

Esta definición se expande y es complementada con las características de la misma, puesto que la ciudad circular responde a una visión holística que combina innovación tecnológica con flujos de recursos y energía, modelos de producción y consumo, considerando sus impactos en términos económicos y de desempeño, así como en términos ambientales y sociales (Enel, 2018).

Los factores que contribuyen a la oportunidad de la ciudad circular son diversos. Se observa que existe una mayor proximidad entre los diferentes agentes, tales como instituciones, empresas, organizaciones y ciudadanos, y debido a la alta congestión de personas en las ciudades - que las utilizan para vivir, trabajar y lugar de ocio - existe una alta concentración de recursos materiales. Además, el tejido empresarial se diversifica en sectores de todo tipo de industria que consumen diferentes tipos de materias primas (Williams, 2019).

Las ciudades dependen de los combustibles fósiles (International Energy Agency, 2008). Así mismo, existen importantes acumulaciones de recursos naturales en edificios, infraestructura, productos y depósitos de desechos en las ciudades. La infraestructura urbana en desuso y los materiales de "desecho" pueden reutilizarse o reciclarse para nuevos propósitos (Iacovidou & Purnell, 2017). Por ejemplo, la reutilización de materiales de construcción puede producir importantes ahorros de recursos, una reducción de los residuos dispuestos en vertederos y de energía requerida para la producción de materiales vírgenes (Menikpura, et al., 2013).

La infraestructura también puede ser reutilizada para adaptarse a las necesidades cambiantes de la población urbana y para evitar la redundancia en el sistema (Anderson & Minor, 2017) (Williams, 2019). De la misma forma, también se necesita espacio para infraestructura que posibilite el reciclaje, la reutilización y la recuperación de los recursos como, por ejemplo, sistemas de reutilización de aguas grises, parques eco-industriales o plantas de reprocesamiento de residuos (Williams, 2019).

Debido a los factores expuestos, el desarrollo urbano de la economía circular constituye una base de partida sobre la cual comenzar a implementar los fundamentos en los que se basa la economía circular (Banco Mundial, 2020). La transición y el desarrollo de la economía fomentarán, entre otros:

- Un aumento la productividad económica a través de la reducción de la congestión, la eliminación de desperdicios y la reducción de costes. Junto a ello, implicaría un crecimiento de oportunidades comerciales apoyadas en el desarrollo de nuevas habilidades y la creación de puestos de trabajo (Ellen MacArthur Foundation, 2019) .En concreto, se estima un ahorro de 600 billones de euros para las empresas, equivalentes al 8% de su facturación anual, y la creación de 700.000 puestos de trabajo (Comisión Europea, 2019).
- El desarrollo de una ciudad sostenible, desde el punto de vista medioambiental, con mejor calidad del aire y salud urbana, mediante la reducción de emisiones de carbono y contaminación, y con mejores interacciones sociales. Se estima una reducción de 450 millones de toneladas en emisiones de carbono para 2030 (Comisión Europea, 2019).

Para comenzar esta transición es muy importante que todos los actores que componen una ciudad (empresas, instituciones, ciudadanos, ONG) trabajen de acuerdo con objetivos a largo plazo (Prendeville, et al., 2018) .El desarrollo de una legislación impulsora (Williams, 2019) es imprescindible, se deben desarrollar los medios e instrumentos suficientes para conseguir una colaboración y concienciación ciudadana, así como un cambio en el modelo productivo de las empresas y organizaciones.

2.4 LA ECONOMÍA CIRCULAR DIGITAL

Uno de los principales problemas a los que se enfrenta la economía circular es la falta de información (Wilts, 2016). Hace ya tiempo (OECD, 2005) se identificaron cuatro grandes áreas en las que la información experimentaba un déficit, que todavía no ha sido completamente resuelto:

1. Disponibilidad subdesarrollada de la información.

La calidad de los materiales reciclados es incierta debido a la falta de datos disponibles sobre la composición de los mismos. De igual forma, la información sobre la cantidad de recursos reciclados en el mercado no es transparente, lo que impide la creación de economías de escala. Por lo tanto, existen materiales de alta calidad que nunca llegan al mercado o que no se utilizan de la mejor manera posible.

2. Aumento de los costos de transacción y búsqueda.

Debido a la falta de información clara sobre la calidad de los materiales secundarios, la carga para encontrar datos y utilizarlos posteriormente se ve aumentada. En consecuencia, los procesos de fijación de precios y el gasto en elaboración de contratos y garantías se incrementan y complican.

3. Clientes potenciales con una percepción distorsionada.

Los materiales secundarios son frecuentemente considerados como inferiores y hay una falta de conocimiento sobre el uso de los mismos.

4. Barreras tecnológicas.

El diseño de los productos no se realiza pensando en su posterior reciclaje, y consecuentemente el reciclaje no es concebido como una ventaja competitiva.

Estos problemas provocan una ralentización de la transición a la economía circular puesto que las empresas todavía prefieren invertir en materiales primarios en vez de en materiales secundarios. Este hecho se refleja en que los precios de materias primas vírgenes están influenciados por un conjunto de factores diferentes a los del mercado de materias primas secundarias.

Los precios de las materias primas secundarias se establecen de acuerdo con el coste y la eficiencia en la recolección y el procesamiento de residuos (oferta), mediado por la demanda del mercado (FEAD, 2015). Un ejemplo es el mercado de los plásticos, la caída de los precios del petróleo durante la actual crisis del coronavirus ha reducido el precio de los plásticos vírgenes por debajo de los de los plásticos recuperados. Como era de esperar en estas circunstancias, las empresas están optando por material virgen, en lugar de materiales secundarios, a la hora de adquirir sus materias primas (The Plastics Exchange, 2020).

Debido a que los ciclos comerciales de la producción virgen y materiales secundarios son tan diferentes, el daño al sector y al flujo circular de materiales secundarios no se puede rectificar fácilmente (FEAD, 2015). Estos ciclos crean una vulnerabilidad de volatilidad de los precios que puede causar una inestabilidad entre los precios de entrada y de salida, llegando a provocar márgenes negativos a los intermediarios del mercado de materiales secundarios.

Los agentes involucrados no tienen capacidad para implementar estrategias para capturar el mercado de productos básicos en el punto de precio correcto, como almacenar materias primas secundarias o reducir la producción de la planta al restringir el flujo de desechos recolectados en la instalación de procesamiento.

Los altos costos permanentes de la recolección y el procesamiento de desechos significan que estas actividades deben continuar sin disminuir, independientemente del estado del mercado de materias primas secundarias (FEAD, 2015).

Una vez conocidas estas variables, se pueden establecer mercados eficientes que se apoyen en el marco legal vigente (Wilts & Berg, 2017). A pesar de que la teoría sobre la economía circular lleva avanzando años, hasta que no se ha producido una revolución en el flujo de información, conocida también como la era digital, las propuestas y modelos de negocio han sido escasas.

Por lo tanto, puede considerarse que las herramientas digitales eran el "eslabón perdido" para la implementación de la economía circular (Wilts & Berg, 2017). Las tecnologías digitales pueden ofrecer soluciones para resolver o mitigar diferentes problemas mediante la reducción de asimetrías en la información o la mejora de los estándares de información y transparencia del mercado. Asimismo, las tecnologías digitales pueden ayudar a cerrar el ciclo del material, dado que el enfoque principal es el fin de la vida (EoL) y el enlace a la producción (Pagoropoulos, et al., 2017). En consecuencia, el uso de estas tecnologías como herramientas será importante para impulsar eficazmente la economía circular (Lacy & Rutqvist, 2015).

Aunque la tecnología desarrollada gracias a la era digital, también conocida como Industria 4.0 (I4.0), facilita la transición, todavía el conocimiento sobre su aplicación práctica en el entorno circular y las capacidades digitales para respaldar la transición son limitados (Pagoropoulos, et al., 2017). Las PYMEs son las más afectadas por esta falta de conocimiento (Rosa, et al., 2019). Por ello, una prioridad clave radica en apoyar a las autoridades en el establecimiento de un marco político para estos desarrollos (Wilts & Berg, 2017). Para conseguir una alta efectividad, todos los agentes involucrados deberán interactuar para crear una red de conocimiento y concienciación y así, la economía circular comience a sentar sus bases.

La manera en la que se describe la relación entre la I4.0 y la economía circular se conoce como la digitalización de la economía circular (Rosa, et al., 2019). La I4.0 abarca un gran número de tecnologías, por lo tanto, se debe identificar cuáles son las más apropiadas para estimular la transición a la economía circular.

Se identifican cinco herramientas digitales (Rosa, et al., 2019) dentro de los nueve pilares que establecen Rübmann et al. (2015), que abarcan: *Big Data Analysis* (BDA), robots y vehículos autónomos, fabricación aditiva, simulación, realidad virtual y aumentada, integración horizontal o vertical del sistema, Internet de las cosas (IoT), tecnologías de nube, niebla y borde, *blockchain* y ciberseguridad.

Las tecnologías encontradas pueden actuar como oportunidades de apoyo a las empresas para mejorar su rendimiento circular mediante la adopción de tecnologías digitales. También pueden jugar el papel de facilitadoras de formas innovadoras para monitorear la explotación de los recursos naturales, las etapas del ciclo de vida del producto y la integración con tecnologías existentes (Rosa, et al., 2019).

De esta forma, los sistemas ciberfísicos (CPS), IoT, Big Data Analysis (BDA), fabricación aditiva (AM) y simulación se identifican como las principales tecnologías basadas en I4.0 relacionadas con la economía circular (Rosa et al, 2019). Para comprenderlas de un modo más amplio, se va a realizar una breve explicación de cada una de ellas, así como de su relación con la economía circular:

1. Los sistemas ciberfísicos (CPSs) permiten que los productos contengan información, al menos, durante todo el proceso de producción. A los fines de la economía circular, esta información debe extenderse a lo largo de todo el ciclo de vida y, consecuentemente, debe incluir información relacionada con el medio ambiente, como la composición del material o incluso "huellas". Las huellas se entienden como información puntual sobre el tratamiento o composición del material en diferentes momentos temporales.

De esta manera se reducirían significativamente los casos de asimetría de información antes señalados (Sharpe, et al., 2018). Debido al aumento exponencial en el volumen de datos que se está produciendo (Ellen MacArthur Foundation, 2016), reconocer y utilizar la información valiosa que se encuentra dispersa en la organización supone un desafío comercial clave (Thompson, 2012). Los CPSs permitir una mejor gestión del ciclo de vida de los productos o el desarrollo de nuevos servicios, especialmente por motivos de mantenimiento (Herterich, et al., 2015).

2. *Internet of Things* (IoT) es el conjunto de tecnologías que permiten la interacción y la cooperación entre personas, dispositivos, cosas u objetos mediante el uso de telecomunicaciones inalámbricas, como la identificación por radiofrecuencia (RFID), sensores, etiquetas, actuadores y teléfonos móviles (Nasiri, et al., 2017).

El IoT es considerado como una de las tecnologías más importantes que habilitan y apoyan la transición a la economía circular (Rosa, et al., 2019). Su importancia radica en las numerosas opciones que presenta dentro de la implantación de la misma. Entre las opciones identificadas se encuentra el uso del IoT para permitir desarrollar estrategias de gestión de residuos en ciudades inteligentes (Esmailian, et al., 2018) o el fomento de la economía colaborativa (David & Arturo, 2012) (David & Noran, 2017).

Otra de las opciones que presenta es la digitalización de las prácticas de economía circular mediante la implementación de entornos industriales inteligentes (Hatzivasilis, et al., 2018) (Mahmood, 2019) y bucles de control de retroalimentación dinámica (Reuter , 2016). Y finalmente, la opción más viable económicamente para muchas *startups* radica en el desarrollo de nuevos servicios y en la manufactura basada en la nube (Alcayaga & Hansen, 2017).

3. *Big Data Analysis* (BDA) es la aplicación de técnicas avanzadas de análisis de datos para gestionar grandes conjuntos de datos (Soroka, et al., 2017). El BDA es utilizado en empresas manufactureras en combinación con sensores que permiten la recopilación y generación de datos en tiempo real en la I4.0.

Se puede registrar información detallada y actualizada sobre la ubicación precisa de la producción de desechos, la composición exacta del material, etc. – *Fast Data* – y transferirla a otras compañías, que luego utilizarían para planificar sus propios procesos de producción mediante el *Analysis*.

Las aplicaciones de análisis de datos – *Big Data* – pueden entregar y proyectar información sobre posibles usos posteriores, soluciones logísticas prácticas, etc. (Reuter, et al., 2013). Estos enfoques permiten realizar un seguimiento de las transacciones, los flujos de material y valor para comprender qué flujos de

materiales existen y hacia dónde se dirigen, lo que también permite la innovación y la eficiencia para las plataformas (Gawer & Cusumano , 2014).

Los estudios de casos centrados en la aplicación de la innovación circular (Moreno & Charnley, 2016) destacan las capacidades de Big Data para monitorear los procesos de producción y consumo, que eventualmente permiten que los flujos de material se cierren fácilmente.

4. *Additive manufacturing* (AM) es el conjunto de tecnologías que permiten la producción de un espectro creciente de productos a través de la estratificación o la impresión 3D de materiales (Singh & Dutta, 2001). AM es una de las tecnologías más innovadoras en la sociedad actual (Angioletti, et al., 2016).

En su relación con la economía circular, el AM puede ser utilizado para actualizar los actuales procesos de reciclaje a través de nuevos productos sostenibles (Zhong & Pearce, 2018). De igual forma, posibilita digitalizar el proceso de fabricación mediante nuevos procesos (Singh & Dutta, 2001)

Por último, también es posible utilizar el AM para apoyar la remanufactura de productos o componentes, la explotación de biomateriales o la reutilización de productos y/o materiales (Rosa, et al., 2019).

5. Las simulaciones consideran una amplia gama de técnicas de programación matemática para lograr propósitos relacionados con la economía circular y la I4.0 (Rosa, et al., 2019). Una de las posibilidades que abre la simulación es la optimización del rendimiento en la cadena de suministro a través de modelos de flujos de materiales y redes neuronales probabilísticas, también puede respaldar la re-manufactura de productos como herramienta de apoyo en la toma de decisiones.

Además, la simulación permite mejorar la eficiencia en la explotación de los recursos naturales. Por ejemplo, mediante el cálculo de índices de ecoeficiencia. Entre los más destacados, posibilita el desarrollo de nuevos servicios basados en el mantenimiento de productos (Rosa, et al., 2019).

6. El *Blockchain* utiliza diversas habilidades ya existentes como la codificación, la seguridad informática y la gestión de redes para entregar nuevas aplicaciones (Phung, 2019). Los arquitectos de registros junto a los ingenieros de datos de las empresas juegan un papel clave ya que aseguran que las demandas del cliente se traduzcan adecuadamente en usos de *blockchain*

Esta es una habilidad que sigue siendo relativamente “rara” debido a su novedad. En el campo de la economía circular, el uso del *blockchain* se puede integrar básicamente con otras tecnologías y sectores como la industria energética, el IoT, la ciudad inteligente. También sirve como motor de innovación para sistemas de pago y tecnología financiera. Actualmente, sin embargo, el uso de la tecnología *blockchain* se centra en el sector financiero, por ejemplo, en la moneda virtual *Bitcoin* (Sarc, et al., 2019).

Otra aplicación podría ser la capacidad compartir información de forma anónima y encriptada, sin que los competidores puedan rastrear los datos hasta tecnologías de producción patentadas (Kouhizadeh , et al., 2019).

Consecuentemente, al diseñar cualquier modelo de negocio basado en la economía circular será importante considerar cómo y qué tecnologías digitales son apropiadas para cada modelo de negocio y para la gestión de datos, en cuanto a soportar el seguimiento de materiales y otras tecnologías específicas como, por ejemplo, el reciclaje (Lewandowski, 2016).

Por último, los negocios basados en plataformas digitales también pueden asumir un papel especial dentro de lo que se entiende como estructuras de mercado e intercambio en red (Atos, 2020). Estas ofrecen la posibilidad de crear mercados y economías para materiales secundarios y reciclados, y diferentes actores podrían conectarse en tales plataformas (Berg & Wilts, 2018).

En este contexto, apuntando a una economía circular con interrelaciones cerradas, las plataformas digitales pueden actuar como mercados digitales donde se descartan productos, componentes o fracciones reciclables, etc., que pueden intercambiarse entre empresas en una red de co-creación de valor para permitir la reutilización, re-manufactura, reciclaje o tratamiento adecuado de residuos (Berg & Wilts, 2018). El plan de negocio presentado estará encaminado dentro de este tipo de negocio circular que integrará algunas tecnologías mencionadas anteriormente, pero cuya base se fundamentará en la interacción de usuarios dentro de una plataforma digital.

3 LEGISLACIÓN EN TORNO A LA ECONOMÍA CIRCULAR

El apoyo institucional hacia la economía circular es fundamental para su correcto impulso y desarrollo. Este apoyo y el ordenamiento que lo regula son condicionantes clave en la propuesta de negocio que se presenta más adelante. La puesta en marcha y desarrollo de negocios circulares todavía se encuentra muy inmadura debido a la carencia de una legislación consolidada que fomente y apoye este tipo de negocios.

En consecuencia, en este apartado se analizan las diferentes legislaciones, tanto a nivel europeo como nacional, que deben de ser examinadas detenidamente para el plan de negocio propuesto cumpla con la normativa vigente.

3.1 LEGISLACIÓN EUROPEA

3.1.1 Plan europeo de economía circular

La UE es una firme impulsora de la economía circular, tal y como lo demuestra la estrategia Horizonte 2020, orientada hacia un crecimiento inteligente, sostenible e integracionista. Más explícitamente, en 2015 se creó un Plan de acción de la Unión Europea para la economía circular y en 2020 se formaliza en un nuevo plan más específico (Comisión Europea, 2020).

El plan de 2020 presenta un conjunto de iniciativas interrelacionadas cuya intención final es acelerar el cambio transformador hacia la economía circular y la sostenibilidad. Para ello, incluye medidas para reducir la producción de residuos y garantizar dentro de la UE un mercado interior de materias primas secundarias de alta calidad. Además, incluye la actualización y modificación de la Directiva 2008/98/CE, lo que se traduce en la nueva Directiva 2018/851.

Dentro de las directrices e iniciativas legislativas propuestas por la UE, se persigue implantar una política de productos sostenible que parta del diseño de los mismos, sentando así una de las bases para que la circularidad se amplíe a una gama más amplia de productos. Para ello, se ha reconocido una lista con los grupos de productos identificados en la cadena de valor como prioritarios en base a su impacto medio ambiental y su potencial para la circularidad.

Dentro de esta lista encontramos la electrónica, las TIC, los productos textiles, el mobiliario y productos intermedios de alta resistencia como el acero, el cemento y los productos químicos.

Además de impulsar el nuevo marco legislativo de diseño de productos sostenibles, el plan se complementa con numerosas iniciativas de gran valor tanto para investigadores como empresas que impulsan herramientas necesarias para la circularidad, entre ellas se han identificado las más relevantes:

- La creación de un Espacio europeo de datos para aplicaciones circulares inteligentes, que contendrá datos sobre las cadenas de valor e información sobre productos. Este espacio combinado con el futuro marco legislativo operativo para la gobernanza de los espacios comunes de datos europeos y la ley de aplicación de los conjuntos de datos de alto valor, cuya implementación está contemplada para 2021, supondría que este conjunto de datos estaría a disposición de los usuarios de forma gratuita en toda la UE (Comisión Europea, 2020).

El establecimiento de este espacio supondría cubrir la necesidad de información que requiere todavía la economía circular para el desarrollo de negocios. En particular, supone un avance y un valor añadido para todas las organizaciones que pretendan operar dentro del mercado de materias primas secundarias.

- La actualización del Plan de Acción de Educación Digital (Comisión Europea, 2018) cuyo objetivo es el empoderamiento de los individuos, en inversión en habilidades, y de PYMES, en materia de digitalización. Esta medida reforzará el acceso y el uso de los datos entre los diferentes agentes creando habilidades y hábitos enfocados al uso de las tecnologías más demandadas en la I4.0.
- La actualización de la legislación europea de residuos en el contexto de una revisión de la Directiva 2008/98/CE para modernizarla y adoptarla a la economía circular y la era digital. En particular, se revisará la legislación sobre baterías, envases, vehículos al final de su vida útil y sustancias peligrosas de aparatos electrónicos con el objetivo de prevenir la generación de residuos, aumentar el contenido reciclado, garantizar que el reciclado sea de calidad y promover unos flujos de residuos seguros y limpios (Comisión Europea, 2019).

Complementariamente se endurecerán los requisitos en los regímenes de responsabilidad ampliada del productor, proporcionando incentivos a la buena práctica y fomentando el intercambio de información en el reciclado de residuos. El fin de estas iniciativas es reducir la cantidad de residuos urbanos residuales no reciclados en un 50% para 2030.

- El impulso de un mercado de materias primas secundarias de la UE eficiente. Para ello se revisarán los criterios de fin de la condición de residuo vigentes a escala de la UE, impulsado el papel de la normalización en función de la evaluación de los residuos y la viabilidad de establecer un observatorio de mercado para materiales secundarios clave (Comisión Europea, 2020).

Estas iniciativas serán desarrolladas desde 2020 a 2030 y constituirán una base primordial para las políticas de cada uno de los Estados miembros en el impulso de la economía circular, así como para aumentar la concienciación de las empresas privadas y los ciudadanos.

De la misma forma, el progreso legislativo supone la creación de nuevas oportunidades de negocio, como la que aquí se propone, que precisan de este sustento institucional y de la aplicación de medidas adicionales a las ya en curso. En la actualidad, países como Dinamarca, Finlandia, Luxemburgo, Países Bajos, Portugal, Escocia y regiones como Flandes han diseñado ya sus estrategias o planes de acción de economía circular adaptando el marco comunitario a sus especificidades económicas, sociales, naturales, productivas y energéticas.

3.1.2 Directiva 2018/851, de 30 de mayo de 2018, que modifica la importante Directiva 2008/98/CE sobre los residuos.

La Directiva 2018/251 constituye una modificación y actualización de la Directiva 2008/98/CE sobre residuos. Esta actualización persigue conseguir una gestión sostenible de las materias primas y así proteger el medio ambiente y la salud humana.

Mediante esta directiva y su desarrollo legislativo se persigue:

- Garantizar una utilización eficiente de los recursos materiales para promover los principios de la economía circular.
- Aumentar la eficiencia energética mediante el mejoramiento del uso de la energía renovable.
- Reducir la dependencia de recursos importados fuera de la UE.

- Crear nuevas oportunidades económicas para contribuir a la competitividad a largo plazo.

La UE también ha considerado necesario implementar medidas adicionales sobre producción y consumo, concentrándose en el ciclo de vida completo de los productos para conseguir preservar los recursos y cerrar el círculo de los mismos. Esta transición debe cumplir con los objetivos de crecimiento inteligente e integrador establecidos en la Estrategia Europa 2020 y crear sinergias entre las economías locales y los interesados en sectores como la energía, el clima, la agricultura, la industria y la investigación.

Dentro del desarrollo de la Directiva, se observa un claro enfoque en la reducción de los residuos municipales, que constituye entre el 7 y el 10% de los residuos totales de la Unión y cuya gestión es más compleja debido a la dificultad de descomposición de los materiales. Consecuentemente, es necesario planificar un régimen eficiente de recogida, un sistema eficaz de clasificación de residuos y una mejora de la trazabilidad de los flujos de residuos. Para ello, no sólo se debe de realizar una planificación desde las instituciones municipales y urbanas, sino que debe apoyarse en un compromiso social por parte de los ciudadanos y de las empresas.

La Directiva también aclara la metodología a seguir por los Estados miembros para facilitar modelos de producción, de negocio y de consumo innovadores que reduzcan la presencia de materiales como sustancias peligrosas en los productos para fomentar la prolongación de la vida útil de estos y promover la reutilización.

Se establece una jerarquía de residuos en orden de prioridades en la legislación y la política sobre la prevención y la gestión de residuos (Art.4.1) siguiendo el siguiente orden: prevención, preparación para la reutilización, reciclado, otro tipo de valorización y, por último, eliminación.

Mediante esta escala, se evidencia una clara preferencia de la UE por aquellas operaciones que eviten que cualquier residuo sea eliminado, favoreciendo legislativamente cualquier tipo de operación que persiga cerrar el ciclo de vida de los productos mediante la reutilización. Para ello establece numerosas condiciones, desarrolladas en sus consecuentes artículos, que posibilitan tanto al Estado y al productor implantar la circularidad dentro de su propio ámbito.

Se ha prestado especial atención al Art. 5 sobre “Subproductos” donde en su apartado 1 se define que *“Los Estados miembros adoptaran las medidas adecuadas para garantizar que una sustancia u objeto resultante de un proceso de producción cuya finalidad primaria no sea la*

producción de esa sustancia u objeto no se considere un residuo, sino un subproducto, si se cumplen las condiciones siguientes:

- a) Es seguro que la sustancia u objeto será utilizado ulteriormente.*
- b) La sustancia u objeto puede utilizarse directamente sin tener que someterse a una transformación ulterior distinta de la práctica industrial normal”.*

De igual manera, el Art. 6 sobre la condición de residuo, en su apartado 1 define que “*Los Estados miembros adoptarán las medidas adecuadas para garantizar que se considere que los residuos que hayan sido objeto de reciclado u otra operación de valorización han dejado de ser residuos si cumplen los requisitos siguientes:*

- a) “la sustancia u objeto se debe usar para finalidades específicas;*
- b) existe un mercado o una demanda para dicha sustancia u objeto;*
- c) la sustancia u objeto satisface los requisitos técnicos para las finalidades específicas, y cumple la legislación existente y las normas aplicables a los productos; y*
- d) el uso de la sustancia u objeto no generará impactos adversos globales para el medio ambiente o la salud.”*

Ambos artículos, son de vital importancia en cuanto al intercambio de bienes entre diferentes agentes, puesto que, si un bien puede ser utilizado posteriormente sin ningún tipo de transformación o si un bien que se considera residuo dentro de la Directiva y va a ser utilizado para otro fin.

Por ejemplo, una materia prima en otra empresa puede dejar de considerarse residuo y estará exenta de la mayoría de las obligaciones previstas en la Directiva, entre ellas la obligación de valoración, reciclaje y costes asociados. Ambas obligaciones, descritas en el Art. 10, suponen un coste, así como un esfuerzo que toda empresa debe asumir por normativa legal sólo para la gestión de residuos normalizada que sigue el flujo de: documentación de residuos – valoración - recogida – traslado – eliminación (incineradora, vertedero, etc.).

Por último, se debe destacar el Art. 11.2 sobre reutilización y reciclado en el cual la Directiva establece unos objetivos claros a perseguir por el conjunto de los Estados miembros. Estos deben adoptar las medidas necesarias para garantizar que en 2025 se aumente la preparación

para la reutilización y el reciclado de residuos municipales hasta un mínimo del 55% en peso, para 2030 un 60% y para 2035 un 65%.

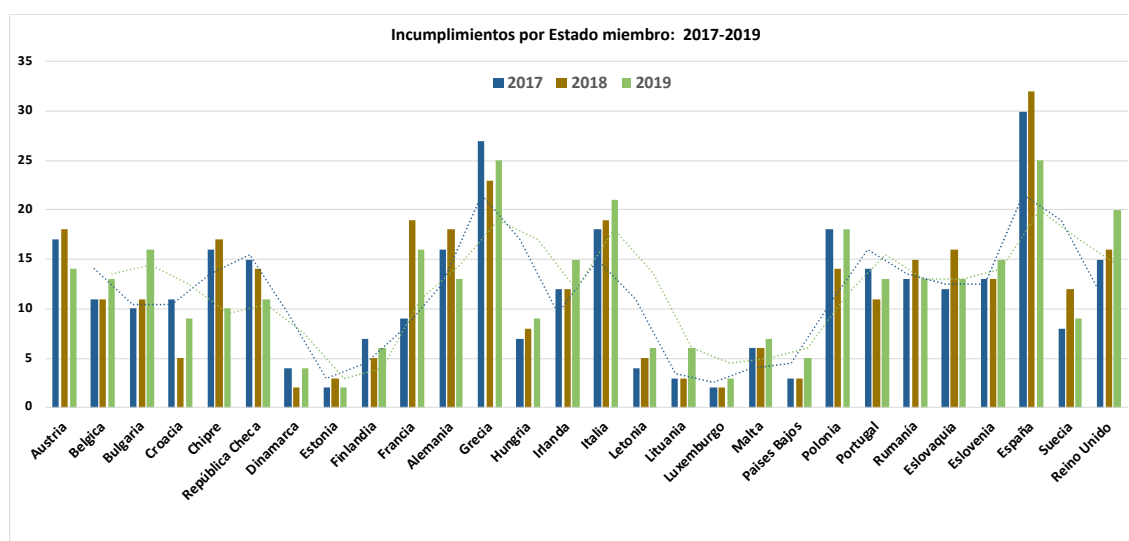
Con este artículo, la UE persigue que cada uno de los Estados miembros amplíen sus propuestas legislativas en el marco de gestión de residuos municipales o desarrollen una legislación de acorde a lo dispuesto para poder cumplir con los objetivos marcados. Para comprobarlo, se realizará una revisión y evaluación a cada Estado miembro desde del Parlamento Europeo y el Consejo, quienes examinarán el objetivo fijado (Art 11.7) en posteriores años a la entrada de vigor de la Directiva.

Llegados a este punto es importante analizar cuál es la evolución de los Estados miembros en cuanto al cumplimiento de la normativa vigente en gestión de residuos. Para comprobar cuál está siendo la evolución de cada uno de los países resulta útil ver el número de incumplimientos que la Comisión ha detectado durante los últimos años.

En el gráfico 1 se puede observar el número de infracciones en materia medio ambiental, donde se incluye la presente Directiva, que se han cometido por Estado miembro desde 2017 a 2019. La tendencia de los países no ha variado significativamente durante estos últimos tres años e incluso hay países como Italia o Reino Unido que han aumentado el número de incumplimientos pese a los objetivos marcados por la UE.

España ha sido el país con más número de infracciones durante 2017 y 2018 y ha conseguido bajar su cifra un 21,8% en el año 2019, aun así, sigue manteniéndose líder junto a Grecia que llega a las 25 infracciones anuales.

Gráfico 1. Incumplimientos por Estado miembro: 2017-2019

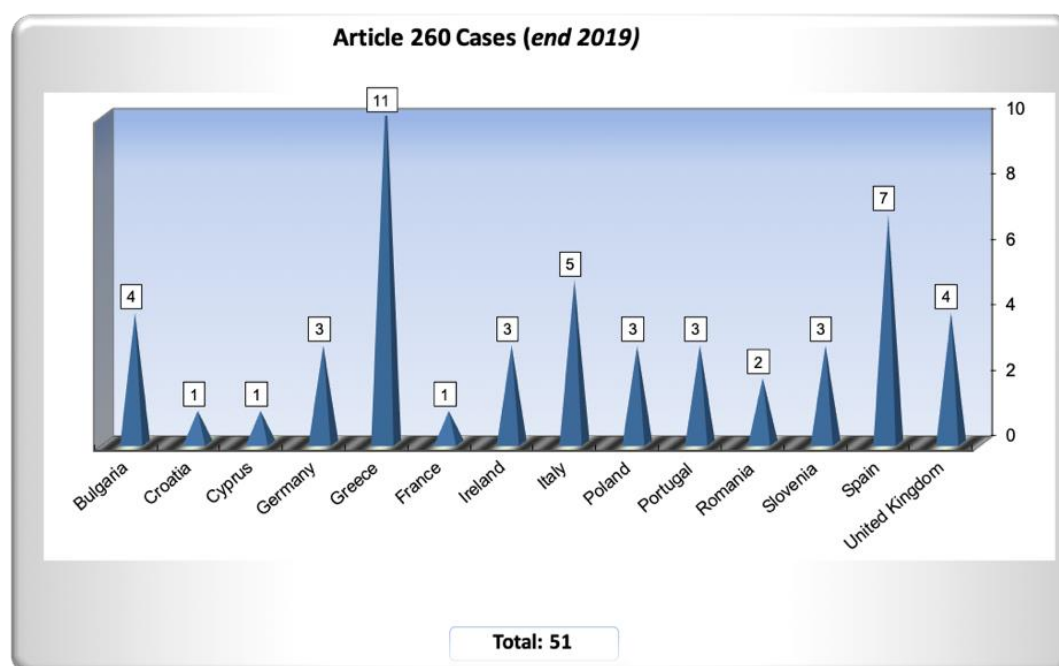


Fuente: elaboración propia a partir de datos de la Comisión Europea (2020)

Sin embargo, en el siguiente gráfico podemos observar cómo el número de casos, conocidos como casos del Artículo 260 es mayor en Grecia que en España, aunque nuevamente ambas siguen posicionándose como líderes del ranking europeo en infracciones.

Se abre un caso en virtud del Art. 260 cuando un Estado miembro no cumple con una sentencia del Tribunal (TJUE) que determinó que ese Estado miembro incumplió una obligación en virtud de la legislación de la UE. Si finalmente no se cumple la sentencia, la Comisión volverá a presentar dicho caso ante el Tribunal, que puede imponer multas a ese Estado miembro (Comisión Europea, 2020).

Gráfico 2. Número de casos del artículo 260 en 2019



Fuente: (Comisión Europea, 2020)

3.2 LEGISLACIÓN NACIONAL ESPAÑOLA

3.2.1 España Circular 2030 – estrategia para activar las prácticas de Economía Circular por parte de empresas y consumidores.

España, como estado miembro de la UE, está desarrollando su propio plan de circularidad basándose en las directrices marcadas por la UE. Este plan se encontraba en borrador desde su comienzo en 2018 pero el pasado 2 de junio de 2020 fue aprobado por el Consejo de Ministros. Adicionalmente, en 2017 el gobierno firmó el "Pacto por una Economía Circular" con la UE para impulsar el tránsito de la EC junto a 55 entidades públicas y privadas que se suscribieron a la propuesta cuya implantación comenzaría en 2018.

El pacto contempla un total de diez acciones que resumen los 54 objetivos de la UE propuestas en el Plan de Economía Circular de 2015 (Ministerio para la transición ecológica y el reto demográfico, 2020).

España Circular 2030 se resume en una puesta en valor de economía circular, el planteamiento de unos objetivos estratégicos cuya consecución es posible mediante la propuesta de tres políticas para el cambio y un conjunto de instrumentos organizados en cinco puntos y culmina con la propuesta de un primer plan de acción de 2021 a 2023.

Para poder entender la propuesta global del plan es esencial poner a España en contexto. España posee una economía fuerte dentro de la UE pese a haber sido uno de los países más afectados por la crisis de 2007. Durante el año 2019 la economía española registró un crecimiento del 2%, casi duplicando el 1,2% del conjunto de la eurozona (INE, 2020). A pesar de los datos positivos, el objetivo de crecer de manera sostenible y la necesidad de rediseñar los modos de producir y consumir se hace patente si atendemos al resto de datos.

En términos de huella ecológica, España se encuentra en el nivel 20, produciendo menos impacto ambiental que Alemania, Francia y Reino Unido (Global Footprint Network, 2019). Debido a que la huella ecológica de la población española supera su biocapacidad (Global Footprint Network, 2019) unido al hecho de que el consumo de recursos naturales no es sostenible, España elaboró en 2016 su propia Estrategia de Bioeconomía, alineada con los objetivos de la Estrategia Europea de Bioeconomía, vigente desde 2012.

En términos de gestión de residuos, el porcentaje de reciclaje en España es del 29,7% (Ecoembes, 2019) estando muy alejada de la media europea del 45%. El total de desechos que acaban en vertederos ascienden al 56,7% y la generación de energía mediante incineración de los mismos supone el 13,6% (Ecoembes, 2019). Este desperdicio de recursos supone una vulnerabilidad para España, así como para el conjunto de UE, y frenarlo representa un desafío debido al incremento de competencia mundial por los recursos naturales.

El Gobierno de España considera fundamental el proceso de transformación digital para poder realizar la transición hacia una economía más sostenible encaminada a la circularidad. Se plantea retos como el diseño colaborativo, la flexibilidad y la eficiencia en la fabricación, la reducción de series y tiempos de producción, la creación de modelos logísticos inteligentes, la transformación de canales, la predicción de las necesidades del cliente, la hiperconectividad, la trazabilidad multidimensional y la creación de ecosistemas industriales de valor.

Para ello ha creado una iniciativa “Industria Conectada 4.0” con el lema de transformación digital en la industria española que busca potenciar la I4.0 como forma efectiva de impulso de la economía circular y el aprovechamiento de recursos al conseguir control y monitorización de los mismos (Ministerio de Economía, Industria y Competitividad, 2018).

Entre los diferentes objetivos estratégicos que contempla el plan, se fomentan y proponen medidas de diseño de productos, así como de formas de negocio que obliguen a las empresas a

alargar la vida útil de sus productos, el fomento del concepto de *producto como servicio*, la revaloración de los residuos y la creación de mercados de materias primas secundarias.

Por la complejidad de la transición hacia una economía circular, derivada del necesario cambio estructural de los modelos de producción y consumo actuales, la consecución de los objetivos planteados incide en la práctica totalidad de las políticas públicas desarrolladas por los Gobiernos, tanto a nivel estatal como territorial (Ministerio de Economía, Industria y Competitividad, 2018). Partiendo de esta premisa, es necesario definir un nuevo modelo de políticas que establezca los instrumentos y herramientas necesarias para la transición, así como un plan de actuación detallado.

Las políticas sobre las que se sustenta el plan incluyen:

- Políticas ambientales que engloban la formulación de una política nacional de prevención de la contaminación, el control de la calidad ambiental, la programación de planes y actuaciones nacionales referentes a la prevención y control de la contaminación de los residuos. Estas políticas se extienden en una concreción de catorce objetivos más específicos (Ministerio de Economía, Industria y Competitividad, 2018).
- Políticas de competitividad para la generación de los conocimientos científicos y tecnológicos necesarios para la creación de aplicación y su incorporación en procesos productivos, productos y servicios. Estos objetivos se desarrollan en el marco del Plan Estatal de Investigación Científica y Técnica y de Innovación (2018-2020) liderado por MINEICO que contempla en su totalidad siete objetivos.
- Políticas sociales para preparar el mercado de trabajo para la transición a la economía circular. Engloba la adaptación de capacidades y habilidades de los trabajadores a las nuevas demandas del mercado laboral, la mejora de la información disponible de técnicas y prácticas para el conjunto de la sociedad que impulsen la economía circular desde la perspectiva de la responsabilidad social empresarial y la adaptación de las normas de seguridad e higiene en el trabajo a los posibles cambios que conlleva la transición a una economía más verde (Ministerio de Economía, Industria y Competitividad, 2018).

Los instrumentos propuestos se clasifican en normativos, económicos, de investigación, de desarrollo e innovación y para la participación y sensibilización. Todos ellos son de carácter horizontal puesto que son imprescindibles para todos los sectores y su aplicación debe ser conjunta para poder realizarse efectivamente.

Finalmente, en el plan de acción 2021-2023 se prevén un total de 70 acciones recogidas en diferentes puntos. Se comienza por la producción basada en el diseño de productos que faciliten la prolongación de su vida útil, la inclusión de criterios de economía circular en las agendas sectoriales de los principales sectores industriales españoles, la I4.0 como forma efectiva para impulsar la economía circular, el impulso de medidas legislativas sobre ecodiseño, edificación y crecimiento azul o el fomento de la etiqueta ecológica.

Además, la propia administración también plantea incorporar criterios de obligatoriedad de economía circular en la contratación pública, así como criterios de economía circular en la planificación del turismo. Un programa actualizado de Prevención de Residuos alineado con las directivas de la Comisión Europea previstas a desarrollar en adelante.

Al plan de acción se incorporan los mecanismos e indicadores de seguimiento y de evaluación que permitirán medir con exactitud la evolución en la ejecución de esta primera etapa del plan.

3.2.2 Legislación de residuos en España

Una vez decidido tanto el sector como la industria que se pretende abordar, se debe estudiar y analizar el marco legislativo entorno a los mismos. En España, hay normas específicas por Comunidad Autónoma y, además, dentro de cada CCAA también podemos encontrar normativa especializada por tipo de residuo.

El estudio de la legislación específica debería realizarse durante una fase del proyecto posterior, una vez se consiga una retroalimentación de las empresas o instituciones interesadas en comenzar a utilizar este tipo de plataforma y consecuentemente, participar en el mercado de materias primas secundarias.

4 PROPUESTA DEL PLAN DE NEGOCIO

La propuesta del modelo de negocio busca plantear a dar una solución tecnológica basada en una plataforma digital que actúe como una estructura de mercado e intercambio de red para impulsar el desarrollo exitoso de la ciudad circular.

Por ello, una vez estudiados los objetivos perseguidos por la UE, y específicamente en España, se procede a desarrollar un modelo de negocio circular todavía inexistente dentro de nuestro país. El negocio será una plataforma desarrollada en la web que creará un nuevo mercado digital de materias primas secundarias permitiendo a los usuarios interesados la compraventa de recursos y el establecimiento de una nueva red de contactos.

Se procede a desarrollar los puntos clave dentro del plan de negocio, para posteriormente complementarlo de manera esquematizada siguiendo el modelo *Business Model Canvas*.

4.1 RESUMEN EJECUTIVO

En España todavía no existe un mercado para los residuos que generan las empresas. Los residuos pueden considerarse como materias primas secundarias en el momento en el que se les otorga una nueva vida útil y se prolonga la utilización de los materiales dentro de nuevos procesos productivos.

Actualmente, los residuos suponen un problema para tanto aquellos que lo producen, puesto que generan una serie de costes y riesgos asociados, como para el resto de la sociedad que se enfrenta a riesgos indirectos como son la contaminación atmosférica o el deterioro de paisaje y suelos.

Este negocio consiste en la creación de un sitio web que actuará de plataforma digital para el mercado de materias primas secundarias. Las empresas podrán ofrecer sus residuos como ofertas de materias primas secundarias, y al mismo tiempo, tendrán la opción de demandar aquellos materiales de otras empresas que consideren útiles para su propia producción.

Para empezar a utilizar la plataforma, tan sólo tendrán que registrarse y elegir la modalidad de pago que más se ajuste a sus necesidades, teniendo la opción de pago por mensualidades y pago por transacción.

La fuente de ingresos se constituye por el cobro por utilización del servicio a cada empresa que se registre, pudiendo optar por dos tipos de pago según convenga al usuario, una primera opción de por pago por mensualidad en las cuales las transacciones podrán ser ilimitadas y una segunda opción, para aquellos usuarios con un volumen más bajo de uso que implicaría el pago por transacción realizada.

Para la creación del sitio web, así como para disponer de suficientes fondos propios durante los primeros dos años será necesaria una inversión total de 173.000 euros, sin incluir el coste en RR.HH. Los emprendedores aportarán un 50% de esta cantidad, pero se necesitan inversores externos conseguir acumular la totalidad necesario. Como inversores externos se espera recaudar el montante restante de ayuntamientos interesados en fomentar la ciudad circular en sus municipios.

4.2 DESCRIPCIÓN DEL NEGOCIO

La combinación de la oferta y la demanda de materias primas en línea con los residuos o las materias primas secundarias pueden revolucionarse mediante el uso de soluciones basadas en Internet, como ya es el caso para la distribución de productos. Una nueva plataforma automatizada de mercado y logística tiene el potencial de reducir los costos de búsqueda y transacción. Además, podría facilitar el logro de economías de escala, ya que habría más claridad sobre las cantidades de material en circulación (Wilts & Berg, 2017).

Este modelo de negocio se define como un mercado de dos lados, también conocido como red bilateral. Se fundamenta en una plataforma económica intermedia en la que los usuarios pueden interactuar con dos roles diferenciados, es decir, pueden desempeñar roles tanto de oferentes como de demandantes y, por tanto, se brindan beneficios mutuamente independientemente de la posición que adopten. La organización es la principal encargada de crear valor al permitir interacciones directas entre dos, o más, tipos distintos de clientes afiliados (Konietzko, et al., 2019) (Eisenmann, et al., 2016).

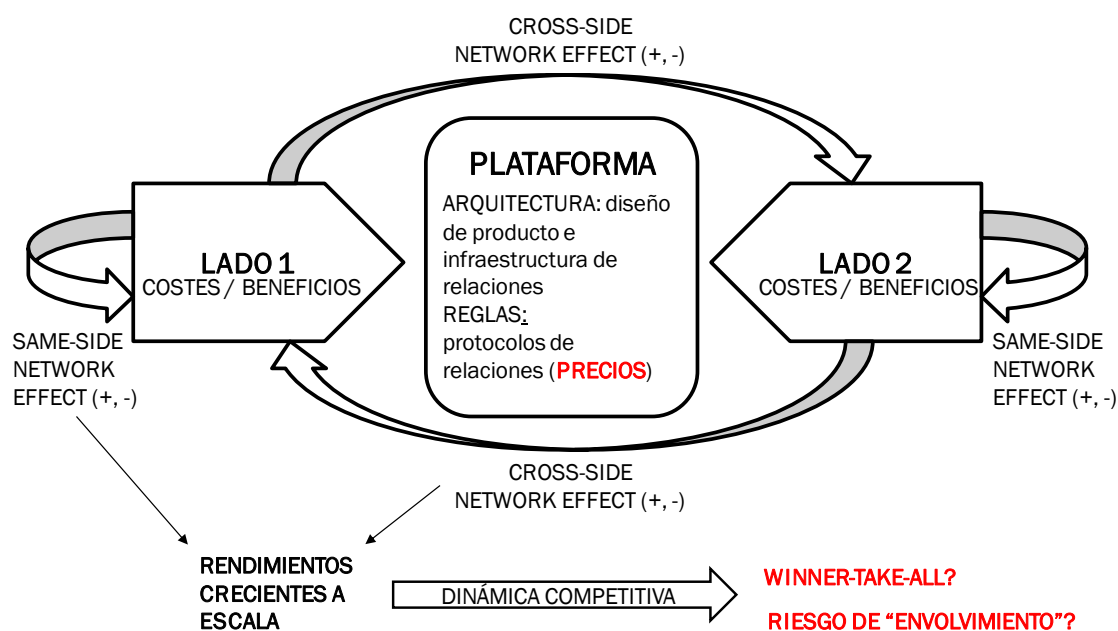
En el gráfico 3 se muestra esta interacción dentro de un mercado de dos lados, donde los usuarios pueden posicionarse tanto en el “Lado 1” o en el “Lado 2” conforme a sus intereses, así, dependiendo del “lado” escogido obtendrán una serie de beneficios y tendrán a su vez unos costes asociados. De este modo, se observa cómo se generan dos tipos de efectos: efectos transversales de red y efectos del mismo lado de red (Eisenmann, et al., 2016).

La plataforma, se sitúa en el centro del gráfico puesto que es el intermediario entre los dos lados. Se rige por una arquitectura en cuanto al diseño de la infraestructura que regula las relaciones de sus usuarios y una serie de reglas, o protocolo de relaciones, que permite a la organización su funcionamiento.

La fijación de precios a un lado del mercado depende no solo de la demanda y los costos que traen estos usuarios, sino también de cómo su participación afecta la intervención en el otro lado y las ganancias que se obtienen de esa participación.

En un mercado unilateral, podemos caracterizar el margen de precio-costos en términos de elasticidad de la demanda y el costo marginal. Pero en un mercado de dos lados, las decisiones de fijación de precios también incluirán la elasticidad de la respuesta del otro lado y el recargo cargado al otro lado (Rysman, 2009).

Gráfico 3. Flujos de funcionamiento de los mercados bilaterales



Fuente: Javier Carrillo Hermosilla, a partir de Eisenmann et al. 2016

4.2.1 Descripción del servicio

La creación de un servicio digital que permite el intercambio de materiales desechados, es decir, previamente usados para otro fin, sería el intermediario y por tanto plataforma, que pone en contacto a diferentes usuarios estableciendo una red de contacto y negocio entre ellos.

Por esta razón, los usuarios de la plataforma podrán interactuar en la misma tanto como compradores como vendedores, intercambiando el rol a su favor cuando sus propias necesidades organizacionales lo requieran.

Por lo tanto, como plataforma se deben tener en cuenta las necesidades de los usuarios como clientes con necesidades diferenciadas dependiendo de su motivación dentro de la plataforma (Eisenmann, 2006): la compra o la venta de materias primas secundarias.

La propuesta inicial se basa en una página web, que funcionará como un *e-commerce*, y estará diseñada basada en HTML para así poder ofrecer sus servicios desde dispositivos digitales como móviles y tabletas permitiéndose el desarrollo híbrido de una aplicación móvil (Angulo, 2013). La página web actuaría como intermediario entre los diferentes usuarios, permitiéndoles que amplíen su red de contactos y puedan crear nuevas oportunidades de negocio mediante el comercio de materiales desechados.

4.2.2 Clientes potenciales

La definición del el usuario final de la página resulta fundamental, concretamente el sector que se pretende captar, y dentro de este si se pretende abarcar una o varias industrias¹.

Al ser un modelo de negocio nuevo y desconocido, el cliente potencial por el que se deberá de apostar serán las pequeñas y medianas empresas con un rango de 10 hasta 249 trabajadores, dedicadas al sector industrial, es decir, que fabrican o producen productos tangibles con el fin de abastecer las necesidades del mercado. Se descarta como mercado objetivo las empresas más grandes, debido a que un alto número de las mismas ya poseen alternativas en cuanto al uso de sus residuos y su capacidad de actuación es mayor, aunque no se descarta que vean la aplicación como una opción adicional dentro de sus operaciones.

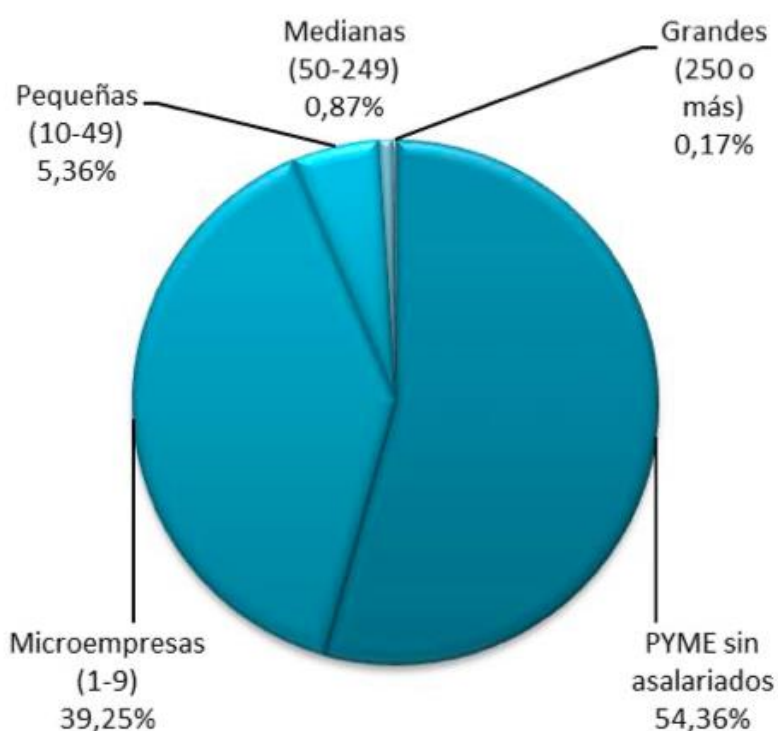
Así mismo, se descarta el sector terciario de los servicios, el cual no produce bienes tangibles y, por tanto, no vería un alto beneficio en el uso de la plataforma. Estas pequeñas y medianas empresas industriales cuentan con unos recursos limitados, y al ofrecerles una solución fácil de usar e intuitiva, que aporta valor añadido a su empresa y además reduce costes, podría implicar una fuerte atracción para comenzar a utilizar este tipo de aplicación.

¹ Al descomponer la economía, los primeros grupos son sectores que describen una actividad económica general. Luego, todas las empresas que pertenecen a ese sector se clasifican en industrias donde se agrupan solo con empresas con las que comparten actividades comerciales muy similares.

Aun así, a largo plazo y como líneas futuras a desarrollar no se debe descartar ofrecer el servicio a otras empresas interesadas como pueden ser las multinacionales, puesto que el gran flujo de materiales de las mismas puede ser de gran interés para sus posibles compradores. Además, se verían beneficiadas del uso de la aplicación en los aspectos mencionados anteriormente.

De esta forma podemos observar como el cliente potencial se encuentra en un porcentaje muy alto dentro de la distribución de empresas por tamaño en España, tal y como se observa en el gráfico 4. Solamente el 0,17% de las empresas, que son aquellas con más de 250 empleados quedarían fuera del público objetivo.

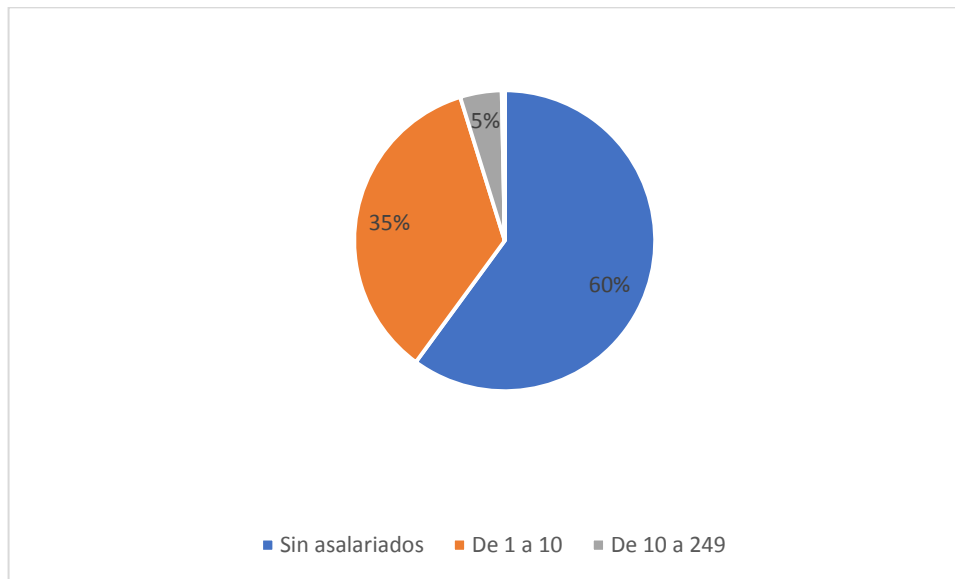
Gráfico 4. Distribución de empresas por tamaño en España



Fuente: (IPYME, 2019)

En la Comunidad de Madrid se observa como el número de empresas grandes se reduce aun más y no es siquiera visible en el gráfico 5. Las pequeñas y grandes empresas representan el 40% de la distribución y los autónomos sin asalariados el 60% de las empresas en la zona.

Gráfico 5. Distribución de empresas en la Comunidad de Madrid



Fuente: Elaboración propia a partir de (INE, 2019)

Además, hay que añadir también la distribución sectorial de las empresas, en la cual hemos descartado el sector servicios que representa actualmente un 72,95% de las empresas en España tal y como se observa en el gráfico 6.

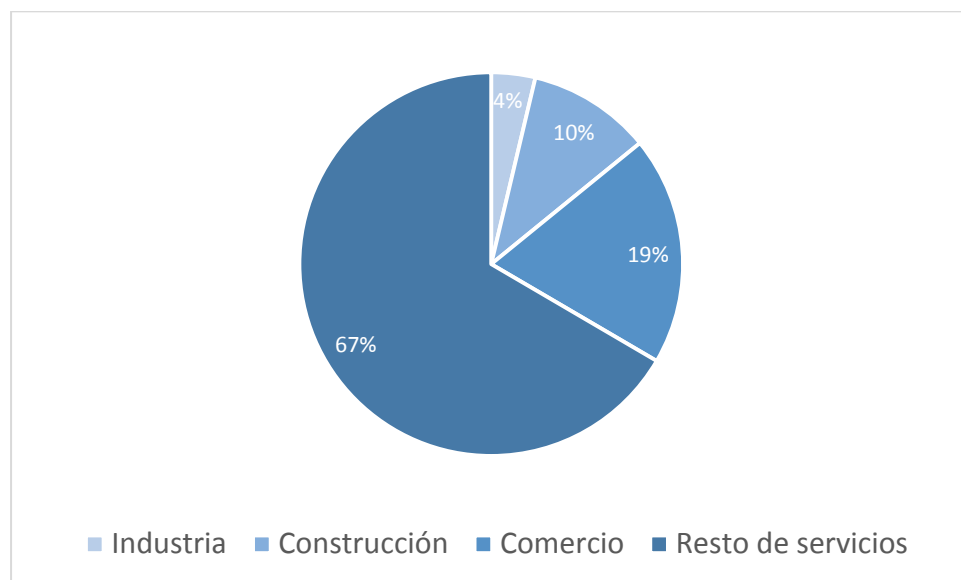
Gráfico 6. Distribución sectorial de las empresas en España



Fuente: (IPYME, 2019)

En la Comunidad de Madrid el sector agrario pierde peso, mientras que la industria representa 4 puntos por encima de la media nacional y la construcción casi 9 puntos tal y como se observa en el gráfico 7.

Gráfico 7. Distribución sectorial de las empresas en la Comunidad de Madrid



Fuente: elaboración propia a partir del (INE, 2019)

Adicionalmente, se debe precisar la diferencia entre usuario y cliente. Dentro de la plataforma, un cliente – empresa – podrá tener diferentes usuarios para poder actuar de una forma más coordinada y facilitar el uso de la misma. Una definición más precisa de las capas de usuarios será definida en la fase técnica del proyecto.

Una vez definido el cliente potencial es importante definir seguidamente la industria o sector al que pertenece. Se abren aquí dos planteamientos:

1. Enfoque general, es decir, todas las empresas interesadas en utilizar el servicio podrían registrarse y comenzar a utilizarla independientemente de la industria o sector en el que operan.
2. Enfoque de especialización sectorial, es decir, se definirá una industria concreta para el cual la aplicación estaría especializada y, por tanto, todas las empresas pertenecientes a esta podrán beneficiarse del servicio.

El primer planteamiento resulta muy atractivo debido a la gran cantidad de usuarios potenciales a los que puede llegarse. Sin embargo, una vez estudiada la ley vigente en cuanto a los residuos, la catalogación, el transporte, así como la gestión de los mismos, se observa una rigurosa especialización y diferenciación del trato de residuos, que requeriría un abordaje más técnico con la colaboración de expertos. Consecuentemente, esto podría llevar a una dificultad mucho más alta a la hora de desarrollar el algoritmo que rige la página, y adicionalmente, una supervisión legal más profunda.

El segundo planteamiento, aunque es más limitado debido a la reducción de usuarios potenciales a los que se puede llegar, es más favorable para su desarrollo a corto plazo. Conllevaría la búsqueda de un nicho de sector con alto flujo de materiales en un área específica, un análisis de idoneidad como cliente y posteriormente una revisión legislativa del sector y/o industria elegida. De este modo, la aplicación sería más intuitiva y fácil de usar, puesto que es un único sector con materiales “conocidos” por los expertos del mismo.

Por lo tanto, la primera opción sería de interés una vez se haya establecido un nicho estable que cuente con suficientes usuarios y estabilidad dentro de un sector específico. De esta manera, se podría estudiar la evolución del negocio, así como su aceptación en el mercado y si esta diera un resultado favorable, plantearse una expansión hacia más sectores.

Consecuentemente será importante definir un diseño global de la plataforma que parta de un lanzamiento focalizado en un sector y/o industria específica pero que, a su vez, posibilite la incorporación de nuevas industrias y sectores a largo plazo.

4.2.3 Propuesta de valor

De este modo, el valor principal para el usuario comprador será la obtención de un bien material y tangible que supone un residuo para otro usuario. Además, se beneficia de una reducción en costes, dado que los materiales desechados tienen un coste inferior al de las materias primas sin previo uso que suele comprar. Por último, reduce los riesgos de aprovisionamiento a los que puede enfrentarse debido a múltiples factores, entre ellos, proveedores, plazos, transporte, localización, fabricación u obtención de materias primas.

Mientras que el vendedor obtiene valor mediante la disminución de residuos inutilizados y de riesgos de incumplimiento en gestión de residuos. Al mismo tiempo, proporciona una puesta en valor de los mismos, al poner en venta productos que previamente carecían de valor e incluso, suponían un coste en cuanto a su gestión.

Profundizando, tal y como se describe dentro de la normativa, todos los materiales desechados, cualquiera que sea su procedencia y materia prima, son considerados residuos y los costes de la gestión de estos residuos deben ser totalmente asumidos por la organización que los ha creado. Partiendo de esta base, la creación de un medio que disminuya los residuos a gestionar para las organizaciones supondrá un valor añadido en cuanto a la reducción de costes y riesgos de la gestión de residuos, y a su vez supondrá una nueva fuente de ingresos al poder venderlos a otras organizaciones interesadas en los mismos.

Por último, es importante resaltar que también se está promoviendo la economía circular dentro de las organizaciones potenciales que se adscriban a la propuesta. Al promover la economía circular, se impulsa la sostenibilidad en la empresa, en la sociedad la marca *Green*, y, además, contribuye al cumplimiento de la Directiva Europea 2018/851.

4.2.4 Fuente de ingresos

El modo de monetizar la aplicación, o lo que es lo mismo, cómo se van a conseguir ingresos es clave en cualquier propuesta de negocio. Una parte fundamental es el análisis de la sensibilidad que tienen a los precios cada uno de los usuarios, desde su actuación como vendedor y comprador.

Seguidamente, es necesario valorar las diferentes opciones que existen en el mercado en cuanto a la monetización de servicios basados en el *e-commerce*. Entre las opciones encontradas, se proponen las más efectivas, debido al tipo de servicio que se pretende ofrecer:

- **Prueba gratuita por tiempo limitado**

Ofrecer el uso gratuito del servicio por un tiempo limitado, por ejemplo, de un mes. De esta manera el cliente puede ver cuáles son las funcionalidades que ofrece la aplicación, pero se le restringe ciertas funciones. Si se eligiera esta opción habría que analizar a qué se daría acceso con la prueba, y que otras funcionalidades quedarían para la opción de pago.

- ***Fremium***

Vinculada a la anterior, una vez consumido el tiempo limitado de la prueba gratuita se cobraría una mensualidad o un pago anual por uso del servicio, permitiendo al usuario disponer de todas las funcionalidades.

Es una herramienta fundamental y muy utilizada en el uso de aplicaciones con costes altos de mantenimiento, que se ven subsanados por las cuotas de los usuarios.

Además, una vez utilizada la prueba gratuita, se espera que el usuario este convencido de las funcionalidades que ofrece la aplicación, consiguiendo una retención positiva.

- **Paquetes de Funcionalidades**

Vinculada con las anteriores opciones, se podría plantear la opción de diseñar diferentes paquetes Premium, con diferentes funcionalidades en cada uno de ellos o incluso personalizado, dependiendo del usuario y sus necesidades.

- **Comisión por transacción**

La comisión por transacción sería la opción más rentable, cobrando una comisión por cada transacción/intercambio que hubiera dentro de la aplicación. Podría ser fija, en función del importe del material que se está vendiendo/comprando o variable, llegado a cierto volumen de transacciones o de venta al mes el comprador/vendedor quedase exento de pagar por las siguientes transacciones realizadas.

Sin embargo, esta opción podría alentar a los usuarios a dejar de utilizar la aplicación tras cierto tiempo.

También es importante destacar que en mercados bilaterales también se plantean las cuestiones sobre precios dinámicos. El precio de penetración, cuando un intermediario, o plataforma, baja el precio al principio del ciclo de vida del producto y lo aumenta después de haber establecido una base, es un resultado natural en el mercado bilateral (Rysman, 2009).

Para poder establecer la mejor opción para el lanzamiento de la plataforma, así como para su mantenimiento tanto a medio como largo plazo, se deberían realizar simulaciones con cada una de las opciones planteadas, así como de la combinación de precios dinámicos para la penetración en el mercado y un cambio una vez se cambia a una fase la consolidación.

Como propuesta inicial, se plantea la opción de dejar al cliente la elección del tipo de pago que realizará según sus propias necesidades, posibilitando diferentes opciones de pago como, por ejemplo: pago por transacción o *fremium*.

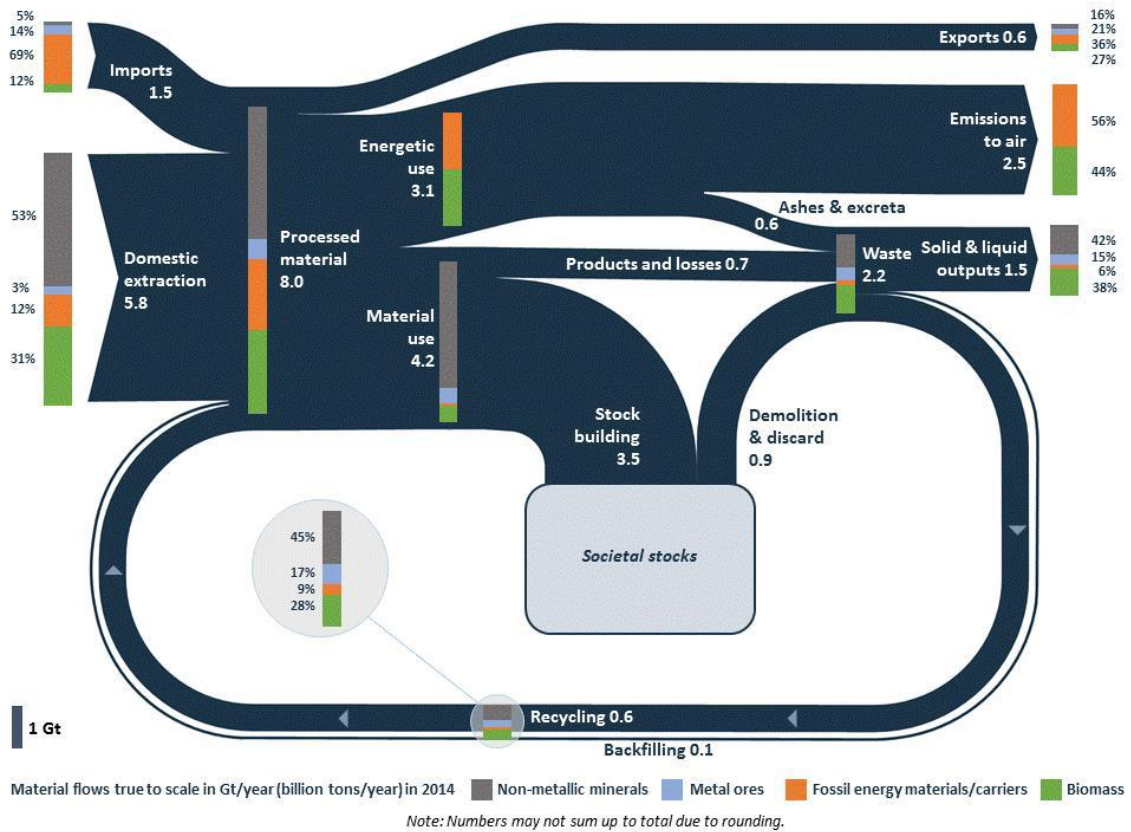
4.3 ANÁLISIS DEL MERCADO: OFERTA Y DEMANDA

4.3.1 Análisis general del mercado

Se ha analizado el consumo de materias primas dentro de la UE, así como la cantidad de materiales que son recuperados para continuar en la economía. Una ilustración efectiva de la economía circular a nivel macro es el diagrama de Sankey (gráfico 8) de los flujos de materiales que proporciona para un año determinado. Este representa cómo fluyen los materiales en la economía desde la importación o extracción hasta la producción, uso y luego desperdicio y reutilización.

El diagrama combina las cuentas de flujo de materiales de toda la economía de Eurostat y las estadísticas de residuos con la recopilación de datos e investigaciones adicionales (Comisión Europea, 2018).

Gráfico 8. Diagrama de Sankey sobre flujos de materiales en la economía de la UE (2014)



Fuente: (Comisión Europea, 2018)

La visión general del flujo de materiales (gráfico 8) muestra que, en el lado de entrada, a la izquierda, se procesaron 8 mil millones de toneladas de materias primas durante 2014 en la UE: de estos, 1.5 mil millones, alrededor del 20%, son importados, indicando la dependencia de la UE de las importaciones de materiales. De los 8 mil millones de toneladas de materiales procesados, 3,1 mil millones de toneladas están destinadas al uso energético, 4,2 al uso de materiales y 0,6 no se usan en la UE, sino que se exportan.

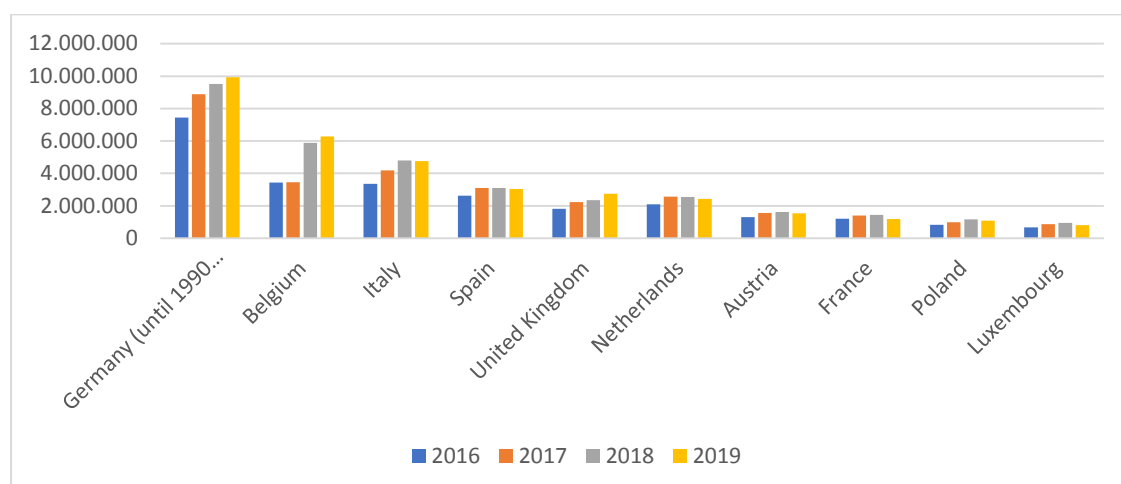
El lado de salida, a la derecha, muestra que la mayor parte de los materiales usados que se utilizan se transforman en emisiones a la atmósfera, 2.500 millones de toneladas, o en desechos, 1.500 millones de toneladas. Solo 0.6 billones de toneladas de materiales se originan del reciclaje y se utilizan como materias primas secundarias.

Además, se utilizan 0,1 mil millones de toneladas para el relleno. Estos 0.7 billones de toneladas de materias primas (para reciclaje y relleno) solo representan un tercio de los 2.2 billones de toneladas de materias primas que están contenidas en productos que han llegado al final de su vida útil ("desechos al final de la vida útil"). Por tanto, los 1.500 millones de toneladas restantes son residuos que no vuelven a entrar en la economía.

Consecuentemente, el potencial de mejora radica en aumentar la proporción de materiales reciclados y disminuir los desechos generados (Comisión Europea, 2018).

Según los datos recopilados por Eurostat (2020), el comercio de materias primas reciclables en el territorio intracomunitario europeo ha ascendido progresivamente durante los últimos años. En el gráfico 9, se observa la evolución de los diez países con más flujo de materiales reciclables durante los últimos cuatro años de los que se disponen datos, estando España en cuarto lugar con un volumen de 3 millones de toneladas en 2019 (Eurostat, 2020).

Gráfico 9. Comercio de materias primas reciclables



Fuente: elaboración propia a partir de (Eurostat, 2020)

Se ha recopilado información sobre los materiales que han vuelto a incorporarse en la cadena de valor en Europa. En España no existe un indicador o estadísticas públicas que recojan esta información sobre la economía en su conjunto.

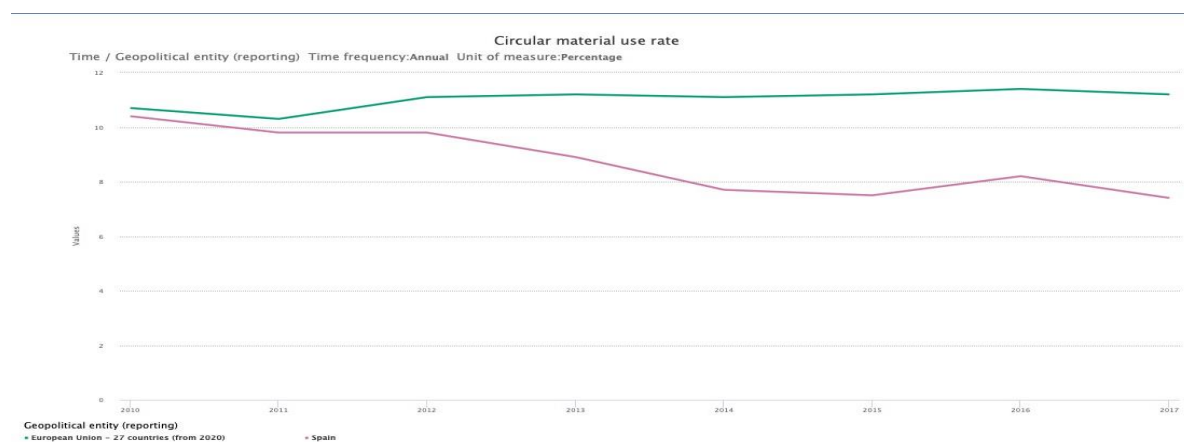
La tasa de uso de material circular (CMR)² es el indicador que mide la proporción de material recuperado y retroalimentado en la economía, ahorrando así la extracción de materias primas primarias, en el uso general del material. El uso de material circular, también conocido como tasa de circularidad, se define como la relación entre el uso circular de los materiales y el uso general del material (Eurostat, 2020).

El uso general de material se mide sumando el consumo agregado de material doméstico (DMC) y el uso circular de materiales. DMC se define en cuentas de flujo de material para toda la economía. Un valor de tasa de circularidad más alto indica que más materiales secundarios sustituyen a las materias primas primarias, reduciendo así los impactos ambientales de la extracción de material primario.

² La tasa de uso de material circular es mucho más baja que otros indicadores de circularidad, como las tasas de reciclaje, que se sitúan alrededor del 56% en la UE. Una tasa de reciclaje es una parte de los residuos reciclados. En cambio, la tasa de uso de material circular se define en términos de todos los materiales que se introducen en la economía, no solo los desechos. Esto significa que la tasa de uso de material circular se puede aumentar de más maneras que las tasas de reciclaje y se requiere una transformación más profunda dentro de las sociedades. Por ejemplo, reemplazar los transportadores de combustibles fósiles con energías renovables, usar tecnologías de producción más eficientes o extender la vida útil de los productos (Eurostat, 2020).

En el gráfico 10 se puede observar la evolución de la tasa del uso de material circular, tanto la media de los países miembros de la UE como de España.

Gráfico 10. Evolución de la tasa de uso de material circular 2010-2017

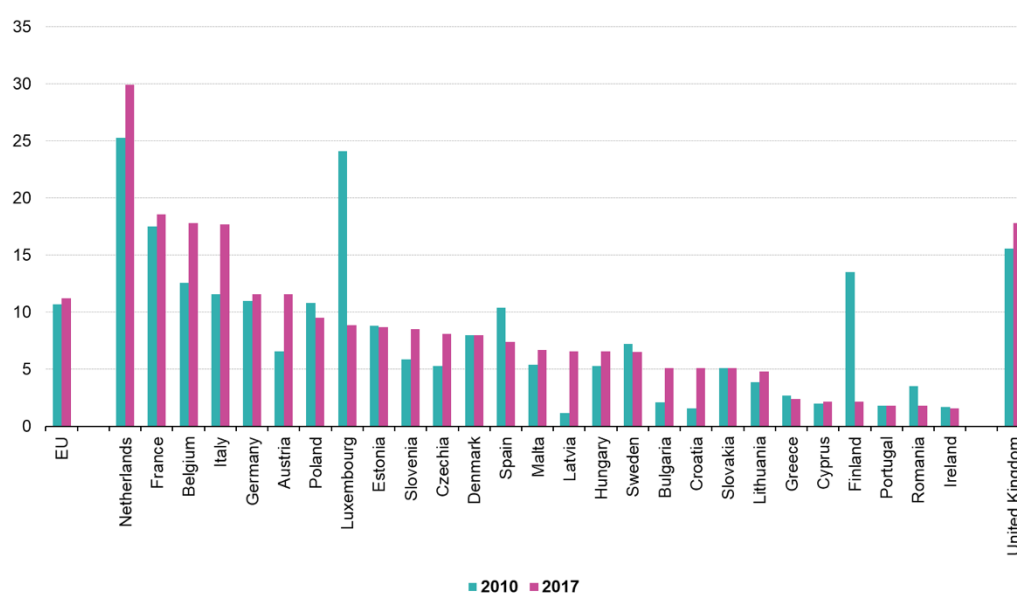


Fuente: (Eurostat, 2020)

Se comprueba que la media europea se ha mantenido estable desde 2012, alcanzando su máximo en 2016 con una tasa del 11,2%. Sin embargo, en España la tasa ha ido empeorando conforme han pasado los años, en 2010 alcanza un máximo de 10,4% y no vuelve a experimentar una subida hasta 2016 (8,2%). Durante 2017, el último año del que se tienen datos, España se encuentra a una distancia de 3.8 puntos porcentuales por debajo de la media de la UE.

En el gráfico 11 se observa la diferencia de la tasa de uso circular entre 2010 y 2017 en los diferentes países miembros de la UE. En este periodo, la tasa de uso de material circular aumentó en 15 de los 27 Estados miembros, se mantuvo estable en tres y disminuyó en otros nueve Estados miembros.

Gráfico 11. Tasa de uso de material circular en 2010 y 2017



Fuente: (Eurostat, 2020)

Los mayores incrementos se registraron en Italia (+6 pp), seguido de Letonia, Bélgica, Austria y los Países Bajos (cada uno +5 pp). En el extremo opuesto de la escala, la mayor caída se registró en Luxemburgo (-15 pp) y Finlandia (-11 pp), seguido de España (-3 pp) (Eurostat, 2020).

Además, existen diferencias significativas en la tasa de uso de material circular para diferentes materiales. Los minerales metálicos fueron la categoría de material con la tasa de circularidad más alta. En 2017, más de una quinta parte de los minerales metálicos (21,8%) utilizados en la UE provenían de productos reciclados y materiales recuperados, por delante del 14,7% de los minerales no metálicos (incluido el vidrio), el 8,7% de la biomasa (incluido el papel, la madera, los tejidos y otros) y el 2,5% de los materiales de energía fósil (incluidos los plásticos y los combustibles fósiles) (Eurostat, 2020).

Según la Comisión Europea (2020), los materiales de combustibles fósiles son menos adecuados para el reciclaje porque se usan principalmente para producir energía; sin embargo, podría ser posible un mayor reciclaje de plásticos. La mayoría de los tipos de biomasa no son aptos para el reciclaje (por ejemplo, alimentos y forraje o madera para energía), pero es posible avanzar (por ejemplo, reduciendo el desperdicio de alimentos y reciclando tejidos naturales en textiles).

Adicionalmente, es importante analizar los acontecimientos actuales relacionados con la crisis desencadenada por el coronavirus que impactan directamente en la economía circular. Esta pandemia ha supuesto una llamada de atención a los gobiernos y al sector de los desechos para garantizar que las cadenas de suministro y los mercados de reciclado sean diversos y resilientes (CircularOnline, 2020).

El coronavirus ha revelado cuán frágil es nuestro ciclo de residuos. A nivel mundial, los servicios de recolección se están reduciendo debido al distanciamiento social, las ausencias del personal y las preocupaciones sobre la salud y la seguridad de los trabajadores. Esto está afectando la recolección, clasificación, procesamiento y tratamiento de desechos, así como los mercados de materiales hechos a partir de reciclaje y compostaje (The Conversation, 2020).

Como ejemplo se puede observar el aumento de las compras online como resultado del cierre de tiendas físicas. Esto ha supuesto un aumento del consumo de cartón, provocando la escasez de este material debido a que las personas que lo reciben no pueden reciclar las cajas (CircularOnline, 2020).

Para evitar este tipo de fenómenos, deben introducirse formas alternativas para reutilizar el embalaje de entrega de forma segura e higiénica que permitan mejores resultados para mantener los recursos en el sistema durante más tiempo en lugar de basarse solo en el reciclado, eliminando así la dependencia de materias primas como el cartón y el plástico.

El sistema actual de gestión de residuos debe evolucionar para ser más resistente y resiliente a impactos de esta índole y crear una economía circular exitosa y completa, desarrollando sistemas para que las debilidades en uno se complementen con las fortalezas de otro.

Estos sistemas deberán aprovechar al máximo los recursos de residuos en la comunidad a través de las llamadas "minas urbanas", agregando valor a los desechos, al tiempo que incorporan la resiliencia a futuras pandemias (The Conversation, 2020). Por ende, se ha demostrado una necesidad en el aumento de la inversión en la gestión de residuos, a medida que aumenta el valor de las materias primas secundarias (CircularOnline, 2020) que debe mejorar e impulsar la clasificación automatizada de residuos.

La preocupación por la gestión de residuos, y la conversión de los mismos en materias primas secundarias ha provocado la atención de la Comisión Europea, que ha publicado una guía específica para seguir fomentando la logística de residuos intra-europea durante este periodo tan complicado (Comisión Europea, 2020).

La Comisión considera el comercio de residuos entre los Estados miembros como un eslabón clave en la cadena de suministro puesto que muchos dependen de instalaciones en otros países para el tratamiento de sus residuos, pues carecen de la gama completa de instalaciones para gestionar todas las fracciones de residuos (Comisión Europea, 2020). En este sentido, se observan las dependencias y fragilidades del empleo dentro de este sector.

4.3.2 Análisis de casos internacionales

Mediante el análisis de los diversos casos prácticos de éxito y de fracaso que impulsan la economía circular, se pretende dar una visión global de los sectores e industrias que están siendo pioneras en el desarrollo de la EC. Además, proporcionará una visión más general sobre la competencia en el ámbito del reciclaje y la reutilización dentro de la economía circular, así como de otro tipo de modelos de negocio que sea de interés estudiar.

Se van a analizar casos reconocidos por los medios y organismos internacionales cuya información está disponible públicamente. Posteriormente, se realizará un resumen analítico de estos casos para encontrar posibles similitudes y características diferenciadoras.

- **Caso 1: Too Good to Go**

Too Good to Go es una *startup* creada en 2015 en Copenhague que nace con el objetivo de reducir la alta proporción de alimentos desperdiciados en los entornos urbanos (El Economista, 2020) y su objetivo era el aprovechamiento del uso de las tecnologías con un fin social. La empresa fundamenta su negocio en dar valor a los desperdicios alimenticios que suponen un desperdicio, es decir, un residuo, para diferentes empresas alimenticias como restaurantes, panaderías, fruterías o supermercados, y a la que también se han sumado diferentes cadenas hoteleras.

La empresa encontró un nicho de mercado dentro del sector alimenticio, en el cual se desperdicia alrededor del 20% de los alimentos producidos en la UE (Parlamento Europeo, 2017) y constituye uno de los diez indicadores principales del Marco de Monitoreo de la Economía Circular. La empresa conceptualizó su negocio de tal manera que este porcentaje pudiera reducirse.

La idea se traduce en una aplicación móvil que funciona como intermediaria entre usuarios y establecimientos, de tal forma que estos últimos publican diariamente un lote de productos que van a ser desperdiciados debido a excedentes que prevén tener para que diferentes usuarios puedan adquirirlos a un precio más bajo del habitual.

Este modelo de negocio se caracteriza por ser un mercado de dos lados, puesto que tanto los consumidores, es decir, los usuarios como los establecimientos obtienen una serie de beneficios y costes asociados. La plataforma actúa como intermediaria entre ambos lados. Los establecimientos consiguen de esta forma rentabilizar los desperdicios, que para ellos suponía una pérdida dado que al tirar esa comida este ingreso era inexistente y, además, generaba un coste asociado a la recogida de residuos.

Adicionalmente, consiguen atraer a nuevos clientes dado que la plataforma supone un medio de comunicación más para los establecimientos y abre la posibilidad del *cross-selling* pues los consumidores al “salvar” su pack de comida también puede comprar otro producto. Y finalmente, aumenta su visibilidad al darse a conocer como una empresa sostenible.

La forma en la que la empresa obtiene sus beneficios se realiza mediante acuerdos con los diferentes establecimientos a los que se cobra una pequeña tasa única a cambio de poder ofrecer sus productos en la plataforma (El Economista, 2020). Los usuarios son cobrados con una comisión de un euro, independientemente del establecimiento que elijan, y supone este un coste muy bajo al que no son sensibles debido al precio económico del pack. No existe ningún tipo de coste adicional al de esta comisión puesto que la aplicación es de descarga gratuita.

Para asegurarse de que los establecimientos no se lucren de estos desperdicios, y "aumenten" los mismos a medida que los packs son comprados, la plataforma impone a los establecimientos que el coste de los packs no supere el tercio de lo que sería en caso de comprar la comida de forma normal, de esta forma no existe un incentivo para poner más packs a la venta y solo se cubren los costes (El Economista, 2020).

Otro elemento a medir es cómo se conoce el valor real de los productos, si estos no fueran desperdicios. Para ello la plataforma utiliza como elemento de medición los comentarios de los usuarios respecto a su experiencia. Una vez recogido al pack, los usuarios deben responder una serie de preguntas para que califiquen la calidad y cantidad de la porción de comida dentro del pack.

Los establecimientos que reciben una nota por debajo de tres sobre cinco y en un periodo establecido no consiguen subirla, son dados de baja de la aplicación ya que la plataforma presupone que existe un problema. De la misma manera, las altas de los establecimientos no son automáticas, primero se realiza un estudio del negocio que quiere inscribirse valorando sus redes sociales, así como la experiencia de usuarios contrastándola con la información que el

establecimiento proporciona sobre su negocio. Una vez analizada, se autoriza o no su alta dentro de la plataforma (El Economista, 2020).

Es importante destacar el componente innovador que les diferencia de otras aplicaciones móviles, puesto que la aplicación no ofrece ningún tipo de reparto de comida a domicilio. Se persigue fomentar que los usuarios adquieran los productos en los establecimientos más cercanos, a los que pueden ir a pie, para de esta forma reducir no sólo el desperdicio de alimentos sino también las emisiones de CO2 de forma indirecta.

La plataforma utiliza todos sus servicios de forma externa para así proteger los datos de los clientes de acorde a la legislación en materia de datos. De esta forma los datos no pasan internamente por la aplicación sino directamente a los servidores contratados, en este caso Amazon Web Services. La pasarela de pago también es gestionada por un *partner* externo, Adyen, de manera que los datos bancarios no son recogidos en la aplicación y tampoco se conectan los datos personales con los datos bancarios (El Economista, 2020).

En cuanto a los datos de geolocalización, estos solo son tratados para determinar y analizar el comportamiento de los usuarios y así mejorar el servicio. La capa más baja es a nivel provincial, ya que estiman que una capa más baja no sería de utilidad y contendría demasiada información, por lo tanto, solo el departamento de datos tiene esta información (El Economista, 2020).

TooGoodtoGo ha contribuido a ahorrar 29 millones de comidas durante los 3 años y medio que lleva operativa. Este caso muestra que las empresas son clave para proporcionar soluciones eficientes a los patrones actuales derrochadores y que el uso adecuado de las tecnologías permite no sólo establecer negocios, sino además los dota de las herramientas necesarias para su posterior crecimiento.

Además de contribuir con el medio ambiente y el aumento de concienciación ciudadana hacia este tipo de propuestas circulares, contribuye en la creación de empleo, ya que la compañía ha conseguido generar 500 puestos de trabajo en toda Europa. Actualmente está presente en 14 países de la UE, cuenta con más de 18 millones de usuarios activos y se ha asociado con 38.000 entidades.

Finalmente, hay que destacar que la aplicación ha sido reconocida dentro del programa *Zero Waste Europe*, apoyado por el programa LIFE de la Unión Europea (Condamine , 2020).

- **Caso 2: Materials Marketplace**

Materials Marketplace es un proyecto dirigido por el Turkey Business Council for Sustainable Development (WBCSD Turkey) junto a *United States Business Council for Sustainable Development* que conecta a empresas y organizaciones para desarrollar y escalar nuevas oportunidades de mercado de reutilización y reciclaje mediante una plataforma online.

Actualmente se está implantando en los Estados de Austin, Ohio, Tennessee y Michigan, siendo otras regiones estudiadas para su inclusión en el programa (USBCD, 2020). El programa tiene como objetivo crear una red colaborativa de empresas, organizaciones y empresarios donde los residuos y subproductos difíciles de reciclar de una organización se conviertan en la materia prima de otra organización.

Además de desviar los desechos de los vertederos, estas actividades de recuperación generan importantes ahorros de costos, ahorros de energía y crean nuevos empleos y oportunidades comerciales. En última instancia, permite que la cultura cambie a una economía circular de ciclo cerrado.

Debido a la novedad del programa, el servicio se está ofreciendo de forma gratuita gracias a la financiación por parte de patrocinadores corporativos, estatales y municipales. Sin embargo, se plantea que en el futuro deberá ser autofinanciado, con precios basados en el valor que aporta a sus miembros (USBCSD, 2020).

El programa considera importante que el método de fijación de precios que utilice no obstaculice la participación y por ello realiza cuestionarios tanto a sus actuales usuarios, así como a potenciales participantes.

En el cuestionario, las opciones que contemplan son: el pago por *listing* (sin tarifa de suscripción ni transacción), una cuota de inscripción mensual o anual (con *listings* y transacciones ilimitadas), tarifa por transacción mediante el pago de un porcentaje del valor de la transacción o una tarifa mínima y, la cuota de suscripción mensual o anual con *listings* y transacciones limitadas que varía según el uso. Además, se pregunta a los usuarios por quién debería ser cobrado por el uso de la plataforma, los propietarios, los compradores o, ambos (USBCSD, 2020).

Se distinguen tres grupos de usuarios dentro de la plataforma. El primer grupo lo componen las empresas de reciclaje, estas lo utilizan para identificar nuevos clientes y compradores de material recolectado o procesado.

El segundo grupo se compone de empresas manufactureras que utilizan la plataforma para encontrar nuevas soluciones para sus residuos, así como para obtener materias primas secundarias – recicladas – para alcanzar objetivos de sostenibilidad y reducir costos, así como crear nuevos empleos y oportunidades comerciales.

El tercer grupo se compone de emprendedores que utilizan la plataforma para encontrar materiales e innovar para construir nuevos negocios de reutilización y reciclaje. Entre todos ellos, cuentan con más de 1500 compañías que utilizan activamente la plataforma (USBCSD, 2020).

La plataforma está basada online, y los datos están almacenados en una nube diseñada como una plataforma de múltiples lados que es capaz de encontrar, calificar y realizar transacciones de reutilización de materiales. Detrás de la plataforma, existe un equipo de analistas que supervisa la actividad de mercado e identifica oportunidades de reutilización que envían a empresas calificadas como recomendaciones.

Además, si alguna de las partes involucradas necesita asistencia o busca oportunidades, la plataforma ofrece asistencia para intervenir y facilitar el movimiento de materiales (Materials Marketplace, 2020). Este tipo de asistencia, por la gran cantidad de empresas e industrias involucradas, debe utilizar BDA, aunque no se especifica ningún tipo de información al respecto.

Otros países han decidido involucrarse en el programa e implantarlo en su territorio, como es el caso de Vietnam.

- **Caso 3: Excess Materials Exchange (EME)**

Excess Materials Exchange (EME) es una *startup* tecnológica con base en Ámsterdam que ofrece sus servicios a través de una plataforma digital que proporciona nuevas opciones de reutilización de alto valor para materiales o productos de desecho para empresas B2B.

EME ofrece su servicio como intermediario entre diferentes empresas que quieran suscribirse a su servicio. La propuesta de valor de la plataforma se basa en el análisis de los datos proporcionado por los usuarios mediante BDA para determinar el valor de los residuos que estos posean, clasificándolos en valor medio ambiental, financiero y social (EME, 2019).

Sigue una metodología establecida en cuatro pasos. El primer paso es la creación de un "Pasaporte de Recursos" para cada usuario que ofrece una descripción general de la composición, el origen, la toxicidad o la deconstrucción de cada material o producto que posea. Por lo tanto, el pasaporte proporciona a este material o producto una "identidad".

Posteriormente, en el siguiente paso mediante identificadores de seguimiento y localización como códigos de barras, códigos QR y chips, se combinan los materiales físicos con su gemelo digital, el Pasaporte de Recursos. Esto hace posible seguirlos a lo largo de sus ciclos de vida. En el tercer paso, se identifica el valor potencial máximo que puede derivarse de un material o producto del flujo de residuos y, se calcula el impacto financiero, ambiental y social.

Finalmente buscan un *match* para hacer coincidir el material o producto con una nueva opción de reutilización de alto valor: valor financiero, ambiental y social. Tras la aprobación del usuario, el producto se vincula a uno de los socios de innovación dentro de la red de la plataforma (EME, 2019).

Mediante tecnología *blockchain* garantizan que se realiza un intercambio seguro de datos de propiedad. Las empresas seguirán siendo propietarias de sus propios datos confidenciales, mientras que los materiales se rastrearán de forma anónima. También garantiza la no corrupción y la trazabilidad de las cadenas de suministro y ayuda a prevenir fraudes. Sin embargo, la tecnología principal para el funcionamiento de la plataforma se centra en el uso del IA junto al BDA, los cuales son encargados de realizar los *matches* entre los materiales que las empresas identifican en sus perfiles (EME, 2020).

La plataforma todavía no está operativa al 100% pero si han realizado un simulacro durante el año 2019 en el que han colaborado diferentes *partners* y empresas que ya se han suscrito al servicio. De esta forma han conseguido obtener una serie de resultados para testar el funcionamiento del sistema que proponen.

En el piloto han participado industrias con materiales diversos, entre ellos, industria de alimentación, arquitectura, telecomunicación, ferroviaria o constructora, en total sumaban 18 tipos de materiales (EME, 2019).

Algunos de los datos que han obtenido son:

- Una reducción de las emisiones de CO2 en 123 kilo toneladas, lo que equivale a la emisión de todos los ciudadanos de Ámsterdam (862,987) que conducen de Ámsterdam a Milán.

- Un ahorro de energía de 2,883 TJ, igual al consumo de energía de las luces públicas en París durante al menos cinco años.
- Una creación potencial de 64 millones de euros en valor financiero y una reducción de 54 millones de euros en daños al medio ambiente (costo ecológico), lo que da como resultado una creación de valor total de 118 millones de euros. Los ahorros potenciales en el costo del tratamiento de residuos suman 5.4 millones de euros anuales.

La *startup* comenzó en 2020 la siguiente fase, que consiste en la implementación de los datos obtenidos en las simulaciones para poder convertir en tangibles las hipótesis y resultados obtenidos.

- **Caso 4: Grover**

Grover es una plataforma online de alquiler de tecnología de suscripción que permite alquilar productos electrónicos de consumo mediante un modelo de suscripción mensual, tratándose de un modelo de negocio *Product-As-A-Service* (PaaS) como Netflix o Spotify.

El objetivo perseguido es reducir la cantidad de desechos electrónicos y aportar sostenibilidad a su vida útil a un precio asequible. Actualmente cuenta más de 2.000 productos tecnológicos para alquilar en 10 categorías. El servicio permite a sus usuarios conservar, cambiar, comprar o devolver productos según sus necesidades individuales (Circularity Capital, 2020).

Los alquileres están disponibles en Alemania en Grover.com y a través de la amplia red de socios en línea y fuera de línea de Grover, incluido el grupo minorista de electrónica líder en Europa, MediaMarktSaturn, así como Gravis, Conrad y otros (Grover, 2020).

Además, si alguno de los dispositivos sufre daños la compañía proporciona el 90% de la cobertura del costo de daños sin solicitar depósito. Este tipo de servicio es respaldado por sus socios, quienes se encargan del mantenimiento de los dispositivos para renovar o alargar su vida útil.

La *startup* comenzó a operar en 2015, cuenta con 84 empleados y más de 200.000 usuarios y ha conseguido recaudar 62 millones de euros hasta la fecha. A partir de 2019, también está activo en Austria con su propia plataforma en línea Grover.com/at. La compañía es pionera en el avance de la economía circular: su modelo de negocio de alquilar productos tecnológicos a varios usuarios

a lo largo de su ciclo de vida permite extraer el máximo valor de cada producto y reduce los desechos electrónicos. En 2019, consiguió recircular casi 100 mil dispositivos.

Grover planea expandir su oferta B2B para satisfacer la continua demanda de los clientes comerciales. También continuará desarrollando su categoría de movilidad electrónica, con el objetivo de hacer que los futuros vehículos de micro movilidad sean accesibles a los consumidores de forma mensual y flexible.

- **Caso 5: Circularise**

Circularise es una empresa con sede en Hague que tiene como objetivo superar la barrera de comunicación que está limitando la transición hacia una economía circular con un protocolo de comunicaciones seguro, abierto y distribuido basado en la tecnología *blockchain*, que garantiza la confianza y la privacidad de datos.

La empresa ofrece una plataforma web de seguimiento de productos individuales que permite a las empresas agregar identificadores únicos a cualquier producto (por ejemplo, composición del producto y contenido del material). Este identificador se puede usar internamente y para comunicarse con otras partes en la cadena de valor (por ejemplo, a recicladores: acumulación de productos al final de su vida útil, evaluación de valor, pronóstico, etc.) (EIT RawMaterials, 2020).

El protocolo desarrollado facilita la transferencia de conocimiento requerida para que funcione una economía circular. Circularise utiliza una combinación de *blockchain*, tecnología *peer-to-peer* y técnicas criptográficas como *Zero-Knowledge Proofs* (ZKPs) para construir una plataforma descentralizada de comunicación y almacenamiento de información.

El objetivo es permitir el intercambio de información entre los participantes en las cadenas de valor al tiempo que les permite permanecer en el anonimato y ajustar la cantidad de información que desean divulgar y quién puede acceder a ella (Licht, et al., 2020). Incluso el método de pago se realiza mediante un sistema de pago basado en su propia criptomoneda, *circoin*.

Es importante señalar que de momento se trata de una *startup* en desarrollo y todavía no está operativa, por lo que no es posible encontrar ejemplos relacionados con la práctica.

Sin embargo, ha firmado un acuerdo para comenzar a aplicar su plataforma y tecnología en el sector del plástico junto a las empresas Covestro y DOMO, con las cuales espera comenzar a funcionar durante el año 2020 (Covestro, 2020).

- **Caso 6: Banyan Nation**

Banyan Nation es una empresa innovadora de gestión de residuos y reciclaje de plástico, con sede en Hyderabad (India), impulsada por la tecnología. Banyan produce gránulos de plástico reciclado de calidad casi virgen, Better PlasticTMTM, a partir de corrientes de desechos de plástico industriales y posteriores al consumo.

Las empresas de bienes de consumo, alimentos y bebidas y automotrices pueden usar Better PlasticTMTM para fabricar productos y envases más sostenibles. La plataforma de tecnología patentada integra a miles de recicladores informales en su cadena de suministro, y ha sido pionera en la primera iniciativa de reciclaje de ciclo cerrado de India con una empresa automotriz líder (Banyan Nation, 2020).

Banyan también ayudó a iniciar un programa único de reciclaje "botella a botella" con una marca global de cosméticos. Hasta la fecha, ha reciclado más de 500 toneladas de plástico, ha reducido más de 750 toneladas de dióxido de carbono y ha desviado más de 1,000 toneladas de plástico de los vertederos (Unreasonable Group, 2020).

La tecnología patentada de limpieza de plásticos elimina tintas, recubrimientos y otros contaminantes utilizando detergentes y solventes amigables con el medio ambiente para suministrar gránulos reciclados de calidad casi virgen a las marcas.

La empresa fue pionera en iniciativas de reciclaje de ciclo cerrado con la compañía automotriz líder de la India para Tata Motors (fabricando nuevos parachoques de los desechados) y una compañía global de cosméticos como L'Oreal India (fabricando botellas nuevas de los desechados), estableciendo un liderazgo en economía circular en el sector automotriz y de belleza, respectivamente, que puede extenderse a otras industrias (Banyan Nation, 2020).

Banyan es una de las primeras compañías en el país en usar dispositivos móviles, en la nube e *IoT* para integrar a miles de recolectores del sector informal en su cadena de suministro para recuperar los desechos de plástico post consumo y post industrial.

La plataforma ahora se ha ampliado para ayudar a los municipios con problemas de liquidez a comprender los flujos de residuos a través de sus ciudades y a utilizar un enfoque

centrado en los datos para hacer que la gestión de residuos sea más eficiente, efectiva y económica (Banyan Nation, 2020).

Mediante su plataforma virtual, dos tipos de usuarios pueden establecer contacto con la compañía: aquellas marcas interesadas en comprar el material plástico reciclado - Better Plastic, y aquellas empresas u organizaciones generadoras de residuos (Banyan Nation, 2020).

- **Caso 7: Saneral**

Saneral se creó en Ámsterdam, en 2015, como la primera plataforma online de mercado de materiales y servicios B2B que permitía a las empresas intercambiar materiales secundarios y combinarlos con (nuevas) tecnologías de recuperación (EIT Raw Materials, 2020).

Saneral permitía a las empresas publicar materiales disponibles (residuos, residuos, productos de EoL³) y los servicios deseados para las empresas (recuperación, procesamiento, logística) para apoyar la transición a una economía circular y las industrias trascendentes.

La plataforma proporcionaba información sobre el flujo de negocios de flujos de residuos y residuos (materias primas), conocimientos y tecnologías habilitadoras para una gran audiencia internacional (EIT Raw Materials, 2020).

Constituía una empresa pilar para la reutilización eficiente de las materias primas y perseguía ser una base para la transición hacia una economía circular, basada en la transparencia y el conocimiento para la creación de valor de todos los participantes (EIT Raw Materials, 2020).

La propuesta de valor de Saneral era facilitar a las empresas el modo de alinear e intercambiar flujos de materiales y conocimientos y permitir combinar materiales secundarios con nuevos productos y oportunidades de ingresos. El enfoque directo "B2B" reducirá los costos para la eliminación de desechos y residuos, ya que estos materiales ahora se considerarán como una fuente importante para otras empresas.

Para las empresas que necesitan ciertas materias primas, esta plataforma constituía una oportunidad de compra y, por lo tanto, recursos para materiales más baratos. La plataforma también permitía a las empresas pronosticar la disponibilidad y el tipo de materiales y, por lo tanto, podría ser una fuente importante para que los recicladores (especializados en recuperación) planifiquen sus operaciones (EIT Raw Materials, 2020).

³ EoL (End-of-Life) es el término inglés para definir aquellos productos que se encuentran al final de su vida.

En términos de materias primas y recursos, esta innovación permitirá a las partes interesadas en la cadena de valor planificar la logística, las actividades de reciclaje y los recursos para materiales específicos. Esto planteaba como resultado un enfoque de reciclaje más centrado, una mayor cantidad y calidad de materias primas secundarias y, en última instancia, aseguraba las fuentes europeas de materias primas críticas (EIT Raw Materials, 2020).

Esta *startup* sólo mantuvo su actividad durante tres años y no existe ninguna información pública sobre su decisión de cierre, todas las páginas oficiales de la empresa han sido cerradas por lo tanto única información disponible acerca del funcionamiento pasado de la misma se encuentra disponible mediante otras páginas como LinkedIn, prensa o programas de economía circular europeos en los que estaban inscritos, como EIT RawMaterials.

- **Caso 8: ValueWaste**

ValueWaste es un proyecto, financiado por la UE a través de la convocatoria H2020, que comenzó a finales de 2018 (Unión Europea, 2018) y cuenta con la participación de 17 entidades privadas en seis países europeos.

El proyecto tiene como objetivo desarrollar un sistema integrado para la valorización de los residuos biológicos urbanos en dos lugares europeos muy diferentes, la ciudad de Murcia (España) y la ciudad de Kalundborg (Dinamarca), cubriendo toda la cadena de valor: ciudadanos, autoridades locales, gestores de residuos e Industrias de base biológica (Unión Europea, 2018).

ValueWaste quiere dar solución a los sistemas municipales de gestión de residuos biológicos que existen actualmente en Europa puesto que los vertederos no dan una segunda vida a los materiales o recursos contenidos en los residuos biológicos (ValueWaste, 2020). Además, otras alternativas, como la incineración y el compostaje, no permiten aprovechar al máximo el potencial de los residuos biológicos.

Por ello el desafío planteado para la gestión de los residuos biológicos es integrar un sistema de valorización en el contexto de una ciudad y recuperar productos con un valor de mercado que compense el costo global de la valorización de los residuos biológicos (ValueWaste, 2020). El proyecto desarrolla 3 líneas técnicas, utilizando residuos biológicos urbanos para la producción de alimentos y piensos, y fertilizantes en un proceso en cascada, generando así beneficios económicos, sociales y ambientales (Unión Europea, 2018).

Al tratarse de un proceso de modificación y transformación de los bio-residuos, la tecnología empleada es industrial y es imprescindible para el correcto funcionamiento del proyecto.

De los casos analizados, se procede a realizar un análisis esquemático (Tabla 1) que muestre las características de cada uno de los *business models* para así poder ver las similitudes y diferencias entre los mismos. Además, permitirá obtener una visión más completa sobre cómo se están desarrollando estos negocios basados en la tecnología dentro de la economía circular.

Tabla 1. Resumen de modelos de negocio circular

	TooGoodToGo	Materials Marketplace	EME	Grover	Circularise	Banyan Nation	Saneral	ValueWaste
Economía circular	x	x	x	x	x	x	x	x
Ciudad circular	x	x				x	x	x
Explotable en otros entornos (geográficos o industriales)	x	x	x	x	x	x	x	x
Fundamento tecnológico	x		x		x	x	x	
Organización pública		x						
Organización privada	x		x	x	x	x	x	
Organización mixta								x
Reutilización y reciclaje	x	x	x		x	x	x	x
Prolongación de vida útil				x	x			x
Producto como servicio				x				

Fuente: elaboración propia

Se puede observar cómo dentro de los casos analizados, un 62,5% se centra en la ciudad circular, aunque todos los casos son explotables en otros entornos, o bien a otro entorno geográfico o bien a otro entorno industrial.

También se ha tenido en cuenta el fundamento tecnológico, entendiéndose este como aquellas empresas cuyo funcionamiento se basa principalmente en la explotación de la tecnología I4.0, suponiendo un 62,5% de entre las seleccionadas.

La distinción entre organización pública, privada y mixta se ha relacionado para proporcionar una homogeneidad dentro del estudio. Aunque en el estudio sólo aparezca una organización pública, las iniciativas públicas europeas son numerosas debido a la alta financiación de proyectos públicos europeos disponible. Sin embargo, se ha intentado incluir un número más alto de organizaciones privadas para proporcionar una base-estándar al modelo de negocio que se desarrollará posteriormente.

Por último, se ha realizado una distinción entre el tipo de modelo de negocio desarrollado dentro de la economía circular, entre los que se distingue en los casos analizados: la reutilización y el reciclaje, la prolongación de vida útil del producto, y el producto como servicio. La reutilización y el reciclaje son los casos más abundantes, aunque también existen organizaciones cuyo modelo de negocio combina varios modelos circulares, como Grover o ValueWaste.

Finamente, es importante señalar que no existe ningún tipo mercado de materiales secundarios en España similar al de los casos internacionales presentados en este apartado. Por lo tanto, se deduce que no hay competencia dentro de este sector.

4.4 BUSINESS MODEL CANVAS

Una vez definidas todas las partes integrantes del *business model*, se pretende plasmar el plan de negocio utilizando el modelo Canvas (Osterwalder & Pigneur, 2014). De este modo se puede crear de manera gráfica y sencilla un modelo de negocio basado en nueve módulos básicos: segmentos de clientes, propuesta de valor, canales, relación con el cliente, fuente de ingresos, recursos clave, actividades clave, socios clave y estructuras de costes.

Se pretende desarrollar cada uno de los módulos de la tabla, para después completar la misma con las ideas principales:

1. Socios clave

En el negocio planteado, los socios aumentan el valor de la compañía gracias a la cooperación e interacción de la red de interesados en el negocio. Como socios clave se identifican a las instituciones públicas como ayuntamientos, que estén interesados en participar como promotores o impulsores de la plataforma dentro de su municipio, o como propios usuarios de la plataforma. También se prevén como socios las asociaciones empresariales y, por último, la obtención de socios tecnológicos es primordial, puesto que el negocio necesita del suministro de los últimos avances en tecnología.

2. Actividades clave

Las actividades clave se dividen en dos bloques. El primer bloque es el diseño de la estructura del sistema, esta estructura deberá estar vinculada con la infraestructura de la plataforma y su desarrollo. Una vez establecida esta parte, será importante desarrollar una base de datos sólida cuyo mantenimiento será clave para el funcionamiento de la infraestructura. Un segundo bloque se encuentra compuesto por todas las actividades que complementan el buen funcionamiento de la plataforma, entre estas actividades complementarias se encuentran el diseño de la página web o el desarrollo de la plataforma de sistemas de pago.

El conjunto de actividades será definido de modo más extenso en la planificación del proyecto informático. Para conseguir el pleno rendimiento del equipo de trabajo en el desarrollo de las actividades clave se realizará formación en sistemas de desarrollo *cloud* así como la implementación de metodologías ágiles de desarrollo continuo que se ajustan perfectamente a las necesidades de la plataforma.

3. Recursos clave

Los recursos clave principales serán los recursos humanos, suponiendo estos las personas que trabajen en el desarrollo de la empresa. Además, el recurso principal es toda la información intangible recolectada y disponible en las plataformas de software de la empresa que constituirán el activo principal.

4. Propuesta de valor

Se propone el aumento de la eficiencia de las organizaciones gracias a la reducción de recursos naturales primarios utilizados en la producción fomentando el empleo de materias primas secundarias provenientes de otras organizaciones. Por consiguiente, aumenta el reciclaje de los productos o materias primas secundarias, consiguiendo disminuir la cantidad de material desperdiciado como residuo.

Se constituye una prevención de riesgos injustificables ya que se evitan los procedimientos de extracción de recursos y tecnologías altamente invasivas cuyas consecuencias son inciertas.

Los negocios adheridos a la plataforma verán cinco beneficios principales. Desde el punto de vista del vendedor una disminución de los riesgos de la compañía en cuanto a la gestión de sus residuos, que viene acompañada de una reducción en la cantidad de recursos desechados y de los

costes de la eliminación de los mismos. En segundo lugar, una fuente de ingresos nueva a partir de aquellos recursos que vendan como materia prima secundaria a otras empresas.

Este intercambio de materias secundarias permite a las empresas ampliar la red de contactos habitual, pudiendo encontrar nuevas alianzas. Desde el punto de visto del comprador, posibilita la compra de materiales por un coste menor o de accesibilidad más rápida y flexible frente a los mercados de materias primas primarias. Por último, proporciona a la sociedad una visión de la empresa más sostenible y verde.

5. Relación con los clientes

La relación con los clientes se realizará a modo de servicio, los clientes o usuarios que quieran utilizar la plataforma realizarán un registro en la misma y podrán comenzar a hacer uso de la misma. El pago será se realizará en primera instancia de forma dual, ofreciendo la posibilidad de pago por mensualidad o pago por transacción, de esta forma se obtendrá una visión más global sobre el interés de los usuarios en cada una de las modalidades.

La estrategia de retención de los usuarios se basará en la anonimidad de los usuarios registrados para impedir el uso esporádico de la plataforma y la fuga de los usuarios para un contacto B2B. Además, la retención se verá apoyada por el crecimiento de la red de usuarios, aumentando así las posibilidades de compra y venta de los usuarios activos.

6. Canales

El principal canal será online, a través de la página web en la que instará instaurada la plataforma digital. Posteriormente, una vez la página web adquiera el suficiente movimiento transaccional, se espera desarrollar una aplicación móvil para facilitar el manejo de la plataforma a los diferentes usuarios interesados. En esta última etapa, la opinión de los usuarios será tomada en cuenta para evaluar la necesidad de la misma.

7. Segmento de clientes

El segmento de clientes de la plataforma en un inicio son las pequeñas y mediana empresas industriales españolas, quienes cuentan con menos recursos a la hora de interactuar y buscar alternativas dentro de los mercados de materias primas. Este segmento de empresas constituye un porcentaje muy alto en España (99,84%) (IPYME, 2019) por lo tanto, conseguiría un alto de número de usuarios dentro de la plataforma y de transacciones dentro de la misma.

Se pretende comenzar por una industria específica que movilice un alto porcentaje de materias primas que puedan transformarse en materias primas secundarias debido a su alta demanda. El proyecto comenzaría dentro de la Comunidad Autónoma de Madrid, y linealmente en el tiempo se pretende una expansión gradual hacia otras industrias que estén interesadas en el sector o que tengan un alto potencial para poder necesitar de este servicio.

8. Estructura de costes

La estructura de costes se divide en:

- Costes de los recursos humanos de la empresa.
- Costes de la tecnología empleada (software principalmente).
- Alianzas con empresas tecnológicas.
- Promoción y publicidad de la plataforma (marketing).

9. Flujos de ingresos

Los flujos de ingresos serán únicamente obtenidos por el registro y uso de los usuarios de la plataforma, es decir, por la compra y venta de productos sin tener propiedad de los mismos. Los usuarios registrados deberán pagar una cuota mensual que se calculará una vez el proyecto informática hubiera terminado para así poder establecer un precio de venta al público ajustado a los gastos incurridos durante el desarrollo del mismo.

Por lo tanto, el cálculo de esta cuota debería de realizarse durante el transcurso de la implementación o en una fecha posterior a la misma. Adicionalmente debería de tenerse en cuenta una vez la realización de un estudio de comunicación y marketing o sondeo para analizar el número de empresas que pudieran interesarse en utilizar la aplicación, y de este modo realizar las métricas de cálculo y estimación oportunas.

De forma más analítica, se reflejan estos aspectos es en esquema del *Business Model Canvas* en la Tabla 3.

Tabla 2. Business Model Canvas

Business Model Canvas				
Key Partners <ul style="list-style-type: none"> - Socios tecnológicos - Socio institucional 	Key Activities <ul style="list-style-type: none"> - Diseño de la estructura informática - Desarrollo de la infraestructura - Desarrollo y mantenimiento de bases de datos - Diseño de la página web - Desarrollo de la plataforma de pago - Formación en sistemas de desarrollo en <i>cloud</i> 	Value Propositions <ul style="list-style-type: none"> - Reducción de riesgos y costes en la gestión de residuos - Nueva fuente de ingresos de los materiales considerados residuos - Aumento de la red de contactos - Promoción de los usuarios como empresas sostenibles y verdes 	Customer Partnership <ul style="list-style-type: none"> - Servicio por plataforma - Anonimidad del usuario 	Customer Segments PYMEs
	Key Resources <ul style="list-style-type: none"> - Recursos Humanos - Tecnología - Información de los flujos de materiales 		Channels <ul style="list-style-type: none"> - Online: página web - Posible desarrollo de APP 	
Cost Structure <ul style="list-style-type: none"> - Recursos Humanos - Tecnología - Alianzas estratégicas 			Revenue Streams Pago por uso de plataforma	

Fuente: elaboración propia a partir de Osterwalder (2014)

5 PLANIFICACIÓN DEL PROYECTO INFORMÁTICO

5.1 INTRODUCCIÓN

En este capítulo se describe la necesidad de realizar una planificación para realizar el proyecto del sistema de información.

5.2 ANÁLISIS DE LA NECESIDAD DEL PROYECTO INFORMÁTICO

El presente proyecto surge tras la necesidad de disponer de una plataforma digital que posibilite la creación de un mercado de materias primas secundarias para fomentar la economía circular en un ámbito geográfico definido.

5.2.1 Estudio de la Información Relevante

Se ha recopilado información tal como de proyectos o prácticas pasadas que pueden ser útiles a la hora de desarrollar este nuevo sistema. Dicha información se ha resumido en los siguientes puntos:

- Proyectos de Implementación de Sistemas Informáticos:

Estos nos ayudarán a tener una visión completa de otros proyectos informáticos y una referencia a la hora de la planificación del proyecto.

- Proyectos de Desarrollo de Aplicaciones Web:

Además de proyectos informáticos en general, se ha considerado necesario la referencia de proyectos de desarrollo de aplicaciones web puesto que son proyectos cuya finalidad es comparable a la de este tipo de proyecto, obteniendo así una visión más específica al proyecto que atañe este trabajo.

- Prácticas de Planificación y Gestión Informática:

Estas prácticas suponen una gran ayuda debido a la similitud de la asignatura con el proyecto de este trabajo. Se han utilizado las herramientas aprendidas durante la asignatura, como el diagrama de Gantt o Microsoft Project, y las prácticas realizadas utilizando estas herramientas para una correcta planificación.

- Prácticas de Seguridad Informática:

Gracias a estas prácticas se ha podido analizar la seguridad informática del proyecto, así como los riesgos e impactos que deben ser considerados para la futura implementación.

5.2.2 Identificación del alcance del proyecto informático

La creación de un mercado online de materias primas secundarias conlleva la creación de un espacio web completamente nuevo. El objetivo principal es definir el proyecto como un

conjunto de fases y medidas necesarias que deben tenerse en cuenta para así disponer de la planificación informática suficiente para comenzar el diseño y desarrollo de este.

5.3 DETERMINACIÓN DE RESPONSABLES

Debido a que este proyecto es totalmente nuevo, se necesitará de un apoyo externo que apoye financiera y funcionalmente el desarrollo e impulso del mismo. Este será considerado el cliente principal y, por lo tanto, se dejarán abiertos algunos procesos permitiendo una mayor flexibilidad y adaptación al cliente y sus posibles requisitos.

6 DEFINICIÓN Y ORGANIZACIÓN DEL PROYECTO INFORMÁTICO

6.1 DEFINICIÓN DEL OBJETIVO

El objetivo de este proyecto es la creación de una plataforma digital basada en la web que permitirá establecer un mercado de materias primas secundarias para las empresas interesadas en comprar y vender este tipo de bienes, impulsando así un proyecto informático dentro de la economía circular. La plataforma a desarrollar deberá ser capaz de aprender el lenguaje utilizado en los anuncios para enlazar las búsquedas de los usuarios y optimizar el uso de la plataforma, permitiendo aumentar la eficiencia en las ofertas y demandas de los diferentes materiales.

La arquitectura sobre la que funcionará la plataforma será definida en los siguientes puntos de forma más extensa y precisa. El objetivo principal del proyecto consistirá en conseguir desarrollar una infraestructura de datos que posibilite el intercambio de materiales, poniendo especial interés en los materiales secundarios puesto que son los que en estos momentos menos rotación tienen, de una forma efectiva y eficiente mediante el desarrollo de redes de datos multicapa.

Estas redes se interrelacionen entre sí mismas para permitir las conexiones entre empresas y entre los materiales del mercado. Este supondrá el aspecto clave que garantizaría el éxito o supondría el fracaso de todo el proyecto y por eso, supondrá el objetivo principal a conseguir durante el desarrollo del proyecto.

6.2 ESPECIFICACIÓN DEL ÁMBITO Y ALCANCE

El ámbito del proyecto se centra geográficamente en la Comunidad de Madrid, España. El desarrollo de toda la infraestructura se realizará en la nube.

El alcance de este proyecto incluye desde la definición de la infraestructura de la plataforma hasta la definición de todas las tareas relativas a la creación de la nueva plataforma digital basada en la web, que posibilite un mercado de materias primas e impulse el mercado de materias primas secundarias en la Comunidad de Madrid. Incluirá la definición y diseño de todas las tareas, desde el análisis previo y diseño de la solución hasta el piloto y puesta en producción.

Será también parte del alcance del proyecto definir las acciones a llevar a cabo fuera del propio proyecto, derivadas del análisis de riesgos realizado. No está contemplada la delimitación

del tipo de materiales a utilizar en la plataforma, tal y como se ha explicado en el apartado 3.2, ni la implementación y desarrollo del proyecto.

6.3 ORGANIZACIÓN DEL PROYECTO INFORMÁTICO

Debido a que el proyecto (Trabajo Fin de Máster) sólo se centrará en el diseño del proyecto no será necesaria la contratación ni ayuda de personal externo para su elaboración. Sin embargo, para su posterior implementación se contemplará una definición del equipo de trabajo necesario para poder realizar cada una de las tareas involucradas.

6.4 DEFINICIÓN DEL PLAN DE TRABAJO

Para obtener una visión holística del proyecto y de su plan de trabajo, se requiere un plan de trabajo organizado. Para ello, se utilizará el diagrama de Gantt ya que se ha considerado útil y relevante para la correcta planificación y seguimiento del proyecto, permitiendo así obtener una relación de los tiempos de ejecución, los integrantes del equipo y las tareas definidas en el plan y en base a ellas, tomar las pertinentes decisiones durante la posible implementación del proyecto en un momento futuro.

6.5 IDENTIFICACIÓN DE REQUISITOS

Utilizando las fuentes comentadas, los conocimientos adquiridos durante la impartición de este Máster y la definición de negocio recogida en el Capítulo 4, se han recopilado los siguientes requisitos para poder desarrollar una plataforma completamente funcional y *user-friendly*.

6.5.1 Requisitos funcionales

Entre los requisitos mínimos que deberá de cumplir el sistema encontramos los siguientes:

RF-001	Servidor online
Descripción	La aplicación permitirá establecer el contacto con los usuarios interesados mediante interacción online.

RF-002 Servidor

Descripción El desarrollo de la arquitectura de la plataforma deberá complementarse con el contenido de la página web.

RF-003 Control de acceso

Descripción Los usuarios tendrán un usuario propio conseguido mediante una licencia de usuario que expiden los administradores (licencia de empresa).

Detalle Los usuarios deben ingresar al sistema con un nombre de usuario y contraseña. El sistema controlará el acceso a la plataforma y solamente permitirá el acceso a usuarios autorizados.

RF-004 Registro de actividad

Descripción Las actividades de compra y venta de los usuarios, así como cualquier otra interacción realizada en el sistema, serán registradas en la plataforma y podrá ser visualizada por un administrador.

RF-005 Panel de usuario

Descripción La plataforma dispondrá de un panel propio para cada usuario en el cual guardaran transacciones deseadas como: búsquedas antiguas, preferencias, historial de transacciones efectuadas y facturas.

RF-006 Panel principal

Descripción La plataforma dispondrá de un panel principal que estará compuesto por un buscador, filtros de búsqueda y orden, y un listado de anuncios de compra y venta de diferentes usuarios.

RF-007 Orden del listado de productos

Descripción El sistema ofrecerá por defecto aquellas ofertas de compra y venta que considere más adecuadas a los usuarios basándose en interacciones anteriores, historial y recomendaciones, como mínimo.

RF-008 Base de datos de usuarios

Descripción Los usuarios registrados deberán de ir incorporándose a una base de datos CRM para realizar un seguimiento y registro de las transacciones y preferencias realizadas durante su interacción con la página.

RF-009 Base de datos de materias primas secundarias

Descripción Se realizará una base de datos con las materias primas secundarias que son vendidas y compradas diariamente para analizar tendencias y preferencias, en base a ello también se podrán establecer mejoras en la plataforma.

RF-010 Aprendizaje continuo

Descripción La plataforma deberá ser capaz de aprender sobre las transacciones e historial de los usuarios y consiguientemente, sus preferencias para así poder realizar recomendaciones en futuras búsquedas y facilitar la navegación en la plataforma.

RF-011 Complemento de traducción del lenguaje

Descripción La plataforma deberá ser capaz de interpretar el lenguaje utilizado en las búsquedas enlazando diferentes palabras para ofrecer anuncios que hayan utilizado palabras sinónimas o acrónimos de la misma.

Detalle Para ello, se dispondrá del complemento que ofrezca el propio servidor de *cloud* como por ejemplo AWS con Alexa y posteriormente, se trabajará sobre la base de la base de datos de lenguaje del servidor para alimentarla y nutrirlo de nuevos datos

más especializados de la aplicación.

6.5.2 Requisitos no funcionales

Dentro de los requisitos no funcionales se incluyen también los requerimientos mínimos esperados del sistema y la plataforma, que son los siguientes:

RNF-001 Extensibilidad

Descripción El sistema deberá permitir con facilidad incluir nuevas modificaciones.

RNF-002 Registro

Descripción El sistema deberá permitir un sistema de registro sencillo.

RNF-003 Mantenibilidad

Descripción El sistema deberá facilitar al máximo la labor de mantenimiento de la plataforma.

RNF-004 Identidad corporativa

Descripción La plataforma deberá ofrecer visualmente el estándar corporativo diseñado.

RNF-005 Sencillez

Descripción La plataforma deberá ser visualmente atractiva. La interfaz será intuitiva y permitirá un fácil manejo incluso para aquellas personas sin experiencia en el uso de las aplicaciones informáticas.

RNF-006 **Plataforma de uso**

Descripción El sistema será diseñado para utilizarlo en cualquier tipo de plataforma.

RNF-007 **Dispositivos**

Descripción El sistema podrá ser utilizado en diferentes dispositivos, entre ellos, PC, ordenador portátil, dispositivo móvil o tableta.

RNF-008 **Seguridad de datos**

Descripción Todas las comunicaciones deberán externas entre servidores de datos, plataforma y cliente deberán estar encriptadas.

RNF-009 **Seguridad lógica**

Descripción Los permisos de acceso al sistema deberán ser cambiador únicamente por el usuario administrador.

RNF-010 **Ciberseguridad**

Descripción El sistema pausará su funcionamiento habitual en caso de que se identificasen ataques de seguridad o alguna brecha en el sistema. Esta pausa solo podrá ser desbloqueada por el administrador de seguridad.

RNF-011 **Eficiencia**

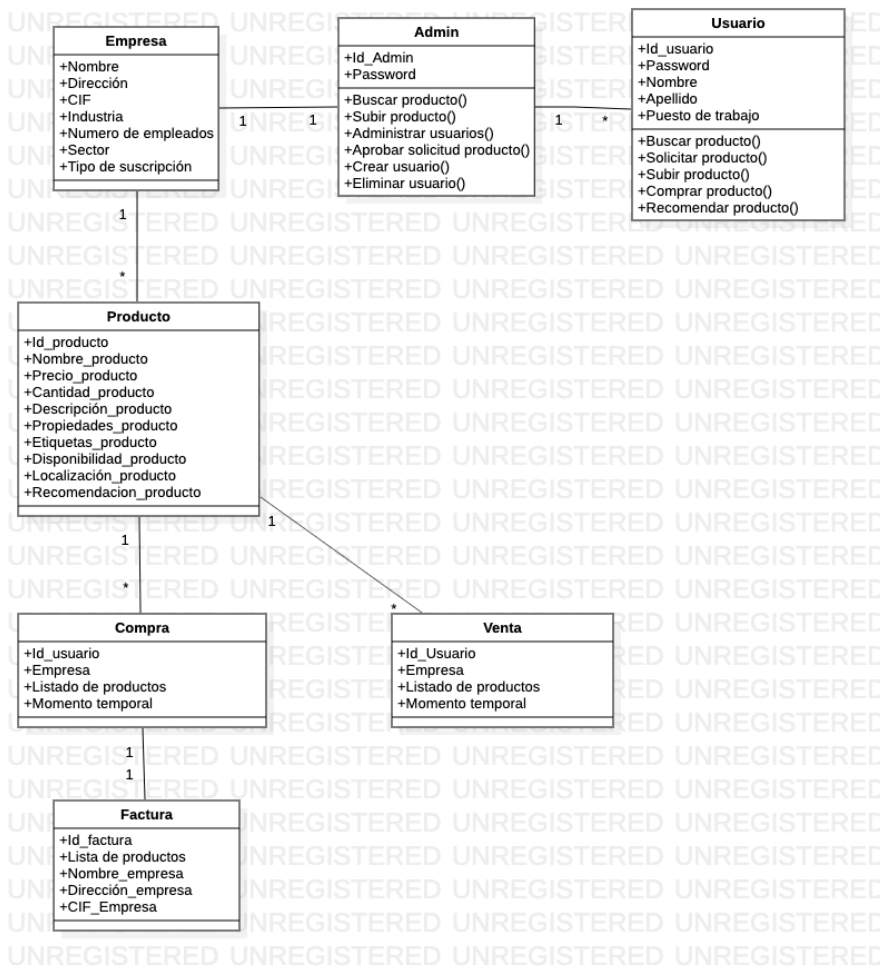
Descripción El sistema debe de ser capaz de operar adecuadamente con hasta 20.000 usuarios con sesiones concurrentes.

6.6 ARQUITECTURA DE LA SOLUCIÓN

Como se menciona anteriormente, la arquitectura de la solución supone la parte más desafiante del proyecto y al mismo tiempo es la pieza clave que garantizaría el funcionamiento y éxito de este.

Se ha realizado un diagrama de clases UML utilizando la versión gratuita de StarUML. Con el diagrama 1 se pretende mostrar al lector de una forma más visual, aunque simplificada, las relaciones que existirían dentro de la plataforma.

Diagrama 1. Diagrama de clases de la plataforma



Fuente: elaboración propia

Aunque este diagrama no refleja la totalidad de las relaciones que existirían dentro del sistema, que serán explicadas a continuación, simplifica el sistema y lo convierte en un gráfico sencillo de entender.

En el diagrama se aprecian un total de 7 clases principales, que pueden ser ampliables tanto en sus atributos como en sus métodos. La clase principal sería la empresa, relacionada directamente 1-1 con un administrador de la misma y que a su vez puede tener diferentes usuarios vinculados, en una relación 1-n.

Además, dependiendo de la empresa existirán diferentes productos relacionados con la misma, tanto aquellos vendidos como comprados. Por ello, la compra se relaciona 1-n ya que existirá la posibilidad de realizar infinitas transacciones de compra, que generarán cada una su factura correspondiente con una relación 1-1. Por último, la venta al igual que la compra estará relacionada n-1 con el producto.

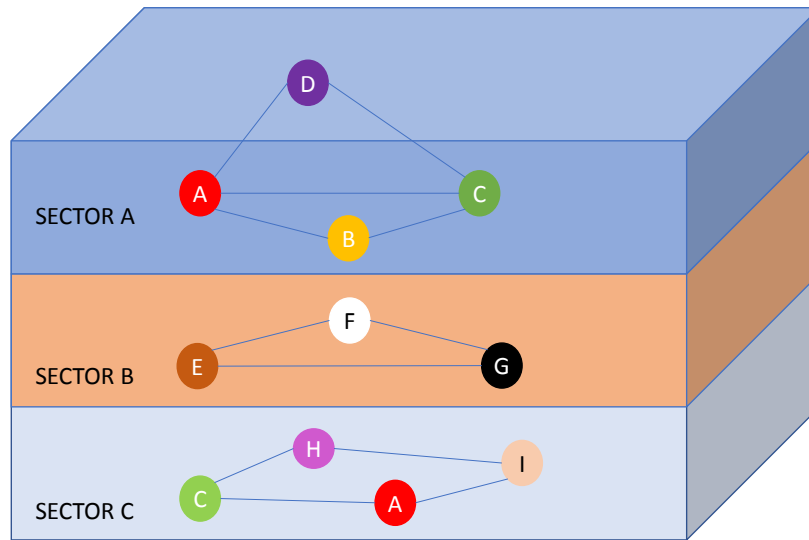
Una vez explicado el funcionamiento del diagrama, se procede a definir de una forma más detallada la arquitectura y las interrelaciones entre los datos que soportará.

La arquitectura debería presentarse de una forma estructurada en forma de datos en los que se consideren tanto los agentes intervinientes en la plataforma, es decir, las empresas y las relaciones entre las mismas, así como los productos comercializados entre ellos, esto es, los productos que comercializan y consiguientemente entre esos productos se incluirán los deshechos que se generan, que tendrán un futuro potencial tangible dentro de la plataforma para convertirse en materias primas secundarias.

Para ello, es necesario crear una perspectiva de este panorama descrito en forma de red, mediante la utilización de tablas *input-output*. Este tipo de tablas facilitaría la información sobre el tipo de productos que circulan en cada uno de los sectores empresariales tal y como es representado en la ilustración 1 con diferentes puntos.

Sin embargo, la utilización de este tipo de tablas no incorpora una perspectiva global, ya que no se consideran las relaciones interempresariales que hay tanto en las empresas pertenecientes al mismo sector, así como las relaciones entre empresas de diferentes sectores.

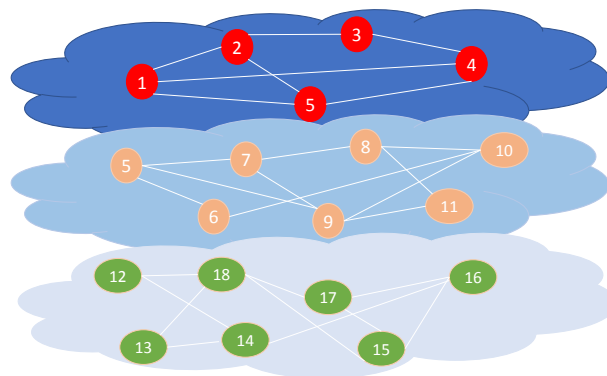
Ilustración 1. Red de relaciones de materiales entre sectores



Fuente: Elaboración propia

De este modo, se precisa la utilización de una segunda red en la que se integren las relaciones entre los diferentes operadores, o agentes, es decir, una nube de empresas que se encuentran conectadas. Esta nube de relaciones entre empresas se encuentra definida en la ilustración 1, en la cual se observan diferentes relaciones entre empresas (representadas por puntos) distribuidas en una multitud de capas, en la figura se muestra un modelo de únicamente tres capas. Estas conexiones serían los nodos, o puntos de contacto que permitirán a la plataforma interpretar las diferentes conexiones generadas en los entre diferentes materiales y empresas.

Ilustración 2. Red de relaciones de empresas para la compraventa de materiales

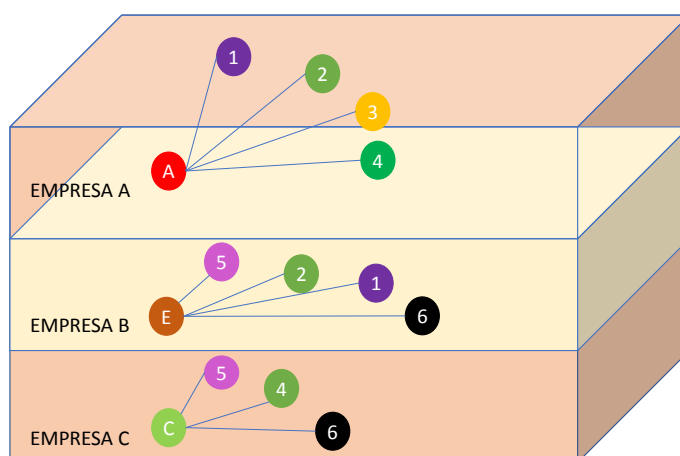


Fuente: elaboración propia

La infraestructura a desarrollar deberá incorporar ambas redes, representadas en la ilustración 2 e Y. Esta resultaría en la primera fase de conexiones a realizar, aunque estas conexiones para ser efectivas deben de incorporar más capas, es decir, más redes.

La primera capa que debe tenerse en cuenta es la capa de conexiones y relaciones entre empresas de un mismo sector, seguidamente una segunda capa de relaciones entre empresas que intercambian materiales y además una tercera capa en la que relacione todos los materiales de una misma empresa, tanto aquellos intervinientes en el proceso productivo del bien o producto final, como aquellos complementarios como por ejemplo podrían ser los embalajes, representada en la figura 3. De esta forma, obtendríamos los procesos de cada empresa.

Ilustración 3. Relaciones de empresas con materiales utilizados



Fuente: elaboración propia

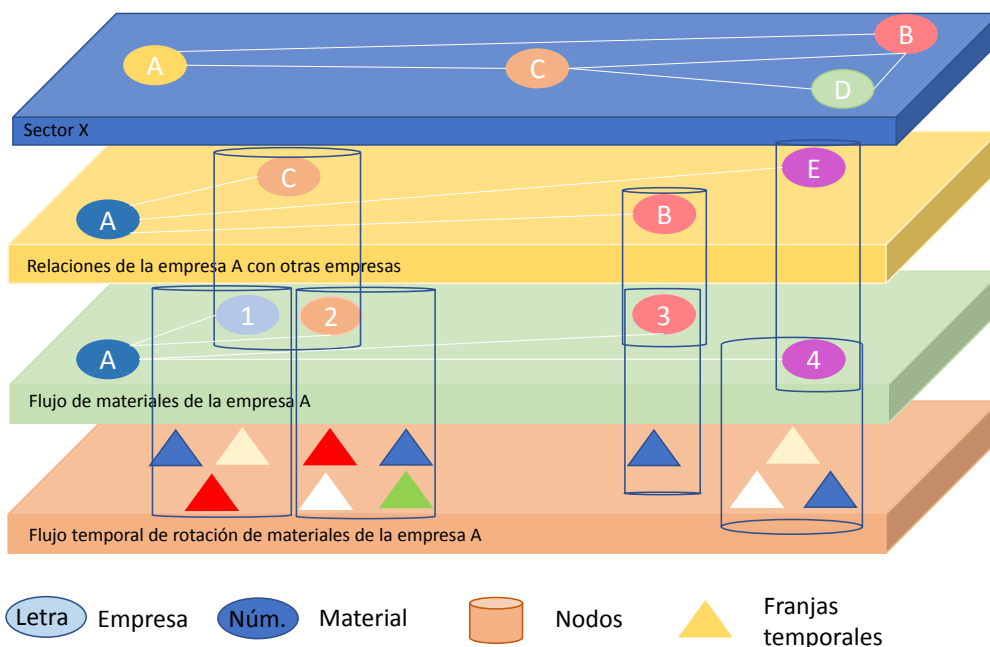
Una vez definidas las tres redes principales se podrá desarrollar la arquitectura multicapa que se mencionaba en un principio, obtenida de la combinación de las anteriores redes y añadiendo una última capa fundamental, el factor temporal. Esta última capa resulta crucial puesto que determinará de manera más precisa en qué momentos se dispone de qué materiales, y permitirá establecer mejores flujos de intercambio, así como estrechar las relaciones entre los agentes, posibilitando de esta forma establecer vínculos duraderos en el tiempo.

Las capas que formarían estas redes interrelacionadas con puntos de conexión que llamaremos nodos se representan de forma simplificada en la ilustración 4. En la primera capa, podemos apreciar solamente las conexiones que existen entre una empresa A dentro de un sector

específico, en la segunda capa se representan las relaciones que esta tiene con otras empresas que son del mismo sector como las empresas B y C o de otro sector como la empresa E.

En la tercera capa se observan los flujos de materiales que actualmente tiene la empresa A, como por ejemplo los materiales 1 y 2, que mediante los nodos se observa como estos materiales los obtienen de la empresa C, y así sucesivamente con el resto de los materiales. En una última capa se representa el flujo temporal de tiempo, que podría ser un punto específico del tiempo, como por ejemplo el mes de febrero, para cada uno de los materiales que consume dicha empresa relacionados mediante los nodos representados que une la tercera y cuarta capa.

Ilustración 4. Red multicapa de una empresa perteneciente a un sector específico no definido



Fuente: elaboración propia

La red que se ha creado en la ilustración 4 es un ejemplo de cada una de las empresas pertenecientes a la plataforma. De este modo, se multiplicarían exponencialmente las capas tantas veces como empresas haya y procesos en estas haya. El resultado final sería una red de datos interconectados capaz de visualizar las necesidades de materiales en cada empresa, ofrecer nuevas conexiones (es decir, nuevos nodos) mediante la detección temprana de las necesidades gracias al flujo temporal y recomendar a los usuarios, es decir, los agentes operantes dentro de la plataforma los materiales que puedan adecuarse a sus procesos productivos.

Un aspecto clave para que estas conexiones puedan establecerse, en especial las nuevas conexiones, es la definición de los materiales y el uso de los mismos. La creación de estas redes dependerá de la cantidad de información de la que se nutra la aplicación, y, por tanto, la red de datos multicapa.

Para esta última parte, será fundamental que los agentes participantes, es decir, las empresas, sean capaces de incorporar el máximo número de datos sobre sus operaciones. Estos datos deberán ser en forma de etiquetas o palabras clave como por ejemplo peso, tamaño, uso principal o secundario, color, materia prima o forma, entre otros.

El etiquetado se utilizará para entrenar a la plataforma a través de procesos de *machine learning*, que aprenderá a vincular procesos productivos con materiales mientras que a la vez es capaz de ofrecer nuevos materiales a procesos productivos que utilizaban otros en su lugar, gracias a las características definidas de otros materiales que se encuentren dentro del mercado, y por tanto, de la red, sirviéndose de nodos preexistentes o nuevos nodos gracias a conexiones registradas en la plataforma.

Para comenzar a estructurar todo el proyecto de desarrollo, una vez definida la infraestructura de procesamiento de la plataforma, es necesario desarrollar la plataforma en sí.

Por tanto, se ha decidido plantear el desarrollo de la plataforma web mediante una infraestructura basada en la nube. Ya que el éxito de la plataforma es desconocido es recomendable utilizar servicios *Cloud* en vez de los servicios habituales de VPS, hosting o *housing*, debido a que las facilidades que presenta como el pago por uso y la facilidad de instalación y desinstalación proporcionan una gran flexibilidad para la realización del proyecto. Dentro de las modalidades del *cloud computing* Se ha escogido la opción que de una infraestructura como servicio (IaaS).

La IaaS es una modalidad de *cloud computing* en la que un proveedor presta el servicio de una infraestructura a un cliente, también llamado usuario, a través de internet. El usuario será encargado de manejar las aplicaciones, los datos, los sistemas operativos, el middleware y los tiempos de ejecución mientras que del lado del proveedor quedará la gestión de la virtualización, el almacenamiento, la red y los servidores (Red Hat, 2020).

Este modelo ofrece la gran ventaja al usuario desarrollador de no necesitar un centro de datos *in situ* y, por ende, no se ha de preocupar por actualizar o mantener físicamente estos elementos, ya que quedan externalizados al proveedor. Normalmente, el usuario de la IaaS controla totalmente la infraestructura a través de una interfaz de programación de aplicaciones (API) o de

un panel (Red Hat, 2020). Dado que el IaaS es el modelo de servicio de nube más flexible se han analizado y evaluado las numerosas ventajas que ofrece como:

- Reducción de costes: el proveedor de contenido o servicios en la nube facilita cualquier tipo de software mediante la nube, agilizando todos los procesos de desarrollo y reduciendo la inversión necesaria tanto en hardware como en software.
- Movilidad: la infraestructura en la nube permite una mayor adaptabilidad ya que el acceso es posible desde cualquier dispositivo y lugar. Los integrantes del proyecto pueden trabajar en sitios geográficos lejanos y para acceder a la infraestructura sólo es necesario disponer de internet.
- Pago por uso y gasto bajo control: los servicios en la nube no se cobran por precios fijos sino por el uso real que se realiza de los mismos.
- Tecnología siempre actualizada que requiere menos mantenimiento: no es necesario realizar actualizaciones de las aplicaciones ni instalar parches. Las personalizaciones e integraciones se conservan automáticamente durante las actualizaciones.
- Seguridad: permiten al usuario la recuperación completa en caso de pérdidas de datos gracias a las copias de seguridad.
- Escalabilidad: a diferencia del hosting tradicional, los servicios en la nube ofrecen recursos ilimitados dentro de la nube (capacidad de almacenamiento y velocidad) permitiendo, en caso necesario, ampliar recursos de forma inmediata sin necesidad de parar el servicio a medida que la demanda lo requiera.

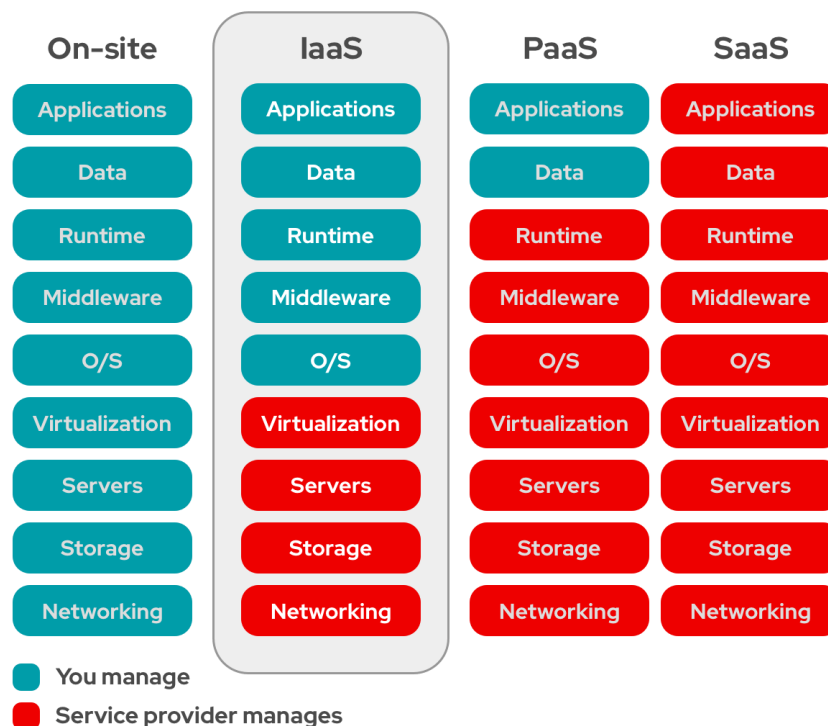
Aunque presente multitud de ventajas, es importante también destacar las desventajas para poder así tener en cuenta las mismas de cara al análisis de riesgos. Entre estas encontramos:

- La privacidad de los datos se ve notablemente reducida ya que los datos del negocio no residen en ninguna instalación física e la empresa. Este factor podría generar alta vulnerabilidad de cara a la sustracción, robo o fuga de información.
- La confiabilidad de los servicios depende plenamente del proveedor y de su madurez en el mercado de servicios en la nube.

- La falta de control sobre los recursos, toda la infraestructura, así como la aplicación está corriendo sobre servidores en la nube y, por lo tanto, el proveedor es quien tiene el completo control de los mismos, así como de la información.
- El aumento de seguridad en la nube mediante protocolos seguros como HTTPS pueden generar una ralentización de la velocidad total debido a posibles sobrecargas.

En el siguiente esquema, se pueden apreciar las características anteriormente explicadas del IaaS así como las diferencias del mismo con respecto a PaaS y SaaS, las otras opciones más comunes dentro del *cloud computing*.

Ilustración 5. Principales diferencias entre servicios cloud IaaS, PaaS y SaaS



Fuente: (Red Hat, 2020)

El modelo de servicio IaaS está siendo adoptado por multitud de *startups* que emprenden en el sector IT, debido a que muchas no se pueden permitir su propio *datacenter* o una infraestructura *InHouse* debido a los costes que supone (URJC, 2011). Dado que este modelo de negocio se adapta perfectamente a las características que este tipo de modelo ofrece, se considera la mejor opción, aunque en la fase de análisis se estudiaran otras opciones de *cloud computing* como PaaS y SaaS para analizar su viabilidad con respecto al IaaS.

6.7 DESCRIPCIÓN DE TAREAS

A continuación, se definen las tareas principales y subtareas – hasta en 3 niveles – del proyecto, así como sus dependencias en el tiempo. La duración total del proyecto se ha estimado en aproximadamente 18 meses.

- **Constitución del equipo de trabajo:** en esta fase se formará y consolidará el equipo del proyecto. De acuerdo con las siguientes tareas a especificar, se seleccionará el número de personas necesario para poder realizar todas las fases en su totalidad para conseguir el resultado más eficiente posible. Se especificarán y detallarán todos los puestos de trabajo necesarios incluidos las capacidades, aptitudes y conocimientos de los mismos.
- **Análisis y Diseño:** durante esta fase se realizará un análisis de las estructuras a crear, estableciendo todos los pasos necesarios para crear la infraestructura de la plataforma, así como el servidor web en el que se hospedará. Para ello será necesario realizar un análisis de los servidores web que más se adaptan a las necesidades de crecimiento de la plataforma.

Para ello, será necesario realizar una estimación del tráfico de datos que generará la página web, así como de las aplicaciones a las que estará conectada la misma.

Esta fase permitirá definir las necesidades técnicas y de seguridad, tanto a nivel de políticas como de arquitectura, que requerirá la plataforma a implementar.

- **Análisis y especificación de los requisitos técnicos del sistema:** se realizará un análisis de los requisitos técnicos a nivel de infraestructura, base de datos necesarias, almacenamiento, servidores este deberá contemplar una comparativa entre los diferentes servicios de *cloud* para permitir posteriormente adquirir el servicio que mejor se ajuste a las necesidades de la plataforma.
- **Análisis y especificación de los requisitos de la interfaz usuario:** definición del diseño de la interfaz del usuario. Los desarrolladores realizarán una serie de reuniones con el director del proyecto y los responsables del área de negocio junto con los expertos en sistemas para captar los principales requisitos del sistema. A partir de estas reuniones se generarán los primeros requisitos. Estos requisitos se irán refinando, especificando y definiendo más adecuadamente conforme avance el proyecto en sus diferentes entregables.

- **Especificación de las restricciones de los requisitos e interfaz:** definidos los requisitos técnicos tanto para el desarrollo de la infraestructura como de la interfaz, se realizará un análisis de las restricciones que estos conllevan y posteriormente se realizará un estudio de los riesgos y limitaciones que conllevan.
- **Firma del contrato SLA:** una vez definidos y aprobados los requisitos funcionales y técnicos del sistema a desarrollar se procederá a firmar un contrato SLA con el proveedor más adecuado. En este contrato se deberán de determinar aspectos como la duración de los servicios, los requisitos de seguridad, la disponibilidad del servicio, etc.
- **Formación en *cloud*:** dado que cada proveedor de servicios *cloud* opera de forma independiente y con numerosas y variadas plataformas, se considera necesario establecer un tiempo de formación para una primera toma de contacto con las mismas. Esta formación se implementará en dos fases:
 - **Formación de toma de contacto:** esta primera fase de formación consistirá en familiarizar tanto el equipo técnico como de negocio con los diferentes módulos que ofrece el proveedor de servicios *cloud*.
 - **Formación en desarrollo:** a medida que el proyecto siga avanzando y se detecten necesidades no cubiertas en las diferentes herramientas del servidor, se posibilitarán horas de formación que complementen el horario habitual de trabajo.
- **Desarrollo de la plataforma:** durante esta fase se realizarán todas las tareas vinculadas al desarrollo de la interfaz, la infraestructura, el diseño de la página web y además la plataforma de pasarela de pagos.
 - **Análisis y desarrollo del servidor:** una vez analizados los proveedores de servidores para la página web se finalizará la firma del contrato para la adquisición del servicio del servidor.
 - **Diseño de la interfaz:** establecidos previamente los requisitos de diseño de la interfaz se comenzará a realizar el diseño de esta sobre el servidor adquirido. La persona encargada de esta tarea deberá estar en pleno contacto con los desarrolladores para posibles cambios o necesidades de requerimiento del sistema.

A partir de esta tarea se comenzará a utilizar la metodología ágil conocida como DevOps (*Development and Operations*) debido a la alta coordinación y colaboración que permite entre los roles del equipo. Dada la novedad de la plataforma y la complejidad que pudiera adquirir debido a que las necesidades y requisitos del sistema son altos, se pretenderá conseguir de esta manera un aumento en la confianza en la aplicación mientras que se consigue alcanzar el objetivo empresarial en menor tiempo.

Además, la implantación de este sistema de desarrollo proporciona multitud de ventajas como la reducción del tiempo de comercialización, la adaptación al mercado, el mantenimiento de la estabilidad y la confiabilidad del sistema y la mejora del tiempo de recuperación (Microsoft Azure, 2020) . Por tanto, las siguientes tareas serían las que seguirían a las anteriores:

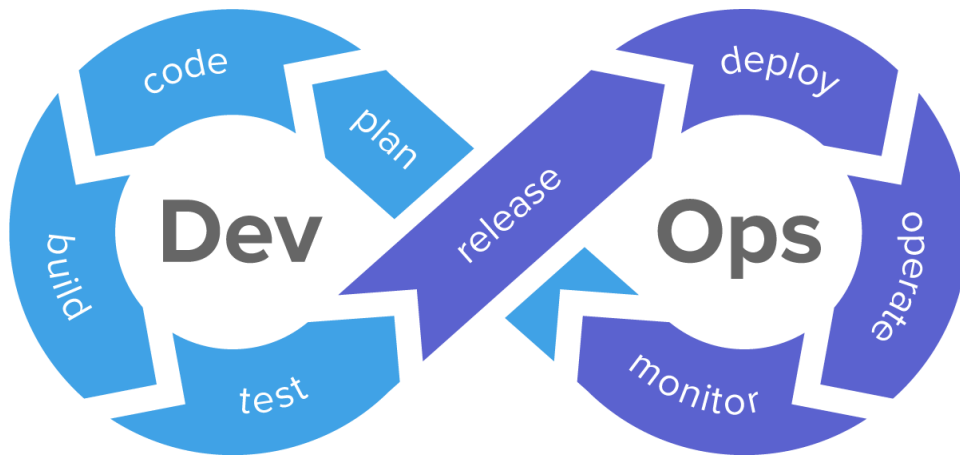
- **Planificación:** en la fase de planeamiento, el equipo se reunirá para definir y describir las características definidas en la fase de análisis y de esta forma obtener una visión más global de la funcionalidad de la plataforma y del sistema que se pretende crear. Se planificarán las reuniones de seguimiento del progreso realizado, se incluirá la creación de un registro de trabajo pendiente, un seguimiento de errores y un panel Kanban.
- **Desarrollo de la aplicación:** durante esta fase se incluirán todos los aspectos que abarca la programación como la escritura, las pruebas, revisiones y posibles integraciones del código por parte de los miembros del grupo. Además, se deberá de compilar el código en el entorno *cloud* elegido. Se programarán también aquellas actividades que sea posible automatizar como los pasos más cotidianos y manuales. El hito principal consiste en conseguir en esta fase el desarrollo pleno de la infraestructura anteriormente diseñada.
- **Entrega:** esta tarea constituye el proceso de implementar la aplicación en un entorno de producción constante y confiable. Durante esta fase también se llevará a cabo la implementación y configuración de la infraestructura básica que estará totalmente gobernada que es la base para el entorno.

El equipo de trabajo deberá ir validando cada una de las versiones entregadas con fases de aprobación establecidas. Además, una vez está aprobación sea definitiva se establecerán puertas automáticas que moverán las aplicaciones de fase en fase para que estén disponibles al cliente, en este caso el cliente sería el director del proyecto.

- **Funcionamiento:** durante esta fase se realizará el mantenimiento y la supervisión de la última versión de la aplicación que se encuentre dentro del entorno de producción. En caso de que existan, se solucionarán los problemas existentes.

Estas últimas fases de desarrollo constituyen la metodología base de DevOps que se ilustran en la ilustración 6.

Ilustración 6. Fases de desarrollo basado en DevOps



La descripción de tareas de forma se detalla más precisamente en el siguiente cuadro, donde se incluyen las fechas estimadas de realización del proyecto, que comprenderá una duración total aproximada de 12 meses.

Tabla 3. Descripción detallada de tareas del proyecto

Tarea	Fecha inicio	Fecha fin	Descripción
Constitución del equipo de trabajo	7/1/21	25/2/21	Constitución del equipo de trabajo del proyecto.
- Análisis del personal necesario	7/1/21	21/1/21	Se realizará un análisis de los perfiles necesarios y funciones disponibles en la organización. - Análisis de fichas de puestos de trabajo.

			<ul style="list-style-type: none"> - Análisis de perfiles disponibles. - Relación de perfiles disponibles con perfiles necesarios. <p>Entregable: perfiles que cumplen con los requisitos y son necesarios para la realización del proyecto incluyendo presupuesto de gastos en RR.HH.</p>
- Selección del personal	21/1/21	11/2/21	<p>Una vez decididos los perfiles necesarios se comenzará a realizar una búsqueda de candidatos que cumplan con las expectativas que requieran los puestos. Una vez encontrados se realizará:</p> <ul style="list-style-type: none"> - La propuesta de contratos en el proyecto. - La asignación de responsabilidades y roles.
- Constitución final del equipo	11/2/21	18/2/21	<p>Corrección de personal en caso de incompatibilidades o renunciaciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Reparto de tareas. - Comunicación de responsabilidades al equipo. - Explicación de los pasos futuros a seguir para el resto del equipo.
- Comunicación de obligaciones y deberes	18/2/21	25/2/21	<p>Comunicación de responsabilidades individuales y departamentales, resolución de dudas en cuanto al equipo y la forma de trabajo.</p>
Plan de formación y comunicación	25/2/21	9/9/21	<p>Plan de formación y comunicación de:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Objetivos del proyecto.

			<p>– Sistemas de desarrollo en <i>cloud</i>.</p> <p>Entregable: plan de formación con objetivos a cumplir y evaluación tipo tras formación.</p>
- Formación en economía circular	25/2/21	11/3/21	<p>Formación en economía circular:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Objetivos de la economía circular. - Objetivos del proyecto de la plataforma de materiales a crear. - Economía Circular Digital. <p>Entregable: realización de varios test sobre el material de la formación.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Realización de una actividad estimuladora sobre los objetivos del proyecto <p>Entregable: informe sobre la actividad simuladora: resultados y evidencias.</p>
- Formación on-board en sistemas de desarrollo cloud	25/2/21	11/3/21	<p>Plan de formación y comunicación de:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Sistemas de desarrollo en <i>cloud</i>. - Proveedores y diferencias entre proveedores de <i>cloud</i>. - Ventajas e inconvenientes de proveedores <i>cloud</i>. - Riesgos informáticos del desarrollo <i>cloud</i>. - Ejercicios prácticos de desarrollo y familiarización con las plataformas. - Certificación/es en conocimientos básicos de <i>cloud</i>.

			<p>Entregable:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Informe de realización de formación. - Evaluación del personal sobre conocimientos en desarrollo <i>cloud</i>.
- Formación en sistemas de desarrollo <i>cloud</i>	11/3/21	9/9/21	<p>Plan continuo de formación en <i>cloud</i>:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Formación adicional en la plataforma elegida del proveedor de <i>cloud</i>. - Realización de ejercicios y práctica en la plataforma ofrecida por el proveedor. - Obtención de certificaciones adicionales y de especialización. <p>Entregable:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Informe de realización de formación. - Evaluación del personal sobre conocimientos en desarrollo <i>cloud</i>.
- Plan de formación en cultura de desarrollo ágil de software: DevOps	25/2/21	27/3/21	<p>Plan de formación y comunicación de:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Metodologías ágiles de desarrollo de software. - <i>DevOps</i>: qué es y cómo funciona. - Ejercicios prácticos. - Realización de ejercicios de <i>team building</i>. <p>Concienciación por parte de RR. HH y del equipo de dirección de la importancia de una cultura colaborativa.</p> <p>Entregable:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Informe de realización de formación.

			- Evaluación del personal sobre la metodología ágil <i>DevOps</i> .
Elaboración del plan de riesgos	2/3/21	30/3/21	<p>Elaboración de un plan de riesgos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Identificación y valoración de riesgos del proyecto. - Cuantificación del impacto de los riesgos. - Establecimiento de salvaguardas. - Determinación de umbral aceptable. - Gestión de riesgos asumible. <p>Entregables:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Plan de riesgos. - Plan de contingencia y continuidad del negocio. - Plan Director de Seguridad. - Cuadro de Mando balanceado.
- Informe final del plan de riesgos	16/3/21	23/3/21	<p>Presentación del informe final ante la dirección del proyecto:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Entrega de los entregables. - Revisión de los planes. - Corrección o adecuación según comentarios del Comité. <p>Entregables:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Informe de adecuación. - Planes corregidos según el Comité.
- Revisión	23/3/21	30/3/21	Presentación de entregables corregidos y

de riesgos			puesta en marcha de la siguiente fase.
Análisis y diseño del proyecto	30/3/21	13/3/20	Análisis de las estructuras a crear para la realización completa del proyecto.
- Análisis y especificación de los requisitos técnicos del sistema	30/3/21	13/4/21	Análisis de los requisitos técnicos a nivel de infraestructura: <ul style="list-style-type: none"> - Bases de datos necesarias. - Estimación del tráfico de datos. - Requisitos técnicos y de seguridad necesarios. - Estimación de posibles políticas de arquitectura. - Especificación y definición de restricciones. Entregable: Informe de los requisitos técnicos.
- Análisis y especificación de los requisitos y diseño de la interfaz	30/3/21	20/4/21	Análisis de los requisitos de la interfaz usuario: <ul style="list-style-type: none"> - Identificación de necesidades en la interfaz. - Análisis de requisitos del sistema. - Identificación de atributos de primer nivel. - Identificación de diferentes alternativas que puedan incluirse a lo largo del proyecto. - Especificación de restricciones. Entregable: Informe de requisitos de interfaz del usuario + Dossier con alternativas.
- Propuestas para el diseño de la interfaz	20/4/21	20/5/21	Diseño gráfico de la interfaz: <ul style="list-style-type: none"> - Valoración de las diferentes opciones propuestas en el análisis de requisitos. - Realización de propuestas para el diseño final de la interfaz y de la web. Entregable: Informe de propuestas de diseño.

- Análisis de opciones	20/5/21	3/6/21	<p>Análisis de los informes de requisitos técnicos a nivel de sistema e interfaz y de las propuestas de diseño:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Valoración de diferentes opciones. - Realización de estudio presupuestario. - Realización del plan de adecuación a las necesidades de negocio del proyecto. <p>Entregable: Informe de opciones y alternativas estudiadas.</p>
- Toma de decisiones	3/6/21	10/6/21	<p>Revisión del informe de opciones y alternativas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Elección de proveedores. - Elección de requisitos a implementar. - Aprobación de propuesta inicial del diseño de la interfaz y de la web. - Aprobación por el Comité de las decisiones tomadas. <p>Entregable: Informe de decisiones finales. Firma de contratos con proveedores.</p>
Desarrollo de la plataforma	10/6/21	1/7/21	Realización del desarrollo concreto en la plataforma <i>cloud</i> .
- Análisis y desarrollo del servidor	10/6/21	24/6/21	<p>Tras el análisis realizado anteriormente:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Análisis de proveedores de servidores para páginas web. - Realización de presupuesto estimado. <p>Entregables:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Firma del contrato de servicio con el servidor.
- Diseño de la interfaz	10/6/21	9/8/21	<p>Una vez estudiados y analizados los requisitos de diseño:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Realización del diseño aprobado de la web

			<ul style="list-style-type: none"> - Implantación del diseño en el servidor. - Corrección de errores. - Realización de cambios según necesidades de los desarrolladores. <p>Entregables:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Web lista para comenzar a operar. - Diseño realizado conforme a indicaciones.
Sprint 1	24/6/21	15/7/21	
- Planificación del desarrollo	24/6/21	1/7/21	<p>Planificación estratégica de equipo:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Descripción de las tareas realizadas y a realizar. - Repartición interna de roles. - Descripción de características a desarrollar. - Planificación de reuniones de seguimiento. - Creación de un registro de actividades y seguimiento de errores. - Creación de un panel de seguimiento Kanban. <p>Entregables:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Plan de seguimiento. - Plan de tareas a realizar. - Plan de corrección y seguimiento de errores. - Registro de actividades.
- Desarrollo del código	1/7/21	8/7/21	<p>Realización del desarrollo de la infraestructura:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Programación de la escritura. - Realización de pruebas. - Revisión e integraciones de código. - Compilación del código en el entorno <i>cloud</i>. - Programación de actividades automáticas. <p>Entregables:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Aplicación lista para entregar.

- Entrega	8/7/21	15/7/21	Proceso de implementación de la aplicación: - Subida de la aplicación al entorno de producción. - Implementación y configuración de la infraestructura base. Entregables: - Informe de producción.
Sprint 2	15/7/21	12/8/21	
- Planificación del desarrollo	15/7/21	22/7/21	Planificación estratégica de equipo: - Descripción de las tareas realizadas y a realizar. - Repartición interna de roles - Descripción de características a desarrollar. - Planificación de reuniones de seguimiento. - Completar el registro de actividades y seguimiento de errores. - Comprobación del panel de seguimiento. Kanban Entregables: - Plan de seguimiento. - Plan de tareas a realizar. - Plan de corrección y seguimiento de errores. - Registro de actividades.
- Desarrollo del código	29/7/21	5/8/21	Realización del desarrollo de la infraestructura: - Programación de la escritura. - Realización de pruebas. - Revisión e integraciones de código. - Compilación del código en el entorno <i>cloud</i> . - Programación de actividades automáticas. Entregables: - Aplicación lista para entregar.
- Entrega	5/8/21	12/8/21	Proceso de implementación de la aplicación: - Subida de la aplicación al entorno de producción.

			<ul style="list-style-type: none"> - Implementación y configuración de la infraestructura base. <p>Entregables:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Informe de producción.
Sprint 3	12/8/21	9/9/21	
- Planificación del desarrollo	12/8/21	19/8/21	<p>Planificación estratégica de equipo:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Descripción de las tareas realizadas y a realizar. - Repartición interna de roles. - Descripción de características a desarrollar. - Planificación de reuniones de seguimiento. - Completar el registro de actividades y seguimiento de errores. - Comprobación del panel de seguimiento Kanban <p>Entregables:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Plan de seguimiento. - Plan de tareas a realizar. - Plan de corrección y seguimiento de errores. - Registro de actividades.
- Desarrollo del código	26/8/21	2/9/21	<p>Realización del desarrollo de la infraestructura:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Programación de la escritura. - Realización de pruebas. - Revisión e integraciones de código. - Compilación del código en el entorno <i>cloud</i>. - Programación de actividades automáticas. <p>Entregables:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Aplicación lista para entregar.
- Entrega	2/9/21	9/9/21	<p>Proceso de implementación de la aplicación:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Subida de la aplicación al entorno de producción.

			<p>- Implementación y configuración de la infraestructura base.</p> <p>Entregables:</p> <p>- Informe de producción.</p>
Pruebas	9/8/21	13/11/21	Revisión de la aplicación.
- Pruebas de testing	9/8/21	8/9/21	<p>Ejecución de pruebas para someter la seguridad de la aplicación una se encuentre en implementación:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pruebas de caja blanca. - Pruebas de caja negra. - Hacking ético. <p>Entregables:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Informe de pruebas. - Informe de corrección de errores encontrados.
- Corrección de errores	8/9/21	22/9/21	<p>Realización de corrección de errores encontrados en las pruebas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Corrección de software. - Corrección de código. <p>Entregables:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Informe de corrección de errores.
- Pruebas de testing	22/9/21	13/10/21	Repetición de las pruebas de <i>testing</i> buscando la minimización de los errores previos a un 10%.
- Simulación de un ataque	13/10/21	13/11/21	<p>Simulación de ciberamenazas para probar el Plan de Contingencia:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Puesta en marcha del Plan de Contingencia. - Plan de comunicación al personal. - Realización de correcciones. <p>Entregable:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Informe de realización de simulación del Plan

			de Contingencia incluyendo los aspectos más relevantes del mismo, errores, valoraciones positivas y negativas del mismo.
Funcionamiento	15/7/21	27/11/21	Realización del mantenimiento de la aplicación.
Funcionamiento y mantenimiento continuo de la aplicación	15/7/21	13/10/21	Supervisión del funcionamiento de la aplicación: - Mantenimiento de la aplicación. - Supervisiones continuas en busca de errores. - Actualización de últimas versiones de posteriores <i>Sprints</i> . Entregable: - Informe de la realización del proyecto.
Auditoría y calidad	13/11/21	29/11/21	Proceso de auditoria interno .
Revisión de datos y pruebas y auditoría interna	13/11/21	27/11/21	Revisión de todo el proyecto realizado por parte del Comité. Entregable: - Informe de la realización del proyecto. - Informe de auditoría interna.
Realización de informe de auditoría	27/11/21	29/11/21	Realización de una auditoría externa. Entregable: - Informe de auditoría de seguridad.
Validación de los resultados	29/11/21	13/12/21	Valoración final del proyecto por el cliente.
Informe de resultados	29/11/21	6/12/21	Entregable: - Informe final con los hitos del proyecto. - Informe con plan de continuidad a corto (1 año) y medio plazo (5 años).

Aprobación de finalización	de	6/12/21	13/12/21	Aprobación por el cliente de la correcta finalización del proyecto.
-----------------------------------	----	---------	----------	---

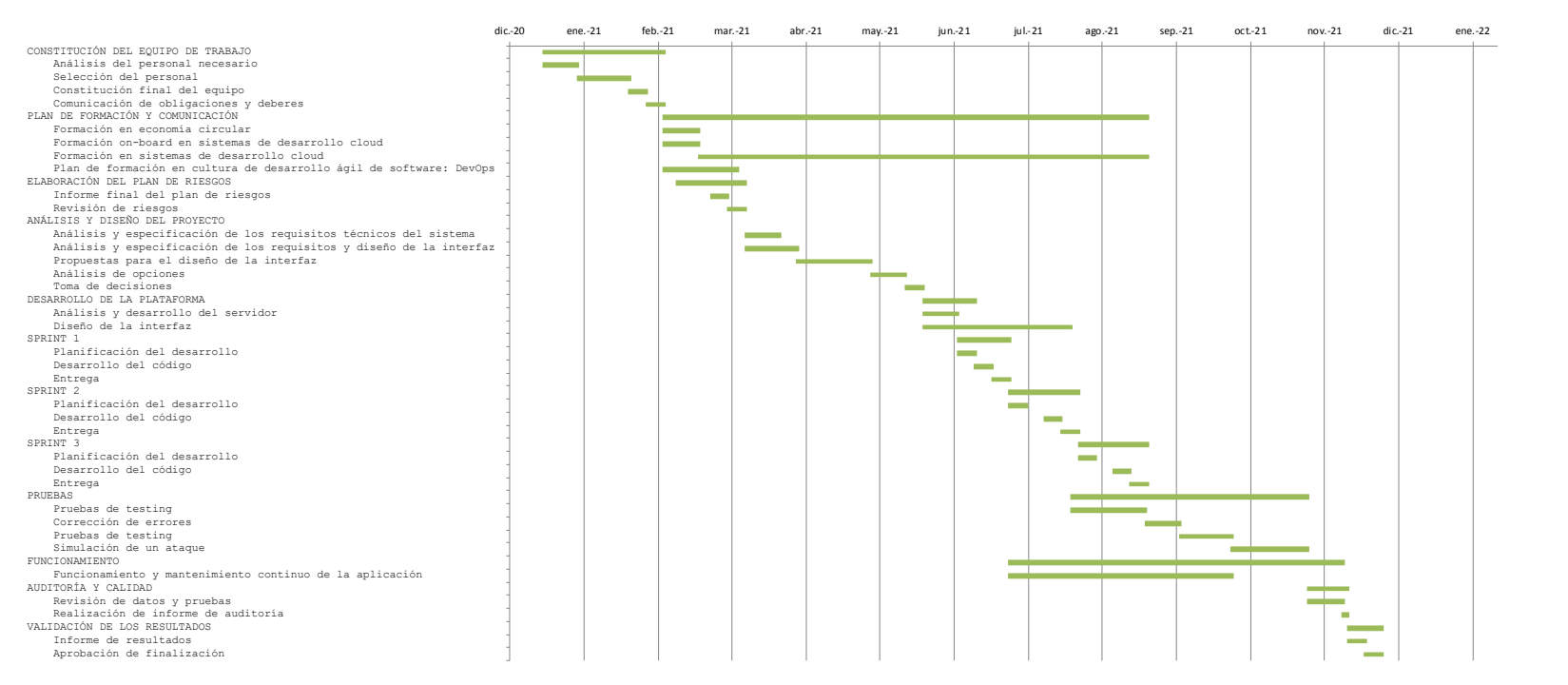
Como comentarios, es necesario destacar que no se han incluido las tareas propias de negocio como la realización de una búsqueda de personal por parte de RR. HH, la búsqueda de inversores por parte de la dirección o las tareas relacionadas con marketing como la promoción de la plataforma.

Como último apunte, se han estimado solamente la realización de tres *sprints* aunque es posible que sea necesaria la inclusión de más *sprints* dentro del proyecto lo que consiguientemente alargaría la duración del mismo.

6.8 DIAGRAMA DE GANTT

Una vez definidas las tareas es importante ilustrarlas en un diagrama de forma que quede más gráfico y sea visible la relación de las tareas.

Gráfico 12. Diagrama de Gantt del anteproyecto



Fuente: elaboración propia

6.9 ACTORES DEL PROYECTO

Para la correcta realización del proyecto se han detallado los perfiles imprescindibles dentro del equipo de trabajo. En la siguiente tabla se encuentra una relación entre los perfiles requeridos, los objetivos de cada uno de los mismos, sus funciones y el departamento en el que recaería tal perfil.

Tabla 4. Definición de actores del proyecto

Perfil	Objetivos (intereses)	Funciones	Recae en
Promotores del proyecto	Aportación de recursos.	<ul style="list-style-type: none"> - Apoyo al director del proyecto. - Aprobación de los cambios de nivel 1 del proyecto. 	Inversor/CEO interesado en el desarrollo de la plataforma.
Director de proyecto	Impulsar el correcto desarrollo de las tareas.	<ul style="list-style-type: none"> - Gestión del alcance, tiempo y coste. 	Responsable del departamento de TIC.
Equipo de seguridad	Realizar las tareas de análisis y desarrollo del proyecto.	<ul style="list-style-type: none"> - Realizar un análisis de la seguridad informática dentro del proyecto y el conjunto de sus tareas. - Desarrollo de un Plan de Seguridad completo que incluya todos los procesos necesarios para culminar el plan. 	Personal experto en seguridad informática (departamento de TIC).
Equipo de evaluación de riesgos	Analizar los riesgos del proyecto.	<ul style="list-style-type: none"> - Determinar las vulnerabilidades y amenazas. - Establecer las salvaguardias 	Personal compuesto por departamento legal, personal de

		necesarias. - Realización del Plan de Contingencia y el Plan de Continuidad.	seguridad informática y personal de dirección de estrategia de negocio.
Equipo DevOps	Desarrollar la aplicación.	- Analizar y desarrollar los requisitos de la interfaz y de la infraestructura. - Implantación del código y puesta en producción.	Personal experto en desarrollo de software del departamento de informática.
Equipo de <i>testing</i>	Comprobar la eficacia de la seguridad implantada y el funcionamiento sin errores graves de la plataforma.	- Realización de las pruebas pertinentes para comprobar la eficacia de las medidas de seguridad. - Elaboración de pruebas en diferentes niveles. - Realización de informe de resultado de pruebas.	Personal experto en seguridad informática, desarrollo y programación (departamento de seguridad informática o departamento de informática).
Auditor	Garantizar el funcionamiento y la seguridad de los procesos y la plataforma.	- Revisión de los procesos y procedimientos implantados. - Revisión de las pruebas realizadas - Elaboración de informe tras revisión.	Persona experta en seguridad informática que no haya participado en el proceso de desarrollo del proyecto.
Delegado de	Garantizar el	- Evaluación de impacto en la	Persona del

protección de datos	cumplimiento del RGPD.	protección de los datos sujetas al RGPD. - Verificar que la seguridad informática protege los datos personales que obtiene la empresa del personal y de los usuarios de la plataforma. - Promover auditorías de cumplimiento del RGPD.	departamento legal.
---------------------	------------------------	--	---------------------

Fuente: elaboración propia

6.10 RECURSOS DEL PROYECTO

Los recursos del proyecto se podrán dividir en inversiones y desarrollo y su importe será calculado de forma anual, puesto que la previsión de duración del proyecto es de 12 meses. Además, se estimarán los costes en años posteriores al mismo.

Tal y como se aprecia en la tabla 5, no están incluidos los gastos en personal puesto que dependerá de si este se desarrolla en una empresa ya establecida que cuenta con personal que destinará a la realización del proyecto o si en cambio, se desarrollará de forma independiente.

Tabla 5. Especificación de recursos del proyecto

Recursos		Importe (euros)	
Tipo	Concepto	1 año	Resto de años
Inversiones	Software (incluye el contrato SLA con servidor cloud)	42.000	55.000
	Formación	10.000	
	Hardware	*	
Desarrollo	Análisis de seguridad	15.000	
	Implantación del desarrollo	RRHH	
	Implantación de medidas de seguridad	RRHH	
	Auditoría	15.000	15.000
	Pruebas	RRHH	
Mantenimiento	10% de inversiones		7.000
	10% de desarrollos		14.000
Total		82.000	91.000

El gasto en software se ha calculado utilizando la calculadora de Amazon Web Services (AWS) realizando simulaciones con el contrato de diferentes servicios que ofrecen como por ejemplo EC2 para las máquinas virtuales y las bases de datos, y S3 para el almacenamiento. Se prevé que al año siguiente los costes en software, es decir, en el servidor cloud aumentarían ya que comenzaría a funcionar como plataforma y el tráfico en el mismo aumentaría. Sin embargo, estos costes también podrían verse reducidos dependiendo del paquete de suscripción que se elija con el servidor cloud. Para ellos se ha realizado una estimación de los costes en la nube con AWS, representando diferentes escenarios tal y como muestra la tabla 4.

Tabla 6. Estimación del coste de desarrollo de la infraestructura

TCO Summary of Web Application Scenarios						
Usage Patterns	Steady-State		Spiky but Predictable		Uncertain and Unpredictable	
Options	On-Premises	AWS ¹	On-Premises	AWS ¹	On-Premises	AWS ¹
Total – Per Month	\$1,932	\$618	\$3,220	\$791	\$5,152	\$1,051
Total – 3 Years	\$69,552	\$22,260	\$115,920	\$28,491	\$185,472	\$37,843
Savings over On-Premises Option		68%		75%		80%

¹ AWS costs based on recommended configuration for each scenario.

El primero de los escenarios, *Steady-State*, contempla un uso estable y correspondiente a las estimaciones de cálculo de datos realizadas durante el desarrollo del proyecto, en este caso el precio sería de 19.764,65 euros firmando un acuerdo de tres años con una totalidad de instancias reservadas. Este tipo de opción es viable para aquellas empresas que ya conocen actualmente el tráfico de sus plataformas y por tanto, tienen un cálculo estimado muy ajustado a la realidad.

Para el segundo caso, *Spiky but Predictable*, se estima un coste total de 25.297,16€, que sería el recomendado para aquellas plataformas que tienen temporalidad en el uso de las mismas, con picos de uso. En este caso, la opción más recomendada según la calculadora de AWS es combinar la opción son las instancias reservadas de 3 años de uso intensivo para el estado de referencia estable en instancias de tráfico combinado con la baja demanda para los momentos de pico, y que dejará de ejecutar estas instancias bajo demanda después de que el pico de tráfico disminuya, por lo que solo pagará la capacidad adicional cuando la necesite durante ese pico.

El último caso, y el más recomendable para el tipo de aplicación que se pretende desarrollar sería el *Uncertain and Unpredictable*. El coste de este asciende a 33.600,80€, siendo el más caro de todas las opciones posibles debido a que todos los servicios que se solicitarían serían bajo demanda.

Con las instancias bajo demanda, no se necesita planificar la capacidad con anticipación ni comprar ningún recurso con anticipación. Simplemente se puede iniciar y detener instancias de Amazon EC2 y RDS DB por las horas oportunas, y se facturan cada mes en función del uso.

Además para la formación, en caso de contratar AWS se pretende utilizar el servicio que ofrece durante un año gratuito para cada persona involucrada en el proyecto, teniendo además la opción de utilizar cualquier curso gratuito o de pago que provee el servidor una vez se registra un nuevo usuario. Si ocurriera este caso, la inversión en formación sería menor y podría utilizarse para otros gastos incurridos en el proyecto. Si se contratase otro servicio como por ejemplo

Microsoft Azure, y por consiguiente la formación no fuera gratuita, el compute completo de 10.000€ irían destinados a formación.

El hardware no ha sido valorado dentro de los recursos debido a que este podría ya existir y no tuviera que ser adquirido, si fuera el caso de una empresa inversora en el proyecto. Por el contrario, si el proyecto resultase en una *startup* habría que añadir el gasto que supusiera la compra del equipo hardware necesario.

Por último, aquellos gastos en los que se indica RR.HH se consideran nulos, es decir, sólo deberán abonarse el gasto en personal al equipo de proyecto involucrado, puesto que la inversión en software incluye todas las horas de funcionamiento de servidor cloud en las que se estaría desarrollando e implantando la aplicación.

Además, se ha sondeado el mercado de RR.HH para ver una estimación del salario anual del personal necesario, para así tener una idea general del gasto que supondría:

Tabla 7. Estimación de gasto en personal

Personal	Salario anual
Jefe de proyecto	35.000,00 €
Analista de software	27.000,00 €
Programador Junior	18.000,00 €
Programador Senior	40.000,00 €
Full Stack Developer	35.000,00 €
Experto en ciberseguridad	37.000,00 €
Tester Junior	27.000,00 €
Tester Senior	30.000,00 €
Scrum Master	50.000,00 €
	299.000,00 €

6.11 RIESGOS DEL PROYECTO

A continuación, se detallan los riesgos más destacables a los que puede enfrentarse el proyecto mediante una tabla que relaciona el riesgo, la forma en la que diera manifestarse y las salvaguardas establecidas para cada uno de ellos.

Tabla 8. Descripción de riesgos del proyecto

Descripción	Manifestaciones	Medidas para reducirlos
Los requisitos no están bien especificados al principio del proyecto.	<p>Los usuarios no aceptan inicialmente el catálogo de requisitos.</p> <p>El desarrollo se realiza en otra dirección.</p>	<p>Planificación de diferentes versiones posibles del producto o plataforma.</p> <p>Realización de un prototipo del entregable final.</p>
Retraso en el tiempo de entrega de los productos o entregables.	Las tareas se ven alargadas en el tiempo.	<p>División del proyecto en fases y hacer entregas sucesivas en el tiempo.</p> <p>En caso necesario ampliar el horario de trabajo, o posibilitar las horas extras.</p> <p>Reajuste del proyecto, las tareas y el diagrama de Gantt.</p>
No entendimiento de la integración de las herramientas en el sistema de <i>cloud</i> .	<p>No se entiende el funcionamiento de los servicios <i>cloud</i>.</p> <p>Surgen nuevos requisitos o nuevas necesidades de formación.</p>	<p>Adecuación del proyecto a las nuevas herramientas.</p> <p>Reajuste del presupuesto.</p> <p>Análisis de alternativas más viables.</p> <p>Ampliación de la formación.</p>
Cálculo inadecuado de costes.	El presupuesto se agota antes de la finalización por que no se ha calculado	División de las fases del proyecto para repartir los costes.

	correctamente.	Acotación del alcance.
Falta de normas y procedimientos.	No se han previsto las suficientes políticas, procesos y/o procedimientos.	Análisis de los procedimientos existentes. Redacción de nuevos procedimientos adecuados al entorno del proyecto.
La formación resulta difícil de seguir.	El personal no entiende los contenidos de la formación o no sabe aplicarlos posteriormente.	Cambio de formador, aumento de tareas prácticas. Establecer evaluaciones y recompensas.
Falta de integración en cultura DevOps.	El equipo no se integra suficientemente bien y no existe una forma de trabajar ágil y eficiente.	Establecimiento de un aumento en formación. Realización de medidas de comunicación de la cultura DevOps.
Se produce una brecha de seguridad en la protección de datos.	Personas externas a la organización consiguen datos personales no autorizados.	Realización de test de seguridad informática. Implantación de medidas adicionales de cifrado.
Caída o quiebra del servidor <i>cloud</i> .	El servidor <i>cloud</i> deja de ofrecer sus servicios de forma temporal por causas externas a la organización.	Realización de copias de seguridad externas al servidor, tanto semanales y diarias.

Además de los riesgos propios del proyecto, es también importante tener en cuenta los riesgos ligados a la ciberseguridad. El proyecto al ser desarrollado en la nube podrá sufrir diferente tipo de riesgos una vez comience a implementarse.

Los riesgos encontrados más significativos son los siguientes:

Tabla 9. Riesgos de ciberseguridad

Riesgo	Descripción	Salvaguarda
Disponibilidad del servicio	El proveedor de servicio experimenta una caída.	Centro de datos alternativo con copias de seguridad semanales.
Lock-in de datos	Los clientes no pueden extraer fácilmente sus datos y programas de un sitio a funcionar en otro.	Estandarización de las API para que un desarrollador de SaaS pueda desplegar servicios y datos a través de múltiples proveedores evitando que el fallo de una sola empresa se lleve todas las copias de datos de clientes con ella.
Confidencialidad de los datos	Los datos están expuestos puesto que los contiene el proveedor del servicio. En caso de un ataque, estos podrían ser vulnerados.	Cifrar los datos almacenados, redes virtuales de área local, y redes de middleboxes.
Desconocimiento de los usuarios administradores de cloud	Deterioro de la seguridad por falta de conocimiento de la infraestructura <i>cloud</i> .	Realizar un seguimiento de <i>logs</i> (registro de actividad) de aplicaciones y datos. Monitorizar y recibir alertas sobre el uso de información crítica.

Una vez se han estimado los posibles riesgos y el plan de contingencia de los mismos, es necesario calcular los costes de los mismos, así como su relación con las diferentes tareas establecidas en el proyecto para poder tener en cuenta este tipo de gastos en caso de que incurrieran. Estas relaciones se representan en la tabla 8.

El cálculo del impacto y la probabilidad se ha realizado conforme a la siguiente tabla:

Tabla 10. Relación probabilidad e impacto

Probabilidad	Impacto
Bajo	0,1
Medio	0,4
Alto	0,7

Tabla 11. Gestión de riesgos y costes asociados

Descripción	Probabilidad	Impacto	Valoración	Tareas afectadas	Coste potencial	Valor esperado
No entendimiento de la integración de las herramientas en el sistema de <i>cloud</i>	0,4	0,7	0,28	Desarrollo de la plataforma Formación y comunicación	70000	19600
Los requisitos no están bien especificados al principio del proyecto.	0,4	0,7	0,28	Desarrollo de la plataforma	60.000	16800
Se produce una brecha de seguridad en la protección de datos	0,4	0,7	0,28	Implementación de medidas de seguridad Funcionamiento y mantenimiento continuo de la aplicación	51000	14280
Cálculo inadecuado de costes	0,4	0,1	0,04	Cualquier tarea podría verse afectada	200000	8000
Falta de integración en cultura DevOps	0,1	0,4	0,04	Formación en cultura de desarrollo ágil DevOps Desarrollo de la plataforma	70000	2800
Retraso en el tiempo de entrega de los productos o entregables	0,1	0,1	0,01	Cualquier tarea podría verse afectada	200000	2000
Caída o quiebra del servidor <i>cloud</i>	0,1	0,7	0,07	Funcionamiento y mantenimiento continuo de la aplicación	21.000	1470
Falta de normas y procedimientos	0,1	0,1	0,01	Planificación del desarrollo	60000	600
La formación resulta difícil de seguir	0,1	0,4	0,04	Plan de formación y comunicación	10000	400
					Total	65.950,00 €

7 CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS

En este trabajo se ha realizado la definición y el diseño de un proyecto informático aplicado al área económica de la economía circular. Durante este proceso se ha realizado un estudio del arte dentro de la economía circular, se ha profundizado concretamente en la gestión de residuos y en la posibilidad de tratar los mismos como materias primas secundarias.

Se ha podido observar que la economía circular todavía se encuentra en una fase muy temprana en cuanto a su implementación. Para poder impulsar la transición de una economía lineal a una economía circular es necesario disponer de un apoyo institucional, una concienciación ciudadana y empresarial y, por último, de una serie de herramientas que sirvan de instrumento a los agentes involucrados en el proceso.

Entre las herramientas de las que se dispone se ha profundizado en las herramientas digitales englobadas en la Industria 4.0, analizando lo que se conoce como la digitalización de la economía circular. Dentro de la misma, se han examinado casos internacionales de empresas que impulsen la circularidad mediante el uso de la tecnología y se ha encontrado un nicho de mercado aun no explotado en el territorio de España.

Esta oportunidad surge en la creación de un mercado de materias primas secundarias, aquellos materiales que suponen actualmente residuos para las empresas y cuya vida útil resulta muy corta. Por tanto, se ha aprovechado este hallazgo para desarrollar una plataforma digital que posibilite a las empresas la compraventa de materiales. El público objetivo elegido de la misma son las pequeñas y medianas empresas debido a la falta de capacidades digitales e información que experimentan, así como escasez de recursos. El área geográfica elegida es la Comunidad de Madrid debido a su gran potencial económico y la alta concentración y movimiento de recursos en esta zona.

Para la realización del proyecto se ha elegido desarrollar una metodología de trabajo ágil DevOps, ya que debido a la novedad de la plataforma se estima que el alcance y la especificación de los requisitos pueden ir variando en el tiempo y, por tanto, el desarrollo mediante *Sprints* posibilita ir obteniendo los resultados de una manera más rápida y los posibles cambios requeridos no afectarían al resto de tareas del desarrollo.

Como no se cuenta con ningún tipo de inversor en estos momentos y dada la flexibilidad requerida se ha optado por realizar todo el proyecto en un entorno *cloud*, concretamente mediante el servicio de IaaS que ofrece precios muy competitivos en el mercado y, por tanto, disminuye exponencialmente los costes de realización.

La pieza fundamental del desarrollo de la aplicación se ha encontrado en la definición de una arquitectura en forma de estructuración de datos compleja, en la que se deben almacenar los datos de las empresas de manera ordenada y vinculada. Por ello se ha definido una estructura multicapa que permita la creación de nodos y conexiones entre las mismas, identificando flujos de materiales existentes y posibilitando la creación de nuevos flujos.

Una vez definidas las tareas y los agentes involucrados, se estima la duración del proyecto en 12 meses con un coste total de 82.000€, excluidos los gastos en personal.

El principal problema que se ha encontrado durante el diseño del trabajo ha sido la especificación de un sector específico con el cual comenzar a utilizar la plataforma a crear. Esto se debe a que una delimitación del sector o de industria limitaría el potencial funcionamiento de la plataforma. Sin embargo, un análisis y estudio más profundizado en esta área podría realizarse de manera complementaria a este trabajo y así, de esta forma, garantizar un porcentaje de éxito mayor en la implantación del proyecto.

Adicionalmente para futuros proyectos relacionados, debería de realizarse una estimación del coste que complemente el plan de negocio y permita, mediante el sondeo y estudio de posibles empresas potencialmente usuarias, calcular el precio de venta que se ofrecería a las empresas interesadas en utilizar la aplicación. Este cálculo también podría realizarse mediante la realización de simulaciones teniendo en cuenta tanto el número posible de empresas involucradas como la variedad de sectores industriales participantes.

La segunda limitación es la inclusión de los materiales secundarios en la plataforma sin tener en cuenta el resto de los materiales del ciclo productivo de las empresas usuario. Al no obtener el ciclo completo de sus flujos de materiales, es más escasa la posibilidad de crear nuevos vínculos entre las empresas debido a la reducción de datos. Para futuros proyectos sería interesante incluir dentro de la plataforma todo tipo de materiales, tanto materias primas como materias primas secundarias.

BIBLIOGRAFÍA

Alex H.Lang, S. V. H. C. L. Z. J. Y. O. B., 2018. PointPillars: Fast Encoders for Object Detection from Point Clouds. p. 9.

Anderson, E. C. & Minor, E. S., 2017. *Vacant lots: An underexplored resource for ecological and social benefits in cities.* [En línea] Available at: <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2016.11.015> [Último acceso: Marzo 2020].

Angioletti, C. . M. y otros, 2016. *Additive Manufacturing as an opportunity for supporting sustainability through implementation of circular economies.* [En línea] Available at: https://www.researchgate.net/publication/312626449_Additive_Manufacturing_as_an_opportunity_for_supporting_sustainability_through_implementation_of_circular_economies [Último acceso: Marzo 2020].

Angulo, R., 2013. *Aplicaciones móviles híbridas: lo mejor de dos mundos.* [En línea] Available at: <https://cmapspublic2.ihmc.us/rid=1NTQ9NMKD-R1SKBP-24M4/Aplicaciones%20moviles%20hibridas-%20lo%20mejor%20de%20dos%20mundos.pdf> [Último acceso: Abril 2020].

Atos, 2020. *Digital Shockwaves in Business.* [En línea] Available at: https://atos.net/content/mini-sites/journey-2020/?utm_source=ascent.atos.net/journey-2020/&utm_medium=301 [Último acceso: Marzo 2020].

Banyan Nation, 2020. *What We Do.* [En línea] Available at: <http://www.banyannation.com/> [Último acceso: Mayo 2020].

Berg, H. & Wilts, H., 2018. *Digital platforms as marketplaces for the circular economy—requirements and challenges.* [En línea] Available at: https://www.researchgate.net/publication/325975161_Digital_platforms_as_market_places_for_the_circular_economy-requirements_and_challenges [Último acceso: Abril 2020].

Bichen Wu, A. W. X. Y. K. K., 2017. SqueezeSeg: Convolutional Neural Nets with Recurrent CRF for Real-Time Road-Object Segmentation from 3D LiDAR Point Cloud.

Circularise, 2020. *whitepaper*. [En línea]
Available at: <https://static1.squarespace.com/static/5d666c64b398180001b2a11f/t/5dd2dd04d297787c0e4e1478/1574100230037/Circularise+Whitepaper.pdf>
[Último acceso: Abril 2020].

Circularity Capital, 2020. *Grover*. [En línea]
Available at: <https://circularitycapital.com/grover-portfolio>
[Último acceso: Abril 2020].

CircularOnline, 2020. *Coronavirus labelled “wakeup call” to governments and waste sector*. [En línea]
Available at: <https://www.circularonline.co.uk/news/coronavirus-is-wakeup-call-to-governments-and-waste-sector>
[Último acceso: Mayo 2020].

Comisión Europea, 2018. *Measuring progress towards circular economy in the European Union – Key indicators for a monitoring framework*. [En línea]
Available at: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=SWD:2018:17:FIN>
[Último acceso: Abril 2020].

Comisión Europea, 2019. *Circular Economy: Closing the Loop*. [En línea]
Available at: https://ec.europa.eu/commission/sites/beta-political/files/circular-economy-factsheet-general_en.pdf
[Último acceso: Marzo 2020].

Comisión Europea, 2019. *Directive 2008/98/EC on waste (Waste Framework Directive)*. [En línea]
Available at: <https://ec.europa.eu/environment/waste/framework/index.htm>
[Último acceso: Abril 2020].

Comisión Europea, 2020. *Nuevo Plan de acción para la economía circular por una Europa más limpia y más competitiva*. [En línea]
Available at: <https://eur-lex.europa.eu/legal->

<content/ES/TXT/HTML/?uri=COM:2020:98:FIN&from=EN>

[Último acceso: Abril 2020].

Comisión Europea, 2020. *Shipments of waste in the EU in the context of the Coronavirus crisis*. [En línea]

Available at: https://ec.europa.eu/environment/waste/shipments/pdf/waste_shipment_and_COVID19.pdf

[Último acceso: Mayo 2020].

Comisión Europea, 2020. *Statistics on environmental infringements*. [En línea] Available at: <https://ec.europa.eu/environment/legal/law/statistics.htm>

[Último acceso: Abril 2020].

Condamine , P., 2020. *The Story of Too Good To Go*. [En línea] Available at: <https://zerowasteurope.eu/2020/01/the-story-of-too-good-to-go/>

[Último acceso: Abril 2020].

Covestro, 2020. *Circularise, Covestro and Domo showcasing plastics traceability solution at CES 2020*. [En línea]

Available at: <https://www.covestro.com/press/circularise-covestro-and-domo-showcasing-plastics-traceability-solution-at-ces-2020>

[Último acceso: Abril 2020].

David, R. & Arturo, M., 2012. *Green Virtual Enterprise Breeding Environments: A Sustainable Industrial Development Model for a Circular Economy*. [En línea]

Available at: [https://www.researchgate.net/deref/http%3A%2F%2Fdx.doi.org%2F10.1007%2F978-3-642-32775-](https://www.researchgate.net/deref/http%3A%2F%2Fdx.doi.org%2F10.1007%2F978-3-642-32775-9_43?sg%5B0%5D=kNKsteTvb_ARUCg54J6ZCyVoDgZMYi3VbPaRT6P2W6Ycm2RjlHV3mel8hdotC_Oih6p1_xrR0vVSsw5oV0BC3tAN7g.Crf8NZgF0Uw0xGg2QKfSqLsQ_fjXQ6VBtLEolw4XtW3TfQpkVjEiuofA39Ko-)

[9_43?sg%5B0%5D=kNKsteTvb_ARUCg54J6ZCyVoDgZMYi3VbPaRT6P2W6Ycm2RjlHV3mel8hdotC_Oih6p1_xrR0vVSsw5oV0BC3tAN7g.Crf8NZgF0Uw0xGg2QKfSqLsQ_fjXQ6VBtLEolw4XtW3TfQpkVjEiuofA39Ko-](https://www.researchgate.net/deref/http%3A%2F%2Fdx.doi.org%2F10.1007%2F978-3-642-32775-9_43?sg%5B0%5D=kNKsteTvb_ARUCg54J6ZCyVoDgZMYi3VbPaRT6P2W6Ycm2RjlHV3mel8hdotC_Oih6p1_xrR0vVSsw5oV0BC3tAN7g.Crf8NZgF0Uw0xGg2QKfSqLsQ_fjXQ6VBtLEolw4XtW3TfQpkVjEiuofA39Ko-)

David, R. & Noran, O., 2017. *Towards Green Sensing Virtual Enterprises: Interconnected Sensing Enterprises, Intelligent Assets and Smart Products in the Cyber-Physical Circular Economy*. [En línea]

Available at: <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2017.08.1944>

[Último acceso: Abril 2020].

Docker, s.f. *Manual de Docker.* [En línea]
Available at: <https://docs.docker.com/>

Ecoembes, 2019. *Las cifras del reciclaje.* [En línea]
Available at: <https://www.ecoembes.com/sites/default/files/cifras-reciclaje-2018.pdf>
[Último acceso: Abril 2020].

Eisenmann, . T. R., Parker , G. G. & Van Alstyne, M. W., 2016. *Strategies for two-sided markets.* [En línea]
Available at: <https://hbr.org/2006/10/strategies-for-two-sided-markets>
[Último acceso: Marzo 2020].

EIT Raw Materials, 2020. *Saneral.* [En línea]
Available at: <https://eitrawmaterials.eu/supportedstartups/saneral>
[Último acceso: Abril 2020].

EIT RawMaterials, 2020. *Circularise.* [En línea]
Available at: <https://eitrawmaterials.eu/supportedstartups/circularise/>
[Último acceso: Abril 2020].

El Economista, 2020. *Reull: "Too Good To Go no es solo una app, es un movimiento de 'waste warriors' que quiere frenar el desperdicio de comida".* [En línea]
Available at: <https://www.eleconomista.es/tecnologia/noticias/10326948/01/20/Reull-Too-Good-To-Go-no-es-solo-una-app-es-un-movimiento-de-waste-warriors-que-quiere-frenar-el-desperdicio-de-comida.html>
[Último acceso: Abril 2020].

Ellen MacArthur Foundation, 2013. *MacArthur E (2013). Towards the circular economy, economic and business rationale for an accelerated transition..* [En línea]
Available at: https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/TCE_Ellen-MacArthur-Foundation_9-Dec-2015
[Último acceso: Febrero 2020].

Ellen MacArthur Foundation, 2016. *Intelligent Assets: Unlocking the Circular Economy Potential.* [En línea]
Available at: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/publications/EllenMacArthurFoundat>

ion_Intelligent_Assets_080216.pdf

[Último acceso: Marzo 2020].

Ellen MacArthur Foundation, 2019. *Cities in the circular economy*. [En línea]
Available at: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/Cities-in-the-Circular-Economy-The-Role-of-Digital-Tech.pdf>.

[Último acceso: Marzo 2020].

EME, 2019. *What Happens When Secondary Materials Find Each Other On Our Dating Site?*. [En línea]
Available at: <https://excessmaterialsexchange.com/pilot-report-release/>

[Último acceso: Mayo 2020].

EME, 2020. *The most valuable match*. [En línea]
Available at: <https://excessmaterialsexchange.com/>

[Último acceso: Mayo 2020].

Enel, 2018. *Cities of Tomorrow: Circular Cities*. [En línea]
Available at: https://www.enel.com/content/dam/enel-com/media/document/cities-of-tomorrow_en.pdf

[Último acceso: Marzo 2020].

Esmailian, B. y otros, 2018. *The future of waste management in smart and sustainable cities: A review and concept paper*. [En línea]
Available at: https://www.researchgate.net/publication/328188191_The_future_of_waste_management_in_smart_and_sustainable_cities_A_review_and_concept_paper

[Último acceso: Abril 2020].

Eurostat, 2019. *Waste Statistics*. [En línea]
Available at: https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Waste_statistics.

[Último acceso: Marzo 2020].

Eurostat, 2020. *Circular material use rate*. [En línea]
Available at: https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/cei_srm030/default/bar?lang=en

[Último acceso: Abril 2020].

Eurostat, 2020. *EU circular material use rate*. [En línea]
Available at: <https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-eurostat-news/-/DDN-20200312-1>
[Último acceso: Abril 2020].

Eurostat, 2020. *Trade in recyclable raw materials*. [En línea]
Available at: https://ec.europa.eu/eurostat/cache/metadata/en/cei_srm020_esmsip2.htm
[Último acceso: Marzo 2020].

FEAD, 2015. *A circular economy needs resilient markets for secondary raw materials*. [En línea]
Available at: <https://recyclingportal.eu/Archive/14458>
[Último acceso: Marzo 2020].

Gawer, A. & Cusumano, M. A., 2014. *Industry Platforms and Ecosystem Innovation*. [En línea]
Available at: https://www.researchgate.net/publication/261330796_Industry_Platforms_and_Ecosystem_Innovation
[Último acceso: Abril 2020].

Global Footprint Network, 2019. *Footprint Calculator*. [En línea]
Available at: <https://www.footprintnetwork.org/>
[Último acceso: Abril 2020].

Grover, 2020. *Grover*. [En línea]
Available at: <https://www.grover.com/de-en>
[Último acceso: Abril 2020].

Herterich, M. M., Uebernickel, F. & Brenner, W., 2015. *The Impact of Cyber-physical Systems on Industrial Services in Manufacturing*. [En línea]
Available at: <https://doi.org/10.1016/j.procir.2015.02.110>
[Último acceso: Abril 2020].

Iacovidou, E. & Purnell, P., 2017. *Sustainability in the built environment: A typology system for supporting construction components reuse*. [En línea]
Available at: https://www.researchgate.net/publication/318462761_Sustainability_in_the_built_environment_A

typology system for supporting construction components reuse

[Último acceso: Marzo 2020].

INE, 2019. *Empresas por CCAA, actividad principal (grupos CNAE 2009) y estrato de asalariados.* [En línea]

Available at: <https://www.ine.es/jaxiT3/Datos.htm?t=298#!tabs-grafico>

[Último acceso: Mayo 2020].

INE, 2020. *Contabilidad Nacional de España (CNE).* [En línea]

Available at: https://www.ine.es/prensa/pib_prensa.htm

[Último acceso: Abril 2020].

International Energy Agency, 2008. *World Energy Outlook*, Paris: s.n.

IPYME, 2019. *Cifras PyME.* [En línea]

Available at: <http://www.ipyme.org/es-ES/ApWeb/EstadisticasPYME/Documents/CifrasPYME-enero2019.pdf>

[Último acceso: Mayo 2020].

IRP, 2016. *Evaluación del Consumo Mundial de Recursos.* [En línea]

Available at:

https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwjPo_3jIZbqAhVr5OAKHaxhBCYQFjAAegQIBBAB&url=https%3A%2F%2Fwww.resourcepanel.org%2Ffile%2F977%2Fdownload%3Ftoken%3Dgu6ewaKC&usg=AOvVaw2X9pToe6Xn3wIjmptPgnym

[Último acceso: Febrero 2020].

Konietzko, J., Bocken, N. & Hultink, E. J., 2019. *Online Platforms and the Circular Economy.* [En línea]

Available at:

https://www.researchgate.net/publication/331294313_Online_Platforms_and_the_Circular_Economy

[Último acceso: Abril 2020].

Kouhizadeh , M., Sarkis, J. & Zhu , Q., 2019. *At the Nexus of Blockchain Technology, the Circular Economy, and Product Deletion.* [En línea]

Available at: <https://doi.org/10.3390/app9081712>

[Último acceso: Marzo 2020].

Lacy, P. & Rutqvist, J., 2015. *Waste to Wealth*. [En línea]
Available at: <http://link.springer.com/10.1057/9781137530707>
[Último acceso: Abril 2020].

Lewandowski, M., 2016. *Designing the Business Models for Circular Economy—Towards the Conceptual Framework*. [En línea]
Available at: https://www.researchgate.net/publication/291171892_Designing_the_Business_Models_for_Circular_Economy-Towards_the_Conceptual_Framework
[Último acceso: 2020 Abril].

Loorbach, D. y otros, 2016. *Governance of Urban Sustainability Transitions: European and Asian Experiences*. s.l.:Springer Japan.

Mahmood, Z., 2019. *The Internet of Things in the Industrial Sector: Security and Device Connectivity, Smart Environments, and Industry 4.0*. s.l.:Springer.

Materials Marketplace, 2020. *Michigan Materials Marketplace*. [En línea]
Available at: <https://michigan.materialsmarketplace.org/>
[Último acceso: Mayo 2020].

Menikpura, N., Sang-Arun, J. & Bengtsson, M., 2013. *Integrated Solid Waste Management: An Approach for Enhancing Climate Co-benefits through Resource Recovery*. [En línea]
Available at: https://www.researchgate.net/publication/236900638_Integrated_Solid_Waste_Management_An_Approach_for_Enhancing_Climate_Co-benefits_through_Resource_Recovery
[Último acceso: Marzo 2020].

Microsoft Azure, 2020. *¿Qué es DevOps?*. [En línea]
Available at: <https://azure.microsoft.com/es-es/overview/what-is-devops/>
[Último acceso: Junio 2020].

Ministerio de Economía, Industria y Competitividad, 2018. *España Circular 2030*. [En línea]
Available at: https://www.miteco.gob.es/images/es/180206economicircular_tcm30-440922.pdf
[Último acceso: Abril 2020].

Ministerio de Fomento, 2018. *Áreas urbanas en España 2018. Constitución, Cuarenta años de las ciudades españolas.* [En línea] Available at: <https://apps.fomento.gob.es/CVP/handlers/pdfhandler.ashx?idpub=BAW058> [Último acceso: Marzo 2020].

Ministerio para la transición ecológica y el reto demográfico, 2020. *Estrategia Española de Economía Circular.* [En línea] Available at: <https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/economia-circular/estrategia/> [Último acceso: 2020 Mayo].

Moreno, M. & Charnley, F., 2016. *Can re-distributed manufacturing and digital intelligence enable a regenerative economy? An integrative literature review.* [En línea] Available at: https://www.researchgate.net/publication/303749438_Can_re-distributed_manufacturing_and_digital_intelligence_enable_a_regenerative_economy_An_integrative_literature_review [Último acceso: Marzo 2020].

Mundial, Banco, 2018. *What a Waste 2.0 : A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050.* Washington, DC: s.n.

Nasiri, M., Tura, N. & Ojanen, V., 2017. *Developing Disruptive Innovations for Sustainability: A Review on Impact of Internet of Things (IOT).* [En línea] Available at: <http://dx.doi.org/10.23919/PICMET.2017.8125369> [Último acceso: Abril 2020].

Nutonomy, s.f. *PointPillars for KITTI object detection.* [En línea] Available at: <https://github.com/nutonomy/second.pytorch> [Último acceso: 07 02 2019].

OECD, 2005. *Improving Recycling Markets.* Working Group on Waste Prevention and Recycling.

ONU, 2018. *Las ciudades seguirán creciendo, sobre todo en los países en desarrollo.* [En línea] Available at: <https://www.un.org/development/desa/es/news/population/2018-world-urbanization-prospects.html> [Último acceso: Marzo 2020].

Osterwalder , . A. & Pigneur, Y., 2014. *Business Model Generation*. s.l.:s.n.

Pagoropoulos, A., Pigosso, D. C. & McAloone, T. C., 2017. *The Emergent Role of Digital Technologies in the Circular Economy: A Review*. [En línea] Available at: <https://doi.org/10.1016/j.procir.2017.02.047> [Último acceso: Abril 2020].

Parlamento Europeo, 2017. *Infografía: las cifras del desperdicio de alimentos en la Unión Europea*. [En línea] Available at: <https://www.europarl.europa.eu/news/es/headlines/society/20170505STO73528/infografia-las-cifras-del-desperdicio-de-alimentos-en-la-union-europea> [Último acceso: Abril 2020].

Phung, C. G., 2019. *Implications of the circular economy and digital transition on skills and green jobs in the plastics industry*. [En línea] Available at: <http://journals.openedition.org/factsreports/5498> [Último acceso: Marzo 2020].

Prendeville, S., Bocken, N. & Cherimn, E., 2018. *Circular Cities: Mapping Six Cities in Transition*. [En línea] Available at: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2210422416300788?via%3Dihub> [Último acceso: Marzo 2020].

Red Hat, 2020. *¿Qué es IaaS?*. [En línea] Available at: <https://www.redhat.com/es/topics/cloud-computing/what-is-iaas> [Último acceso: Junio 2020].

Reuter , M. A., 2016. *Digitalizing the Circular Economy*. [En línea] Available at: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11663-016-0735-5> [Último acceso: Abril 2020].

Reuter, M. A. y otros, 2013. *Metal Recycling - Opportunities, Limits, Infrastructure - Summary Booklet*. [En línea] Available at: https://www.researchgate.net/publication/260432274_Metal_Recycling_-_Opportunities_Limits_Infrastructure_-_Summary_Booklet [Último acceso: Marzo 2020].

Rosa, P. y otros, 2019. *Assessing relations between Circular Economy and Industry 4.0: a systematic literature review*. [En línea] Available at: <https://doi.org/10.1080/00207543.2019.1680896> [Último acceso: Abril 2020].

Rysman, M., 2009. *The Economics of Two-Sided Markets*. [En línea] Available at: <https://pubs.aeaweb.org/doi/pdfplus/10.1257/jep.23.3.125> [Último acceso: Abril 2020].

Sarc, R. y otros, 2019. *Digitalisation and intelligent robotics in value chain of circular economy oriented waste management – A review*. [En línea] Available at: https://www.researchgate.net/publication/334147955_Digitalisation_and_intelligent_robotics_in_value_chain_of_circular_economy_oriented_waste_management_-_A_review [Último acceso: Marzo 2020].

Sharpe, R. G. y otros, 2018. *Cyber-Physical Systems in the re-use, refurbishment and recycling of used Electrical and Electronic Equipment*. [En línea] Available at: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.09.087> [Último acceso: Abril 2020].

Singh, P. & Dutta, D., 2001. *Multi-Direction Slicing for Layered Manufacturing*. [En línea] Available at: https://www.researchgate.net/publication/220517546_Multi-Direction_Slicing_for_Layered_Manufacturing [Último acceso: Marzo 2020].

Soroka, A., Liu, Y., Hanc, L. & Haleemc, M. S., 2017. *Big Data Driven Customer Insights for SMEs in Redistributed Manufacturing*. [En línea] Available at: <https://doi.org/10.1016/j.procir.2017.03.319> [Último acceso: 2020 Marzo].

The Conversation, 2020. *Rubbish is piling up and recycling has stalled – waste systems must adapt*. [En línea] Available at: <https://theconversation.com/rubbish-is-piling-up-and-recycling-has-stalled-waste-systems-must-adapt-137100> [Último acceso: Mayo 2020].

The Plastics Exchange, 2020. *Market Update*. [En línea]
Available at: <http://www.theplasticsexchange.com/Research/WeeklyReview.aspx>
[Último acceso: Abril 2020].

Thompson, D. N., 2012. *Oracles: How prediction marketers turn employees into visionaries*. Harvard Business Review Press ed. s.l.:s.n.

UNFPA, 2017. *Estado de la población mundial 2017*. [En línea]
Available at: <https://www.unfpa.org/es/swop-2017>
[Último acceso: Marzo 2020].

Unión Europea, 2018. *ValueWaste: Unlocking new Value from urban bioWaste*. [En línea]
Available at: <https://circulareconomy.europa.eu/platform/en/good-practices/valuewaste-unlocking-new-value-urban-biowaste>
[Último acceso: Abril 2020].

Unreasonable Group, 2020. *Banyan Nation*. [En línea]
Available at: <https://unreasonablegroup.com/companies/banyan-nation/#video>
[Último acceso: Mayo 2020].

URJC, 2011. *Cloud Computing: fundamentos, diseño y arquitectura aplicados a un caso de estudio*. [En línea]
Available at: <https://ciencia.urjc.es/bitstream/handle/10115/5945/MemoriaTFMFINAL-2.pdf;jsessionid=7AEBA0F64D44C5FB33BB5C9AC820DEC0?sequence=1>
[Último acceso: Mayo 2020].

USBCSD, 2020. *FACILITATING COMPANY-TO-COMPANY INDUSTRIAL REUSE OPPORTUNITIES THAT SUPPORT THE CULTURE SHIFT TO A CIRCULAR, CLOSED-LOOP ECONOMY*. [En línea]
Available at: <https://usbcsd.org/materials>
[Último acceso: Mayo 2020].

ValueWaste, 2020. *Unlocking new value from urban biowaste*. [En línea]
Available at: <http://valuewaste.eu/>
[Último acceso: Abril 2020].

Williams, J., 2019. *Circular Cities: Challenges to Implementing Looping Actions*. [En línea]

Available at: <https://doi.org/10.3390/su11020423>.
[Último acceso: Marzo 2020].

Wilts, H. & Berg, H., 2017. *The digital circular economy: can the digital transformation pave the way for resource-efficient materials cycles?*. [En línea]
Available at: https://epub.wupperinst.org/frontdoor/deliver/index/docId/6978/file/6978_Wilts.pdf
[Último acceso: Abril 2020].

Wilts, H., 2016. Germany on the road to a circular economy?. *Friedrich-Ebert-Stiftung*, p. 22.

Zhong, S. & Pearce, J. M., 2018. *Tightening the loop on the circular economy: Coupled distributed recycling and manufacturing with recyclebot and RepRap 3-D printing*. [En línea]
Available at: <https://www.semanticscholar.org/paper/Tightening-the-loop-on-the-circular-economy%3A-and-Zhong-Pearce/6ac659d8864dfd8d384edfda696f67c79878617b>
[Último acceso: Marzo 2020].

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

Accenture, 2018. *Using digital tech to spin the circular economy*. Available at: <https://www.aeropowder.com/> [Último acceso: Febrero 2020].

Agunt Navarro R., Vicente Capella Hernandez J., 2017. *Desarrollo de aplicaciones en la nube (cloud computing), Trabajo Fin de Grado, Universidad Politécnica de Valencia*. Available at: <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/86557/AGUT%20-%20Desarrollo%20de%20aplicaciones%20en%20la%20nube%20%28Cloud%20Computing%29.pdf?sequence=1> [Último acceso: Febrero 2020].

Andrea Boeri, Jacopo Gaspari, Valentina Gianfrate, Danila Longo & Saveria O. M. Boulanger, 2019. *Circular city: a methodological approach for sustainable districts and communities. Eco-Architecture VII*.

Anthony T. Velte, Toby J. Velte, 2009. *Cloud Computing a practical approach*.

AWS, 2012. *The Total Cost of (non) Ownership of Web Applications in the Cloud*. Available at: https://media.amazonwebservices.com/AWS_TCO_Web_Applications.pdf [Último acceso: Junio 2020].

AWS, 2020. *Aspectos generales de la formación técnica digital y presencial de AWS*. Available at: <https://aws.amazon.com/es/training/course-descriptions/> [Último acceso: Junio 2020].

BGC, 2015. *Industry 4.0: The Future of Productivity and Growth in Manufacturing Industries*. Available at: https://www.bcg.com/publications/2015/engineered_products_project_business_industry_4_future_productivity_growth_manufacturing_industries.aspx [Último acceso: Abril 2020].

Bloomfield, Mark, and Shaun Borstrock ,2018 . Modeclix. *The Additively Manufactured Adaptable Textile.Materials Today Communications*. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.mtcomm.2018.04.002> [Último acceso: Abril 2020].

Bonilla E. *Diseño de un sistema de información para la gestión de medidas y modelados de transformadores de potencia*. Trabajo Fin de Carrera. Available at: <https://core.ac.uk/download/pdf/29402661.pdf> [Último acceso: Junio 2020].

Bullen, P.; Love, P., 2010. *The rhetoric of adaptive reuse or reality of demolition: Views from the field*. *Cities*. Vol. 27, pp. 215–224. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.cities.2009.12.005> [Último acceso: Marzo 2020].

Business and Sustainable Development Commission, 2017. *Better Business Better World: Executive Summary*.

Caggiano, Alessandra, 2018. *Cloud-Based Manufacturing Process Monitoring for Smart Diagnosis Services*. *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*. Vol.31, pp. 612-623. Available at: <https://doi.org/10.1080/0951192X.2018.1425552> [Último acceso: Junio 2020].

Casalins Pina M.J., 2010. *COTSRE+: Un método de desarrollo basado en componentes y requisitos*, Universidad de Murcia. Available at: <https://digitum.um.es/digitum/bitstream/10201/22710/1/Memoria.pdf> [Último acceso: Junio 2020].

Circul-r.com, 2020. Available at: <https://www.circul-r.com/> [Último acceso: Abril 2020].

Circulareconomy.europa.eu, 2020. *Map View, European Circular Economy Stakeholder Platform*. Available at: https://circulareconomy.europa.eu/platform/en/map-search?type=cecon_good_practice&key_area=All&title=&submit=Search [Último acceso: Abril 2020].

Comisión Europea, 2019. *Report on the implementation of the Circular Economy Action Plan*. Available at: https://ec.europa.eu/commission/sites/beta-political/files/report_implementation_circular_economy_action_plan.pdf [Último acceso: Febrero 2020].

Directiva 2008/98/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 19 de noviembre de 2008, sobre los residuos y por la que se derogan determinadas Directivas. Available at: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:32008L0098&from=ES> [Último acceso: Abril 2020].

Directiva 2018/851 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 30 de mayo de 2018, por la que se modifica la Directiva 2008/98/CE sobre los residuos. Available at: <https://www.boe.es/doue/2018/150/L00109-00140.pdf> [Último acceso: Abril 2020].

Eco-Business, 2020. *Coronavirus-Induced Oil Price Plunge Is Hurting The Circular Economy For Plastic.* Available at: <https://www.eco-business.com/news/coronavirus-induced-oil-price-plunge-is-hurting-the-circular-economy-for-plastic/> [Último acceso: Junio 2020].

Eco-circular, 2020. *Arquitectura Post Coronavirus: Diseño Adaptable Y Construcción Circular.* Available at: <https://eco-circular.com/2020/04/06/arquitectura-post-coronavirus-diseno-adaptable-y-construccion-circular> [Último acceso: Junio 2020].

El Diario, 2019. *España Sigue Estancada A La Cola Del Reciclaje En Europa.* Disponible en: https://www.eldiario.es/sociedad/Espana-estancada-cola-reciclaje-Europa_0_926707463.html [Último acceso: Junio 2020].

Ellen MacArthur Foundation, 2014. *Towards the circular economy: accelerating the scale-up across global supply chains.* Available at: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/publications/Towards-the-circular-economy-volume-3.pdf> [Último acceso: Marzo 2020].

Ellen MacArthur Foundation, 2019. *Artificial Intelligence and the Circular Economy: AI as a tool to accelerate the transition.* Available at: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/Artificial-intelligence-and-the-circular-economy.pdf> [Último acceso: Marzo 2020].

Epdata, 2019. *Recogida De Residuos, Datos Y Estadísticas.* Available at: <https://www.epdata.es/datos/recogida-residuos-datos-estadisticas/225> [Último acceso: Abril 2020].

Epdata, 2020. *España - Producto Interior Bruto (PIB) De España, Según La Contabilidad Nacional Trimestral.* Available at: <https://www.epdata.es/datos/pib-espana-ine-contabilidad-nacional-trimestra/36/espana/106> [Último acceso: Mayo 2020].

EU-Startups, 2019. *Creating A Circular Economy: If You're A Startup Reducing Waste, Apply for The Green Alley Award Now and Win €25K.* Available at: <https://www.eu-startups.com/2019/06/creating-a-circular-economy-if-youre-a-startup-reducing-waste-apply-for-the-greeny-alley-award-now-and-win-e25k-sponsored> [Último acceso: Abril 2020].

Eurostat, 2018. *Private investments, jobs and gross value added related to circular economy sectors*. Available at: https://ec.europa.eu/eurostat/tgm/refreshTableAction.do?tab=table&plugin=1&pcode=cei_cie010&language=en [Último acceso: Mayo 2020].

Eurostat, 2020. *Circular economy indicators*. Available at: <https://ec.europa.eu/eurostat/web/circular-economy/indicators/monitoring-framework> [Último acceso: Marzo 2020].

Forbes, 2019. *4 Environmental Startups Driving The Circular Economy*. Available at: <https://www.forbes.com/sites/meimeifox/2019/12/06/4-environmental-startups-driving-the-circular-economy/#5927b8dbc864> [Último acceso: Abril 2020].

German Institute for Economic Research, 2019. *The Demand for Primary and Secondary Raw Materials in the Mineral and Building Materials Industry in Germany up to 2030*. Available at: <https://www.extractiveshub.org/servefile/getFile/id/6750> [Último acceso: Marzo 2020].

Henning W, Holger B., 2017. *The Digital Circular Economy: Can the Digital Transformation Pave the Way for Resource-Efficient Materials Cycles?* International Journal Environmental Sciences and Natural Resources. Available at: <https://juniperpublishers.com/ijesnr/IJESNR.MS.ID.555725.php> [Último acceso: Marzo 2020].

Institución Futuro, 2015. *Mundo Urbano Vs. Mundo Rural, Institución Futuro*. Available at: <https://ifuturo.org/mundo-urbano-vs-mundo-rural> [Último acceso: Abril 2020].

Jia, Kai and Kenney, Martin and Mattila, Juri and Seppala, Timo, 2018. *The Application of Artificial Intelligence at Chinese Digital Platform Giants: Baidu, Alibaba and Tencent*, ETLA Reports. Available at: <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3154038> [Último acceso: Marzo 2020].

Lacovidou, E.& Purnell, 2016. *Mining the physical infrastructure: Opportunities, barriers and interventions in promoting structural components reuse*. Science of The Total Environment. Vol. 557, pp. 791–807. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.03.098> [Último acceso: Marzo 2020].

McAfee A, Brynjolfsson E., 2017. *Machine, platform, crowd: harnessing our digital future*. WW Norton & Company, New York.

Musgrove, A., 2020. *Grover Gets €41 Million To Take Tech Rental Global - Tech.Eu. Tech.eu*. Available at: <https://tech.eu/brief/grover-gets-e41-million-to-take-tech-rental-global/> [Último acceso: Abril 2020].

Porcelli, 2018. *Análisis legislativo del paradigma de la economía circular*. Revista Direito GV.

Prieto & Sandoval, 2017. *Economía circular: Relación con la evolución del concepto de sostenibilidad y estrategias para su implementación*.

Revente Hernández F., 2016. *Comparativa de la implementación y despliegue de una aplicación Web con distintos proveedores de servicio Cloud y no Cloud*, Trabajo Fin de Máster. Available at: <https://repositorio.upct.es/bitstream/handle/10317/6133/tfm-rev-com.pdf?sequence=1&isAllowed=y> [Último acceso: Junio 2020].

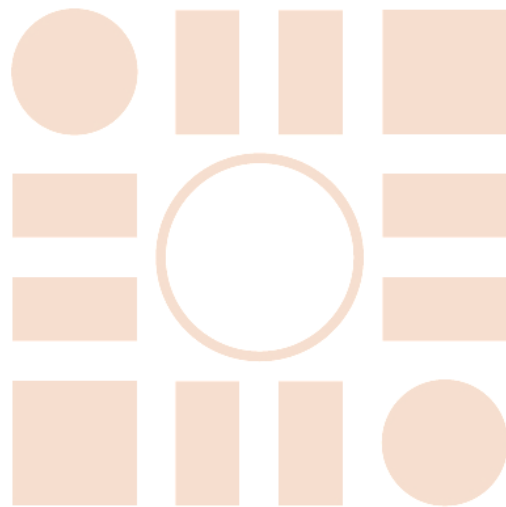
SYMBI Interreg Europe, 2018. *Input Study On "How To Stimulate Secondary Raw Material Markets" Workshop*. Available at: https://www.interregeurope.eu/fileadmin/user_upload/tx_tevprojects/library/file_1524152378.pdf [Último acceso: Marzo 2020].

Terrisse, A., 2020. *10 Promising Circular Economy Startups That Set Out To Make Our World A Better Place.EU-Startups*. Available at: <https://www.eu-startups.com/2019/08/10-promising-circular-economy-startups-that-set-out-to-make-our-world-a-better-place/> [Último acceso: Abril 2020].

Thompson D., 2012. *Oracles: How prediction marketers turn employees into visionaries*. Harvard Business Review Press.

World Economic Forum, 2019. *These 11 Companies Are Leading The Way To A Circular Economy*. Available at: <https://www.weforum.org/agenda/2019/02/companies-leading-way-to-circular-economy> [Último acceso: Abril 2020].

Universidad de Alcalá
Escuela Politécnica Superior



ESCUELA POLITECNICA
SUPERIOR



Universidad
de Alcalá