



Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales (ICADE)

**DEFINICIONES ESTRATÉGICAS PARA LA
DIGITALIZACIÓN DE UNA MEDIANA
AGROINDUSTRIA**

Autor: Paula Rodríguez Ruiz

Director: Raúl González Fabre

Coordinadores: Laura Fernández Triviño
María Jesús Giménez Abad
María Coronado Vaca

ÍNDICE DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE FIGURAS.....	3
ÍNDICE DE GRÁFICAS	3
RESUMEN	4
ABSTRACT.....	4
1. INTRODUCCIÓN.....	5
1.1. <i>Objetivos</i>	6
1.2. <i>Metodología</i>	7
1.3. <i>Desarrollo</i>	8
2. ¿QUÉ ES LA DIGITALIZACIÓN?.....	9
3. INDUSTRIA 4.0	12
3.1. <i>Concepto e historia</i>	12
3.2. <i>Beneficios y costes</i>	14
4. IMPLEMENTACIÓN DE LA INDUSTRIA 4.0 EN EMPRESAS MEDIANAS.....	18
4.1. <i>Factores a considerar</i>	18
4.2. <i>Riesgos</i>	22
5. CARACTERÍSTICAS DEL SECTOR QUESERO.....	23
5.1. <i>Digitalización en el sector quesero</i>	26
6. EMPRESA XYZ: FUNCIONAMIENTO DE LOS PROCESOS OPERATIVOS EN LA ETAPA PRE-DIGITALIZACIÓN. ¿CÓMO FUNCIONA ACTUALMENTE DICHA EMPRESA DURANTE ESTOS PROCESOS?	27
6.1. <i>Maquinaria por etapas del proceso de producción</i>	29
6.2. <i>Análisis DAFO</i>	33
7. PLAN DE DIGITALIZACIÓN PARA LA EMPRESA XYZ: DEFINICIONES ESTRATÉGICAS	35
7.1. <i>Maquinaria</i>	35
7.2. <i>Software</i>	38
7.3. <i>Siguientes líneas de acción</i>	41
8. CONCLUSIONES.....	42
9. LIMITACIONES	43
10. BIBLIOGRAFÍA.....	44

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1: PRODUCCIÓN INDUSTRIAL DE LECHE EN ESPAÑA	24
FIGURA 2: CONSUMO DE LECHE Y QUESO EN LOS HOGARES	25
FIGURA 3: CADENA DE PRODUCCIÓN EN LA EMPRESA XYZ.....	28
FIGURA 4: CUADRO RESUMEN DE LOS TIPOS DE MÁQUINA SEGÚN SU NIVEL DE DIGITALIZACIÓN.....	32
FIGURA 5: CUADRO RESUMEN DE LAS ALTERNATIVAS EN EL MERCADO.....	38

ÍNDICE DE GRÁFICAS

GRÁFICA 1: PRODUCCIÓN INDUSTRIAL DE LECHE EN ESPAÑA	24
---	----

RESUMEN

El propósito del presente trabajo es plantear las definiciones estratégicas para un plan de digitalización, con el objetivo de optimizar el proceso de producción de una empresa. Concretamente, se buscará perfeccionar dicho proceso a través de la incorporación de las herramientas que la Industria 4.0 proporciona. Las definiciones estratégicas se diseñarán para una empresa mediana del sector quesero en España. Para ello, se estudiará el concepto de digitalización y de Industria 4.0, detallando sus beneficios y costes, para proceder a examinar las necesidades actuales de la empresa analizada en base a su nivel actual de digitalización. Finalmente, se examinarán las principales alternativas de maquinaria y software en el mercado que la empresa podría incorporar a su línea de producción. Con ello, se describen las siguientes líneas de actuación recomendadas para el diseño de un plan de digitalización completo.

Palabras clave: Digitalización, Industria 4.0, proceso de producción, sector quesero, sector lácteo, agroindustria.

ABSTRACT

This paper proposes the strategic definitions for a digitalization plan, with the purpose of optimizing the production process of a company. Specifically, it will seek to improve this process through the incorporation of the tools provided by the Industry 4.0. The strategic definitions will be designed for a Spanish medium-sized company in the cheese sector. To this end, the concept of digitalisation and Industry 4.0 will be studied, detailing its benefits and costs, in order to examine the current needs of the company analysed based on its current level of digitalisation. Finally, the main alternatives of machinery and software in the market for the company to incorporate to its production chain will be examined. Thus, the following recommended lines of action are described for the design of a complete digitization plan.

Keywords: Digitalization, Industry 4.0, production process, cheese sector, dairy sector, agroindustry.

1. INTRODUCCIÓN

Durante las últimas décadas, la tecnología ha experimentado fuertes transformaciones, y el desarrollo informático ha revolucionado la forma en la que los mercados, empresas y consumidores vemos el mundo y operamos. Es indiscutible que la tecnología forma parte de nuestras vidas, y de nuestro día a día, ya sea mediante el uso de ordenadores, móviles o *Smart TVs*; para realizar nuestras compras *online*, revisar el correo, disfrutar de contenido digital como películas o libros, o controlar nuestras finanzas. Y por ello, es natural que estas prácticas y actualizaciones de las habilidades tecnológicas y sus usos se hayan trasladado a las empresas. Dichos cambios informáticos se han introducido de forma progresiva en el ámbito empresarial, hasta pasar a ser una pieza esencial del negocio y su funcionamiento diario y, en la actualidad, la digitalización afecta a todos los sectores, pues supone una nueva forma para los consumidores de entender el mundo. Dicho en otras palabras, resulta extremadamente improbable hallar una empresa, ya sea de menor o mayor tamaño, que no haga uso diario de alguna forma de tecnología moderna, y no haya sufrido cierto grado de transformación digital, a pesar de que tal introducción de lo digital tendrá una intensidad y urgencia distinta dependiendo de la naturaleza de la compañía.

La creciente globalización ha aumentado la competencia en los mercados, ha facilitado la internacionalización para las compañías, los consumidores son cada vez más analíticos y exigentes gracias a una mayor accesibilidad a la información, que por añadidura es cada día exponencialmente superior, y la rapidez de este acceso a ella también es creciente gracias al constante desarrollo de las tecnologías. Sin embargo, a causa de esta progresiva capacidad de exigencia y análisis de los consumidores, las empresas se confrontan a una mayor incertidumbre y, por tanto, complejidad en sus decisiones.

La digitalización de las empresas en todos sus procesos ha supuesto una gran ventaja e, incluso, una necesidad para mantenerse actualizado, competitivo y eficaz. Los constantes avances tecnológicos e informáticos permiten a las empresas, entre otras cosas, la realización de tareas rutinarias, la gestión interna y un control de datos cada vez más sencillos, rápidos y eficaces. De igual modo, los programas y recursos empleados por las compañías son cada vez más complejos y completos. Esto conlleva una correspondiente necesidad de formación y continua actualización.

1.1. Objetivos

El objetivo de este Trabajo de Fin de Grado es desarrollar las definiciones estratégicas para un plan de digitalización de la etapa de producción de una empresa real del sector secundario. Este trabajo se enfoca en examinar las diversas alternativas que la Cuarta Revolución Industrial ofrece para una empresa de estas características concretas.

Este proyecto se enfocará en la etapa de producción pues es donde se espera que el impacto sobre la eficiencia y su eficacia sea mayor, debido a las características particulares de la empresa, el sector y la situación en la que se encuentra actualmente en cuanto a progreso en la transformación digital. Concretamente, se centrará en quesos de pasta dura, pues representan la mayoría de las ventas de la empresa.

A continuación se plantean una serie de objetivos secundarios más específicos, necesarios para la consecución del propósito principal de este proyecto:

1. Análisis de qué es la digitalización y cómo afecta a las empresas. Para cumplir con el fin de realizar las definiciones estratégicas para la digitalización del proceso operativo de una empresa real será primero necesario entender este concepto y sus implicaciones.
2. Estudio de las características propias de la digitalización aplicada al sector agroindustrial, la denominada Industria 4.0, sus costes y beneficios.
3. Descripción del sector en el que opera nuestra compañía de referencia, las particularidades de éste, y sus dinámicas competitivas.
4. Análisis del proceso productivo de la empresa y su nivel de digitalización actuales.
5. Estudio base de las opciones disponibles en el mercado actual para la introducción de la Industria 4.0 al proceso productivo de la empresa.

La empresa para la que se estudiará y llevará a cabo un plan de transformación digital es una compañía tradicional de mediano tamaño perteneciente al sector secundario, dedicada concretamente a la fabricación de quesos, y a la cual me referiré a lo largo de este trabajo como Empresa XYZ, con el fin de mantener la anonimidad y privacidad de la compañía.

Este trabajo tiene el fin último de resultar de cierta utilidad para dicha empresa en aras de los constantes cambios de la industria y urgente necesidad por mantener a la compañía actualizada tecnológicamente. Consecuentemente, pretendo que suponga una herramienta de utilidad para poder reducir costes, mejorar la eficiencia de los procesos

operativos mencionados, y automatizar aquellos procesos que conlleven un ahorro de tiempo, entre otros beneficios.

1.2. Metodología

Para la comprensión de qué es digitalización e Industria 4.0 será necesaria una investigación teórica mediante una revisión bibliográfica. Esta búsqueda estará enfocada especialmente en la aplicación de dichos conceptos a empresas medianas del sector quesero.

Para la obtención de la información clave necesaria para entender en qué etapa de la transformación digital se encuentra actualmente la empresa (capítulo 6), y por tanto cuáles son sus necesidades reales, se obtendrá la colaboración de la propia empresa. Concretamente, datos cualitativos acerca de los métodos empleados actualmente en materia de digitalización, especificaciones acerca de su proceso productivo y maquinaria. La información pertinente acerca del proceso actual de producción será proporcionada por la Directora de Calidad de la Empresa XYZ, obtenida visitando la propia fábrica. De igual modo, se empleará información exterior disponible públicamente.

Para analizar la situación actual de la empresa será esencial determinar también en qué punto concreto del proceso de digitalización se encuentra, y cuáles son las necesidades y exigencias base de ésta. Para examinar las fortalezas y debilidades de dicha situación de la compañía se empleará un análisis DAFO, técnica desarrollada originalmente por Albert S. Humphrey. Esta herramienta permitirá analizar la situación en la que se encuentra esta compañía quesera y tomar decisiones estratégicas consecuentes para la transformación digital de la Empresa XYZ.

Finalmente, se desarrollará la primera parte del propio plan de digitalización, diseñando las medidas y líneas de actuación que servirán a la empresa para actualizarse y progresar en su proceso de transformación digital. Es decir, hablamos de la primera parte del plan pues en este trabajo no se llevará a cabo un cálculo presupuestario basado en un análisis de costo-beneficio, propio de un estudio de ingeniería económica. Haremos una primera indagación de las opciones y precios de mercado de las herramientas que la Industria 4.0 ofrece, para que la compañía pueda hacerse una idea aproximada de las implicaciones económicas que esta digitalización acarrearía.

1.3. Desarrollo

En el segundo capítulo se busca entender el concepto de digitalización, su proceso y su impacto sobre la gestión empresarial y, concretamente, la importancia de la digitalización en el proceso productivo en las empresas medianas.

En el capítulo 3, expondremos qué se entiende por Industria 4.0 y cuáles son las herramientas que ésta pone a disposición de empresas como la seleccionada para su modernización, sus costes y beneficios.

En el capítulo 4, se analizan los factores y fases a tener en cuenta, así como los riesgos que implica la incorporación de la Industria 4.0 en empresas de tamaño mediano, concretamente en los procesos de producción.

El capítulo 5 se centra en un estudio del sector quesero con el fin de entender sus particularidades y dinámicas. Con esto se busca comprender cómo la Industria 4.0 está involucrada en la realidad de los procesos operativos de forma más específica al tipo de empresa para la que vamos a realizar el plan de digitalización.

En el capítulo 6, nos enfocamos en el funcionamiento actual de la propia empresa durante la etapa productiva. Se examinará en qué punto concreto en materia de digitalización se encuentra, para poder conocer así cuales son sus carencias.

Finalmente, en el último capítulo del trabajo se definen las líneas estratégicas a seguir para el plan de digitalización de la Empresa XYZ y una primera indagación en las alternativas disponibles, que suponen los objetivos principales del proyecto. Así, se mostrarán las diversas opciones disponibles en el mercado para la digitalización de esta compañía de acuerdo a las herramientas proporcionadas específicamente por la Industria 4.0. Esto podría servir en un futuro como fase inicial para el desarrollo de un plan de digitalización completo basado en un análisis de costo-beneficio.

2. ¿QUÉ ES LA DIGITALIZACIÓN?

Por la rápida velocidad de avance de la tecnología, las empresas se ven obligadas a mantenerse constantemente alertas a las últimas innovaciones para poder satisfacer las necesidades de sus consumidores. Hacer uso de la tecnología y sus ventajas pasa a ser una necesidad, cada vez con más intensidad, que las empresas deben aceptar e introducir en su forma de funcionar en el día a día. Sin embargo, la mayoría de compañías tradicionales no terminan de comprender el concepto de digitalización y lo que ello implica. Las empresas digitales puras o nativas son aquellas que han sido creadas con capacidades digitales desde su inicio, manteniendo una relación estrecha y completamente vinculada a la tecnología, aplicando lo digital en todos sus procesos. Al contrario de estas empresas, las tradicionales no se caracterizan por la búsqueda constante de la innovación y la eficiencia interfuncional (CEOE, 2018). El objetivo de la digitalización para este segundo tipo, por tanto, será beneficiarse de algunos de estos recursos empleados por las empresas nativas con el fin de mejorar los procesos.

El concepto de digitalización se refiere esencialmente al proceso de transformación de lo análogo a lo digital. Así, supone un cambio en el modelo de negocio de una empresa mediante el uso de diversas tecnologías digitales que permiten la creación de valor e ingresos adicionales (Bloomberg, 2018). La digitalización abarca mucho más que la mera informatización de alguno de los procesos de la empresa, la creación de un CRM¹, el uso del marketing digital o de plataformas de venta online (tiendas online), a pesar de que sí puede incluir todas estas herramientas. Sin embargo, la clave del concepto de digitalización radica en su propósito estratégico de transformación de la empresa y su modelo de negocio como respuesta para la adaptación al cambio que han sufrido y continúan sufriendo los consumidores (García Real, 2019).

Por lo tanto y como se ha aludido ya anteriormente, digitalización es equivalente al conjunto de iniciativas que pretenden (1) una adaptación al cambio y a las nuevas formas de interactuar acorde a las necesidades digitales actuales, (2) transformación en

¹ Un CRM, o *Consumer Relationship Management* en inglés, es un software de empresa que permite manejar todas las relaciones e interacciones de la empresa con sus consumidores actuales y potenciales, permitiendo así a las compañías estar conectadas con sus consumidores, entender sus necesidades para poder anticiparse a ellas, agilizar los procesos e incrementar con ello la rentabilidad de sus acciones.

las acciones y manera de pensar de las empresas de la mano de la tecnología, y (3) actualización a las constantes innovaciones. Son cambios inevitables y esenciales para la supervivencia de toda empresa en un futuro no tan lejano. La transformación digital da lugar a numerosas oportunidades de mercado, a poder competir adaptándose a los clientes y sus necesidades personales particulares, favorece la flexibilidad de la compañía, y brinda la oportunidad de lograr un crecimiento económico exponencial (Cámara de Comercio de España, 2019).

La radicalidad de la transformación contextual causada por el desarrollo tecnológico para el mundo empresarial en particular, y el mundo en general, ha llevado a gran parte de los académicos a concluir que la transformación digital y la capacidad de adaptación de las empresas a esta nueva forma de funcionar suponen factores claves para su supervivencia. Es decir, como explican García López et al. (2017), al aplicar la Teoría Evolutiva al ámbito empresarial podemos razonar que sólo aquellas empresas que mejor se adapten a las nuevas situaciones lograrán sobrevivir. En este caso, aquellas que mejor adopten el nuevo contexto digital. Por lo tanto, se podría decir que la digitalización no constituye un fin en sí mismo, sino que es una herramienta o estrategia para alcanzar el éxito de la compañía o incluso su supervivencia, siendo también cierto que esta transformación es más apresurada y urgente en algunas industrias.

Tanto los académicos como las propias empresas son conscientes del aporte esencial que esta transformación tiene en la forma de interactuar con los clientes y el valor añadido que implica para la cadena de valor y los productos o servicios finales. Existe una creciente preocupación y énfasis en la importancia de la digitalización en el ámbito empresarial. Sin embargo, no son abundantes los estudios empíricos profundos acerca de cuáles son las capacidades de la digitalización, qué suponen para la empresa, cómo estas capacidades afectan o posibilitan la creación conjunta de valor entre las empresas y sus consumidores, o qué implican estos mecanismos de interacción para los modelos B2B (Lenka, Parida, & Wincent, 2016).

A pesar de que son los consumidores los verdaderos impulsores de esta transformación, pues suponen el centro de la revolución digital, estos cambios no afectan exclusivamente a empresas B2C, sino que también pueden ser aplicados en modelos B2B. Al tratarse de una empresa dedicada a la fabricación y comercialización de quesos, la empresa XYZ mantiene un modelo de negocio B2B esencialmente. Por lo tanto, este será el modelo en el que se centrará el trabajo y la consecuente investigación de mercado. No

obstante, es importante hablar también de los consumidores finales desde el punto de vista de su importancia como impulsores del cambio en el contexto digital.

La necesidad de digitalización surge como respuesta a un consumidor con acceso ilimitado a información instantánea, con capacidad inmediata de compra y la habilidad de comparar sus opciones de una forma más sencilla y rápida. Las Nuevas Tecnologías Digitales han supuesto una inapelable revolución de la forma en la que las empresas actúan e interaccionan con su entorno y sus consumidores. Los principales instrumentos empleados incluyen, entre otros, las innovaciones de la tecnología móvil, que permiten todo tipo de transformaciones en las interacciones; servicios en la nube, que facilitan y abaratan el acceso, recopilación y conservación de documentos; y la analítica empresarial, que permite obtener información clave acerca del negocio de modo rápido y sencillo. A estas tecnologías hay que añadir aquello que impulsa el crecimiento de esta transformación digital: los datos. El uso del Big Data, su gestión y almacenamiento dan pie a grandes ventajas para las empresas, ya que permiten la reducción de la incertidumbre. Conocer cómo actúa el consumidor de una forma más precisa, cuáles son sus expectativas, en qué se basa y qué piensa durante su proceso de compra, o qué necesidades son prioritarias para él, por ejemplo, permite a la empresa entender a sus consumidores y sus complejidades. Esto posibilita predecir de manera más exacta cuáles serán sus movimientos, con el fin de satisfacer sus necesidades y exigencias futuras.

La consultora de Gestión y Sistemas de Información Neteris (2016), una de cuyas especialidades son los Proyectos de Implementación de Soluciones Tecnológicas para empresas, establece una serie de principios que hay que tener presentes para entender qué es la digitalización. Según esta consultora experta, la transformación digital de una empresa surge como consecuencia de una estrategia pensada a nivel corporativo, siendo exclusivo e intransferible para cada empresa. Por otro lado, debe instaurarse coherente e integralmente a lo largo de toda la empresa, aunque esto no implica que se digitalicen todos sus procesos. El objetivo es que pase a formar parte de su cultura organizativa, pues la digitalización no implica solo la inclusión de nuevos recursos tecnológicos a la empresa, sino que la afecta en todos sus ámbitos.

3. INDUSTRIA 4.0

3.1. Concepto e historia

Una vez comprendido el concepto de digitalización en general podemos centrarnos en la revolución marcada por la Industria 4.0 en el ámbito empresarial y su efecto tanto en la gestión empresarial como desde el punto de vista del consumidor.

Mientras que la Primera Revolución Industrial transformó la realidad tecnológica, económica y social con la creación de la máquina de vapor y la mecanización de la industria, la Segunda Revolución Industrial ocurrió gracias a la energía eléctrica, con la división del trabajo, producción en serie y, consecuentemente, en masa. A principios de la década de 1960, la Tercera Revolución Industrial resultó del desarrollo informático, gracias a las tecnologías de la información y de la comunicación (TICs), favoreciendo la automatización, con mejoras en la productividad y la innovación. Actualmente, se está llevando a cabo un proceso de digitalización que supone una nueva Revolución Industrial. Esta cuarta revolución industrial implica la adopción de nuevas tecnologías a las empresas gracias a la hiperconectividad, el internet de todas las cosas (o *the Internet of Everything–IoE* en inglés), la nube y los Sistemas Ciberfísicos, entre otras herramientas (Escudero Nahón, 2018).

Este término de *Industria 4.0* empleado para referirse a la cuarta revolución industrial fue oficialmente introducido en la Feria de Hannover (Alemania) en 2011. Se utilizó para describir la iniciativa tomada conjuntamente por el gobierno alemán, las empresas y los especialistas, cuyo objetivo era fortalecer la industria manufacturera de su país e incrementar su competitividad (Ślusarczyk, 2018). Posteriormente, diversos países siguieron la iniciativa alemana adoptando una visión semejante para el futuro de sus industrias. Así, se dio origen a numerosas definiciones diferentes para el término de Industria 4.0; sin embargo, estas descripciones compartían en su mayoría una serie de características comunes. La principal de estas fue la adhesión entre lo físico y lo digital a lo largo de la cadena de valor de un bien (Jurburg & Cabrera, 2019). De la iniciativa alemana podemos apreciar la importancia de los gobiernos, que se convierten en un actor clave. La necesidad de una colaboración entre todos los afectados por los cambios que esta revolución industrial conlleva es evidente. Por otro lado, la Industria 4.0 no resulta una mera consecuencia del proceso de cambios tecnológicos, sino que viene también dada por las variaciones en los “modelos de desarrollo económico de los países” (Fernández

Ledesma, 2017). Las economías emergentes favorecen especialmente el desarrollo de estas herramientas, al buscar nuevas formas de crear una ventaja competitiva.

Por otra parte, a pesar de que también existen ciertas discrepancias en los componentes de la Industria 4.0, existen tres de ellos considerados cruciales. El primero de estos es el Internet de las Cosas (IoT)², la cual permite la interacción entre los distintos elementos tangibles necesarios para la fabricación de un bien; es decir, facilita la cooperación entre las máquinas empleadas, los productos o materiales y los objetos, para que puedan alcanzar su propósito. En segundo lugar están los Sistemas Ciberfísicos, ventajosos para lograr esa adhesión entre el mundo real y digital de la que se hablaba en el primer párrafo. Esto se consigue a través de la integración de una serie de sistemas de computación en la cadena de valor, que permiten la monitorización y supervisión de los distintos procesos productivos. Finalmente, las Fábricas Inteligentes acoplan y armonizan las dos primeras herramientas para obtener un sistema de producción más descentralizado a la par que autosuficiente (Jurburg & Cabrera, 2019).

Las herramientas que la Industria 4.0 proporciona a los empresarios suponen una transformación substancial en la forma de operar sus negocios, pues les permite un acceso en tiempo real a cuantiosa información. Esta facilidad y rapidez de acceso a los datos implica un cambio radical en la manera de funcionar, gracias a herramientas capaces de procesar datos cada vez más complejos. Sin embargo, los efectos de esta cuarta revolución no se observan únicamente en la propia cadena de valor, sino también en el funcionamiento de las operaciones comerciales e incrementos en los ingresos. Actualmente, el proceso de esta integración de lo digital puede ocurrir de diversas fuentes y formas, aunque se puede reducir a un proceso de tres partes, conocido como el bucle PDP (*physical-to-digital-to-physical*). Este bucle representa la transformación de información originalmente física a un formato digital, donde se almacena, procesa, envía, etc., para finalmente poder convertir de nuevo a físico en el mundo real, haciendo uso de dichos datos (Cotteleer & Sniderman, 2017).

² Anteriormente se ha mencionado el IoE. La diferencia entre ambos es que el IoT alude a una infraestructura global para la información que permite la prestación de servicios avanzados mediante la interconexión de elementos (físicos y digitales) basados en la tecnología de la información y las comunicaciones interoperables (Badii, Bellini, Difino, & Nesi, 2018). El IoE es un sistema más complejo que resulta de añadir al anterior una conexión inteligente entre personas, procesos, datos y dispositivos. (Cisco, 2013)

Gracias a estas nuevas tecnologías, el Ministerio de Educación e Investigación de Alemania (Bundesministerium für Bildung und Forschung, 2014) sugiere una serie de particularidades que la producción industrial reunirá en el futuro. Éstas incluyen un incremento en la individualización de los productos, así como en la incorporación de clientes y proveedores a lo largo de la cadena de valor para ofrecer productos de calidad superior y con mayor relevancia para los consumidores. De igual modo, estas herramientas supondrán un mejor control de los procesos, con sistemas e infraestructuras cada vez más complejos, a la par que estandarizados. Todo ello, plantea el Ministerio, resultará en recursos empleados de manera más eficiente, una mayor integración vertical en las empresas, sus cadenas de suministros y producción, con el uso de las redes y el Internet de las Cosas (IoT) (Fernández Ledesma, 2017).

3.2. Beneficios y costes

Una vez entendido qué son la digitalización y la Industria 4.0, analizaremos la trascendencia de esta transformación para la empresa, concretamente en el proceso para el que se realizará el plan de digitalización: el proceso productivo.

El incremento de las exigencias de los consumidores y el alza en el número de competidores conllevan una reducción de los ciclos de vida de los productos. Es decir, la reducción del tiempo de reacción a la demanda y la capacidad de abastecimiento que tiene la empresa se convierten en factores esenciales para mantenerse competitivo. A pesar de no formar parte del proceso productivo en sí, la capacidad de predicción frente a una creciente incertidumbre por parte de las empresas supone un elemento clave, especialmente en el sector de la producción y distribución de quesos. La importancia de estos elementos radica en el largo periodo de producción que implica. La capacidad de producción, traducida en el tamaño de la planta de producción de la que dispone la empresa, infiere un alto grado de fiabilidad para el cliente pues el tiempo de producción de la totalidad de los quesos es de unos 8 meses de media (como ejemplo, el periodo de producción de un queso en la Empresa XYZ es de entre 5 y 14 meses, dependiendo del tipo). Esto implica una necesidad de predicción de la demanda futura con un periodo de anticipo de 5 meses como mínimo. Esto influye en el proceso productivo de forma que todo error en el cálculo de predicción de esta demanda incurrirá un coste para la empresa, ya sea por excedentes en la producción (que implicarán un exceso en los gastos) o por insuficiencia o escasez de ella (que conllevarán un coste generado por la inhabilidad de

utilizar la totalidad de los recursos de la empresa, es decir, el beneficio potencialmente obtenible pero no logrado por el error en el cálculo de la demanda).

Para las empresas del sector secundario, como es la Empresa XYZ, la digitalización de sus procesos ofrece numerosas ventajas y oportunidades para incrementar la eficiencia, la optimización de los procesos y de los recursos de la empresa, encontrar nuevas funcionalidades, aumentar la fiabilidad de los recursos y, en última instancia, de la empresa en general. Todo ello posibilita un mejor funcionamiento de la empresa, suponiendo un incremento exponencial en la creación de valor que la compañía ofrece (Lenka, Parida, & Wincent, 2016). Desde el ámbito del marketing, muchas empresas del sector primario y secundario están adoptando transformaciones digitales con el objetivo de continuar aumentando el valor añadido que la marca o compañía ofrece a sus clientes, en un intento por perseguir o idear una estrategia de *servitización* (Kowalkowski & Brehmer, 2008). Vandermerwe y Rada (1988) definen esta estrategia como la anexión de productos y servicios en la oferta de una compañía en base a las necesidades del cliente, con el objetivo de aumentar el valor añadido ofrecido al mismo. Sin embargo, esta ventaja no interesa a todas las empresas, pues dependerá del modelo de negocio. En el caso de la compañía XYZ, por su objetivos y visión de futuro, la *servitización* no es una estrategia prioritaria. A pesar de ello, es una posibilidad que muchas compañías están explotando actualmente y de cuya existencia conviene ser consciente.

Como ya se puede deducir por lo explicado acerca de la digitalización, la incorporación de herramientas digitales junto con el cambio organizacional y las restantes implicaciones que suponen la transformación digital de una empresa, ponen numerosas ventajas a disposición de la compañía. No solo mejora la efectividad de los recursos, así como la rapidez de disponibilidad de abundante información, ya mencionadas anteriormente. La digitalización de una empresa impulsa también la comunicación con los consumidores, favoreciendo los canales de información y el *feedback*, al igual que beneficia la posibilidad de co-creación de valor entre la compañía y sus clientes. Esto en el sector agropecuario supone un beneficio económico, pues debido a la gran cantidad de competidores, ser capaz de hacer de tu empresa una marca, fidelizar a los consumidores o, simplemente, tener la habilidad de recibir de forma precisa y veloz la información suficiente para entender y predecir sus necesidades y exigencias, suponen una ventaja estratégica para la empresa.

Por su lado, estas mismas ventajas de fluidez en la transmisión de información, con mayor cantidad de datos y capacidad de su procesamiento, hacen que la Industria 4.0 permita una cadena de suministros más flexible, rápida, eficiente y económica. Estas herramientas permiten la integración y monitorización en tiempo real de la cadena de abastecimiento. Optimizan la logística, incluso integrándola con el marketing a través de una interfaz digital completa que fusiona datos de venta y logística.

En cuanto a la transformación del propio producto, la monitorización de datos en máquinas a través de las herramientas de la Industria 4.0, su recopilación y su procesamiento en sistemas de gestión en la nube, han mostrado traducirse en un incremento exponencial de los resultados económicos (Martínez García, 2015). La empresa gallega quesera Queizúar S.L. se ha convertido en una de las primeras del sector en implementar este tipo de tecnología en sus fábricas. Desde su incorporación de la Industria 4.0 ha experimentado resultados muy positivos en materia de reducción de costes y mayor eficiencia de sus máquinas. Estas herramientas ofrecen la capacidad de calcular más precisamente ciertos indicadores, mediante la instalación de sensores y sistemas de comunicación. Por ejemplo, estos sensores permiten estimar, gracias al tratamiento de los datos obtenidos, cuando el aceite de las máquinas debe ser cambiado gracias a su historial de bajadas (Amplía, 2016).

Con todo ello, podemos concretar que los mayores beneficios de implementar estas herramientas en los procesos productivos de una empresa se resumen en la posibilidad de obtener parámetros de OEE (*Overall Equipment Effectiveness*) en tiempo real, indicador que refleja las mejoras en los equipos de producción. Éstos permiten identificar y eliminar pérdidas que surgen de los costes de producción, así como evaluar la calidad y rendimiento de dichas máquinas (Andrade & Dreher Silveira, 2019).

Por último, la digitalización ofrece la oportunidad de emprender un cambio energético en la compañía. Las Nuevas Tecnologías Digitales y la Industria 4.0 permiten, no sólo la reducción de costes y tiempo, sino también un ahorro de energía a la par que una mejora en la calidad y cantidad de producción. Como García, Díaz y Córdoba (2018) observan: “numerosos estudios indican que la integración de la digitalización en las cadenas productivas van a acelerar el proceso de producción en un 20%”. Aunque este plan de digitalización se centrará exclusivamente en el proceso de producción, el beneficio medioambiental es también aplicable a los demás procesos. Esto supone una gran revolución para la empresas, pues actualmente lograr una forma de mantener o

incluso incrementar la productividad de forma que favorezca al medioambiente no sólo es una aspiración que todas las empresas deberían adoptar por motivos evidentes de preservación del planeta y sus recursos, sino que además supone una ventaja competitiva de cara a los consumidores. De igual modo, las regulaciones respecto a la eficiencia medioambiental se expanden cada vez más.

En cuanto a los costes incurridos, tanto en la fase productiva como en las restantes, el proceso de digitalización implica un gasto significativo para la empresa, aunque su cuantía dependerá de una serie de factores como su tamaño, el nivel actual de su digitalización o la magnitud de la transformación que busca la empresa particularmente. La inversión en las nuevas herramientas, plataformas y demás recursos, así como los consecuentes costes de formación del personal, son un factor inevitable y a tener en cuenta antes y durante el proceso. A pesar de que supone un coste, este es necesario e inherente a cualquier plan de transformación de una empresa y, lo que es más relevante, este coste a corto plazo suscitará, en muchos casos, unos beneficios mayores a largo plazo para la organización. Por supuesto, esta es una premisa que habría que comprobar con un análisis completo de beneficio/coste, y con un cálculo de futuros beneficios esperados por la empresa.

A pesar de que puede parecer esencial invertir en nuevas máquinas inteligentes propias de la Industria 4.0, quedando obsoletas en la empresa la maquinaria más antigua, esto es un error. Existen otras opciones en el mercado que permiten incorporar esta tecnología a las máquinas ya empleadas en las fábricas. Esto se hace mediante la instalación de un autómata externo o PLC (controlador lógico programable), que envíe señales y datos de las máquinas a un servidor central en la nube (UNED, s.f.). Esta es la solución por la que optó la empresa Hegahogar, un fabricante de productos plásticos. Junto con el PLC instaló un software que se alimenta de esas señales, procesa sus datos, y permite realizar informes en tiempo real, por ejemplo, de planificación de la producción (Doet, 2018). Este software podría transferirse a todo tipo de industrias. Asimismo, contribuirá a la maximización del potencial de creación de valor para el cliente y su relación con la empresa. (Lenka, Parida, & Wincent, 2016)

4. IMPLEMENTACIÓN DE LA INDUSTRIA 4.0 EN EMPRESAS MEDIANAS

4.1. Factores a considerar

Una vez expuestas las principales ventajas e inconvenientes de la digitalización, así como más concretamente de la Industria 4.0, se entiende cómo su incorporación podría afectar a la estructura de beneficios y costes, al igual que a la organización de la empresa. Este epígrafe se centrará en los factores a tener en cuenta para la correcta implementación de la Industria 4.0.

Un plan de digitalización no surge de forma espontánea o accidental, implica un ejercicio de planificación y análisis de la estrategia de la compañía y sus objetivos a largo y corto plazo, así como la revisión de su plan de negocios, pues el objetivo radica en incorporar el plan de digitalización al ya existente plan de negocios. Para ello, se deben tener en cuenta una serie de fases que toda empresa debe seguir a la hora de diseñar su plan de digitalización. La consultora tecnológica Neteris (2016), establece una serie de pasos que hay que tener en cuenta, previos a la digitalización, y que la empresa deberá considerar. Así, aunando las directrices formuladas por esta consultora con otras fuentes, estas son las principales fases a seguir para desarrollar un plan de digitalización:

1. En primer lugar, la empresa debe escoger el momento y la duración de la transformación adecuados. Es fundamental tener en cuenta cuál es la urgencia de la empresa por llevar a cabo una transformación digital y cuánto tiempo tienen para solventar dicha necesidad, dependiendo de factores como el sector de la empresa, el nivel de integración de los productos o servicios de la empresa con lo digital (es decir, si los avances digitales son inherentes a las actividades de la empresa, o si pueden llegar a serlo en un futuro próximo), su tamaño, el crecimiento de la competencia y su desarrollo digital, etc.
2. Por otro lado, la empresa deberá definir cuáles son los objetivos y motivos principales estratégicos para dicha transformación, y aclarar internamente qué implica esa futura estrategia digital, en todos los ámbitos afectados. Previamente, y para que los objetivos definidos sean coherentes, corresponderá llevar a cabo un análisis de los problemas (internos y externos) que afectan a la empresa.

Este análisis se puede realizar con diversas herramientas, pero una de las más expandidas en la gestión empresarial es el Análisis DAFO. Esta herramienta nos permite evaluar un proyecto empresarial o un plan de negocio, ilustrando las

debilidades y fortalezas internas de la idea, el plan o la compañía analizada, así como las amenazas y oportunidades externas del mercado (Harmon, 2019). Con ello, podremos observar cuáles son los problemas y oportunidades internas y externas a los que se enfrenta la compañía, para así poder determinar cuál es el siguiente paso que queremos tomar como compañía, en este caso enfocado en su digitalización.

3. De igual modo, será imprescindible un análisis examinando la situación presente en la que se encuentra la empresa con relación a su digitalización, y el estado de sus empleados en cuanto a conocimientos digitales. Por lo tanto, en esta fase examinaremos cuán avanzada se encuentra la empresa en el proceso de digitalización, teniendo también presente la situación en la que se hallan sus competidores, para con ello ver cuáles son las fases de la transformación carentes. Al ser los empleados uno de los recursos estratégicos de toda compañía, el grado de digitalización de la empresa y su utilidad serán tan fructíferos como competentes digitalmente sus empleados. Es por esta razón que la exposición transversal en la compañía del plan de digitalización es fundamental, y su instauración como parte de la cultura organizativa imperativa. Es primordial la adopción dentro de la compañía de una renovada forma de pensar y trabajar, y de nuevos modelos y procesos que involucren a los empleados en esta nueva era de digitalización y sus retos. Consecuentemente, una vez implementado el plan de digitalización será necesario acometer un plan de formación de los empleados para que puedan maximizar los beneficios y recursos que esta transformación ofrece.
4. Esto nos lleva a un cuarto factor: los consumidores (Lenka, Parida, & Wincent, 2016). Como he mencionado, toda transformación digital se centra en las exigencias de los consumidores, y su reclamación a las empresas por una transformación y adaptación a la nueva era tecnológica. Es por esto que una fase clave para la determinación de un plan de digitalización es llevar a cabo un análisis de los clientes, actuales y potenciales. Esto mantiene una estrecha relación con el primer punto, pues para concluir si el momento es el adecuado y para determinar la urgencia de la transformación, es necesario concretar en qué punto se encuentran los propios consumidores, cuáles son sus necesidades y cómo de estrecha es su conexión con lo digital en lo que respecta a la empresa.

5. Tras realizar un profundo estudio de todos los factores que afectan a la compañía y su transformación digital y el escenario actual en el que se encuentra, se desarrollará el propio plan de acción de la digitalización (Roca Martínez, 2016). Es decir, qué medidas concretas se acometerán para lograr el desarrollo digital de los procesos de la empresa y su cultura organizacional, cómo se llevaran a cabo y quiénes serán los actores involucrados en estos cambios.
6. Una vez establecidos los objetivos estratégicos, informado transversalmente a los miembros de la empresa, analizada su situación actual, y conformado el plan de acción que se llevará a la práctica para emprender la digitalización de la empresa, es esencial establecer una serie de indicadores que sirvan a la compañía para medir el desempeño y efectividad de sus acciones. Esto es con el fin de constatar que se están cumpliendo sus propósitos estratégicos y organizacionales. Estos criterios o KPIs se establecerán, por tanto, en base a los objetivos que pretenden lograr. Los KPIs se pueden categorizar como financieros (para comprobar que se cumplen los márgenes de costes establecidos y beneficios pretendidos), que cuantifiquen la relación entre la empresa y sus consumidores (como su satisfacción o grado de compromiso), indicadores enfocados a los empleados, o medidores de los procesos internos (para determinar si los cambios realizados en las operaciones resultan eficientes) (Kivak, 2019).
7. Finalmente, se establecerá un plan de costes. El análisis de costes es una herramienta primordial para toda organización, pues permite determinar qué proyectos y medidas se podrán emprender, y cuáles permitirán un aumento en la productividad de la empresa, en función de sus costes. Es por ello que en esta fase se deberá concretar qué costes incurrirá para la empresa el plan de digitalización diseñado, con el fin de estudiar su viabilidad.

De estas fases, este trabajo no abarcará más allá de los tres primeros puntos. Los siguientes serán necesarios en el caso de una futura implementación del propio plan de digitalización, basado en la incorporación de la Industria 4.0. Es decir, al tratarse de un proyecto que fija las líneas estratégicas a seguir, las fases 4 a 7 no se incluirán aquí, sino en otro proyecto que abarcase el propio plan de digitalización.

Por otro lado, un factor a tener en consideración es que el plan de digitalización no implica un proceso invariable o inmutable. Al tratarse de una transformación digital este proceso conlleva constantes cambios y, por tanto, una evolución permanente del plan

acorde al progreso incesante de la tecnología. Por ello, hay ciertas actuaciones futuras que podrán incluirse en el plan de acción como pautas a cumplir una vez hayamos logrado los objetivos presentes (o más próximos), siendo previsiones u objetivos de futuro. Sin embargo, otras muchas acciones no podrán ser previstas pues están sujetas a los avances tecnológicos y las fluctuantes exigencias y expectativas de los consumidores. Consecuentemente, el plan de digitalización estará condicionado por estos cambios, y deberá irse renovando a medida que se perciban dichas modificaciones.

En cuanto a qué asuntos se debe prestar atención durante la incorporación de la Industria 4.0 a una empresa, Cotteleer y Sniderman (2017) ofrecen en un informe para la consultora Deloitte una serie de recomendaciones:

- Construye un ecosistema: Hay que evaluar la madurez de la digitalización de la empresa para adaptar soluciones viables y efectivas basadas en los recursos ya disponibles dentro la empresa, para determinar a partir de ello qué otros recursos será necesario que adquiriera.
- Se debe prestar atención a la innovación: Aprende todo lo que es posible en este nuevo ecosistema digital y comprende la aplicabilidad de las distintas tecnologías disponibles a la organización. Puede ser, además, un factor diferenciador.
- Empezar por los “bordes” para disminuir el riesgo: Comenzar introduciendo las nuevas herramientas y recursos que la Industria 4.0 pone a disposición de la empresa en proyectos o procesos que supongan un menor riesgo para esta. Con ello, podrá comprobar tanto su capacidad de adaptación como la de sus empleados.
- Introducción progresiva: Con esta misma lógica, es preferible comenzar la transformación incorporando estas soluciones de forma escalada. La empresa debe priorizar la conversión de aquellas áreas del negocio donde el incremento de valor potencial sea mayor, para después expandir esta incorporación de la Industria 4.0 de manera progresiva a las demás áreas. Así, no solo estará emprendiendo menores riesgos, sino también maximizando la rentabilidad de la inversión.
- Perfeccionamiento continuo: Al tratarse de una tecnología en constante y rápida evolución, es esencial tener en cuenta que la empresa deberá evolucionar con ellas y aprender de su experiencia de inserción de la Industria 4.0.

Tener en mente estos consejos tanto al iniciar la transformación como durante o después de ella es esencial para mantener a la empresa competitiva, asegurando que sus esfuerzos por incluir la Industria 4.0 sean los más eficientes posibles.

4.2. Riesgos

Actualmente, los principales obstáculos que conlleva la implementación de la Industria 4.0 en los procesos productivos de una empresa son los riesgos de la inversión en la tecnología y la formación de personal altamente cualificado. Estos factores pueden limitar la integración de dichas herramientas a la empresa. Asimismo, esto incluye los conflictos que esta transformación pueda tener con la cultura organizacional (Fernández Ledesma, 2017).

En términos económicos, la incorporación de la Industria 4.0 implica un evidente riesgo. La empresa incurre en numerosos costes que debe hacer frente, desarrollados en el epígrafe correspondiente. Si estos superan los asumibles por la empresa, desequilibrarían su estructura financiera. Por ello, la importancia de realizar un análisis previo de costo-beneficio, que sirva a la empresa como guía para evitar graves riesgos financieros.

El segundo factor esencial mencionado, que puede resultar un inconveniente, es la necesidad de adaptación no solo de la empresa, la cual es intencionada y voluntaria (aunque asimismo involuntaria en muchos casos, pues resulta de una necesidad de adaptación), sino también de sus recursos humanos, los empleados. Pese a que la transformación digital favorece la atracción de talento altamente cualificado, esto puede suponer una desventaja con respecto al personal actual, de no estar este familiarizado con las nuevas tecnologías y cultura con pretensión de adoptar. Por tanto, resulta fundamental instruir a los propios empleados de la empresa, quienes ya conocen cómo funciona, sus valores y métodos generales, aportando así mayor valor. Según el estudio realizado por Jurburg y Cabrera (2019), las principales competencias necesarias para la transformación digital de una empresa agroindustrial y la consecuente incorporación de las herramientas propias de la Industria 4.0 son: “Conocimientos de Informática, Capacidad de operar con nuevas interfaces, Aprendizaje Continuo, Pensamiento Analítico y Lógico, Expresión Oral, Trabajo en equipo, Confianza en la tecnología y Flexibilidad”. Por lo tanto, un paso esencial en la digitalización de toda empresa es asegurarse de reforzar estas capacidades en sus empleados, con el fin de asegurar un enfoque eficaz de las acciones tomadas.

Además de los costes de formación, esto puede conllevar de igual forma cierto rechazo por parte de algunos empleados a la acogida de la nueva manera de trabajar. Como he mencionado, la involucración de los empleados es un elemento clave para lograr una transición positiva y exitosa hacia la digitalización de la compañía. Uno de los mayores errores que se pueden cometer durante este proceso de transformación es la exclusión de los empleados, quienes a fin de cuentas serán los que traten con los nuevos procesos y tecnologías en el día a día. Igualmente importante en este respecto es de dónde surge el cambio; si la adopción de estos nuevos cambios es impuesta a los trabajadores se obtendrán resultados generalmente más pésimos que si los propios empleados participan en la estrategia (Asensio, 2019). Asimismo, el equipo directivo debe ser capaz de fomentar y liderar este cambio, incorporarlo a la cultura organizativa y motivar a sus empleados a actuar de igual forma. Si la propia directiva no comprende el proceso de transformación digital que se debe llevar a cabo, la viabilidad de su éxito y la supervivencia de la empresa a la cuarta revolución industrial en esta nueva era digital sería incierta.

Por último, además de los riesgos más evidentes, se debe tener presente la ciberseguridad. Al tratarse la Industria 4.0 de un sistema cibernético, surgen riesgos adicionales en la seguridad de los datos, especialmente de información sensible de la empresa y sus clientes. (Aguilar, 2017)

5. CARACTERÍSTICAS DEL SECTOR QUESERO

La empresa XYZ pertenece al sector agroindustrial, específicamente a la producción de un lácteo como es el queso. Esto implica una serie de particularidades a tener en cuenta cuando analizamos la importancia de la implementación de la Industria 4.0. A continuación se analizan cuáles son estas características diferenciadoras de este sector y porqué estas herramientas podrían resultar prometedoras en él.

Tanto en España como en todo el mundo, el sector agroindustrial es una de las principales fuentes de crecimiento económico para los estados, de acuerdo al Banco Mundial (2019). En 2019, el sector lácteo constituyó un volumen de negocio superior a 9.500 millones de euros anuales, correspondiendo a un 2% de la producción industrial de este país, según informa la Federación Nacional de Industrias Lácteas (FENIL, 2020a). A pesar de que estas cifras pueden parecer bajas, esta industria genera más de 60.000

empleos directos y sus productos son consumidos por casi la totalidad de los españoles. Hace una década, al comparar la producción industrial de queso en la Unión Europea con la española, esta segunda cifra era escasa, existiendo una diferencia de aproximadamente un 30% (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación , 2003). Actualmente, España es el segundo mayor productor de quesos de oveja y de cabra.

Como podemos observar en la figura, en 2018 la producción de queso alcanzó los 474,70 miles de toneladas. Esta cifra, a pesar de mantener una tendencia generalmente creciente durante los últimos años, sufrió en 2018 una caída, aunque no muy significativa.

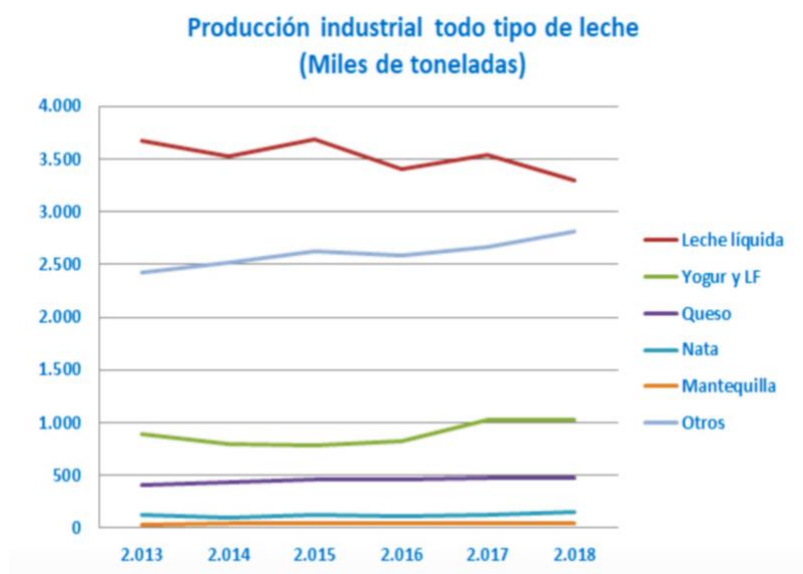
Figura 1: *Producción industrial de leche en España*

Producción industrial todo tipo de leche 2018 (Miles de toneladas)*

PRODUCCIÓN INDUSTRIAL TODO TIPO DE LECHE (Miles toneladas)						
Productos obtenidos	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Leche líquida	3.669,30	3.521,20	3.690,30	3.405,80	3.538,00	3.292,20
Yogur y LF	897,00	801,50	787,90	822,90	1.022,40	1.021,90
Queso	409,00	435,80	467,10	461,00	481,10	474,70
Nata	128,40	100,50	127,40	107,40	119,50	148,80
Mantequilla	35,50	39,80	40,70	42,10	49,60	48,82
Otros	2.421,70	2.512,50	2.627,00	2.584,10	2.663,20	2.814,80
TOTAL	7.560,90	7.411,30	7.740,40	7.423,30	7.873,80	7.801,22

Fuente: (FENIL, 2020b)

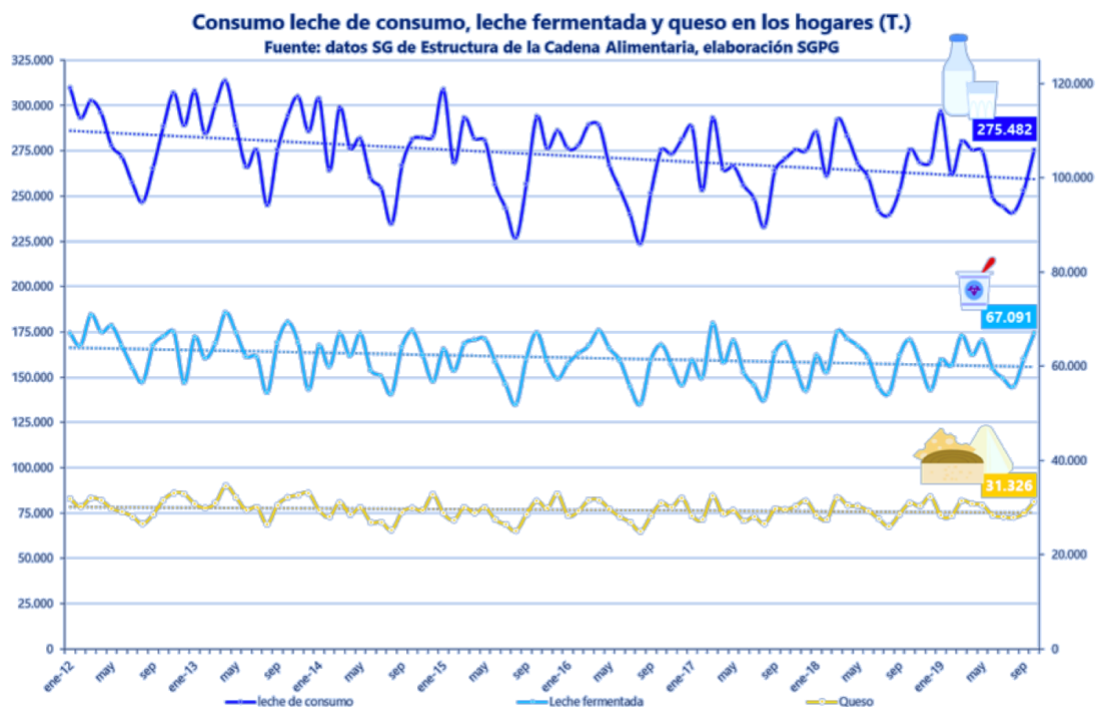
Gráfica 1:



Fuente: (FENIL, 2020b)

En lo que respecta al consumo de estos productos, podemos observar que el quesero es un sector que no sufre grandes fluctuaciones. Esto supone cierta seguridad para los productores, pues no existe una gran incertidumbre en la demanda.

Figura 2: Consumo de leche y queso en los hogares



Fuente: (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, 2020)

Por otro lado, las exportaciones de quesos de cabra y oveja se han duplicado en la última década, mientras que las importaciones han caído (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, 2017). Para un fabricante español, la situación de comercio exterior actual es favorecedora. Por ello, aumentar la producción y su eficiencia a raíz de la digitalización puede implicar una ventaja, dadas las circunstancias de exportación, especialmente dentro de la Unión Europea, y la estabilidad del consumo en España. Respecto a los precios y costes, el precio del queso para los consumidores y su valorización se han mantenido relativamente estables desde 1996, según informa el MAPA. Por el contrario, el precio aumentó ligeramente en el caso de la leche, principal materia prima para el queso. Esto implica un escenario para los fabricantes donde los precios son estables o menores mientras que los costes aumentan, lo cual conlleva un margen de beneficio decreciente si se mantienen las variables restantes.

Se trata de un sector altamente regulado y fuertemente competitivo en el cual la incorporación de las avanzadas herramientas que integran el concepto de Industria 4.0 podría suponer una gran ventaja. Para el sector de los lácteos en general, al tratarse de productos de carácter perecedero, los sistemas digitales empleados para regular y controlar dichos productos a lo largo de toda su cadena de valor pasan a convertirse en un factor clave, cobrando cada vez una mayor relevancia. Por el contrario, el caso concreto de los productos queseros se convierte en una excepción en este sector, teniendo una serie de necesidades que difieren respecto a lo anterior, descritas más adelante. Las particularidades de estos productos, que surgieron accidentalmente como solución para conservar la leche, implican un carácter opuesto, duradero. Por lo tanto, la tendencia ascendente de la competencia nacional y mundial en el sector, aunada con el desarrollo de las tecnologías mencionadas, están provocando una necesidad de reestructuración de las empresas queseras y de la industria láctea en general (Erbes et al., 2019). Esta reestructuración del sector viene promovida tanto por las grandes empresas de la industria, generalmente operativas en varios países, como por numerosas *start-ups* tecnológicas que permiten la incorporación de las herramientas de la Industria 4.0 a las productoras lácteas tanto grandes como de tamaño mediano. Lo esencial será determinar si dicha integración será rentable para cada empresa en términos de coste-beneficio.

5.1. Digitalización en el sector quesero

Debido a las características de las empresas dedicadas a la producción de quesos, generalmente tradicionales, no son muchos los fabricantes españoles que hayan dado el paso de incorporar la Industria 4.0 a sus procesos. Sin embargo, sí hay algunas, como es el caso de la fábrica gallega Queizúar, quien recientemente ha adoptado un sistema desarrollado por Ainia Centro Tecnológico para adaptar el proceso productivo de sus quesos a esta nueva era digital y tecnológica. Con este proyecto que cuenta con la colaboración financiera del Instituto Gallego de Promoción Económica (IGAPE), la compañía espera duplicar su producción. El desarrollo de su plataforma digital se ha centrado en dos sectores. El primero, dirigido a los maestros queseros, consiste en el almacenaje en una base de datos en tiempo real de las “sondas registradas en cada una de las fases de elaboración de los productos, [...] con el objetivo de poder repetir los mismos parámetros en todos los procesos de elaboración”, detectando y evitando anomalías. La posibilidad de identificar posibles errores en las distintas etapas del proceso, creando

consecuentemente una alerta en tiempo real, permite correcciones también en tiempo real que suponen un ahorro de gastos como resultado de la reducción de costes causados por errores. En segundo lugar, el siguiente cambio tecnológico está destinado al personal de Calidad e I+D. Este módulo se basa en un cuadro de mandos que permite un análisis de datos históricos. Con ello se pretende encontrar una serie de “patrones con los que definir los parámetros de producción de cara a regularizar la calidad”. (Moncho, 2018)

De este caso podemos observar cómo la incorporación de la Industria 4.0 al proceso productivo de quesos otorga un amplio abanico de posibilidades, desde la detección de patrones que perfeccionen la calidad de los productos y faciliten este proceso al personal encargado, gracias a una interfaz más sencilla y rápida; hasta la detección de errores que implican una reducción de posibles costes derivados de dichas irregularidades. Por lo tanto, de las principales ventajas deriva la importancia de la Industria 4.0 en este sector. Estas incluyen esencialmente una disminución de los costes, así como el aumento de la calidad de los productos, lo cual supone un beneficio tanto para la empresa como para el consumidor final. Por otro lado, la incorporación de estas herramientas puede llegar a ser una fuente de notoriedad para la marca. Al encontrarse el sector en un punto donde la mayoría de las compañías no han incorporado aún esta tecnología a sus procesos productivos, ser una de las primeras en introducir la Industria 4.0 al sector puede atraer atención.

6. EMPRESA XYZ: FUNCIONAMIENTO DE LOS PROCESOS OPERATIVOS EN LA ETAPA PRE-DIGITALIZACIÓN. ¿CÓMO FUNCIONA ACTUALMENTE DICHA EMPRESA DURANTE ESTOS PROCESOS?

Se trata de una empresa familiar mediana, con unas ventas aproximadas de 12 millones de euros en el último año, correspondiendo alrededor de un 80% a los quesos de pasta dura. Durante los últimos años han emprendido un proceso de modernización, tanto en producción como en otras áreas, por ejemplo, la administrativa. En lo que al proceso de producción de quesos de pasta dura respecta, esto ha significado la adquisición de casi la totalidad de su maquinaria durante los últimos tres a siete años. Sin embargo, gran parte del equipo no integra la Industria 4.0, aunque si se tiene la intención de que esto ocurra en los próximos años.

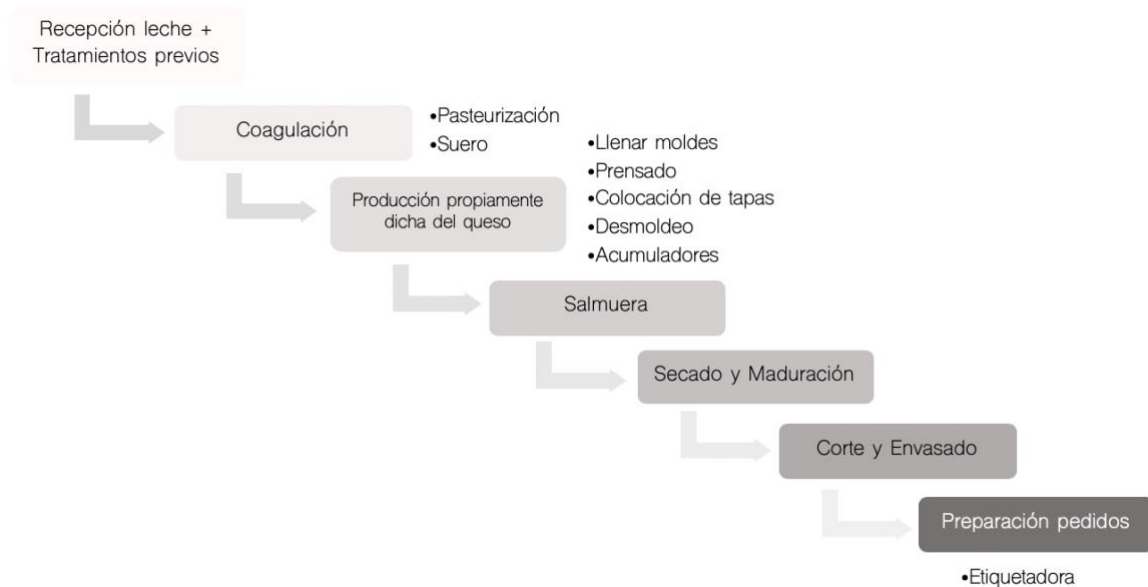
La maquinaria del proceso productivo de esta fábrica se puede dividir en tres grupos, atendiendo al nivel de digitalización de éstas:

- Propias de la Industria 4.0: son aquellas máquinas del proceso de producción con conexión online a un sistema de control centralizado. Esto permite la interacción con la máquina, registro de actividad y control del funcionamiento (si la máquina opera correctamente, sin errores técnicos) en tiempo real desde cualquier dispositivo externo. Aunque estamos incluyéndolas aquí como maquinaria propia de la Industria 4.0, hay que tener en cuenta que estas máquinas únicamente disponen de algunas de las características de la industria inteligente, careciendo de otras.
- Digitales: en esta categoría incluyo aquellas máquinas que disponen de control digital de los distintos programas de producción, pero carecen de conexión online con un sistema central. El control del funcionamiento y su actividad debe hacerse desde la propia máquina.
- De control manual, incluye las máquinas menos actualizadas de la fábrica. Son aquellas que no disponen de ningún tipo de digitalización, y se controlan y regulan manualmente.

Antes de analizar la digitalización de la maquinaria de esta empresa, vamos a ver cuál es el proceso de producción de los quesos. El siguiente diagrama muestra el flujo de producción que siguen los quesos, desde la entrada de materia prima a la fábrica hasta su etiquetado y la preparación de los pedidos (fase que no se tendrá en cuenta por no pertenecer al proceso de producción).

Un aspecto a tener en cuenta es que las mismas máquinas producen los distintos tipos de quesos, por lo que disponen de diferentes programas de acuerdo al queso que se vaya a elaborar. Dependiendo de ello, la elaboración y, por tanto, las máquinas empleadas podrán variar en cierta medida (si el queso se venderá entero, no se utilizará la cortadora para cuñas, por ejemplo). De este modo, el proceso representado en el diagrama es común para todos los quesos de pasta dura.

Figura 3: Cadena de producción en la Empresa XYZ



Fuente: Elaboración propia

La limpieza de la maquinaria de la totalidad del proceso productivo se realiza mediante tres tipos de máquinas: una de ellas manual, otra semiautomática y otra automática. En gran parte de las máquinas del proceso de producción se emplea un sistema *Cleaning in Place* (CIP) de limpieza. Estos sistemas, que permiten llevar a cabo procedimientos de enjuagado, limpieza y desinfección, se caracterizan por no necesitar apenas intervención manual. Es decir, se realiza de manera controlada y automática o semiautomática (Rodríguez García, 2018). La ventaja de este sistema es que necesita un único controlador lógico programable (PLC) para todos los equipos de la fábrica. (Martínez Lorenzo, 2019)

En todos los casos mencionados durante el proceso, la Empresa XYZ se encarga del mantenimiento preventivo de sus máquinas, pero el especializado está a cargo de la empresa fabricante (o una tercera empresa dedicada al mantenimiento). Por tanto, al mencionar durante el siguiente epígrafe el mantenimiento, se hace referencia a la empresa encargada del mantenimiento especializado, quien sí dispone de conexión online en tiempo real con la máquina, pudiendo reprogramarla vía online.

6.1. Maquinaria por etapas del proceso de producción

A continuación se describe el proceso de producción de los quesos de pasta dura en la Empresa XYZ, especificando la maquinaria que interviene en cada una de las etapas.

A. Recepción de la leche y tratamientos previos

Esta parte del proceso es una de las menos actualizadas a las tecnologías modernas. En primer lugar, la leche se almacena en cisternas para, después, determinar si la leche es apta. Así, se llevan a cabo los análisis previos al tratamiento de la leche (de temperatura y calidad) en el laboratorio de la fábrica. Se realiza una lectura de los datos necesarios que se introducen manualmente en el sistema. Una vez comprobado el estado de la leche, ésta se pasa por filtros para eliminar bacterias. Durante la recepción, el control de peso se realiza con una báscula puente, mediante un sistema no centralizado que trabaja de forma independiente. Este controlador de peso y volumen se calibra manualmente, y no ofrece datos digitales. Lo mismo ocurre con el enfriador de placas, que no dispone de un registrador de temperatura (por no ser necesario). Por otro lado, los tanques de enfriamiento isotérmicos a los que la materia prima pasa a continuación sí que disponen de indicador de temperatura, aunque no existe un registro. Posteriormente, la leche pasa por los valvuladores, que es la maquinaria menos actualizada del proceso. Siendo de 1995, esta parte es enteramente manual.

B. Coagulación

Este proceso es la base de la transformación de la leche a queso. La maquinaria empleada durante este proceso es más moderna que en el anterior. Primero, para la pasteurización se emplea un equipo de 2014 con capacidad de procesamiento de 25.000 litros/hora, automático tanto en el proceso como en su limpieza. El control es desde la propia máquina, pero sí conecta a un registro central. El programa de secuenciado de válvulas, para entrar de una etapa de pasteurización a la siguiente, cuenta con conexión online con el ordenador del laboratorio, que permite recuperar gráficas del proceso.

A continuación, el suero pasa a dos cubas de cuajar, fabricadas en 2017 por la empresa Mael Tecnomat SL. La empresa XYZ también dispone de un equipo más antiguo, que mantiene únicamente por si falla el primer equipo. En referencia a las dos primeras, son digitales. Aquí, se crean desde un ordenador los programas de producción para las distintas etapas en función del queso que se va a fabricar en ese momento, se configura el drenaje de suero, la temperatura, etc. Sin embargo, no dispone de conexión con un sistema central de la fábrica desde donde controlar que el funcionamiento es óptimo. Los datos son recogidos manualmente desde controladores que miden cuánto entra en cada cuba. Por otro lado, la empresa fabricante (encargada del mantenimiento) sí dispone de conexión en tiempo real con la máquina por si existe una avería.

C. Producción propiamente dicha del queso

La maquinaria de esta fase es mayoritariamente de 2016, fabricada por la empresa Fibosa. Todos los equipos se controlan desde una pantalla centralizada, localizada en la planta, desde la que se puede determinar el programa, el control de bombeo, el control del tiempo de fase, etc.

La compone una moldeadora automática (llenadora de moldes con el cuajo de las cubas), dos prensas neumáticas, un colocador de tapas, un equipo de desmoldeo, y un acumulador de moldes y tapas. Este equipo es continuo, por lo que el producto pasa de forma automática de un proceso al siguiente. Al igual que con las cubas, este equipo no tiene conexión en tiempo real con la central (no se puede controlar ni operar desde ordenadores externos), pero sí con la empresa de mantenimiento.

D. Salmuera

Este proceso de salado es completamente manual. La única maquinaria empleada durante este proceso son las rampas que transportan los quesos desde la fase anterior a la bañera de salmuera, y otra que transporta los quesos ya salados a la siguiente sala. El proceso de sacar los quesos de la salmuera para depositarlos en la rampa es manual, pues hacerlo con el equipo que tienen suele dar problemas.

E. Secado y maduración

Las cámaras de secado y maduración están controladas desde un sistema central, que ofrece registros en tiempo real desde cualquier dispositivo. Esto permite de igual forma modificar directamente las condiciones de las cámaras. Por otro lado, la máquina de tratamientos posteriores (tratamiento antifúngico, pintado de la corteza, eliminación de moho, etc.) es también digital, fabricada por la empresa Mael Tecnomat SL en 2016. Su funcionamiento es el mismo al ya mencionado para las cubas (siendo del mismo fabricante): control desde una pantalla en planta que permite la elección del programa y sus características, y conexión online en tiempo real únicamente con la empresa responsable de su mantenimiento.

Posteriormente, los quesos permanecen entre 30-45 días (en función de su destino final) en el secadero. Esta sala dispone de tecnología de la Industria 4.0, pudiendo ser controlada y enviando información en tiempo real a través de internet a cualquier dispositivo móvil, así como al sistema central. Los puntos de consigna se fijan desde la

pantalla localizada en la propia cámara, aunque se puede también fijar online (desde cualquier dispositivo externo conectado).

F. Corte y envasado

De esta fase, únicamente la balanza etiquetadora dispone de tecnología de la Industria 4.0, con conexión online y tratamiento estadístico de datos. Fabricada en 2018 por Espera Ibérica SA, ofrece conexión online tanto con la empresa de mantenimiento como con el sistema de la Empresa XYZ para reportes de los controles de peso. De esta forma, la balanza para preparación de productos por peso fijo discrimina mediante su no etiquetado aquellos no aptos (lo cual está regulado legalmente). Por otro lado están la termoformadora envasadora (fabricada por la empresa Ulma Packaging) y la cortadora en cuñas (disponen de dos: una más moderna fabricada por Talleres Núñez 95 S.L., y otra más antigua de repuesto, fabricada por Facchinetti SRL). Ambas máquinas, excluyendo la segunda cortadora, son digitales, aunque no pertenecen a la Industria 4.0. Al igual que las restantes máquinas digitales mencionadas, éstas tienen conexión remota únicamente para su mantenimiento.

Figura 4: Cuadro resumen de los tipos de máquina según su nivel de digitalización

Etapa	Máquina / Proceso *	Tipo <i>(de acuerdo a nivel de digitalización)</i>
Recepción leche	Recepción leche	Manual
Tratamientos previos	Tratamientos previos	Manual
Coagulación	Pasteurización	Digital (+ registro central)
	Cubas de suero	Digital
Producción propiamente dicha	Producción propiamente dicha	Digital
Salmuera	Salmuera	Manual
Secado y maduración	Secado y maduración	Industria 4.0
Corte y envasado	Balanza etiquetadora	Industria 4.0
	Termoformadora envasadora	Digital
	Cortadora en cuñas	Digital
Limpieza de las máquinas	Limpieza de las máquinas	Industria 4.0

* En el caso de que la etapa implique más de una máquina o proceso con distintos tipos de digitalización.

** La etapa de “producción propiamente dicha” viene resumida en una misma categoría, pues la totalidad de la maquinaria empleada es de tipo digital.

Fuente: Elaboración propia

Podemos observar que las etapas más actualizadas son las finales, lo cual adquiere coherencia al conocer los planes de modernización de la empresa. Según la Directora de Calidad de la Empresa XYZ, se encuentran actualmente en fase de implantación de un proceso de automatización de la fábrica. El fin último es establecer un nuevo formato (digital) del etiquetado de los productos. A pesar de que en este momento los pedidos se preparan en tiempo real, aún es necesario perfeccionar la trazabilidad de los productos a lo largo de la cadena de producción, lo cual se hará mediante códigos de barras. Sin embargo, esto requiere que otras etapas estén igualmente automatizadas digitalmente. Su objetivo es transformar desde la fase de maduración hasta la expedición de pedidos, a través de su digitalización. Estos cambios permitirán a la empresa agilizar el proceso y reducir los errores del factor humano, generalmente originados por información no correcta introducida manualmente en las máquinas.

6.2. Análisis DAFO

Este análisis no es un estudio de la empresa y su entorno en su totalidad, sino que está enfocado únicamente en los aspectos referentes a la digitalización y la Industria 4.0 en el proceso de producción de la empresa. Por lo tanto, beneficios y riesgos generales derivados de la incorporación de estas herramientas, que ya se han mencionado en epígrafes anteriores, no serán incluidos en este análisis. Con este apunte en mente, a continuación se muestran las principales características internas del proceso y la situación externa:

▪ *Debilidades*

- Buscan primero digitalizar y automatizar la etapa de expedición de pedidos. Por ello, centrarse en introducir la Industria 4.0 en la fase productiva no es de primordial interés actualmente para la Empresa XYZ. Sin embargo, como se ha mencionado anteriormente, para lograr automatizar la expedición de pedidos es necesario perfeccionar la trazabilidad de los productos. Esto puede hacerse al introducir dichas herramientas en parte de la fase productiva.
- A excepción de la Directora de Calidad, el personal restante no tiene nociones acerca del funcionamiento de las herramientas de la Industria 4.0., siendo necesaria la formación. Sin embargo, gran parte de los trabajadores

en planta están instruidos para controlar la maquinaria actual. Esta familiarización con los controles de los equipos más digitalizados facilitará el aprendizaje de las nuevas herramientas una vez incorporada la Industria 4.0.

- *Amenazas*

- El sector quesero no es especialmente pionero en la Industria 4.0. Es decir, los fabricantes de la maquinaria destinada al sector lácteo y quesero no incorporan aún, en su mayoría, estas herramientas en sus máquinas. Por tanto, las opciones son más limitadas y costosas. Por su lado, en cuanto a la disponibilidad de softwares, aquellos específicos para las máquinas de este sector también son más limitados, aunque otros son generales para varios sectores.

- *Fortalezas*

- La empresa ya ha comenzado un proceso de digitalización, especialmente en las últimas etapas de la producción.
- Al contar con maquinaria que ya incluye herramientas de la Industria 4.0, la Directora de Calidad de la Empresa XYZ tiene conocimientos básicos del funcionamiento de este tipo de máquinas y software, al igual que algunos empleados.
- La maquinaria empleada no tiene, en su mayoría, más de 4 años de antigüedad. Además, estos equipos son generalmente digitales. Por tanto, no es necesario invertir en nuevas máquinas, sino que una buena opción a considerar es incorporar softwares con autómatas externos.

- *Oportunidades*

- El sector de la Empresa XYZ, como se ha mencionado anteriormente, no se encuentra generalmente digitalizado. Los principales competidores de esta empresa no cuentan aún con fábricas inteligentes. Por tanto, podría suponer una ventaja competitiva en términos de eficiencia productiva.

7. PLAN DE DIGITALIZACIÓN PARA LA EMPRESA XYZ: DEFINICIONES ESTRATÉGICAS

Analizando el funcionamiento de la producción, observamos que existen ciertas etapas en las que ya se han comenzado a introducir elementos de la Industria 4.0, mientras que otras mantienen una operatividad completamente dependiente del factor humano. A pesar de que las fases de tratamientos previos en el laboratorio son las que cuentan con un nivel menor de digitalización, la prioridad actual para la compañía es digitalizar las fases finales necesarias para la automatización de los pedidos. Por lo tanto, las etapas de maduración, corte y envasado son las prioritarias. Sin embargo, este epígrafe no se enfocará únicamente en dichas etapas.

En los dos siguientes epígrafes se muestran las principales opciones en el mercado que incorporan la Industria 4.0 en su tecnología. Como se ha mencionado, los componentes a analizar son la maquinaria disponible y los software de integración de sistemas y análisis de datos.

7.1. Maquinaria

En lo referente a los propios equipos, la empresa tiene la opción de comprar directamente nueva maquinaria que incorpore estas herramientas o incorporar un autómata externo que supla esas funciones. A priori, parece más recomendable la segunda opción pues, como hemos visto, gran parte de la maquinaria ha sido fabricada y adquirida por la Empresa XYZ en los últimos cinco años de media. Para comprobar si esta premisa es correcta, a continuación se detallan las principales opciones de maquinaria en el mercado lácteo y quesero que pertenecen a la Industria 4.0. Las alternativas vienen organizadas siguiendo las etapas descritas anteriormente. Por otro lado, los precios de las máquinas no son públicos en su mayoría, por lo que no se han podido determinar.

A. *Recepción de la leche y tratamientos previos*

Para la digitalización de la etapa de tratamientos previos será necesario un medidor digital de la temperatura y el pH de la leche recibida, que permita la transmisión de datos automáticamente a los ordenadores del laboratorio.

Actualmente, con la mayoría de estos instrumentos de medición se deben tomar los datos de forma manual e introducirlos en el sistema. Durante la búsqueda de

alternativas que posibiliten la digitalización de datos, se ha encontrado una opción disponible en el mercado. La empresa Hanna Instruments ofrece el medidor HALO, un electrodo de pH con sensor de temperatura integrado que transmite datos a través de Bluetooth. Este instrumento tiene un precio de mercado de 250€. (Hanna Instruments, 2020)

B. Coagulación

▪ **Pasteurizador**

1. Unidad de pasteurización de leche APV FX, de la empresa SPX Flow Technology (EEUU). (SPX, 2020)

Esta unidad cuenta con control automático de la temperatura y está preparada para limpieza CIP. Puede ejecutar capacidades desde 3.800 hasta 35.000 litros/hora. Este equipo permite la opción de incorporar un PLC de control.

2. Pasteurizador BF de la empresa suiza Tetra Pak. Su capacidad oscila entre 3.000 y 55.000 litros/hora. Permite limpieza CIP y posee un sistema de automatización con panel de operador, que muestra el rendimiento en tiempo real y, en caso de error o desperfecto, el operador recibe un aviso inmediato. Además, permite integrar en la línea la solución de automatización para poder observarla desde una interfaz. Sin embargo, este equipo no permite su control desde cualquier otro dispositivo que no sea el panel de operador. (Tetra Pak, 2020)

- **Cubas de cuajar:** No se han encontrado opciones que permitan el control de los equipos desde dispositivos externos a través de IoT. La única opción disponible (aptas para las necesidades de la cadena de producción de esta empresa) es la siguiente:

1. Tina de coagulación de la compañía italiana Dima. Las series CVS y CVB permiten la producción de quesos blandos, semiduros y duros. Ambas permiten limpieza CIP y sistema de funcionamiento automático. Entre sus características opcionales se incluye un tablero para el control automático PLC con pantalla HMI. (Dima, 2020)

C. *Producción propiamente dicha del queso*

De esta fase de producción, no se han encontrado opciones de maquinaria para el sector quesero que pertenezcan a la industria 4.0 para las equipos de colocación de las tapas, desmoldeo y acumuladores.

- **Moldeadora y Prensado.** Uno de los equipos más desarrollados en el mercado actualmente es el Sistema Casomatic MC3 de la empresa Tetra Pak. Este equipo ofrece un sistema automático y continuo de drenaje de suero, preensado y formación de bloques de queso, y llenado de molde, para quesos duros y semiduros. Además de limpieza CIP, incorpora un sistema de automatización mediante un software de control de producción. Sus opciones permiten incorporar un segundo panel de control y un software con funcionalidades adicionales. Sin embargo, este equipo no permite interacción en tiempo real desde un dispositivo móvil externo. (Tetra Pak, 2020)

D. *Salmuera*

- **Bañera para salmuera y sistemas de salado.** Esta etapa es la que ofrece una menor digitalización y automatización en el mercado, en general. No existen opciones de la industria 4.0 para este proceso, en el sector quesero.

La empresa italiana Della Toffola ofrece un sistema de salado dinámico que permitiría automatizar, aunque no digitalizar, el sistema de la Empresa XYZ. Este sistema se realiza a medida para cada empresa. (Della Toffola, 2020)

E. *Secado y maduración*

La Empresa XYZ ya dispone de herramientas que pertenecen a la Industria 4.0, como se ha desarrollado en el epígrafe 6.1, por lo que no se ha considerado necesaria una búsqueda adicional de alternativas.

F. *Corte y envasado*

La balanza etiquetadora de la Empresa XYZ dispone ya de herramientas de la Industria 4.0, por lo que no se han realizado una búsqueda adicional. Por otro lado, para la cortadora en cuñas, no se han encontrado alternativas para el sector quesero que dispongan de esta tecnología.

- **Termoformadora envasadora.** Opciones para este equipo que satisfagan las necesidades de la Empresa XYZ tampoco se encuentran disponibles en el mercado.

La empresa Multivac ofrece una termoformadora de alto rendimiento que permite la digitalización integral de este proceso de envasado mediante soluciones de la industria 4.0/IoT, a través de un sistema de sensores y conexión online a la nube. Sin embargo, este equipo no permite el envasado de la totalidad de la gama de productos que la Empresa XYZ ofrece.

Figura 5: Cuadro resumen de las alternativas en el mercado

Etapa	Tipo de máquina	Máquina	Fabricante	Control PLC
Coagulación	Pasteurizador	APV FX	SPX Flow Technology	2
Coagulación	Pasteurizador	Pasteurizer BF	Tetra Pak	2
Coagulación	Cubas de cuajado	Serie CVH (gama superior)	Dima	1
Coagulación	Cubas de cuajado	Serie CVS	Dima	1
Coagulación	Cubas de cuajado	Cub-Basic	Fibosa	0
Producción	Moldeadora	Sistema Casomatic MC3	Tetra Pak	1
Producción	Prensado	Sistema Casomatic MC3	Tetra Pak	1
Salmuera	Bañera salmuera	Sistemas de salado dinámico	Della Toffola	0
Corte y envasado	Termoformadora envasadora	RX 4.0	Multivac	2

Numeración Control PLC: 2 (sí tiene), 1 (opcional), 0 (no)

Fuente: Elaboración propia

7.2. Software

Las opciones de software de trazabilidad para el control de la producción y análisis de resultados está, al igual que ocurre con la maquinaria, en pleno desarrollo para el sector lácteo y quesero. A continuación se reflejan las principales opciones que pueden potencialmente incrementar el rendimiento y mejorar la trazabilidad de la producción de la Empresa XYZ. La división de estas alternativas se ha realizado en base a las distintas empresas que ofrecen dichas soluciones tecnológicas.

A. Espera Ibérica SA

Esta empresa, fabricante también de la balanza etiquetadora de la Empresa XYZ, ofrece varias soluciones de software que permiten la optimización del flujo de trabajo

de datos, conectando equipos con sistemas ERP³ específicos internos de producción (Espera, 2020):

- **ESPV:** Permite el seguimiento de la producción, para fijar el rendimiento conveniente para las líneas de trabajo. Ofrece una plataforma de visualización de las líneas de trabajo en tiempo real.
- **ESPROM NG:** Esta solución permite la integración de información de los equipos en la fábrica (necesita, por lo tanto, de interacción con un autómatas externo incorporado en las máquinas). Se ofrecen tres versiones en función de las necesidades de la planta de producción. La versión más básica transmite datos a través de una interfaz temporal, comunicando a los equipos de la planta la demanda en tiempo real. Esta solución se ajusta a los requerimientos de la Empresa XYZ para su plan de automatización de los pedidos. La versión superior (NG3) intercambia de forma continua y en tiempo real datos online sobre la producción y pedidos entre la máquina y el ERP interno.
- **ESPROM NG Estadísticas:** El software anterior se complementa con este de modo que, a través de su interfaz, transmite datos estadísticos de forma continua y al momento.
- **ES-W Estadísticas:** Este producto registra y analiza los datos de control de peso para optimizar los procesos.

B. Nut Consulting

Esta consultora informática y de gestión empresarial ha desarrollado softwares de la industria 4.0 para tres fases: laboratorio, mantenimiento y toma de datos en planta. (Nut Consulting, 2020)

- **Gestión de Laboratorios:** LIMS (Laboratory Information Management System). Este sistema permite la planificación, identificación y organización de muestras para su análisis. Al agilizar la toma y gestión de los datos en laboratorio, la empresa puede comenzar la producción con mayor rapidez. Trabaja ordenando y clasificando datos para que después, a través de la

³ Los sistemas ERP (*Enterprise Resource Planning*) son sistemas de planificación de recursos empresariales. Permiten la integración de soluciones de automatización y datos de las operaciones internas de las empresas.

integración con Power BI, una tecnología de *Business Intelligence* desarrollada por Microsoft, se facilite la elaboración de informes estadísticos.

- **Toma de datos en planta** para el sector de la alimentación: NUT-DUPLA permite interactuar con los operadores de planta en tiempo real con el ERP Microsoft Dynamics 365 Business Central. Esto permite mejorar su eficiencia evitando errores, conectar PLCs y otros dispositivos, y mejorar la trazabilidad, pues integra los sistemas de la línea. Además, este software es compatible con la báscula de Espera Ibérica. Otro beneficio de este sistema es que no es necesario un conocimiento del ERP para su control.
- **Mantenimiento de planta:** NUT-GMAO permite prevenir averías en las máquinas, resolverlas en un menor tiempo (en caso de que no se pueda prevenir) y llevar un registro de los costes. Así, busca ofrecer mantenimiento preventivo, correctivo y predictivo, realizando informes de seguimiento de los errores en los equipos y sus costes de mantenimiento. El objetivo es ofrecer una herramienta de predicción y ayuda en la toma de decisiones acerca de cuándo sustituir la maquinaria.

C. Tetra Pak

Por último, esta empresa enfocada especialmente en soluciones de envasado y procesado, algunos de cuyos productos ya sean mencionado anteriormente, ofrece una serie de servicios de automatización y control de línea.

Su sistema PlantMaster permite controlar las operaciones integrando los equipos de la totalidad de la cadena para reducir costes operacionales y tiempo. Esto ocurre a través de la integración de datos en un MES (*Manufacturing Execution System*), un software de control automatizado de la Industria 4.0 para la monitorización y gestión de la producción en fábricas (Mogensen, y otros, 2019).

En base a la información obtenida de las distintas alternativas de software para la integración de sistemas y gestión de datos, vemos que, efectivamente, es necesaria la instalación de un PLC. Es decir, la instalación de una estructura de PLC que interconecte las máquinas con los sistemas informáticos es esencial para la implementación de la industria 4.0 en la etapa de producción. El estudio de esta estructura pertenece al ámbito de la ingeniería, por lo que, como se ha mencionado inicialmente, este proyecto no abarca dichos planes.

Al tratarse de maquinaria y software para industrias, sin información disponible acerca de sus precios, no se ha podido esbozar un plan de costes aproximado. Esta información se ofrece a las propias empresas o ingenieros que trabajen en diseñar un plan completo de digitalización, en base a información precisa acerca de los equipos de la fábrica, sus capacidades y necesidades técnicas.

7.3. Siguientes líneas de acción

Tras analizar la situación en la que la empresa se encuentra, sus necesidades primarias y las principales alternativas disponibles en el mercado, podemos definir una serie de líneas de acción a tomar a continuación.

Al definir la situación actual en la que se encuentra la Empresa XYZ, hemos determinado que su principal motivación es automatizar el proceso de pedidos, por que prioritariamente es necesario digitalizar la etapa final del proceso de producción. Sin embargo, la Industria 4.0 no se encuentra disponible en maquinaria para algunos procesos aún sin digitalizar. Por el contrario, se han detectado varias etapas que podrían verse positivamente favorecidas por la incorporación de la Industria 4.0, agilizando procesos y reduciendo costes operacionales.

En primer lugar, el tratamiento previo de la leche en el laboratorio es una de las fases que más sencillamente podría agilizarse. Gran parte del tiempo se pierde tomando las medidas de temperatura y pH de la leche con un medidor e introduciéndolos manualmente en el sistema. Gracias a herramientas como la mencionada en el epígrafe 7.1 correspondiente a esta fase, no solo se agilizaría el proceso de toma de datos, sino que también se evitarían errores de factor humano, como la introducción de datos erróneos en el sistema. Por otro lado, la incorporación de un software de clasificación y análisis de datos serviría para optimizar la toma de decisiones.

En segundo lugar, sería recomendable llevar a cabo un diseño de estructura de PLC, que permita definir los costes y dificultades de la instalación de autómatas externos en las maquinarias. Aquellas donde su incorporación, basándonos en los datos expuestos en este trabajo sobre las necesidades de la empresa, podría tener una mayor repercusión serían las siguientes. Incorporar un PLC en la fase de salmuera, que permita llevar un control exacto y en tiempo real acerca de la producción. Además, sería también recomendable una solución, mediante un PLC, que permitiese el control de los equipos

de la fase definida como *producción propiamente dicha*. Esto permitiría, incorporando también un software de trazabilidad (mencionados en el epígrafe 7.2), conocer el estado de la producción en el momento exacto en que la materia prima es transformada en el propio queso. Para poder tomar decisiones de producción en base a los pedidos con anterioridad incluso a que lleguen al secadero. Esto permitiría, de nuevo, una mayor rapidez en la toma de decisiones, pues se llevarían a cabo en base a la producción en tiempo real.

Finalmente, y como se intuye del apartado anterior, tras llevar a cabo una estructura de PLC en planta, la siguiente acción estratégica implica la investigación y selección del software más apropiado para la empresa y su estructura. Los software presentados en el apartado correspondiente son simplemente un esbozo de opciones disponibles actualmente en el mercado que cubren las necesidades *a priori*. Una vez diseñada la estructura se deberá realizar la investigación pertinente, teniendo en cuenta que la tecnología habrá, posiblemente, avanzado.

8. CONCLUSIONES

En este trabajo se han propuesto las primeras etapas para un plan de digitalización a partir de la incorporación de la Industria 4.0 en una empresa quesera. Para ello, se ha descrito el proceso productivo de la empresa, analizando la maquinaria empleada a lo largo de sus distintas fases. Con la revisión de las especificaciones de los equipos se ha obtenido un marco de la situación actual de la empresa en cuanto a su nivel de digitalización. Posteriormente, se ha completado el marco situacional para estudiar las posibilidades de digitalización de la empresa a través de un análisis DAFO. De esto se ha concluido que las motivaciones de digitalización de la compañía se centran especialmente en optimizar la trazabilidad del producto. Asimismo, se han detectado los principales puntos débiles del proceso de producción, los cuales podrían optimizarse significativamente a través de las herramientas de la Industria 4.0. En base a ello, se han indagado las máquinas específicas disponibles en el mercado y los software pertinentes para cubrir las necesidades de la empresa. Finalmente, se ha enmarcado todo ello en un examen genérico de los beneficios y costes de la digitalización, el proceso de definición e implantación de las herramientas de la Industria 4.0, junto con los factores a tomar en consideración y sus riesgos, y las especificaciones del sector quesero.

9. LIMITACIONES

Durante este trabajo se han enfrentado una serie de limitaciones. Por ello, en este epígrafe se describen varios aspectos a considerar para tener una propuesta completa de la digitalización de la producción de quesos de pasta dura de la empresa.

Partiendo del análisis de los procesos, situación actual de la compañía y sus necesidades, desarrolladas en este trabajo, el siguiente paso para completar la propuesta de digitalización es un análisis de los clientes actuales y potenciales de la empresa. Con ello, un estudio de mercado que ofrezca una visión completa de su situación. Por otro lado, una limitación del presente trabajo ha sido la dificultad por obtener presupuestos para los equipos, imposibilitando la elaboración de un análisis base de costo-beneficio. Por tanto, se debería establecer un plan de costes. Por último, definir una serie de KPIs que permitan controlar la efectividad del proceso de transformación. Todo ello permitiría fijar el momento y duración de dicha transformación, en base a lo expuesto en este trabajo y los siguientes análisis mencionados en el presente epígrafe.

10. BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar, L. J. (2017). Ciberseguridad: la colaboración público-privada en la era de la cuarta revolución industrial (Industria 4.0 versus ciberseguridad 4.0). *Cuadernos de estrategia*, (185), 19-64.
- Amplía. (2016). Digitalizando los procesos productivos. *Digitalbiz Magazine*.
- Andrade, J., & Dreher Silveira, D. (2019). Aplicación del OEE para análisis de la productividad: un estudio de caso aplicado en una línea de producción en una industria de pulpa y papel. *DYNA*, 86(211), 9-16. <https://doi.org/10.15446/dyna.v86n211.79508>
- Asensio, Á. (2019). Cultura digital para una transformación desde la base... pero contando con los empleados. *Bit*, (212), 20-23.
- Badii, C., Bellini, P., Difino, A., & Nesi, P. (2018). Sii-Mobility: An IoT/IoE Architecture to Enhance Smart City Mobility and Transportation Services. *Sensors*, 19(1), 1. <https://doi.org/10.3390/s19010001>
- Bloomberg, J. (2018). Digitization, Digitalization, And Digital Transformation: Confuse Them At Your Peril. *Forbes*.
- Bundesministerium für Bildung und Forschung. (2014). *Die neue Hightech-Strategie Innovationen für Deutschland*.
- Cámara de Comercio de España. (4 de marzo de 2019). *¿Qué es la digitalización?* Obtenido de Cámara de España: <https://www.camara.es/blog/innovacion-y-competitividad/que-es-digitalizacion>
- CEOE. (2018). *Recomendaciones para la Digitalización de las Empresas*. Confederación Española de Organizaciones Empresariales, Departamento de Asuntos Económicos y Europeos Comisión de Sociedad Digital.
- Cisco. (2013). *The Internet of Everything: Global Public Sector Economic Analysis*. Obtenido de Cisco: https://www.cisco.com/c/dam/en_us/about/business-insights/docs/ioe-value-at-stake-public-sector-analysis-faq.pdf
- Cotteleer, M., & Sniderman, B. (2017). Forces of change: Industry 4.0. *Deloitte Insights*.
- Della Toffola. (2020). *Sistemas de salado dinámico*. Obtenido de Della Toffola Group: <https://www.dellatoffola.es/es/catalogue-sector/Lechero-quesero/Quesos-curados/salado-de-quesos/Sistemas-de-salado-dinamico>
- Dima. (2020). *Tina de coagulación*. Obtenido de Dima: <https://www.dima.it/es/tina-de-coagulac%C3%ADon/25-tina-de-coagulación-serie-“cvb”>
- Doet. (octubre de 2018). *Entrevista a Doet y Hegahogar en la revista Hablemos de empresas de Orange*. Obtenido de Doet: <https://doet.es/noticias/entrevista-a-doeet-y-hegahogar-en-la-revista-hablemos-de-empresas-de-orange.html>
- Erbes, A., Gutman, G., Lavarello, P., & Robert, V. (2019). *Industria 4.0: oportunidades y desafíos para el desarrollo productivo de la provincia de Santa Fe*. Santiago: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).
- Escudero Nahón, A. (2018). Redefinition of "Network learning" in the fourth industrial revolution. *Apertura (Guadalajara, Jal.)*, 10(1), 149-163.

- Espera. (2020). *Soluciones de Software*. Obtenido de Espera: <https://www.espera.com/es/productos/software>
- FENIL. (2020a). *El sector lácteo en España*. Obtenido de FENIL: <http://fenil.org/sector-industrial-lacteo/>
- FENIL. (2020b). *Producción del sector lácteo*. Obtenido de FENIL: <http://fenil.org/produccion-sector-lacteo/>
- Fernández Ledesma, J. (2017). Reflexión sobre los sistemas empresariales y su contribucion desde la perspectiva del manejo de la informacion: una aproximacion desde la industria 4.0. *Sistemas, Cibernética e Informática*, 14(2), 6-11.
- García Real, I. (14 de mayo de 2019). *Las claves para integrar la digitalización en tu empresa*. Obtenido de IEBS: <https://www.iebschool.com/blog/que-digitalizacion-claves-empresa-digital-business/>
- García, J. B., Díaz, F. F., & Córdoba, A. S. (2018). La industria 4.0: un camino hacia el ahorro energético. *Dínamo técnica: revista gallega de energía*, (22), 8-9.(22), 8-9.
- Hanna Instruments. (2020). *Halo*. Obtenido de Hanna Instruments: https://www.hannainst.es/tmsearch?orderby=position&orderway=desc&search_categorises=2&search_query=halo&tm_submit_search=
- Harmon, A. (2019). *SWOT analysis*. Obtenido de Salem Press Encyclopedia: <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=ers&AN=100259317&lang=es&site=eds-live&scope=site>
- Hernández-Trasobares, A. (2003). Los Sistemas de Información: Evolución y desarrollo. *Proyecto social: Revista de relaciones laborales*, (10-11), 149-165.
- Jurburg, D., & Cabrera, Á. (2019). Análisis de las principales competencias necesarias para la implementación de la Industria 4.0 en el sector agroindustrial uruguayo. *Memoria Investigaciones En Ingeniería*, 17(1), 151-171.
- Kivak, R. (2019). *Key performance indicator (KPI)*. Obtenido de Salem Press Encyclopedia: <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=ers&AN=121772872&lang=es&site=eds-live&scope=site>
- Kowalkowski, C., & Brehmer, P. (2008). Technology as a driver for changing customer-provider interfaces: Evidence from industrial service production. *Management Research News*, 31, 746-757.
- Lenka, S., Parida, V., & Wincent, J. (2016). Digitalization Capabilities as Enablers of Value Co-Creation in Servitizing Firms. *Psychology & Marketing*, 34(1), 92–100.
- Martínez García, F. (2015). *Gestión Integrada del Mantenimiento y la Energía para la Prevención de Fallos en Equipos de Plantas de Proceso* (tesis doctoral). Universidad de Murcia, España.
- Martínez Lorenzo, M. (2019). *Sistema de limpieza CIP en una industria de fabricación de quesos*. Universidad de Valladolid, Escuela de Ingenierías Industriales.
- Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación . (2003). *Diagnóstico y Análisis Estratégico del Sector Agroalimentario Español* . Gobierno de España.

- Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. (2017). *Situación de Mercado: Sector ovino y caprino de leche*. Gobierno de España.
- Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. (2020). *Informe de Coyuntura del Sector Vacuno de Leche*. Gobierno de España.
- Mogensen, R., Barbera, S., Rodríguez, I., Berardinelli, G., Fink, A., Marcker, R., . . . Pocovi, G. (2019). Implementation and Trial Evaluation of a Wireless Manufacturing Execution System for Industry 4.0. *2019 IEEE 90th Vehicular Technology Conference (VTC2019-Fall) Vehicular Technology Conference (VTC2019-Fall), 2019 IEEE 90th*, (págs. 1-7). Honolulu (USA). <https://doi.org/10.1109/VTCFall.2019.8891231>
- Moncho, W. (30 de agosto de 2018). *Los quesos artesanos de Queizúar se suman a la Industria 4.0*. Obtenido de Ainia: <https://www.ainia.es/noticias/asociados/los-quesos-artesanos-de-queizuar-se-suman-a-la-industria-4-0/>
- Neteris. (2016). *Estrategias de digitalización y su valor para la empresa*. Obtenido de Neteris: <https://www.logistun.es/wp-content/uploads/2016/11/NETERIS-Estrategias-de-Digitalizacion-y-su-Valor-para-la-Empresa-Ignacio-Romero.pdf>
- Nut Consulting. (2020). *Software de Planta (Industria 4.0)*. Obtenido de Nut Consulting: https://www.nutsl.com/soluciones/software-de-planta-mes-manufacturing-execution-system/?gclid=Cj0KCQjwm9D0BRCMARIsAIfvfiIaud0IXiMAf5m-bfFV7MNNuHcLS5XC3kx6HxOPOKXqxEuCcX4YYekaAjmVEALw_wcB
- Roca Martínez, C. (29 de junio de 2016). *Guía completa para digitalizar tu empresa y adaptarse a la transformación digital*. Obtenido de IEBS: <https://www.iebschool.com/blog/guia-para-digitalizar-empresa-digital-business/>
- Rodríguez García, F. (2018). *Sistema de limpieza CIP en una industria de fabricación de cerveza*. TFG, Universidad de Valladolid, Escuela de Ingenierías Industriales.
- Ślusarczyk, B. (2018). Industry 4.0 - Are we ready? *Polish Journal of Management Studies*, 17.
- SPX. (2020). *Unidad de pasteurización de leche APV FX*. Obtenido de SPX Flow: https://www.spxflow.com/assets/pdf/APV_FX_Milk_Pasteuriser_Unit_6211_02_04_20_12_ES.pdf
- Tetra Pak. (2020). *Tetra Pak® Casomatic system MC3*. Obtenido de Tetra Pak: https://assets.tetrapak.com/static/documents/pd63524_tetra_tebel_casomatic_mc_31.pdf
- Tetra Pak. (2020). *Tetra Pak® Pasteurizer BF*. Obtenido de Tetra Pak: <https://www.tetrapak.com/mx/processing/pasteurization/tetra-pak-pasteurizer-bf>
- UNED. (s.f.). Controladores Industriales Inteligentes - Controladores Lógicos Programables (PLC). En e. y. Departamento de Ingeniería eléctrica, *Master Degree: Ingeniería de Sistemas Industriales*.
- Vandermerwe, S., & Rada, J. (1988). Servitization of business: Adding value by adding services. *European Management Journal*, 6(4), 314-324.
- World Bank. (23 de Septiembre de 2019). *Agriculture and Food*. Recuperado el Enero de 2020, de The World Bank: <https://www.worldbank.org/en/topic/agriculture/overview>