



Universidad de Valladolid



UNIVERSIDAD DE VALLADOLID

ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES

Máster en Logística

ESTUDIO Y ANÁLISIS  
COMPARATIVO DE DIFERENTES  
SOFTWARES ERP DESDE UNA  
PERSPECTIVA LOGÍSTICA

Autor:

Marta Romero García

Tutor:

Sanz Angulo, Pedro

Departamento de Organización de Empresas y C. e I.M.

Valladolid, Julio 2018



## Agradecimientos

En primer lugar, quiero agradecer a Pedro por haberme dado la oportunidad de trabajar en este proyecto, y por su apoyo y dedicación a lo largo de este tiempo.

Gracias también, a Ángel Gento, coordinador de máster en Logística por su colaboración y dedicación a lo largo de este máster.

También agradecer a mis compañeros, que durante este año han estado conmigo compartiendo experiencias.

Por último, agradecer también a Fernando su ayuda y ánimos durante la realización de este trabajo. Sin él, no habría sido posible su realización.



## RESUMEN

Los ERP (*Enterprise Resource Planning*) son sistemas de gestión que ayudan a las empresas a agrupar todos sus procesos. Así, consiguen tener interconectados todos los departamentos.

Durante muchos años, los ERP propietario como SAP y Microsoft Dynamics han dominado el mercado. Sin embargo, actualmente existen otras modalidades que permiten a las pequeñas y medianas empresas una mayor accesibilidad a estos sistemas. Estos son los ERP *opensource* y los ERP en la nube.

Por ello, con este trabajo se pretende realizar una revisión de las diversas modalidades de ERP, así como comparar las diferentes aplicaciones y sus funcionalidades. Dentro de cada software ERP, nos centraremos en analizar las soluciones logísticas que ofrecen estos sistemas.

Además, se evaluarán cualitativa y cuantitativamente las funciones de los principales ERP del mercado, teniendo en cuenta las necesidades de una empresa ficticia cuyo objetivo es implantar una de estas aplicaciones.

**Palabras clave:** ERP, comparativa, *opensource*, nube, logística.



## ABSTRACT

Enterprise Resource Planning (ERP) software was developed as management systems devoted to help companies to group all their processes, allowing them to link all their activities.

For many years, proprietary software such as SAP and Microsoft Dynamics were the predominant choices in the ERP market. Nevertheless, alternative options have recently started to gain importance, enabling small and medium-sized businesses (SMBs) to access to this system. This new option are open source ERPs and cloud-based ERPs.

For these reasons, the aim of this project is to present a thorough review of the different ERP alternatives along with the comparative study of their main applications. In addition, a deeper study of the logistic features of each ERP will be conducted.

Finally, the different functions of the main ERP systems in the current market will be evaluated both qualitative and quantitative, considering the needs of a company who is trying to implement one of these applications.

**Keywords:** ERP, comparative, opensource, cloud computing, logistics.



# ÍNDICE

<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
Antecedentes.....	1
Motivación .....	5
Objetivos.....	5
Alcance.....	6
Organización de la memoria.....	6
<b>CAPITULO 1. ERP PROPIETARIO VS LIBRE.....</b>	<b>9</b>
1.1. Introducción .....	9
1.2. ERP en propiedad ( <i>ERP on premise</i> ) .....	9
1.2.1. <i>Ventajas y desventajas de los ERP en propiedad.....</i>	<i>9</i>
1.3. <i>Principales ERP en propiedad.....</i>	<i>11</i>
1.4. ERP de Software Libre ( <i>ERP Opensource</i> ) .....	12
1.4.1 <i>Ventajas y Desventajas de los ERP de Software Libre .....</i>	<i>12</i>
1.4.2 <i>Modelos de negocio de los ERP de Software Libre.....</i>	<i>13</i>
1.4.3 <i>Diferentes productos ERP de Software Libre .....</i>	<i>14</i>
1.5 ERP en propiedad VS ERP de Software Libre .....	21
1.6. Conclusiones .....	23
<b>CAPÍTULO 2. ERP EN LA NUBE.....</b>	<b>25</b>
2.1. Introducción.....	25
2.2 ERP en la nube – <i>Software As A Service</i> .....	26
2.2.1 <i>Ventajas del ERP en la nube - SAAS.....</i>	<i>27</i>
2.2.2 <i>Inconvenientes del ERP en la nube - SAAS.....</i>	<i>28</i>
2.2.3 <i>Modelos de negocio del ERP en la nube .....</i>	<i>29</i>
2.3. Diferencias entre SAAS y ASP .....	29
2.4. Diferentes aplicaciones de ERP en la nube.....	30
2.5. ERP en propiedad VS ERP en la nube .....	33
2.6. ERP en la nube VS <i>ERP opensource</i> .....	36
2.7. Conclusiones .....	38

<b>CAPÍTULO 3. CASO PRÁCTICO: DEFINICIÓN .....</b>	<b>41</b>
3.1. Introducción .....	41
3.2. Métodos para la toma de decisiones .....	41
3.2.2.Método TOPSIS.....	43
3.2.3.Método PROMETHE .....	44
3.3. Caso Práctico .....	46
3.3.1.Descripción de la empresa .....	46
3.3.2.Funcionamiento de la empresa .....	46
3.3.3.Definición del problema.....	50
3.3.4.Propuesta de alternativas .....	51
3.4. Conclusiones .....	58
<b>CAPÍTULO 4. CASO PRÁCTICO: EVALUACIÓN.....</b>	<b>61</b>
4.1. Introducción .....	61
4.2. Evaluación cualitativa.....	61
4.3. Evaluación cuantitativa .....	63
4.3. Conclusiones .....	84
<b>CAPÍTULO 5. ESTUDIO ECONÓMICO .....</b>	<b>85</b>
5.1. Introducción.....	85
5.2. Personal del proyecto.....	85
5.3. Fases del proyecto .....	87
5.4. Estudio económico .....	88
<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>95</b>
Posibles Líneas Futuras .....	98
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>101</b>

## INTRODUCCIÓN

### Antecedentes

Las siglas ERP se refieren a “*Enterprise Resource Planning*”, cuyo significado es “sistema de planificación de recursos empresariales”. Un ERP es un software que integra todas las operaciones/funciones de una empresa de un modo cooperativo. Además, se puede utilizar incluyendo elementos externos a la empresa, como clientes y proveedores, para conseguir una visión más global de la entidad (Abd Elmonem, 2017). Dentro de un ERP van a existir módulos de contabilidad, compras, logística, ventas y producción entre otros (Figura 1). Los más significativos se detallan a continuación:



Figura 1. Módulos más comunes en un ERP

- *Módulo de compras*: facilita la planificación de los pedidos a proveedores en función de la demanda de productos o del control de unos stocks mínimos de producción. Este módulo se apoya en las bases de datos de materiales y de proveedores. También debe estar integrado con los módulos de logística,
- *Módulo de producción*: este módulo gestión la fabricación de una compañía. Genera las órdenes de fabricación en función de las solicitudes de clientes. Necesita estar en contacto con la base de datos de materiales, de utillaje, y de maquinaria entre otras.
- *Módulo de ventas*: se ocupa de la relación con los clientes, así como de las actividades comerciales. Al igual que el módulo de compras, debe estar interconectado con los módulos de logística, transporte, distribución y preparación de pedidos.

## INTRODUCCIÓN

- *Módulo de finanzas*: se encarga de la contabilidad y de la gestión financiera de la empresa. Lleva a cabo operaciones de elaboración de presupuestos, contabilización de asientos, así como facturación y gestión de cobros y pagos.
- *Módulo de recursos humanos*: gestiona la información y necesidades de los empleados de la empresa.

Los ERP tienen un origen militar. En la Segunda Guerra Mundial, el ejército de los Estados Unidos comenzó a usar aplicaciones para gestionar su logística y su planificación. Sin embargo, la escasa existencia de ordenadores limitaba su utilización.

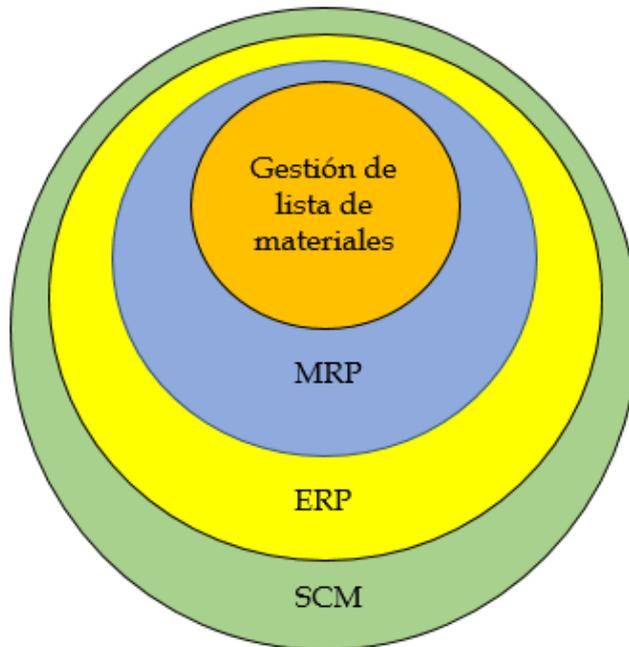
A medida que iban desarrollándose los ordenadores y comenzaban a ser asequibles para las empresas civiles, aparecieron nuevos softwares para la gestión de las materias primas basados en los softwares usados por el ejército. De este modo, en los años 70 surgieron los primeros MRP (*Material Resource Planning*, Planificación de Necesidades de Materiales) en la industria manufacturera (Monk, 2001).

Estos programas MRP evolucionaron para incluir otros ámbitos además de las materias primas. El objetivo era poder funcionar con todos los departamentos de la empresa bajo una misma base de datos. El primer sistema ERP tuvo su origen en 1972 cuando cinco analistas de sistemas de la entidad IBM formaron una compañía que más tarde se convertiría en "*Systems, Applications and Products in Data Processing Enterprise (SAP)*" (Monk, 2001).

A lo largo de toda la década de los 80 se fueron desarrollando nuevos módulos que permitían a las entidades trabajar de una forma más cooperativa. Fue en 1990 cuando se acuñó por primera vez el término ERP por la consultora *Gartner*, que además de incluir la gestión de materiales, contaba con módulos de finanzas y de planificación de la producción (DataPrix, 2014). Dado que se empezó a entender como un software de información compartida y podía ser utilizado por una gran variedad de empresas, empezaron a surgir nuevos desarrolladores.

En el año 2000, los ERP comenzaron a incluir las funcionalidades gestión de relación con los clientes (CRM, *Customer Relationship Management*) y de la gestión de la cadena de suministro (SCM, *Supply Chain Management*). El CRM tiene como objetivo mejorar las soluciones con los clientes, generando nuevas oportunidades de negocio, y el SCM permite gestionar toda la cadena de suministro, desde las materias primas a la expedición de los productos terminados.

Fue en este momento de máxima integración de todas las necesidades de una organización en una única aplicación, cuando Microsoft entró en el mercado de los ERP para crear Microsoft Navision (DataPrix, 2014). Junto con SAP y Oracle, forman hoy los tres grandes gigantes ERP. En la Figura 2 queda reflejada la evolución de los ERP, así como la integración de los diferentes módulos para conseguir una gran aplicación como son los sistemas de gestión empresarial.



*Figura 2. Evolución de los ERP*

Los sistemas ERP son adecuados para cualquier tipo de empresa. Dado que cuenta con diferentes módulos personalizables, puede utilizarse en empresas de sectores muy diferentes: transporte y logística, automoción, alimentación, ingeniería y proyectos, textil y moda, servicios públicos, etc.

La principal ventaja de los ERP es la integración de todas las funciones de la empresa bajo una misma plataforma facilitando el flujo comunicativo. De este modo, se consigue disponer de información procedente de diferentes bases de datos bajo un mismo sistema. Gracias a esto, se mejoran los procesos de análisis y se hacen más eficientes dado que podemos obtener informes conservando toda la trazabilidad. Como consecuencia, se consigue un ahorro de tiempo y de costes, así como una automatización de las actividades de la empresa.

## INTRODUCCIÓN

La oferta de fabricantes de ERP sigue ampliándose día a día para adaptarse a las nuevas tecnologías como el *cloud computing*, los dispositivos móviles o el Software como Servicio (SaaS, *Software as a Service*). Además, los sistemas ERP están adaptándose a las necesidades de las pequeñas y medianas empresas (PYME), reduciendo los costes de implementación, los cuales suponen una barrera para la popularización de estas aplicaciones.

Estos ERP también son conocidos como ERP con licencias “*opensource*” de software libre. Con este tipo de ERP, el cliente tiene acceso al software, por lo que tiene libertad para ejecutar, copiar, distribuir, estudiar, modificar y mejorar el software (Granero, 2016). Debido a su flexibilidad, a la madurez y especialización de sus desarrolladores y, como ya se ha mencionado, a la posibilidad de implementación a precios más bajos. Los ERP *opensource* están encontrando un sitio en el mercado de los ERP dominado por los ERP en propiedad. Los más conocidos son Odoo, OpenBravo, ERP5, Compiere o Dolibarr (Figura 3).

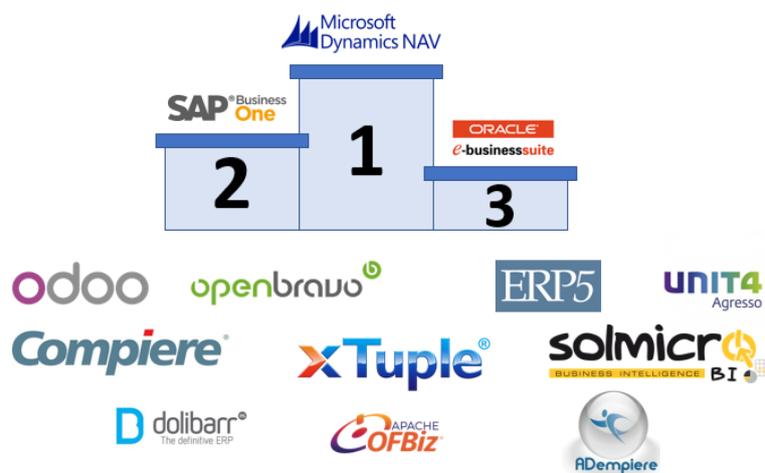


Figura 3. Diferentes ERP del mercado

En la misma línea de reducir costes de implantación, nace el ya mencionado Software como Servicio basado en el *cloud computing*, o software en la nube. Este tipo de ERP se caracteriza por gestionar los datos a través de la red. Estos datos se alojan en servidores del proveedor del software, el cual gestiona el servicio de mantenimiento, la operación diaria y el soporte del software usado por el cliente. De este modo, se reducen los costes de inversión inicial, aportando únicamente una cuota mensual al proveedor del software.

Por consiguiente, hoy podemos considerar 3 grandes bloques de alternativas de software ERP: software en propiedad (*close source*), software libre (*open source*) y Software como Servicio (*cloud computing* o Software en la nube).

### Motivación

Actualmente, la mayoría de las empresas busca conseguir la máxima automatización de sus procesos. Para ello, no solo debe buscar automatizar sus procesos propios de fabricación, sino también sus procesos de gestión. En esta línea, se encuentran los ERP, sistemas de gestión empresarial.

Existen numerosas aplicaciones que intentan responder a las necesidades de la empresa. Estas herramientas han evolucionado a lo largo de los últimos años ofreciendo nuevas funcionalidades y, además, nuevas formas de adquisición. Esas nuevas formas surgieron, en primer lugar, para adaptarse en términos económicos a las pequeñas y grandes empresas. Sin embargo, hoy están compitiendo al mismo nivel que las antiguas formas de adquisición de estas aplicaciones.

Este trabajo se ha realizado con la motivación de conocer y analizar las múltiples formas en las que se puede adquirir un ERP. Además, se considera necesario establecer una comparativa entre las diferentes aplicaciones ERP y sus funcionalidades desde una perspectiva logística debido a la complejidad de elegir el correcto software debido al gran abanico de posibilidades existentes.

### Objetivos

Este trabajo tiene como objetivo principal realizar un estudio de las diferentes herramientas de software de gestión de la empresa, comparando las principales aplicaciones existentes en el mercado y analizando sus posibilidades logísticas aplicadas a un caso práctico. Para ello, se comenzará por conocer el origen y aplicaciones de un software de gestión (ERP). Dado las múltiples modalidades en las que actualmente se presentan estos sistemas en el mercado, se va a realizar una comparativa de todas ellas, así como de los diferentes ERP dentro de cada modalidad.

## INTRODUCCIÓN

Como complemento al trabajo de revisión bibliográfica, se pretende establecer las necesidades de una empresa ficticia para entender la implicación real de un ERP en una empresa. En primer lugar, se establece como objetivo conocer las principales soluciones logísticas de los ERP más representativos del mercado. Para ayudar en este análisis, se van a dar a conocer los métodos de toma de decisiones más empleados para estos estudios. De este modo, se podrá realizar una comparativa cuantitativa relacionando las necesidades de la empresa con las funcionalidades de los ERP.

### Alcance

Para intentar responder a los objetivos planteados se van a presentar las formas en las que se puede adquirir un sistema de gestión. Una vez detalladas sus ventajas e inconvenientes, se establecerá una comparativa entre todas ellas para conseguir una visión global de todas las posibilidades que existen en el mercado y cuál nos resultaría más beneficiosa.

Dentro de cada forma de adquisición, existen múltiples aplicaciones ERP. Estas aplicaciones realizan diferentes tareas de una empresa, con diferentes maneras de interconexión entre departamentos. También se va a llevar a cabo una comparativa estudiando diversos aspectos que las diferencien.

Finalmente, nos centraremos en satisfacer las necesidades de una empresa ficticia. Estas necesidades se concentrarán en el ámbito de la logística. Se llevará a cabo una comparativa cualitativa y cuantitativa de las diferentes funcionalidades que ofrecen las aplicaciones ERP más representativas del mercado.

### Organización de la memoria

Esta memoria cuenta con una introducción en la que se presenta el software ERP y su evolución. También se mencionan los ERP existentes en el mercado, así como las nuevas aplicaciones que van surgiendo. Dentro de esta introducción también se habla de la motivación para llevar a cabo este trabajo fin de máster, de los objetivos, así como de su alcance.

El primer capítulo se centra en la comparativa entre los ERP en propiedad y los ERP de software libre. Para ello, se van a presentar ambos tipos de sistemas de gestión, detallando su situación en el mercado y sus ventajas e inconvenientes. Una vez, que se conozcan todas sus posibilidades, se establecerá una comparativa apoyada en gráficos y tablas. En este capítulo, también se describirán los diferentes ERP *Opensource* del mercado realizando, a su vez, una comparativa entre todos ellos.

En el segundo capítulo se hablará de los ERP en la nube. En primer lugar, se realizará una introducción sobre el *cloud computing*, y las formas en las que se pueden usar estas nuevas aplicaciones, como es el *Software as a Service*. A continuación, se detallarán las ventajas e inconvenientes de implantar un ERP en la nube, con modelo SAAS. También se presentarán las principales soluciones ERP como *Software as a Service*. Para finalizar el capítulo, se establecerán comparativas entre las diferentes soluciones ERP existentes en el mercado, ERP en propiedad, ERP *opensource* y ERP en la nube.

En el tercer capítulo se planteará un caso práctico de una empresa ficticia que desea implantar un ERP. Se definirán las necesidades de esta empresa, las cuales deberá satisfacer el ERP implantado. En este mismo capítulo, se analizarán desde una perspectiva logística los ERP más representativos del mercado. Para ello, se estudiarán las diversas posibilidades de cada ERP en función de los módulos que contiene.

En el cuarto capítulo, se llevará a cabo una evaluación de las alternativas presentadas en el tercer capítulo. En primer lugar, se realizará una comparación cualitativa, viendo cómo se adaptan las funcionalidades de los ER estudiados a las necesidades de nuestra empresa ficticia. A continuación, se realizará una comparativa cuantitativa. Para ello, se aplicarán dos de los métodos más empleados en la toma de decisiones: TOPSIS, y PROMETHEE. Gracias a estas evaluaciones, podremos determinar qué ERP sería el más conveniente para implantar en nuestra empresa.

Este trabajo, también cuenta con un estudio económico en el que se presentarán los recursos empleados para su realización. El documento finalizará con las conclusiones que derivan del trabajo desarrollado, y se describirán nuevas vías de desarrollo que permitan continuar y mejorar dicho trabajo.



## CAPITULO 1. ERP PROPIETARIO VS LIBRE

### 1.1. Introducción

Durante años, los softwares en propiedad han dominado el mercado de los ERP para las grandes organizaciones. Sin embargo, recientemente se han incrementado los esfuerzos para servir no solo a las grandes empresas sino también a las pymes.

Los ERP en propiedad se refieren a sistemas con derechos de propiedad muy estrictos, como los productos líderes del mercado SAP, Microsoft u Oracle. Por el contrario, los ERP *opensource* (software libre) pueden estar basados en comunidades de usuarios o patrocinados por alguna organización (West, 2005).

### 1.2. ERP en propiedad (*ERP on premise*)

#### 1.2.1. Ventajas y desventajas de los ERP en propiedad

Los softwares en propiedad están gestionados por grandes empresas a las que se les proporciona una gran cantidad de dinero para la gestión del software. Gracias a esta inversión inicial, la propietaria del software tiene total compromiso con la empresa cliente, la cual cuenta con esa **seguridad de protección** de la empresa poseedora del software.

Este tipo de software está generalmente disponible para **cualquier tipo de hardware**, facilitando el soporte técnico a las empresas. El desarrollador de software propietario da un **mejor acabado a las aplicaciones**, tanto en estética como en la facilidad de uso. Esto hace que se requieran **técnicos menos especializados** dentro de las empresas clientes. Además, el soporte técnico global es llevado a cabo por la empresa proveedora.

La **toma de decisiones** de los *ERP on premise* se encuentra **centralizada** en torno a una línea de productos, haciendo que no se desvíe de la idea principal y generando productos funcionales y altamente compatibles (Jose, 2006).

Como ya se ha comentado en la introducción de este capítulo, los ERP en propiedad tienen derechos de propiedad muy estrictos. Este se traduce en **elevados costes de licencia**. Cuando una empresa decide implantar un software ERP tiene que llevar a cabo una gran inversión inicial. La inversión de implementar un software en propiedad es muy elevada. Además, la empresa debe disponer de recursos para su implantación y mantenimiento.

El coste se verá incrementado cuanto mayor sea la personalización deseada. Es decir, cuanto mayor número de módulos sean necesarios para cubrir las necesidades de una empresa, mayor será el coste inicial. Por ejemplo, para 7 licencias con 2 módulos y una personalización mínima la inversión inicial se encuentra en torno a los 40.000 €. Sin embargo, si se necesitan 25 licencias, con una gran cantidad de funcionalidades para cubrir muchos procesos, es probable que la cifra supere los 100.000€ (EKCIT, 2018).

Estos ERP obligan a sus clientes a cumplir con un **calendario de implementación muy estricto**. Muchas de las pequeñas y medianas empresas no pueden cumplir estas fechas debido a todos los problemas que supone la implementación de un nuevo software.

Además, la implantación de este tipo de ERP lleva consigo una serie de **costes ocultos**. Estos costes pueden llegar a superar el coste inicial del proyecto durante la vida útil del ERP. Algunos de estos costes, son los siguientes:

- Hardware: ordenadores, servidores, o infraestructuras que haya que crear para el correcto funcionamiento del ERP.
- Configuración del software en los puestos de trabajo.
- Soporte técnico
- Mantenimiento
- Coste de actualización de nuevas versiones. Estos costes se verán incrementados también con el nivel de personalización. Si en una primera fase del proyecto se estable con claridad las prioridades en cuanto a los módulos, este coste podría verse reducido.
- Modificaciones durante la implantación. La falta de planificación, y el desconocimiento de las necesidades reales, pueden obligar a la empresa a realizar múltiples modificaciones durante la instalación del software. Esto no

solo significará un sobrecoste, sino que retrasará el proyecto y perjudicará el funcionamiento del ERP.

- Formación de personal

Debido a esto, para poder operar con este tipo de software se requiere una planificación concreta y detallada del proyecto de implantación, así como un amplio presupuesto para hacer frente a todos los costes. Por ello, estos softwares en propiedad están orientados a las grandes empresas.

### 1.3. Principales ERP en propiedad

Los principales ERP en propiedad son Microsoft, SAP y Oracle. A pesar de controlar el mercado de los sistemas de gestión empresarial, son sistemas muy diferentes. Además, dentro de cada uno de ellos existen diferentes productos que pueden ser más adecuados o no dependiendo de las necesidades de la empresa (Tabla 1).

*Tabla 1. Productos ERP de los diferentes ERP en propiedad*

SAP	MICROSOFT	ORACLE
SAP Business One	MS Dynamics NAV	Oracle EBS
SAP Business All-In-One	MS Dynamics AX	Oracle JD Edwards EnterpriseOne
SAP Business ByDesign		

Las diferencias entre los distintos productos de cada gigante ERP se encuentran en la especialización y personalización requeridas por las empresas. Además, todos ellos están presentando productos *cloud computing*, de los cuáles hablaremos a lo largo de este trabajo. En relación con la facilidad de uso, los clientes encuentran Microsoft Dynamics más sencillo. En cuanto a flexibilidad de adaptación y funcionalidad también destaca Microsoft Dynamics junto con Oracle.

A la hora de comparar estos tres gigantes, hay que contemplar el tiempo de implementación. SAP y Oracle trabajan con tiempos similares. Microsoft Dynamics por otro lado, contempla plazos de implantación menores, pero es integrado principalmente en empresas menos complejas y más pequeñas que sus competidores. Por último, otro factor importante es la personalización. SAP es uno de los sistemas más difíciles de personalizar, pero el que más funciones presenta, y el que mejores oportunidades ofrece a las organizaciones (EKCIT, 2018).

## 1.4. ERP de Software Libre (ERP *Opensource*)

Los ERP de Software libre cada vez cuentan con mayor presencia en el mercado, debido a que han centrado su negocio en las pequeñas y medianas empresas. Están dirigidos a pymes, y sólo en España, el número asciende a 1.250.000 aproximadamente, frente a 4.000 grandes empresas. Las grandes organizaciones tienen la posibilidad de acceder a cualquiera de las dos modalidades de ERP, pero por economía las pymes están fomentando el crecimiento del *opensource* (Tic. Portal, 2018).

### 1.4.1 Ventajas y Desventajas de los ERP de Software Libre

Como ya se ha mencionado, en los ERP de Software Libre el cliente / usuario tiene total libertad para gestionar el software dado que tiene acceso al código fuente. Por tanto, una de sus ventajas es la **flexibilidad y adaptabilidad**. El usuario puede acceder al código para modificarlo según sus necesidades y adquirir los módulos más adecuados para el funcionamiento de su empresa. Debido a esto, también se gana en **independencia con respecto al proveedor del ERP**.

Existen **actualizaciones continuas** de libre acceso, pudiendo disponer de gran variedad de herramientas que faciliten la gestión de la compañía.

Debido a que los *ERP opensource* son utilizados por una comunidad abierta de usuarios **se detectan y comparten más errores**. Esto hace posible que el producto ERP final esté más depurado.

La principal ventaja de los ERP de Software Libre es la **reducción de costes**. Esta reducción se centra en el coste de licencia, el cual desaparece en los ERP *opensource*. Las empresas pueden adquirirlo e implantarlo para un número reducido de usuarios e ir incrementando dependiendo de su crecimiento (Tic. Portal, 2018). Además, los costes de implementación de estos ERP se encuentran entre un sexto y un tercio menores que los ERP de Software en propiedad (West, 2005).

Una de las desventajas de los ERP *opensource* puede encontrarse en la **calidad ofrecida**. Los grandes defensores del software en propiedad argumentan, que la seguridad que ofrece una empresa encargándose de gestionar el software, de su mantenimiento y de solucionar los problemas que vayan surgiendo, no es comparable al ofrecido por las *ERP opensource*.

Las aplicaciones de software libre son, en principio, más complicadas de usar, lo que puede hacer que los usuarios las rechacen por este motivo. Además, la interfaz no es tan agradable estéticamente. Sin embargo, y debido a la mayor introducción en el mercado de estos softwares, los programadores están mejorando estos aspectos y consiguiendo un alto nivel en relación interfaz-rendimiento capaz de competir con los grandes softwares ERP.

En los ERP de software libre las decisiones las toman **organismos descentralizados** que trabajan en líneas paralelas. Esto provoca, en algunos casos, discrepancias entre diferentes programadores y usuarios finales (Jose, 2006).

Para poder actualizar, mejorar y adaptar el software a las necesidades de la empresa, se requiere **personal técnico** especializado y con capacidad para este desarrollo y mantenimiento. Este personal técnico tiene que prestar una **dedicación continua**, para un correcto funcionamiento del software. Esto conlleva un coste, que deberá tenerse en cuenta a la hora de elegir un ERP u otro.

#### 1.4.2 Modelos de negocio de los ERP de Software Libre

Se han establecido 9 modelos de negocio básicos para el desarrollo del software libre. Todos ellos giran en torno a la reducción de costes de desarrollo trabajando en comunidades abiertas y generando ingresos a través de las ventas indirectas (Raymond, 1999).

1. *Compartición de costes*: la compañía que desarrolla el software se une o establece una comunidad abierta para compartir el software en detrimento de las ventas. De este modo, los costes serán compartidos por todos los miembros de la comunidad.
2. *Diversificación del riesgo*: las tareas de mantenimiento y soporte técnico del software son compartidas por todos los miembros de la comunidad.
3. *Efecto de reclamo*: las compañías pueden ofrecer su software de forma gratuita como “gancho” con el objetivo de inducir las ventas de productos relacionados.
4. *Venta de hardware*: el objetivo es establecer alianzas con fabricantes de hardware, para que añadan el software de la empresa a su producto.
5. *Venta de servicios*: se distribuye el software sin coste, pero se ofrecen servicios asociados como mantenimiento o actualizaciones a cambio de un coste.

6. *Venta de accesorios*: similar a la venta de servicios. Se ofrece el software sin coste, pero se ofrecen productos asociados.
7. *Software libre condicionado*: la compañía vende el software con una fecha de expiración, a partir de la cual el software se convierte en gratuito. Esto proporciona un software en propiedad, dando a los usuarios la capacidad de adaptarlo a sus necesidades una vez que se cumpla la fecha de expiración.
8. *Vende la marca*: la compañía vende la marca asociado con programas libres. De este modo, obtiene ingresos cuando vende derechos del uso de la marca.
9. *Venta de contenido*: se distribuye el software sin coste, pero se cobra por el contenido.

La tecnología de ERP de software libre hace posible el desarrollo cooperativo de las tecnologías de información. De este modo, se pueden utilizar módulos desarrollados por otras entidades y probados por el mercado, en lugar de tener que desarrollarlos por uno mismo (Olson, 2018).

### 1.4.3 Diferentes productos ERP de Software Libre

Algunos de los ERP de Software libre con mayor presencia en el mercado actual son: Odoo, Openbravo, Compiere y Dolibarr.

La aplicación *opensource* **Odoo** (anteriormente conocida como OpenERP) es propiedad de la empresa belga Odoo S.A. y cuenta con funciones de ventas, CRM, gestión de proyectos, recursos humanos, inventarios, finanzas, contabilidad, entre otras (Figura 4). Estas funciones están integradas en el paquete básico. Sin embargo, su extensa comunidad de programadores hace que se desarrollen continuamente nuevos módulos favoreciendo la adaptabilidad a pequeñas y medianas empresas.

No es necesario instalar todas las aplicaciones, si no que cada empresa implementará únicamente aquellos módulos que sean necesarios para su actividad. La aplicación Odoo posee un grado de personalización de los módulos a distintos niveles. El desarrollador puede crear un nuevo módulo partiendo de uno ya existente, modificando la funcionalidad del ya existente. Odoo tiene un sistema de gestión de migraciones semiautomático que le favorece a la hora de realizar la implantación (Martín Picó, 2010).

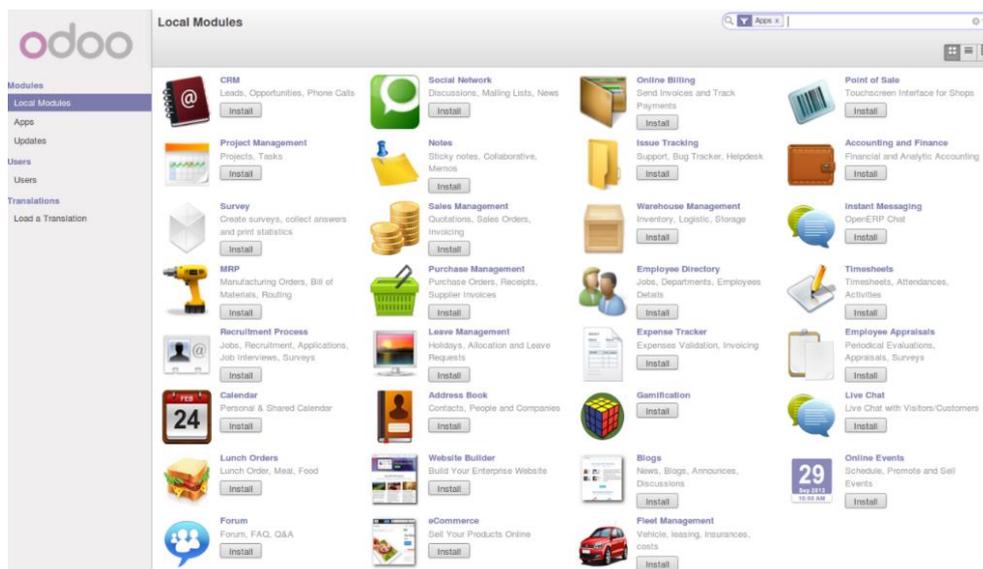


Figura 4. Módulos ofrecidos por Odoo

Su software es completamente libre y no tiene costes de licencia. Los costes de Odoo estarían relacionados con su implantación, personalización, mantenimiento y formación. Puede usarse desde cualquier tipo de sistema operativo (Windows, Linux o Mac). Asimismo, dispone de versión para dispositivos móviles (Conpas, 2018).

Odoo es un ERP de muy alto nivel orientado a pequeñas y medianas empresas. Sin embargo, debido a sus múltiples módulos, actualmente es usado por grandes multinacionales como Toyota y Danone. Se presenta como la alternativa de software libre a SAP y Microsoft Dynamics.

**Openbravo** es una solución denominada *opensource* desarrollada en España y basada en la nube. Esta es la principal diferencia con respecto a Odoo. Para poder trabajar con Openbravo es necesario pagar una cuota que depende de su uso.

La aplicación estándar cuenta con los módulos de gestión de datos maestros, gestión de aprovisionamientos, gestión de almacenes, gestión de proyectos y servicios, CRM y gestión financiera. Desde Openbravo ofrecen paquetes comerciales, en los que se incluyen actualizaciones, soporte y copias de seguridad. En la Figura 5 se muestra una captura de pantalla de la aplicación Openbravo.

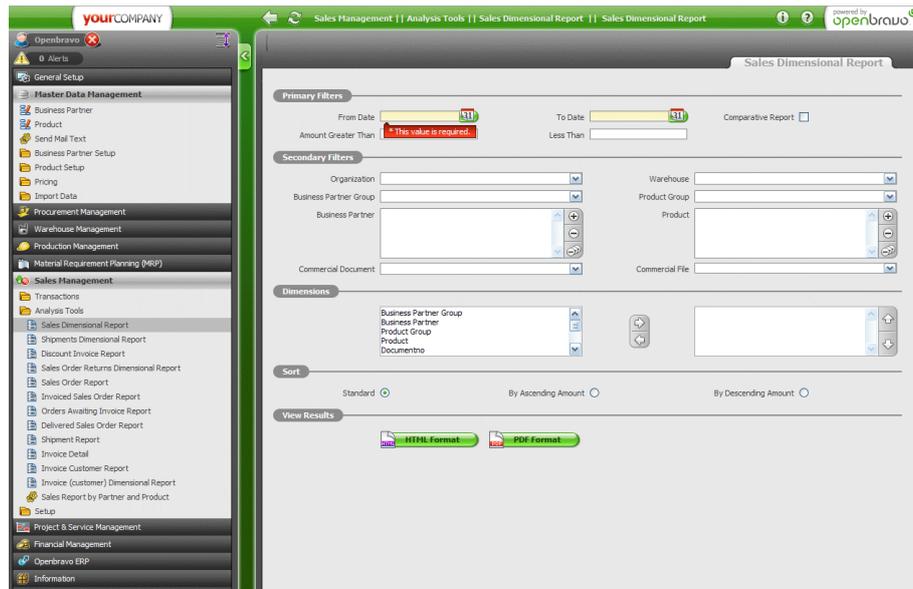


Figura 5. Funcionalidad de Openbravo

Cuenta con un menor número de programadores que Odoo, en torno a unos 100 por todo el mundo, lo que reduce su personalización. Sin embargo, constituye una gran solución para negocios particulares o pequeñas empresas.

**Odoo y Openbravo** son los grandes gigantes ERP de software libre. Ambos presentan todas las ventajas de un ERP *opensource*. A parte del coste ya mencionado existen otras diferencias. Una de las principales diferencias está en las posibilidades que ofrece el módulo de producción y gestión de proyectos. Odoo supera en prestaciones a Openbravo en este sentido, al disponer de una funcionalidad colaborativa más amplia: vistas Kanban, diagramas de Gantt, calendarios o reuniones en *streaming*. En el módulo de producción Odoo permite detectar capacidades de carga y cuellos de botella. Por otro lado, Openbravo presenta planes de mantenimiento de máquinas, así como gestión de calidad de producto.

En el módulo de contabilidad, Openbravo, al ser de creación española, dispone de toda la legislación española contable y financiera. A la hora de gestionar soporte técnico, el soporte de Odoo es presencial. Openbravo ofrece la posibilidad de soporte y formación online. (Martinez, 2018). Ambos están destinados para pymes, sin embargo, el mercado de Odoo es más amplio llegando a multinacionales. La Figura 6 muestra gráficamente las posibilidades de ambos ERP y su posicionamiento frente a la media de aplicaciones ERP.

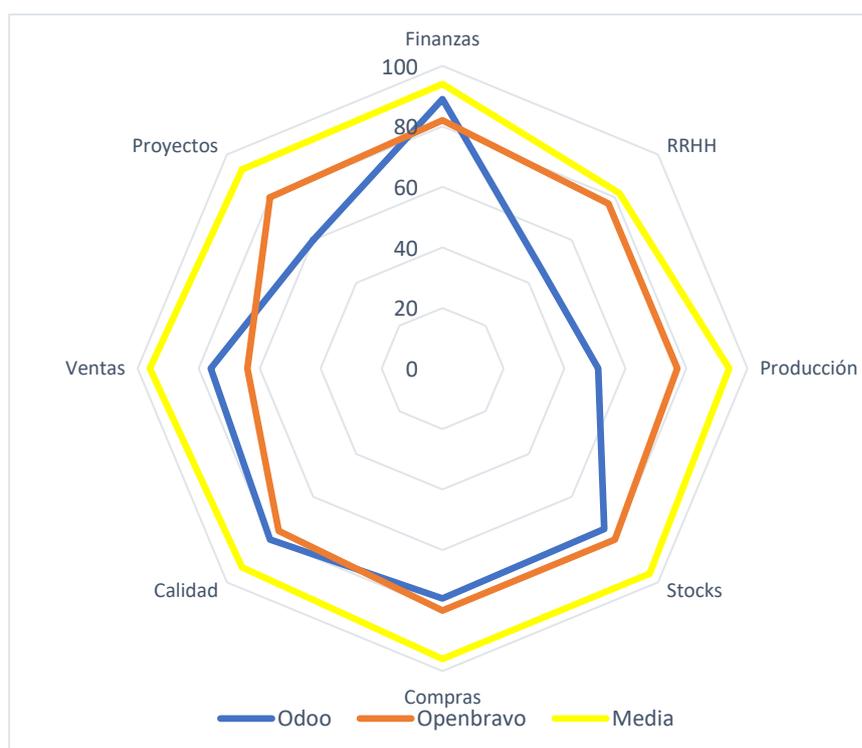


Figura 6. Comparativa módulos Odoo y Openbravo. Fuente: (Technology and Evaluation, 2018)

**Compiere** fue uno de los primeros ERP *opensource* en competir con las grandes marcas comerciales de ERP (Tic. Portal, 2018). Está gobernado por una licencia libre como es *Mozilla Public License*. El código fuente y las diferentes aplicaciones pueden ser extendidos dentro de la aplicación mediante la adición de componentes modulares. Sin embargo, la documentación y el soporte solo están disponibles mediante pago. Cuenta como base de datos oficial con Oracle (Conpas, 2018).

Tiene integradas las funciones de aprovisionamiento, almacenes, inventarios y contabilidad (Figura 7). No es apto para empresas que requieran mucha especialización, pero si para empresas minoristas (Conpas, 2018).

A nivel de módulos y de posibilidades ofrecidas, Compiere es similar a Openbravo. Compiere ofrece mejores soluciones en módulos de finanzas y ventas. Si comparásemos Compiere con Odoo, Odoo resultaría claramente superior.

**Dolibarr**, al igual que ocurría con Odoo, es un software ERP completamente libre y gratuito. También es modular, por lo que podremos activar únicamente los módulos que la empresa requiera para su funcionamiento. Su número de desarrolladores es menor que Odoo, por lo que la corrección de errores y el desarrollo de módulos es más lento (Conpas, 2018).

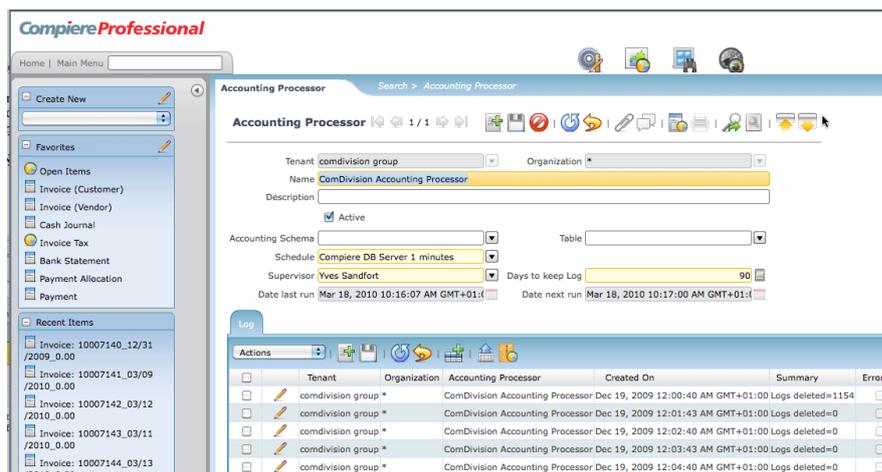


Figura 7. Módulo de contabilidad de Compiere

Integra módulos de proveedores, clientes, gestión de bancas y cajas, gestión de facturación, gestión de stocks, control de pagos y realización de informes. Sin embargo, no cuenta con módulos de contabilidad analítica, gestión de recursos humanos, ni de producción ni de gestión de la cadena de suministro. (Global, 2018).

Dolibarr es un software simple de desarrollar, simple de instalar y simple de usar (regla de las 3S). Se ejecuta en el seno de un servidor web, pudiendo acceder desde cualquier punto con conexión a internet. Está centrado para las pymes, profesionales independientes, emprendedores y asociaciones (Global, 2018). En la Figura 8 se muestra una captura de pantalla de Dolibarr.

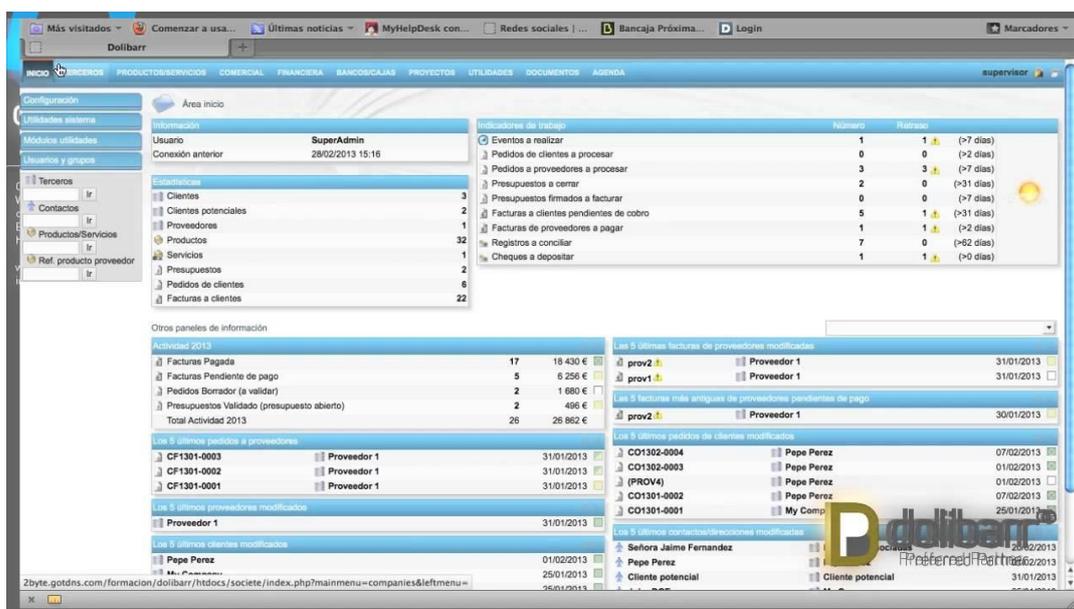


Figura 8. Módulos ofrecidos por Dolibarr

La Tabla 2 presenta una comparativa entre los principales ERP *opensource* descritos anteriormente. Aparte de estas cuatro soluciones ERP *opensource*, el mercado cuenta con una amplia variedad de soluciones ERP de software libre. No son tan conocidas como las descritas anteriormente, pero poco a poco van ganando valor en un entorno muy competitivo. Algunas de ellas son las siguientes:

- *ERP5 ERP*: es un software gratuito especializado en empresas y administraciones públicas. Integra funciones de contabilidad, gestión de stocks, CRM, recursos humanos, gestión de proyectos y producción. Está gestionado desde una única base de datos donde se incluyen clientes, proveedores y medios de comunicación. También ofrece la posibilidad de adquirir el software en la nube.
- *ADEMPIERE*: esta aplicación surgió al separarse un grupo de desarrolladores de Compiere. Su principal diferencia radica en la libertad del código. Está destinada a empresas minoristas y cuenta con los módulos ERP, CRM y SCM.
- *METASFRESH ERP Community Edition*: es una solución ERP *opensource* con versiones *premium* para empresas y una versión gratuita para pymes. Está basado en Adempiere pero con una versión más comercial y destinada a las empresas del sector de alimentación. Tiene muy desarrollado el módulo en logística y la trazabilidad. Presenta versión en la nube (Global, 2018).
- *VIENNA ADVANTAGE Community Edition*: También presenta versión para empresas y versión para PYMES. La versión para empresas cuenta con mayor número de módulos. Fue desarrollada por ex - programadores SAP en Alemania y se caracteriza por su seguridad y la elaboración de informes.

Otros ERP de software libre del mercado son: xTuple, GNUe, CK-ERP, Apache OFBiz, SugarCRM, etc.

# ERP PROPIETARIO VS LIBRE

Tabla 2. Comparativa entre los principales ERP opensource

				
<b>COSTE</b>				
<b>100 % Libre</b>	SI	NO	NO	SI
<b>MÓDULOS</b>				
<b>Gestión de stocks</b>	SI	SI	SI	SI
<b>Facturación</b>	SI	SI	SI	SI
<b>Fabricación</b>	SI	SI	NO	SI
<b>CRM</b>	SI	SI	NO	SI
<b>Inteligencia de negocio</b>	SI	NO	NO	NO
<b>TIPOS DE EMPRESA</b>				
<b>Pequeñas (1-250 trabajadores)</b>	SI	SI	SI	SI
<b>Medianas (250-1000 trabajadores)</b>	SI	SI	NO	NO
<b>Grandes (Más de 1000 trabajadores)</b>	SI	NO	NO	NO
<b>SISTEMA DE ALOJAMIENTO</b>				
<b>Cloud</b>	SI	SI	SI	NO
<b>Físico</b>	SI	SI	SI	SI
<b>OTRA INFORMACIÓN</b>				
<b>Pequeña curva de aprendizaje</b>	NO	SI	SI	NO
<b>Tutoriales funcionales</b>	SI	SI	NO	NO

## 1.5 ERP en propiedad VS ERP de Software Libre

Una vez revisadas las principales ventajas e inconvenientes de ambas alternativas ERP, se va a llevar a cabo una comparación conjunta para tener una visión global de estas dos formas en la que se presentan los sistemas de gestión empresarial.

Los ERP en propiedad son elegidos por las empresas por la seguridad que da trabajar con grandes compañías especializadas en el desarrollo del software. Además, estos ERP son más intuitivos en cuanto al uso ya que su interfaz está más depurada. Sin embargo, las pequeñas y medianas empresas no tienen necesidades tan potentes; lo que quieren son módulos flexibles y personalizables. Esto hace que el ERP de software libre sea más atractivo para este tipo de compañías.

Para solventar los problemas de soporte y facilidad de uso, las organizaciones de desarrollo de ERP de software libre ponen a disposición del usuario, tutoriales para ayudar a entender en el entorno de su aplicación. Además, gracias al crecimiento de este tipo de aplicaciones, los programadores cada vez están consiguiendo softwares más estéticos y manejables. Dado que se puede acceder al código fuente, también se pueden compartir errores que pueden ser solucionados por otros usuarios.

En términos de implementación, los softwares como SAP u Oracle requieren una gran inversión inicial, no solo por la compra de la licencia sino también por los costes que derivan de este proceso de implantación. Muchas pequeñas y grandes empresas no pueden afrontar estos gastos por lo que se decantan por ERP como Odoo o Dolibarr. El proceso de implementación operando con un software en propiedad es más simple en términos de complejidad, pero es un proceso más lento que con los softwares *opensource*. La mayoría de estos ERP son modulares, permitiendo a las empresas implementar únicamente los módulos necesarios y reduciendo así el tiempo de instalación.

Con respecto a la situación de mercado de estas dos soluciones ERP, los ERP *opensource* están ganando posiciones con respecto a las soluciones ERP en propiedad. A pesar de que se introdujeron más tarde en este panorama han logrado ponerse al mismo nivel.

A parte de los factores ya mencionados y de las posibilidades que ofrecen, otro de los puntos clave que les ha ayudado a alcanzar este éxito ha sido el desarrollo de aplicaciones compatibles con los ERP ya existentes. Es decir, estos sistemas de gestión de software libre han sido capaces de trabajar conjuntamente con módulos ofrecidos por los ERP en propiedad.

Incluso en una situación en la que todos los consumidores se decantasen por el software en propiedad, la presencia del software libre como amenaza reduce los precios, incrementando su valor. Esta compatibilidad se deriva de los efectos de red. Es decir, las relaciones que existen entre unas empresas y otras, como entre clientes y proveedores en el ámbito de la logística y el aprovisionamiento, que hacen de estas interconexiones un factor competitivo clave.

A la hora de decantarnos por un software u otro, hay que tener en cuenta diversos factores y establecer con claridad las necesidades que queremos satisfacer en nuestra empresa tras la instalación de un ERP. La Figura 9 muestra las diversas opciones ERP del mercado considerando la cuota de mercado y la diversidad de módulos:

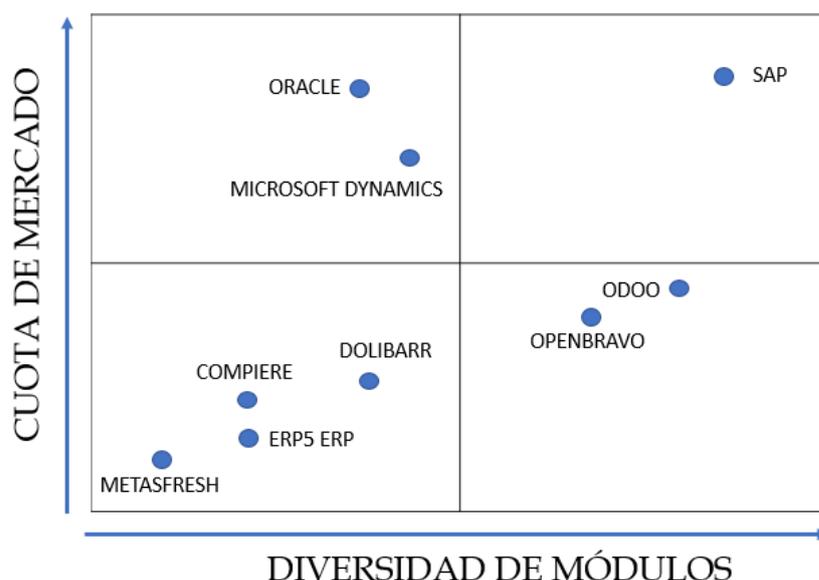


Figura 9. Matriz de decisión de los diferentes ERP del mercado

Otra de las herramientas de trabajo más utilizadas por las empresas en su búsqueda de la mejor estrategia es el DAFO: Debilidades, Amenazas, Fortalezas y Oportunidades. En la Figura 10 se ha realizado un análisis DAFO para la implantación de un ERP de software libre en una empresa.



Figura 10. Análisis DAFO para el ERP de Software Libre

## 1.6. Conclusiones

En este capítulo quedan reflejadas las ventajas que ofrecen los ERP de Software libre. Estas ventajas se centran en su menor coste y en su capacidad de personalización, lo cual favorece su implantación en las y medianas empresas. Además, permite a las compañías una gestión propia con independencia del proveedor, de modo que se incrementa en mayor medida su personalización.

Muchas de las grandes empresas están viendo las ventajas de reducción de tiempos de implementación y a la diversidad de módulos que ofrecen estas soluciones ERP *opensource* que también están optando por este tipo de aplicaciones.

De acuerdo con un estudio de la revista *Predicts 2014 (The Rise of the Postmodern ERP and Enterprise Applications World)* en este 2018 los ERP *on premise* con alto nivel de personalización se tratarán como tecnología obsoleta. (EKCIT, 2018). Esto también está obligando a las grandes empresas a optar por soluciones *opensource*.

Dentro de las múltiples soluciones ERP que existen, Odoo se posiciona como la más utilizada debido a su capacidad de personalización y a su coste cero. Las otras soluciones ERP de software libre como puede ser Openbravo, es necesario un pago por su licencia o no ofrecen la variedad de módulos que ofrece Odoo, como puede ser Dolibarr.

Además, muchas de las grandes multinacionales han depositado su confianza en Odoo, otorgándole una certificación de calidad que la hace puntera en el mercado de los ERP de software libre. Dada la importancia que tiene la implantación de un sistema ERP en una empresa, favoreciendo la automatización de la misma, así como mejorando sus procesos, cada año surgen múltiples nuevas aplicaciones ERP. Muchas de ellas son de software libre, pero, debido al desarrollo de internet, otras tantas están ya surgiendo en lo conocido como la nube. Este nuevo tipo de solución es la que trataremos en el siguiente capítulo.

## CAPÍTULO 2. ERP EN LA NUBE

### 2.1. Introducción

El *cloud computing*, o software en la nube, surgió de la necesidad de compartir grandes cantidades de información y de hacer las aplicaciones más accesibles. Aunque aparentemente es una tendencia muy reciente, fue en la década de los 50 cuando empezaron a asentarse las bases de esta tecnología. Sin embargo, el elevado coste de la infraestructura y el escaso espacio de la banda ancha de Internet, no la hicieron factible hasta la década de los 90 (Technologies, 2006).

Los proveedores de los primeros servicios *cloud computing* fueron Google, y Amazon AWS. Los técnicos de Amazon definieron esta nueva infraestructura de la siguiente forma: *“Avanzado sistema de almacenamiento que ofrece un conjunto completo de infraestructuras y aplicaciones que permiten al usuario ejecutar prácticamente todo en Internet, desde aplicaciones empresariales y proyectos de grandes datos hasta juegos y aplicaciones móviles”* (Technologies, 2006).

La implantación de un ERP en la nube ofrece la posibilidad de implementar en una nube privada, pública o híbrida:

- **Nube privada:** El alojamiento del sistema de gestión es propiedad de la empresa cliente, aunque se dispone de él a través de Internet.
- **Nube pública:** Un proveedor distribuye sus servicios a través de Internet. Una organización puede acceder a ellos mediante el establecimiento de un contrato entre proveedor y cliente.
- **Nube híbrida:** Utiliza nubes privadas y públicas para la resolución de diferentes problemas.

Los servicios de *cloud computing* vienen dados en tres modelos (Figura 11) (Abd Elmonem, 2017):

- *Software As A Service (SAAS):* está destinado para el usuario o negocio final. Supone la distribución del software a través de internet dirigido a múltiples usuarios.

- *Platform As A Service (PAAS)*: es la distribución de herramientas, servicios y plataformas dirigidas a desarrolladores de software a través de internet. Esto les permite construir aplicaciones SAAS.
- *Infraestructure As A Service (IAAS)*: distribución de software y hardware dirigido a los administradores. La empresa paga lo que necesita de acuerdo con el desarrollo de su negocio.

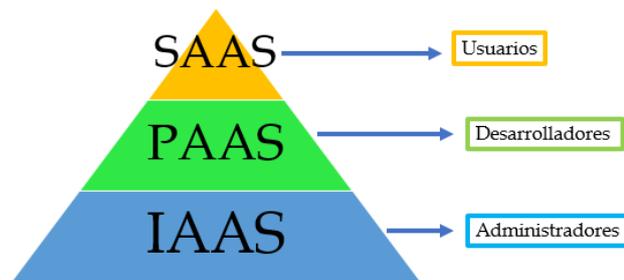


Figura 11. Modelos del Cloud Computing

Actualmente, son muchos los fabricantes de aplicaciones “físicas” que están ofertando estas aplicaciones bajo la nube. Los fabricantes de ERP no se iban a quedar atrás. La mayoría de las aplicaciones ERP están apareciendo bajo la modalidad *cloud computing* del *software as a service*. En este capítulo, se tratará este tipo de Software en profundidad, así como se analizarán las principales ventajas e inconvenientes.

## 2.2 ERP en la nube – *Software As A Service*

El *software as a service* (SAAS) es un modelo de distribución de un software a través de internet. El software se aloja en los servidores de la compañía, que se encarga del mantenimiento y del soporte. La empresa cliente accede al software y a todos sus datos a través de un navegador web desde cualquier ordenador (Goikolea, 2014).

En lo que concierne a los sistemas de gestión ERP, la modalidad de ERP SAAS ofrece la posibilidad de disponer del software de gestión en la nube, usando el software como un servicio. Las empresas pueden hacer uso de estas aplicaciones accediendo a Internet en cualquier momento y desde cualquier ordenador. Ambos ofrecen las mismas funciones, pero desaparece la necesidad de la implementación física.

### 2.2.1 Ventajas del ERP en la nube - SAAS

- **Reducción de costes:** es la principal ventaja, y uno de los motivos por los que las pequeñas y medianas empresas se deciden por este tipo de modalidad de distribución de los ERP.

Debido a que el ERP en la nube con modalidad SAAS permite hacer uso del software mediante el pago del servicio, la inversión inicial es menor. La adquisición del hardware, la instalación y la configuración del software ERP corre a cargo del proveedor. El cliente pagará una cuota mensual que le da derecho a usar la aplicación. Esta cuota mensual también incluye el soporte técnico, las actualizaciones y el mantenimiento. A su vez, este pago dependerá del número de usuarios que dentro de la empresa necesiten acceso al ERP (Aguirre, 2014).

- **Accesibilidad:** el entorno de la nube en el que se encuentra el software ERP incrementa las opciones de accesibilidad. La aplicación ERP estará disponible en cualquier lugar donde haya conexión a Internet. De este modo, cualquier trabajador puede acceder al sistema de gestión sin necesidad de encontrarse físicamente en el lugar de trabajo (Aguirre, 2014).
- **Implementación escalable:** con el ERP en la nube se pueden adquirir módulos según las necesidades del cliente. De este modo, se consigue una optimización de las herramientas. En el caso de que se produzca un incremento de usuarios en la empresa, la modalidad ERP en la nube ofrece la posibilidad de habilitar otro sistema SAAS alojándolo en el mismo proveedor (Goikolea, 2014).
- **Interconectividad:** la integración con otros servicios ERP es más fácil en el entorno de la nube (Abd Elmonem, 2017). **Facilidad de uso:** las soluciones SAAS son más intuitivas de usar. Además, muchos de los ERP en la nube, ofrecen la posibilidad de probar de forma gratuita diversos módulos del sistema de gestión. Esto favorece la facilidad de uso de estas aplicaciones para los usuarios.
- **Reducción del tiempo de implementación:** el software ERP en la nube ya se sirve configurado. La instalación, la preparación de la infraestructura y parte de la configuración la realiza el proveedor del ERP en la nube (EKCIT, 2018). Dado que no existe una implantación física en cada uno de los ordenadores, el tiempo de implementación se ve considerablemente reducido (Abd Elmonem, 2017).

- **Actualizaciones:** el proveedor del ERP en la nube realiza actualizaciones continuas, eliminando automáticamente la versión anterior. Los clientes de ERP tendrán disponibles en la nube estas actualizaciones. También se reduce el personal destinado a la actualización del ERP (Martín, 2008).
- **Optimización de recursos:** la externalización del control de estas aplicaciones ERP permite a las empresas centrar sus esfuerzos en las actividades propias de su negocio (Abd Elmonem, 2017).

### 2.2.2 Inconvenientes del ERP en la nube - SAAS

- **Rigidez y escasez de personalización:** el usuario no tiene acceso al código fuente del programa, por lo que no puede realizar modificaciones según sus necesidades. Por tanto, tiene que limitarse a las funciones ofrecidas por defecto por el proveedor del ERP en la nube (Aguirre, 2014).
- **Seguridad:** la gran disponibilidad de la información a través de la nube incrementa la posibilidad de que se produzcan brechas de seguridad. Los datos de la empresa cliente del ERP no están localizados en sus propios servidores. La pérdida del control de los datos genera desconfianza (Aguirre, 2014).
- **Dependencia con el proveedor del ERP:** las empresas no controlan el funcionamiento del sistema de gestión, depositando toda la confianza en el proveedor del software. Cada organización no tiene el poder de decisión en lo que a las actualizaciones se refiere. Además, deberá acatar y cumplir con sus políticas del proveedor del ERP, existiendo el riesgo de que se produzca algún incumplimiento en los acuerdos entre ambas partes (Abd Elmonem, 2017).
- **Pérdida de competencias del departamento de tecnología:** al trabajar en la nube, muchas de las actividades del departamento de tecnología del cliente deben ser trasladadas al proveedor. Esto puede provocar pérdidas de competencias del departamento incluso su resistencia al cambio (Abd Elmonem, 2017).
- **Servicio de Internet no disponible:** si el servicio de Internet no está disponible, el usuario no tendrá acceso al ERP. Para evitar estos problemas, es necesaria una conexión a internet estable, así como estaciones para los usuarios con alta capacidad (Aguirre, 2014).

### 2.2.3 Modelos de negocio del ERP en la nube

Para la obtención de ingresos mediante la implementación de un ERP en la nube, se ha definido 6 modelos de negocio, que se describen a continuación (Martín, 2008):

- *Servicios Premiun*: se obtienen ingresos al ofrecer versiones *premiun* con ventajas a los clientes.
- *Pago por uso*: se paga por los servicios consumidos.
- *Pago por suscripción*: los clientes pagan una suscripción mensual por el uso del software.
- *Low Cost*: este modelo se basa en la optimización de recursos para ofrecer productos a bajo precio.
- *Servicio, no producto*: se ofrece el servicio, no el producto en sí.
- *Servicios externalizados*: productos de baja demanda con coste.

### 2.3. Diferencias entre SAAS y ASP

Cuando las empresas caen en la necesidad de implantar un ERP, encuentran múltiples opciones y esto da lugar a confusión de términos. Dos de los términos que llevan a situaciones de desconcierto son SAAS y ASP. ASP atiende a las siglas de *Application Service Provider* (Proveedor de Servicios de Aplicaciones).

Ambos ofrecen la posibilidad de adquirir un ERP, pero presentan una serie de diferencias. ASP es un alojador de software propietario de diferentes proveedores. En el modelo SAAS son los propios desarrolladores los que alojan y ofrecen el software (EnCloud, 2011).

Las aplicaciones ASP no se ofrecen a través de internet, y es necesario una instalación física. Tampoco fueron diseñadas para dar respuesta a múltiples clientes de distintas empresas. Sin embargo, ASP puede ofrecer distintas aplicaciones dependiendo de los acuerdos que llegue con las compañías propietarias del software. (Martín, 2008). Los desarrolladores de los modelos SAAS ofrecen un único software, por lo que se pierde en personalización. Por último, al no haber intermediarios, los modelos SAAS cuentan con mayor garantía de soporte y mantenimiento. En la Tabla 3 se resumen las principales diferencias.

Tabla 3. Diferencias entre ASP y SAAS

ASP	SAAS
Aplicaciones Heredadas	Aplicaciones de nuevo desarrollo
Coste por licencia	Coste por uso
Difícil de actualizar	Actualizaciones periódicas
Personalizable	Customizable
Necesidad de implementación física	Disponibles en Internet
Servicio a un número reducido de clientes	Servicio a múltiples clientes

## 2.4. Diferentes aplicaciones de ERP en la nube

Muchas de las soluciones ERP del mercado están desarrollando soluciones en la nube utilizando SAAS como modelo. Los principales ERP en la nube son: Sage Murano, Microsoft Dynamics NAV, Clicks, y Kubbos.

**SAGE MURANO** es una aplicación ERP que se define como “*SAGE MURANO, Mucho más que un ERP*”. Está disponible tanto en SAAS como en pago con licencia. Puede ser implementada tanto para microempresas hasta empresas de más de 100 empleados. A parte de las funcionalidades tradicionales, incorpora una serie de funcionalidades avanzadas.

Contiene los módulos de contabilidad, finanzas, compras, ventas, almacén o fabricación, e incluye módulos avanzados de CRM, Gestión de Proyectos, Gestión documental o *Business Intelligence*. Además, incorpora funciones de digitalización de facturas, comunicación bancaria, centros de formación, *workflow*, posición de tesorería y buscador *Sage Search*.

Gracias a la digitalización de facturas, *Sage Murano* contabiliza las facturas de forma automática. También agiliza la gestión de impagos con la emisión de cartas de reclamación al cliente. Permite visualizar las ubicaciones de los clientes y proveedores en el mapa e incluye un módulo de gestión automática de almacenes para la realización de inventarios sincronizados.

Destaca la posibilidad de consultar los cuadros de mando, facilitando el análisis visual del desarrollo de nuestros proyectos (Figura 12). Además, cuenta con un módulo de e-Commerce. *Sage Murano* está considerado como uno de los ERP en la nube que más rápido consigue el retorno de la inversión debido a su productividad (Autónomos, s.f.).

Centro de análisis de negocio

02.- Detalle por producto

Valores Empresas Canal Nación Provincia Cód postal Zona Municipio Delegación Almacén Comisionista

Actividad Subactividad Sector Tipo cliente Cód artículo Familia Subfamilia Color Talla

Fecha - Año Mes

2011

Artículo Unidades Base imponible Imp. coste % margen % marg... Unidades Base imponible Imp. coste % margen % marg... Unidades Base imponible

Artículo	Unidades	Base imponible	Imp. coste	% margen	% marg...	Unidades	Base imponible	Imp. coste	% margen	% marg...	Unidades	Base imponible
Totales	257,00	1.141,03	795,05	30,23		30,00	356,43	269,42	24,41		330,00	3.83
ALMACENES DISCOUNT	7,00	78,94	66,50	15,76								
Bidones para reciclaje 60L	1,00	12,84	15,12	-17,77								
Cubo de Plastico de 10L (PPHD)	2,00	19,87	13,36	32,79								
Cubo de Plastico de 30L (PPHD)	2,00	16,82	19,90	-18,29								
Cubo de Plastico de 60L (PPHD)	2,00	29,40	18,12	38,38								
ARAGONESA DE LA DISTRIBUCIÓN						5,00	64,71	58,73	9,24			
Bidones para reciclaje 60L						3,00	42,69	45,37	-6,29			
Cubo de Plastico de 10L (PPHD)						2,00	22,02	13,36	39,34			
EHBALAGES ALIMENTARIAS											130,00	1.50
Laminado PP para fachadas											130,00	1.50
ENVASES PLÁSTICOS, S.A.	16,00	92,15	66,55	27,78		25,00	291,72	210,69	27,78			
ABS propósito general	10,00	14,00	10,00	28,57								
Bidones para reciclaje 60L	1,00	14,23	15,12	-6,29								
Cubo de Plastico de 10L (PPHD)	2,00	22,02	13,36	39,34		10,00	110,10	66,78	39,34			
Cubo de Plastico de 30L (PPHD)	1,00	9,32	9,95	-6,76		9,00	83,88	89,55	-6,76			
Cubo de Plastico de 60L (PPHD)	2,00	32,58	18,12	44,39		6,00	97,74	54,36	44,39			
MOLDEADOS Y MANIPULADOS	4,00	680,00	440,00	35,29								
Colorante mineral	2,00	300,00	200,00	33,33								
Colorante orgánico alto cubrimiento	2,00	380,00	240,00	36,84								
TRANSFORMADOS PLÁSTICOS, S.A.	230,00	289,94	223,00	23,09							200,00	2.33
ABS Medio impacto	100,00	133,00	105,00	21,05								
ABS propósito general	10,00	13,30	10,00	24,81								
Laminado PC para fachadas											100,00	1.17
Laminado PP para fachadas											100,00	1.15
Policarbonato HR PC	10,00	15,96	12,00	24,81								
Poliétileno de alta densidad HDPE	10,00	14,63	11,00	24,81								
Poliétileno de baja densidad	100,00	113,05	85,00	24,81								

Figura 12. Cuadro de mando en Sage Murano

**MICROSOFT DYNAMICS NAV** es la solución que ofrece Microsoft. Es uno de sus grandes paquetes ERP en la nube orientado a pequeñas y medianas empresas y con requisitos financieros menos exigentes (EKCIT, 2018). Esta aplicación presenta las mismas características que el ERP en propiedad, pero con las ventajas de la nube.

Las posibilidades que ofrece *Microsoft Dynamics Navision* en la nube son las siguientes (Magament, s.f.): visualización más rápida de los costes de trabajo, posibilidad de ver a quién está asignada una tarea, así como su estado, la configuración estándar de activos puede ser modificada, interconexión de los módulos CRM y ERP, y notificaciones inteligentes.

*Microsoft Dynamics Navision* cuenta con una potente política de seguridad. Dispone de un control y gestión de acceso mediante la creación de roles y usuarios. También dispone de comunicaciones y procesos encriptados y defensa ante amenazas. Por último, también ofrece la posibilidad de implementación junto con Office 365, consiguiendo, de esta manera, una total integración de todos los sistemas de la empresa en la nube.

**CLICKS ERP** cuenta únicamente con el módulo de facturación, gestión de compras y ventas. Está destinado a pequeñas empresas del sector servicios. Permite realizar operaciones de facturación, inventario, cuentas a cobrar y cuentas a pagar (Figura 13).

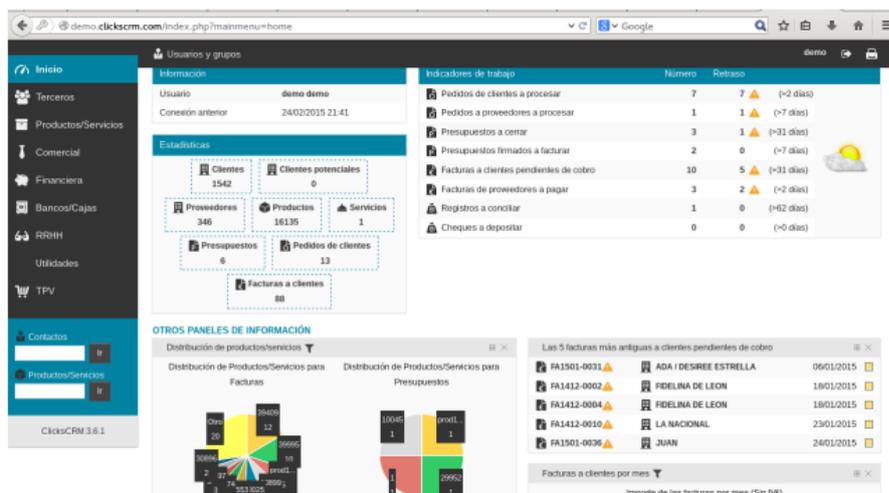


Figura 13. Funcionalidades de Clicks ERP

**KUBBOS** es un ERP con modelo SAAS orientado a pymes y a autónomos para los que cuenta con módulos personalizados. Ofrece módulos de CRM, Almacén, Ventas, Facturación o Compras (Figura 14).



Figura 14. Módulos ofrecidos por ERP Kubbos

Cuenta con distintas tarifas dependiendo de las necesidades. Existe una cuenta gratuita limitada a unos usuarios y 10 MB de espacio hasta la tarifa PYME por 99 Euros al menos que nos incluye 10 usuarios y 3 GB de espacio. Cuenta con una política de seguridad muy estudiada con cortafuegos de seguridad, y actualizaciones de seguridad (Kubbos, s.f.). Puede resultar una alternativa económica para las pequeñas empresas que comienzan en el mundo del ERP.

Otros ERP menos conocidos que ofrecen soluciones en la nube son: *Acumatica*, *IQMS*, *NetSuite*, o *Rootstock* entre otros.

## 2.5. ERP en propiedad VS ERP en la nube

Una de las principales diferencias entre ambas formas de distribuir un ERP se encuentra en el propio nombre. Con el ERP en propiedad es necesario una **implementación** física en la organización. La instalación, el hardware necesario para el funcionamiento y la preparación de la infraestructura pueden extenderse en el tiempo, dando lugar a largos periodos de implementación. El tiempo medio de implementación de un ERP en propiedad se encuentra entre 6 meses y 1 año (Tic. Portal, 2018). Por el contrario, los ERP en la nube presentan una aplicación más rápida e intuitiva, por lo que los plazos de implementación se reducen.

Otro de los principales aspectos en los que se diferencian es el **coste**. La modalidad SAAS del ERP en la nube permite usar el software mediante el pago de una cuota mensual. De esta forma, desaparece la elevada inversión inicial de los ERP en propiedad. También se eliminan los costes de hardware, mantenimiento y soporte. En el caso de los ERP en propiedad suele ser necesario la contratación de profesionales que ayuden al correcto funcionamiento del sistema de gestión.

En el caso del ERP en la nube tampoco existe este coste, dado que todo esto es gestionado por el proveedor del software. Sin embargo, el desembolso relacionado con las cuotas mensuales en los ERP SAAS puede ser considerablemente alto. Además, hay que tener algunos costes iniciales en el caso de que se realice una migración de datos a la nube, así como los costes ocasionales de formación del personal y servicio de consultoría externa. En la Figura 15 se muestran los costes de ambos tipos de ERP.

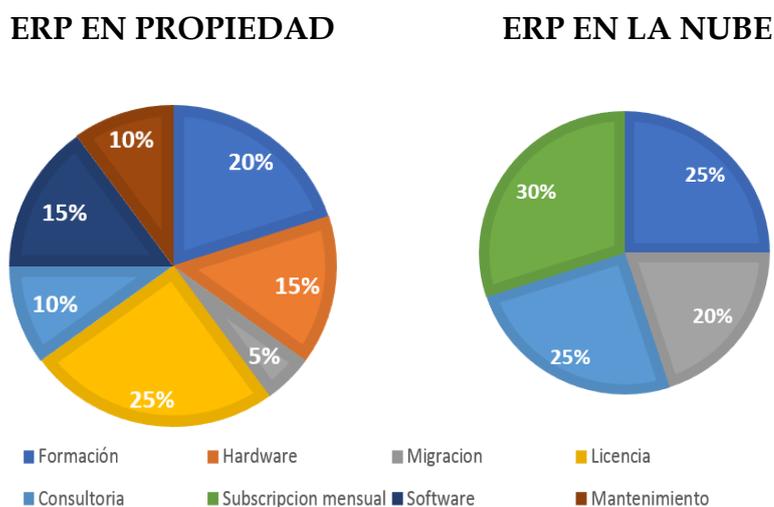


Figura 15. Repartición de costes para los ERP en propiedad y los ERP en la nube

Otro factor que influye también en el coste es la **adquisición de módulos**. Cuando se adquiere un ERP propietario, se compra el paquete entero con un número determinado de módulos. Al elegir un ERP en la nube, se pueden adquirir módulos a medida que la empresa lo requiere. De este modo, se consigue una mayor optimización mediante la **implementación escalable**.

Tampoco habrá que abonar una cantidad extra por las **actualizaciones**. El proveedor del ERP en la nube deja libremente la nueva versión en la plataforma eliminando las versiones anteriores. SAP, por ejemplo, obliga a adquirir estas actualizaciones mediante pago dejando obsoletas las versiones anteriores.

Los desarrolladores de ERP SAAS tienen a disponibilidad del usuario **copias gratuitas** para que el cliente evalúe el producto. Los ERP en propiedad no disponen de esta posibilidad. Debido a esto, los ERP en la nube se están haciendo más atractivos ya que esta posibilidad facilita su manejo y uso.

Ambos softwares **dependen**, en cierta medida, **del proveedor**. En el ERP en propiedad, el cliente adquiere la totalidad del software al proveedor, por lo que la toma de decisiones está bajo el control de la empresa proveedora. Mientras que en el ERP en la nube ciertas funciones como el mantenimiento y soporte quedan desvinculadas de la empresa.

El tratamiento de errores de soporte y mantenimiento es más eficaz en la nube, debido a su disponibilidad *online*. La empresa no necesita un departamento interno de soporte para la gestión del ERP, reduciendo también costes en este sentido.

En cuanto a la **accesibilidad** del software ERP, también es superado por el ERP en la nube. Para poder ejecutar un ERP en propiedad es necesario encontrarse físicamente en el ordenador de la oficina donde está implantada la aplicación. Sin embargo, gracias a la nube, se podrá acceder siempre que se disponga de una conexión a internet. Esta ventaja puede volverse inconveniente si la conexión a internet falla.

El ERP en propiedad podremos ejecutarlo siempre que los servidores de la empresa estén operativos, independientemente de la conexión a internet. La desconfianza ante la fiabilidad de la nube puede tornar a las empresas a la elección de un ERP en propiedad.

Para intentar solventar estos problemas los desarrolladores de ERP SAAS plantean las siguientes soluciones (Martín, 2008): elegir aplicaciones que utilicen *Google Gears*, *Zoho Writer* y *Zoho Mail* (estas herramientas permiten trabajar sin conexión), contratar una línea RTB o RDSI que permita la conexión ADSL en caso de pérdida de conexión a internet, instalar otra línea ADSL con otro proveedor para tener dos opciones y comprar un acceso 3G con conexión a través de USB y pago por consumo.

Otro de los puntos a mejorar de los ERP en la nube es la privacidad y seguridad de los datos. Este tipo de ERP se encuentran en el entorno del proveedor y múltiples empresas pueden acceder a él. La desventaja en esta dirección viene también en la desconfianza del cliente ya que, en realidad, en ningún momento existe compartición de datos. La Tabla 4 sintetiza las principales diferencias.

Tabla 4. Ventajas e inconvenientes ERP Cloud y ERP on premise

	<b>ERP CLOUD</b>		<b>ERP ON PREMISE</b>	
<i>Coste</i>				
	Inversión inicial menor Inversión nula en hardware	Elevada cuota mensual de suscripción	Reducción del precio tras la inversión inicial	Elevado coste de la licencia Elevado coste en hardware
<i>Seguridad</i>				
	Seguridad en manos del vendedor	Desconfianza del cliente por compartir alojamiento de datos	Seguridad de los datos en manos de la empresa	Desconocimiento de las empresas en seguridad de datos
<i>Desarrollos</i>				
	Actualizaciones continuas Implementación escalable	Menor personalización	Mayor capacidad de personalización	Personalizaciones con coste y difíciles de implementar. Implementación de módulos definidos por el proveedor
<i>Implantación</i>				
	Tiempo reducido de implementación	Menor personalización	Mayor control sobre el proceso de implementación	Largos tiempos de implementación.
				

Acceso	Acceso desde cualquier dispositivo con acceso a internet	Desconfianza por la pérdida de conexión.	Acceso desde servidores del cliente o remoto	Únicamente acceso desde los servidores donde está implantado
--------	--	--	--	--

También se ha realizado un análisis DAFO (Figura 16) entre el ERP en la nube y el ERP *on premise*. Esto servirá de ayuda a la hora de la toma de decisión de implantación de un ERP.



Figura 16. Análisis DAFO para la implantación de un ERP en la nube

## 2.6. ERP en la nube VS ERP *opensource*

A la hora de comparar estas dos alternativas ERP al ERP propietario aparentemente nos encontramos con más similitudes que diferencias. Sin embargo, existen algunas diferencias que es importante tener en cuenta para decantarnos por uno o por otro.

En ambos casos eliminamos los **costes** de licencia, la gran barrera de los ERP *on premise*. Sin embargo, los ERP *opensource* ofrecen aplicaciones totalmente gratuitas, mientras que los ERP en la nube para poder usarlos es necesario una suscripción mensual.

Gracias a esta suscripción mensual disponemos del servicio de soporte y mantenimiento, mientras que con los ERP de software libre es necesario disponer de personal especializado y de una dedicación continua para gestionarlos. Por tanto, se deberían valorar cuantitativamente estos costes para decantarse por una opción u otra. Este pago mensual también hace pensar que la **calidad** ofrecida por los ERP en la nube es superior a los *opensource*.

Ambos ofrecen la posibilidad de una **implementación escalable**, pero los ERP de software libre son más personalizables. El cliente tiene total acceso al código y, por tanto, puede modificarlo según sus necesidades. Esto es interesante para empresas que no tengan muy claras sus prioridades en principio y puedan ir modificando módulos según vaya aclarando sus necesidades.

En relación con el **tiempo de implementación** es difícilmente cuantificable. Ambas reducen considerablemente el tiempo de implementación de los ERP en propiedad. La migración de datos es un factor a tener en cuenta a la hora de implantar un ERP *opensource* o en la nube. Las migraciones de datos resultan más sencillas en entornos *cloud computing* dada la facilidad de acceso a Internet.

Con los ERP *opensource* se consigue esa **independencia del proveedor** que no existía en los ERP en propiedad. Con el ERP en la nube, el cliente vuelve a depender de la gestión al proveedor mediante esa cuota mensual.

Ambos disponen de **actualizaciones** continuas. La nube genera mucha **desconfianza** debido a la existencia de datos bajo una misma plataforma. Los ERP *OpenSource* no generan tanta desconfianza en ese sentido, ya que se gestiona desde la propia empresa. En la Tabla 5 quedan resumidas las similitudes y diferencias planteadas en este apartado.

Tabla 5. Diferencias entre ERP *opensource* y ERP en la nube

	<b>ERP OPENSOURCE</b>	<b>ERP EN LA NUBE</b>
<b>Acceso</b>	Aplicación descargable	A través de internet
<b>Infraestructura</b>	Media	Mínima
<b>Costes iniciales</b>	Coste de licencia nulos	Costes de licencia nulos
<b>Costes continuados</b>	Adquisición de personal especializado	Subscripción mensual
<b>Personalización</b>	Módulos personalizables por el usuario	Personalización reducida

<i>Perfil de la compañía</i>	Pequeñas y medianas empresas que sean pioneras en la implantación de un ERP	Empresas de crecimiento rápido que quieran invertir en una solución al alcance capaz de crecer con ellos. Mentalidad más abierta
<i>Independencia con el proveedor</i>	Independencia total	Dependencia
<i>Actualizaciones</i>	Continuas y Accesibles	Continuas y Accesibles
<i>Tiempo de implementación</i>	Difícil de cuantificar	Migraciones fáciles de realizar

## 2.7. Conclusiones

En el anterior capítulo se citaba un estudio que decía que las soluciones *on-premise* iban a convertirse en soluciones obsoletas. Ese mismo estudio afirma que para finales del 2018 alrededor de las 30% de las compañías habrán movido todas sus aplicaciones a la nube. La posibilidad de adquirirlo como un servicio está favoreciendo este hecho.

Los ERP con modalidad SAAS ofrecen las mismas funcionalidades que un ERP en propiedad, reduciendo los largos procesos de implantación y garantizando el soporte y la calidad de los ERP tradicionales.

Dentro de los ERP en la nube, destaca *SAGE MURANO*. Cuenta con los módulos básicos de un ERP, pero, además, permite una mayor automatización de la empresa gracias a sus módulos de facturación electrónica y e-Commerce.

Estos módulos aportan a esta solución ERP un valor añadido, no solo entre las soluciones de ERP en la nube, sino también entre los ERP propietarios que carecen de estas funciones. De hecho, para poder competir en este mercado, los ERP *on premise* están comenzando a ofrecer soluciones en la nube, como *Microsoft*.

Actualmente, los ERP SAAS y los *ERP opensource* se encuentran compitiendo activamente. A la hora de tomar una decisión, las empresas deben realizar un estudio a conciencia de los costes que implican la disposición de una aplicación u otra.

Es cierto que los ERP *opensource* tienen coste cero, pero necesitan de un equipo técnico capacitado para gestionar esta aplicación. Sin embargo, las soluciones ERP en la

nube, mediante el pago de una cuota mensual permiten que el soporte técnico no dependa de la compañía cliente.

También debe contemplarse la personalización que se necesita. Una empresa con un sector muy específico, como puede ser el transporte, igual necesita orientar su ERP únicamente al módulo de logística. Esta especialización la conseguiría únicamente con un ERP *opensource*, pero debería contar con un equipo técnico capaz de sacar el máximo partido a este módulo.

El mercado de los ERP es inmenso, pero cada día evoluciona en mayor medida hacia las soluciones en la nube. Con estas soluciones, aparte de solventar los problemas de los ERP *on premise*, ofrecen nuevas posibilidades muy atractivas, no solo para las pequeñas y medianas empresas.



## CAPÍTULO 3. CASO PRÁCTICO: DEFINICIÓN

### 3.1. Introducción

Actualmente, la gestión de una empresa implica tener una visión global de todos los procesos para ser capaces de adaptarse a los cambios y de satisfacer las necesidades de los clientes. Los ERP facilitan esta gestión manteniendo la trazabilidad de todos los procesos mediante la conexión de los departamentos. Además, permiten la automatización de las entidades en términos de gestión, aportando un valor que permitirá a las empresas tener éxito en sus actividades.

Una vez conocidas las principales soluciones ERP del mercado, las empresas se enfrentan al reto de tomar la decisión de elegir la mejor aplicación para su organización. Se trata de una decisión estratégica, que afectará al funcionamiento de la entidad. Es muy importante tener definidas las necesidades, así como el presupuesto que se quiere destinar a la implementación del ERP. Una mala elección puede volverse en contra de la organización, provocando largos tiempos de implantación, elevados costes y descontento del personal.

Para ayudar en la toma de decisiones, existen herramientas que pueden ayudar a elegir la solución más idónea. Algunas de estas herramientas, como el DAFO se han presentado en capítulos anteriores. Existen métodos cuantitativos que también facilitan estos procesos. En este capítulo se van a describir algunos de esos métodos para la evaluación de alternativas.

### 3.2. Métodos para la toma de decisiones

Todos los métodos de ayuda a la toma de decisiones se basan en el proceso de seleccionar la mejor alternativa posible en función de unos criterios definidos. Este proceso puede dividirse en cinco etapas (Figura 17):



Figura 17. Toma de decisiones

- Identificación del problema
- Propuesta de soluciones o alternativas
- Evaluación y definición de criterios

Las alternativas y criterios formaran una matriz con la que se trabajara para aplicar los métodos de decisión (Figura 18):

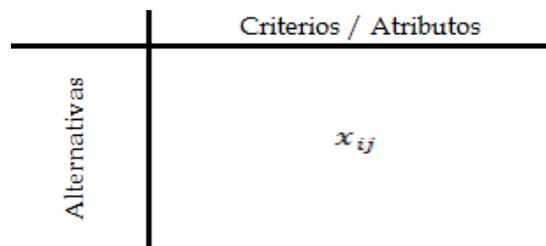


Figura 18. Matriz toma de decisiones

- Implantación de la solución o alternativa
- Análisis de los resultados.

Los métodos se dividen, según los criterios, en métodos multiobjetivo y métodos multiatributo. En este caso, se van a emplear métodos multiatributo, dado que se parte de unas características que necesitamos que cumpla nuestra alternativa ERP.

Para poder trabajar con estos métodos es importante establecer que atributos son en sentido creciente (mejor valoración a mayor valor) y decreciente (mejor valoración a menor valor). Para ello se aplicará el criterio de sentido negativo para aquellos atributos que sean decreciente.

Además, muchos de los métodos exigen normalización de los datos para evitar distorsiones en la solución. Dentro de los métodos multicriterio, se estudiarán en profundidad los siguientes: TOPSIS Y PROMETHE.

### 3.2.2. Método TOPSIS

TOPSIS responde a las siglas de *Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution*. Se trata de un método compensatorio basado en la elección de una alternativa de forma que esté lo más cerca posible de la solución ideal y lo más alejada posible de la solución pésima (García Cascales, 2012).

Para realizar este método, es necesario calcular una matriz de decisión normalizada a partir de la matriz de alternativas y atributos mediante la Ecuación 3.1:

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^n x_{ij}^2}}$$

*Ecuación 3.1*

A continuación, se multiplica este valor por el peso dado a cada criterio ( $w_j$ ) (Ecuación 3.2)

$$v_{ij} = w_j * r_{ij}$$

*Ecuación 3.2*

Ahora, se obtienen las soluciones. Para ello, se construyen dos vectores: ideal y pésimo. El vector ideal ( $v_i^+$ ) contiene en cada elemento el valor más alto de entre todas las alternativas para un criterio. El vector pésimo ( $v_i^-$ ) está formado por los peores valores. Con estos vectores se calculan las distancias a la solución ideal (Ecuación 3.3) y a la solución pésima (Ecuación 3.4).

$$d_i^+ = \sqrt{\sum_{i=1}^n (v_{ij} - v_j^+)^2}$$

*Ecuación 3.3*

$$d_i^- = \sqrt{\sum_{i=1}^n (v_{ij} - v_j^-)^2}$$

Ecuación 3.4

Por último, se calcula el índice (Ecuación 3.5) con el que se ordenan las alternativas, de forma que la mejor alternativa es aquella que más cerca está del valor óptimo (García Cascales, 2012):

$$I_i = \frac{d_i^-}{d_i^- + d_i^+}$$

Ecuación 3.5

### 3.2.3. Método PROMETHE

PROMETHEE se encuentra dentro de los métodos de relaciones de superación (*Preference Ranking Organisation Methods for Enrichment Evaluations*) para la ayuda a la decisión multicriterio. Estos métodos ayudan al decisor a resolver problemas de ordenamiento de alternativas donde existen criterios que se encuentran en conflicto entre sí. Existen dos posibilidades para resolver el problema de ordenamiento: un ordenamiento parcial (PROMETHEE I) u obtener un ordenamiento completo (PROMETHEE II) (Férez Baberis, 2015).

El proceso de cálculo es el siguiente (Brans, 1986):

1. Distancia (Ecuación 3.6):

$$d_j(b, a) = f_j(b) - f_j(a)$$

Ecuación 3.6

siendo “a” las filas y “b” las columnas de la matriz.

2. Función de preferencia (Ecuación 3.7):

$$P_j(b, a) = P_j(d_j(b, a))$$

Ecuación 3.7

3. Criterios Generalizados:
  - a. I. Natural
  - b. II. En U (cuasi criterio)
  - c. III. En V (de preferencia lineal)
  - d. IV. En 2 niveles
  - e. V. En V con área interior

4. Índice de preferencia multicriterio (Ecuación 3. 8):

$$\pi(a, b) = \sum_{j=1}^k P_j(a, b) \times w_j$$

*Ecuación 3. 8*

5. Flujo de superación positiva o, de salida (Ecuación 3. 9):

$$\theta^+(a) = \frac{\sum_{x \in A} \pi(x, a)}{n - 1}$$

*Ecuación 3. 9*

6. Flujo de superación negativa o, de entrada (Ecuación 3.10):

$$\theta^-(a) = \frac{\sum_{x \in A} \pi(a, x)}{n - 1}$$

*Ecuación 3.10*

7. Flujo neto de superación (Ecuación 3.11)

$$\theta(a) = \theta^+(a) - \theta^-(a)$$

*Ecuación 3.11*

A continuación, se procede al ordenamiento. Como se ha comentado, existen dos formas: PROMETHEE I y PROMETHEE II. En este caso se va a emplear PROMETHEE II de ordenamiento completo con las siguientes ecuaciones (Ecuación 3.12):

$$a P(2) b: \theta(a) > \theta(b)$$

*Ecuación 3.12.a*

$$b P(2) a: \theta(a) < \theta(b)$$

*Ecuación 3.12.b*

$$a I(2) b: \theta(a) = \theta(b)$$

*Ecuación 3.12.c*

### 3.3. Caso Práctico

#### 3.3.1. Descripción de la empresa

ECOSUPER es una cadena de supermercados de Castilla y León. Surgió en los años 90, como un pequeño supermercado de provincia. Actualmente, cuenta con 14 supermercados repartidos por todas las ciudades de Castilla y León. En Valladolid, Salamanca, León, Burgos y Segovia cuenta con dos supermercados. En el resto de las provincias existe únicamente un solo ECOSUPER. Su sede y almacén central se encuentran en Valladolid.

#### 3.3.2. Funcionamiento de la empresa

Desde el almacén se distribuye mercancía de todo tipo a los diferentes supermercados de la zona. A este almacén llegan productos de diversa índole desde cosméticos, droguería, productos de alimentación, o productos de higiene. Todos ellos provienen de diferentes proveedores de toda la geografía española. La labor de este almacén central consiste en recibir toda la mercancía, almacenarla y agruparla según las necesidades de los supermercados y transportarla hacia los mismos.

ECOSUPER no cuenta con vehículos propios para la distribución, si no que contrata a transportistas autónomos o a empresas de transporte que realizan estas actividades. Desde la sede central se realizan los pedidos a proveedores, en función de las necesidades de los supermercados. Los supermercados comunican vía email las necesidades a la sede central que organiza los pedidos y se lo comunica al almacén central.

Actualmente, ha tenido que incrementar su personal en el almacén. La tarea de contratación de personal la ha llevado a cabo una empresa de trabajo temporal. La contabilidad es gestionada por una asesoría. Todas las tareas administrativas son realizadas mediante tablas EXCEL y conteos manuales. No disponen de ningún software ERP ni en la sede central ni en el almacén. Por ello, considera que debido a su posible crecimiento es conveniente implantar este software de gestión en su organización. En primer lugar, se van a describir tres de las áreas más importantes en el funcionamiento de ECOSUPER. El ERP seleccionado deberá apoyar los procesos de estos departamentos.

#### *RECURSOS HUMANOS*

La asesoría se encarga de realizar las nóminas de todos los empleados, así como las retribuciones a la seguridad social. Para conocer las horas realizadas por cada uno de ellos, hay un empleado puente (administrador) en la sede central que se encarga de controlar la asistencia de los empleados. También es el encargado de repartir las nóminas una vez que las recibe de la asesoría.

La selección de personal se lleva a cabo por el gerente de la empresa. Sin embargo, el gerente solicita un primer listado de candidatos a empresas de trabajo temporal.

#### *CONTABILIDAD*

La contabilidad de ECOSUPER es realizada por la asesoría. El empleado puente es el punto de unión entre la asesoría y la empresa. Se encarga de controlar gastos, ingresos, facturas y cuentas bancarias. Para ello, se apoya en tablas EXCEL en las que introduce manualmente todos los datos.

#### *LOGÍSTICA*

ECOSUPER cuenta con una organización logística muy rudimentaria. Todas las tareas logísticas son realizadas de forma manual. Debido a esto, se ha encontrado con graves problemas que han provocado falta de suministros en algunos de sus supermercados. En este apartado se van a definir las tareas realizadas en el ámbito de la logística y las carencias que presenta ECOSUPER en este sentido.

El proceso logístico dentro del almacén de ECOSUPER sigue el proceso reflejado en la Figura 19. En primer lugar, se produce la entrada de mercancía depositándose en la zona de descarga. Posteriormente, se coloca esa mercancía en las diferentes zonas del almacén dependiendo del tipo de mercancía que se trate.



Figura 19. Proceso logístico de ECOSUPER

La sede central comunica los pedidos de los diferentes supermercados y se procede a la preparación de los pedidos. Por último, se organizan las rutas de reparto hacia los supermercados. A parte de estas actividades, también se realizan inventarios y se gestionan devoluciones a proveedor.

En el proceso de **entrada de mercancía** de los proveedores, los transportistas llegan al almacén central a primera hora de la mañana. Previamente a la descarga, se verifica la documentación. El transportista dispone del albarán con la mercancía solicitada y de una hoja de ruta con la mercancía transportada. El mozo de almacén dispone de una copia de esa hoja de ruta, así como del albarán correspondiente al pedido.

A medida que se van descargando los diferentes pallets, el mozo de almacén va comprobando que la mercancía descargada corresponde con la hoja de ruta. Esta comprobación la realiza con un bolígrafo mediante punteo. Si todo está correcto, a los pallets descargados se les otorga la fecha de entrada en el almacén.

Cada producto, junto con esta fecha cuenta con una etiqueta identificativa, con código de artículo, albarán correspondiente y descripción. Si, por el contrario, no todo es correcto, o algún embalaje viene defectuoso, estas piezas se llevan a una **zona especial de devoluciones**. Estas incidencias se comunican al cliente, que establecerá las instrucciones a seguir. Esta mercancía tiene dos posibles salidas: ser enviada de vuelta al almacén central del proveedor o ser considerada residuo.

Una vez que toda la mercancía está descargada, se procede a su **colocación en el almacén**. Cada mercancía, dependiendo de su naturaleza, se colocará en una zona u en otra. Por ejemplo, la fruta y los productos congelados tienen una zona específica. Además, la fruta no puede permanecer más de 48 horas en el almacén.

El personal del almacén se encarga de depositar cada bulto en su zona del almacén. Dentro de cada zona, lo ubicará en el hueco que haya libre. La coordinadora del almacén recibe las necesidades de cada supermercado y se encarga de comunicárselo al personal, mediante una hoja de **pedido interno**. Cada empleado deposita en unos carros todos los productos demandados por un supermercado. Debe conocer muy bien las ubicaciones del almacén, para realizar las tareas de forma eficaz y sin dejarse ningún producto. Una vez que tiene el carro con todos los productos lo deposita en la zona de expediciones. En esta zona, existe un carril para cada supermercado. Los pedidos deben ser entregados a los supermercados en un plazo máximo de 48 desde que la sede central recibe la información.

A continuación, se procede a confeccionar el **transporte para los repartos**. Los camiones de reparto se cargarán por la tarde o a primera hora del mañana del día siguiente desde la realización del pedido. Una vez que se tienen concertadas las citas de entrega, se elaboran las rutas de reparto. Estas rutas se realizan en función de la mercancía que se vaya a repartir, de su destino y del tamaño del camión disponible. Estas rutas se realizan estimando las distancias entre supermercados y basándose en la experiencia, intentado realizar kilómetros innecesarios. Estas hojas de ruta se ponen a disposición de un empleado del almacén que se encarga de realizar la carga de los camiones y otorgar el albarán con los bultos cargados al transportista.

El transportista realiza la ruta que se le ha asignado, entregando la mercancía en los diferentes supermercados. El destinatario de la mercancía debe comprobar que la mercancía descargada corresponde con el albarán que lleva el transportista. Si hay algo incorrecto, dará lugar a una incidencia. El repartidor deberá devolver esta mercancía al almacén central que se encargará de gestionar esta incidencia. A los bultos correctos, se les otorga otra fecha de entrada en destino.

En el almacén central también se realizan **inventarios periódicos**. La frecuencia de salida de los productos influirá en la frecuencia de realización de los inventarios. Sobre los productos con salidas semanales se realizan inventarios semanales, mientras que, sobre productos con frecuencias de salidas más dispares, se realizan inventarios cada tres semanas. Estos inventarios se realizan con papel y boli y son registrados en hojas Excel.

## DEFINICIÓN DEL CASO PRÁCTICO

Una vez descritos los procesos realizados por ECOSUPER se van a establecer sus necesidades. En función de estas necesidades podremos determinar el ERP más idóneo para esta entidad.

### 3.3.3. Definición del problema

ECOSUPER ha tomado la decisión de prescindir de los servicios de asesoría y de empresas de trabajo temporal. Por este motivo, es necesario que su ERP cuente con módulos de contabilidad y de recursos humanos.

En el área de logística se desean introducir una serie de mejoras. En primer lugar, la entrada de mercancías deberá de ser de manera más automática. El mozo de almacén dispondrá de una pistola láser por radiofrecuencia que leerá el código de cada producto para identificarlo. Una vez leído, se registrará en el sistema, con la fecha de entrada.

El sistema de gestión deberá de ser capaz de organizar automáticamente el almacén. Es decir, el personal que coloca la mercancía en las diferentes zonas contará con un módulo que le indicará donde colocar cada producto en función de la frecuencia de salida y de los huecos libres en cada zona. A su vez, la persona que agrupa los productos para los pedidos también dispondrá de este módulo que le indicará el orden de la recogida de los productos de modo que se optimice su recorrido. El software ERP también deberá dar apoyo a los inventarios, y gestionar pedidos de forma eficaz.

Las rutas tendrán que gestionarse también de forma automática. El sistema contará con la base de datos de los camiones disponibles con sus características y con los destinatarios a los que se debe de entregar la mercancía. Se deberá calcular la ruta a seguir, así como la mercancía que contendrá cada camión.

ECOSUPER también ha considerado la posibilidad de que su ERP proporcione la herramienta de localización de vehículos. De este modo, podrá conocer en todo momento donde se encuentran sus transportistas y podrá estudiar posibles mejoras en este aspecto. Esta mejora no es indispensable, sólo sería un factor que considerar en menor medida.

Una vez detallados todos los requerimientos, la Tabla 6 resume todas las condiciones que deberían cumplir las soluciones ERP para cumplir con las necesidades de ECOSUPER. Estas condiciones serán los diferentes atributos que se tendrán en cuenta en el análisis de toma de decisiones.

Tabla 6. Requerimientos de ECOSUPER para la implantación de su ERP

<b>RECURSOS HUMANOS</b>	Confección de nóminas Selección y reclutamiento de personal Gestión de turnos de trabajo y calendario Control de asistencia
<b>CONTABILIDAD Y FINANZAS</b>	Facturación Control de bancos y caja Tarifas Contabilidad
<b>LOGÍSTICA</b>	Entrada de mercancía Salida de productos Gestión de incidencias Gestión de devoluciones Ubicación de mercancía Salida de mercancía Inventarios Elaboración de pedidos y albaranes Confección de rutas de reparto Localización de vehículos

#### 3.3.4. Propuesta de alternativas

Para intentar satisfacer las necesidades de ECOSUPER se va a evaluar diferentes softwares ERP. Dado que existen multitud de soluciones en el mercado, se han seleccionado las más representativas de cada bloque. Por el lado del ERP propietario, se estudiarán SAP y Microsoft Dynamics AX. Dentro del ERP *opensource* se analizarán las posibilidades de Odoo, Openbravo y Dolibarr. Por último, se considerarán dos soluciones ERP en la nube con modalidad SAAS: Sage Murano y Microsoft Dynamics NAV Cloud.

##### *SAP BUSINESS ONE*

SAP cuenta con módulos de compras y redes, compromiso con el cliente, *Business Intelligence*, cadena de suministro, recursos humanos y finanzas (SAP, 2018). Se van a analizar principalmente los módulos que ECOSUPER necesita en mayor medida.

## DEFINICIÓN DEL CASO PRÁCTICO

- *Módulo de Recursos Humanos*: este módulo permite administrar todos los datos de los empleados bajo un mismo sistema. Cuenta con el apartado de realización de nóminas. Permite gestionar las ausencias y el seguimiento de tiempos. También dispone de la opción *SAPSuccess Factor Recruiting* para llevar a cabo la selección y contratación de personal. Además, también tiene la posibilidad de implementar módulos que fomenten el desarrollo del personal mediante la formación y el aprendizaje. Es capaz de evaluar a los empleados, establecer remuneraciones por la consecución de sus metas y dispone de productos *cross-suite* que permiten identificar el tipo y la cantidad de talento que necesita una empresa.
- *Módulo de Finanzas*: dentro del módulo de finanzas dispone de productos de contabilidad, cierre financiero y gestión tributaria. También permite gestionar la tesorería, así como las cuentas por pagar y por cobrar. Además, permite desarrollar presupuestos y análisis financieros y cuenta con un módulo especial de ciberseguridad.
- *Módulo de Cadena de Suministro*: este módulo está orientado a la industria 4.0 y la logística digital. Recibe el nombre de *SAP Integrated Business Planning* y permite gestionar la cadena de suministro combinando ventas, operaciones, demanda, planificación de suministro y optimización de inventario. Dentro de él se encuentran las aplicaciones de *SAP Transportation Management*, y *SAP Extended Warehouse Management*. La Tabla 7 resume las posibilidades que ofrecen cada uno de ellos:

Tabla 7. Módulo de Cadena de Suministro de SAP

### *SAP Integrated Business Planning*

<i>SAP Transportation Management</i>	<i>SAP Extended Warehouse Management</i>
Gestión de fletes estratégica: definición de acuerdos con transportistas	Procesos de entrada: optimización de los procesos de entrada y gestión de incidencias
Gestión de pedidos: generación de propuestas de enrutamiento optimizadas	Almacenamiento y operaciones: inventario físico, aprovisionamiento, ubicación y reorganización, y preparación de kits.
Planificación de transporte: entregas puntuales, selección de transportes.	Procesos de salida: optimización de pedidos de almacén y control de empaque

Ejecución transporte: manejo de cargas

Yard management: gestión de transportes  
internos*MICROSOFT DYNAMICS AX*

Microsoft Dynamics AX pone a disposición de sus clientes los módulos de gestión de almacenes, gestión del transporte, planificación presupuestaria, inventarios en tiempo real, previsión de la demanda, recursos humanos, administración de datos maestros, comercio electrónico y redes sociales (Microsoft, 2018). Está especializado en el análisis de datos para la generación de indicadores en el funcionamiento del negocio.

- *Recursos Humanos:* permite la elaboración de nóminas aplicando tarifas propias del mercado estadounidense. Tienes herramientas predictivas para la elaboración de escenarios a la hora de contratación y compensación de personal. Permite realizar el seguimiento y el control de las contrataciones, despidos, accesos y bajas.
- *Planificación Presupuestaria:* permite generar informes y resúmenes fáciles de manejar cuando se trabajan con presupuestos para escenarios múltiples.
- *Almacenes:* permite llevar a cabo la gestión eficiente de la recepción de pedidos ya que dispone de la tecnología de radiofrecuencia para la entrada de mercancía. Cuenta con gestión de devoluciones y control avanzado de ubicaciones flexible. Dispone la posibilidad de realización de inventarios en tiempo real con varias posibilidades de conteo y permite conocer los flujos de mercancías controlando la trazabilidad. También ofrece la posibilidad de control de *picking* de producto terminado.
- *Gestión del transporte:* gestiona y optimiza las rutas de transporte y es capaz de realizar el seguimiento de las actividades del conductor. Ofrece la posibilidad del envío de notificaciones por parte del transportista para conocer su ubicación en todo momento.

## DEFINICIÓN DEL CASO PRÁCTICO

### ODOO

Odoo sitúa todas sus posibilidades dentro de los módulos de sitios Web, Ventas, Operaciones y Herramientas de Producto. Dentro de cada una de ellas se encuentran las aplicaciones de facturación, contabilidad, recursos humanos e inventario (Odoo, 2018).

- *Facturación*: se encarga de la generación de facturas, del envío automático de facturas a los clientes y de la gestión de contratos. Contiene la posibilidad de pago rápido mediante plataformas.
- *Contabilidad*: controla cajas y bancas y elabora informes contables. Permite controlar las facturas a pagar y cobrar haciendo seguimiento de las facturas pendientes.
- *Recursos Humanos*: parte de una base de datos con todos los empleados. Gestiona las horas y las vacaciones, así como los gastos de los empleados asociados a la organización, como viajes, comidas, etc. Permite realizar evaluaciones de los empleados y cuenta con las tareas de contratación de personal. No dispone de la funcionalidad de realización de nóminas.
- *Inventario*: este módulo permite la realización de pedidos, el control interno y el aprovisionamiento. Los movimientos de entrada, salida y transformaciones de existencias se consideran movimientos de stock entre ubicaciones, lo que favorece la trazabilidad. Dispone de lectura de códigos de barras para la entrada de mercancías y control de recepción
- *Fabricación*: dentro de este módulo se encuentran las aplicaciones de MRP, rutas y gestión de incidencias.

### OPENBRAVO

Openbravo clasifica sus aplicaciones dentro de los bloques de gestión minorista y gestión empresarial. Dentro de estas aplicaciones no dispone de módulo de recursos humanos (Openbravo, 2018).

- *Finanzas y Contabilidad*: estos módulos se encuentran integrados. Permite la configuración contable de clientes, vendedores y métodos de pago, así como movimientos de efectivo. Realiza automáticamente cuentas por cobrar y cuentas por pagar. Mantiene la trazabilidad entre las facturas, y los movimientos entre cajas y bancos.

- *Gestión de mercancías*: la entrada de mercancías se realiza de forma manual, pero permite una rápida introducción de productos, así como de procesos de asignación y reaprovisionamiento. Ofrece la posibilidad de gestionar y planificar los inventarios, determinando la cantidad óptima de inventario, así como los tiempos. Dispone la posibilidad de planificación de demanda y gestión de pedidos. Esta planificación favorece la distribución de mercancías. Permite el control de la mercancía recibida a centros de distribución y su posterior distribución.
- *Gestión de la cadena de suministro*: dentro de este módulo se encuentran las aplicaciones de gestión y distribución de mercancías, gestión de la producción, compras, gestión de almacenes e inventario y gestión de envíos y transporte. Permite organizar el almacén de forma eficiente, y la realización de inventarios en tiempo real. Cuenta con una base de datos para introducir información de los transportes con la capacidad de carga y disponibilidad. Optimiza las solicitudes de transporte, carga de mercancías, rutas de entrega y recorridos. Controla los costes de transporte, pero no permite la localización de los envíos.

### DOLIBARR

Los principales módulos de Dolibarr son gestión de usuarios, gestión de productos y servicios, gestión financiera y comercial, recursos humanos, seguimiento de terceros, gestión de contratos, gestión documental y gestión de intervenciones (Dolibarr, 2018).

- *Gestión Financiera*: permite controlar ventas y compras. Gestiona facturas e impuestos, ofreciendo la posibilidad de reclamación de facturas pendientes. Ofrece la gestión de cuentas bancarias y domiciliaciones, así como la elaboración de informes financieros.
- *Recursos Humanos y gestión de usuarios*: permite calcular las nóminas de los empleados mediante las horas trabajadas y las retribuciones. A partir de estos datos elabora una partida de gastos que se incluye en el módulo de gestión financiera para controlar el pago de salarios. Gestiona peticiones de días libres y vacaciones, así como gastos comunes. No cuenta con la posibilidad de gestionar las contrataciones de personal.

## DEFINICIÓN DEL CASO PRÁCTICO

- *Gestión de Productos y Servicios*: cuenta con la gestión de almacenes y stock de productos controlando las transferencias y los movimientos de stocks. De este modo, se puede organizar el almacén de forma efectiva. También ofrece la posibilidad de reaprovisionamiento de pedidos, y la categorización de productos. Permite optimizar rutas de transporte, y establecer estadísticas de envíos, pero no existe la posibilidad de seguimiento de envíos.

Fuera de sus módulos habituales ofrece otras muchas posibilidades que pueden ayudar a la gestión logística. Permite controlar expediciones, así como búsqueda rápida de productos y la gestión de lotes y caducidad de productos perecederos.

### SAGE MURANO

Sage Murano ofrece módulos básicos junto con módulos avanzados. Clasifica todas sus posibilidades dentro de los módulos de finanzas, CRM, gestión, laboral, proyectos y fabricación (Sage Murano, 2018).

- *Finanzas*: contiene una potente y ágil entrada de asientos contables, así como una rápida entrada de facturas y movimientos periódicos. Permite realizar balances de sumas y saldos, y situación de pérdidas y ganancias. Se encuentra adaptado al nuevo plan de gestión general contable y permite la reclamación de facturas impagadas. También cuenta con gestión bancaria, con punteo automático de extractos contables y evolución de tesorería.
- *Recursos Humanos*: elabora indicadores de gestión de recursos humanos, así como contempla procesos de formación, evaluación y desarrollo personal. Amplia la definición de puestos de trabajo, y la gestión avanzada de ausencias. En la definición de puestos de trabajo, no contempla la contratación de personal. Dispone de un portal del empleado, de libre acceso y consulta de datos. Si contempla la posibilidad de realización de nóminas y cálculo de salarios según convenio.
- *Gestión de aprovisionamiento*: dispone de control y seguimiento desde la generación automática de necesidades hasta la elaboración de pedidos y albaranes. Establece stocks mínimos y máximos, y permite la recepción automática de entrada de mercancía. Facilita los inventarios, con la gestión de entradas y salidas, regularizaciones, así como informes de control de rotación.

También controla las caducidades de los productos. Organiza el almacén en función de las fechas de caducidad y el método FIFO.

- *Gestión de Fabricación*: este módulo permite la gestión de residuos, devoluciones y subproductos. También controla las fechas de entrega de los proveedores.
- *Escandallo y rutas de materiales*: este módulo gestiona la elaboración de pedidos mediante subproductos y permite realizar simulaciones para optimizar las expediciones. No dispone de control de rutas ni transporte.

#### MICROSOFT DYNAMICS NAVISION CLOUD

Microsoft Dynamics presenta su versión Navision en la nube. Existen dos posibilidades, la versión *Starter* y la versión *Extended*. Ambas contienen los mismos módulos, pero la versión *Extended* cuenta con funcionalidades avanzadas en algunos de ellos. Los módulos que comparten son Gestión Financiera, CRM, Proyectos, Cadena de Suministro y Recursos Humanos. La versión *Extended* cuenta con un módulo avanzado de fabricación (Microsoft, 2018).

- *Gestión Financiera*: permite elaborar informes contables a partir de los datos introducidos en el sistema. Realiza balances económicos, presupuestos y nóminas. También controla las facturas con vencimiento y ofrece la posibilidad de realizar previsiones de flujos de caja. La versión *Extended* cuenta con el módulo de contabilidad, que sincroniza costes con libro de cuentas.
- *Recursos Humanos*: este módulo cuenta con las funcionalidades básicas. A partir de la base de datos de empleados organiza formaciones, desarrollos personales y productividades. Controla las ausencias y las horas realizadas y cuenta con la aplicación de reclutamiento, proporcionando listado de los posibles candidatos.
- *Cadena de Suministro*: dentro de este módulo existen numerosas posibilidades logísticas y contables, que se resumen en la Tabla 8.

Tabla 8. Funcionalidad del módulo SCM de Microsoft Navision Cloud

<i>Ventas</i>	Gestionar diferentes direcciones de envíos a clientes Cobros pendientes de clientes Aplicación de diferentes tasas Factura de ventas Gestión de pedidos
---------------	---

## DEFINICIÓN DEL CASO PRÁCTICO

	Gestión de devoluciones Compañías de transporte
<b>Compras</b>	Gestión de diferentes direcciones de proveedores Gestión de deudas de proveedores Pedidos y facturas de compras Devoluciones a proveedores
<b>Inventario</b>	Análisis de datos y generación de indicadores Comparación de proveedores para un mismo producto en términos de tiempos de entrega. Personalización de productos Verificación de nivel de inventario Referencias cruzadas para la preparación de pedidos Productos de sustitución Seguimiento de envíos
<b>Gestión de Almacén</b>	Organización del almacén: ubicación automática en recepciones Toma de datos automática Dimensionamiento y planificación del almacén Optimización de procesos de <i>picking</i>

Una vez presentadas todas las alternativas, así como las funcionalidades de cada una de ellas, se establecerá una comparativa cualitativa y cuantitativa para ver qué solución ERP se adapta mejor a las necesidades de ECOSUPER.

### 3.4. Conclusiones

ECOSUPER se considera una mediana empresa que debido su crecimiento decide implantar un software ERP. Para ello, selecciona las aplicaciones ERP más representativas del mercado: SAP, Microsoft Dynamics AX, Odoo, Openbravo, Dolibarr, Sage Murano y Microsoft Dynamics Navision Cloud.

Las necesidades de ECOSUPER están muy orientadas a la logística, y conseguir automatizar estos procesos. La mayoría de sus tareas son realizadas de forma muy manual, como la entrada de mercancías y la realización de pedidos.

No tiene organizado el almacén y ocupa mucho tiempo elaborando rutas de transporte que en numerosas ocasiones no resultan efectivas. Con esta exposición de

necesidades, queda reflejada la importancia de implantar en su organización una aplicación ERP.

La mayoría de los ERP seleccionados son capaces de suplir estas necesidades ya que cuentan con módulos de gestión de la cadena de suministro, así como de gestión del almacén. Todos ellos cuentan con módulos de contabilidad, y alguno de ellos tiene ampliamente desarrollado el módulo de recursos humanos. En el siguiente capítulo se va a analizar cómo las funcionalidades de estos módulos son capaces de satisfacer las necesidades de ECOSUPER.



## CAPÍTULO 4. CASO PRÁCTICO: EVALUACIÓN

### 4.1. Introducción

En este capítulo se va a llevar a cabo una evaluación cualitativa y cuantitativa de las soluciones planteadas con anterioridad. Todas ellas cuentan con múltiples funciones orientadas a la contabilidad, recursos humanos y logística. Sin embargo, cada una de las aplicaciones proporcionará mayor valor a nuestra empresa en función de las soluciones que aporte cada uno de sus módulos.

En primer lugar, se realizará una evaluación cualitativa. En esta evaluación, podremos conocer cómo los ERP seleccionados solucionan los problemas de ECOSUPER. En la evaluación cuantitativa se aplicarán las metodologías TOPSIS y PROMETHEE para evaluar en qué medida es mejor un software u otro.

### 4.2. Evaluación cualitativa

ECOSUPER necesita módulos que apoyen sus tareas de recursos humanos, facturación y contabilidad y principalmente logística. Para poder prescindir de las labores de la asesoría es necesario que el módulo de recursos humanos elabore nóminas e incluya las funcionalidades de reclutamiento de personal. Para ello, podría contar con los ERP de SAP, Microsoft Dynamics Navision Cloud y Microsoft Dynamics AX. Sin embargo, la versión de Microsoft Dynamics AX aplica las retribuciones típicas de Estados Unidos, por lo que sería complicado ajustarlo a la legislación española.

Sage Murano y Dolibarr permiten la elaboración de nóminas, pero no la contratación de personal. Odoó cuenta con la funcionalidad de gestión de personal, pero no permite la gestión de nóminas. Openbravo no dispone de módulo de recursos humanos por lo que quedaría completamente descartado en este sentido.

## CASO PRÁCTICO: EVALUACIÓN

En las tareas de contabilidad y facturación, la mayoría de los ERP tienen las funcionalidades completas. Sage Murano y Microsoft Dynamics Navision Cloud disponen de facturación electrónica, y aportaran un valor añadido a la organización. Los ERP de SAP y Microsoft Dynamics AX cuentan con módulos de contabilidad y facturación muy complejos, que suelen estar orientados a grandes empresas. Por este motivo, ambos quedarían en las posiciones más bajas en relación con este módulo.

En el ámbito de la logística, todos ofrecen múltiples posibilidades. Sin embargo, dadas las necesidades de ECOSUPER será conveniente elegir un ERP que intente satisfacer en mayor medida sus tareas. En relación con la entrada de mercancías, ECOSUPER necesita automatizar este proceso. Microsoft Dynamics AX cuenta con la posibilidad de la realización de entrada de mercancía mediante radiofrecuencia. Sage Murano también cuenta con la posibilidad de automatizar la entrada de mercancía al igual que Microsoft Dynamics Navision Cloud. En Openbravo es manual y en SAP y Odoo se consigue optimizar gracias a procesos internos de la aplicación.

La organización del almacén de ECOSUPER no facilita la preparación de pedidos. Para ello, se requiere un ERP que facilite la disposición de los productos en el almacén. Microsoft Dynamics Navision tiene muy desarrollado estas funciones. Gracias al dimensionamiento del almacén, permite la organización automática en la recepción de la mercancía. Su versión AX cuenta con un control avanzado de ubicaciones flexible. SAP dispone de la funcionalidad de Yard Management, favoreciendo el transporte interno. Openbravo y Dolibarr facilitan la organización del almacén. Dolibarr tiene la posibilidad de búsqueda rápida de productos. Sage Murano cuenta con la posibilidad de organización en función de la caducidad y el método FIFO.

En relación con el transporte, algunas de las aplicaciones contienen opciones de optimización de rutas y otras de seguimiento de envíos. SAP cuenta con un módulo específico para el transporte donde incluye ambas funciones. Microsoft Dynamics AX permite, además, enviar notificaciones de los trayectos del conductor.

Odoo y Dolibarr cuentan con módulos de rutas, pero no disponen de seguimiento de envíos, aunque en Odoo se pueden integrar módulos específicos de compañías de transporte. Navision dispone de seguimiento de envíos y gestión de compañías de transporte que optimizan rutas, aunque él no se encargue de esta optimización. Sage Murano y Openbravo tiene estas funcionalidades poco desarrolladas.

En la ayuda en la preparación de pedidos, picking y elaboración de documentación relativa a las expediciones todos los ERP tienen amplias posibilidades. SAP cuenta con un control de empaque. Tanto Microsoft Dynamics AX como Navision Cloud cuentan con optimización de procesos de picking. Openbravo facilita la distribución de mercancías mediante la planificación de la demanda. Dolibarr dispone de una categorización de productos que facilita la elaboración de los pedidos y Sage Murano es capaz de simular expediciones para una mejor gestión de las mismas. Para la gestión de incidencias todos disponen de esta aplicación salvo Sage Murano. La Tabla 9 resume las posibilidades logísticas de las siete soluciones ERP planteadas con relación a las necesidades de ECOSUPER.

Con esto se ha establecido una comparación cualitativa. A continuación, se va a realizar una comparación cuantitativa empleando como métodos de decisión TOPSIS y PROMETHEE.

### 4.3. Evaluación cuantitativa

Para realizar la evolución cuantitativa se definen unos criterios. Estos criterios van a estar relacionados con las necesidades de ECOSUPER tanto a nivel logístico como en los módulos de recursos humanos y contabilidad.

Para construir la matriz con las alternativas y los atributos se va a asignar un valor comprendido entre 1 y 7 dependiendo de las funcionalidades que aporte cada alternativa a cada criterio. Todos los criterios serán crecientes y para determinar el valor se ha utilizado la comparación cualitativa. También se ha asignado un peso a cada atributo, dando más importancia a las funciones logísticas que a los módulos de recursos humanos y contabilidad.

Teniendo en cuenta todo esto, se ha elaborado la matriz de partida para la aplicación de los métodos que se recoge en la Tabla 10.

## CASO PRÁCTICO: EVALUACIÓN

Tabla 9. Aplicaciones logísticas de los diferentes ERP analiz

	<b>Entrada de mercancía</b>	<b>Organización del almacén</b>	<b>Transporte</b>	<b>Preparación de pedidos</b>	<b>Devoluciones</b>
<b>SAP</b>	Optimización de procesos de entrada	Ubicación y reorganización <i>Yard management</i>	Propuestas de enrutamiento Selección de transporte	Optimización de pedidos y control de empaque	Gestión de incidencias
<b>MICROSOFT DYNAMICS AX</b>	Tecnología de radiofrecuencia	Control de ubicaciones flexible	Optimización de rutas de transporte. Notificaciones de envío	Control de <i>picking</i> de producto terminado	Gestión de devoluciones
<b>ODOO</b>	Lectura de código de barras	Control interno mediante movimientos de stock	Rutas	Realización de pedidos y aprovisionamiento	Gestión de incidencias
<b>OPENBRAVO</b>	Entrada manual	Organización eficiente	Definición de rutas Selección de transporte y costes	Gestión de pedidos mediante la planificación de la demanda	
<b>DOLIBARR</b>		Categorización de productos	Optimización de rutas de transporte	Control de expediciones. Búsqueda rápida de productos	
<b>SAGE MURANO</b>	Recepción automática	Organización según fechas y FIFO		Elaboración de productos mediante subproductos. Simulaciones	Gestión de residuos y devoluciones
<b>MICROSOFT DYNAMICS NAVISION</b>	Toma de datos automática	Dimensionamiento del almacén Ubicación automática en recepciones	Compañías de transporte Seguimiento de envíos	Referencias cruzadas para la preparación de pedidos	Gestión de devoluciones

Tabla 10. Datos de partida para la aplicación de los métodos de toma de decisiones

	RRHH	Contabilidad y finanzas	Recepción de material	Organización del almacén	Pedidos	Transporte	Incidencias
<i>SAP Business One</i>	7	2	5	4	5	5	6
<i>Microsoft Dynamics AX</i>	5	2	7	6	4	7	6
<i>Odo</i>	2	4	5	1	2	4	6
<i>Openbravo</i>	1	4	3	2	2	3	1
<i>Dolibarr</i>	3	4	3	3	4	6	1
<i>Sage Murano</i>	4	6	6	5	6	1	6
<i>MS Dynamics NAV en la nube</i>	6	6	6	7	7	3	6
<b>Pesos</b>	2	1	5	7	6	4	3

## TOPSIS

Para aplicar el método TOPSIS es necesario normalizar los datos de la matriz de decisión mediante el cálculo de vectores. También es necesario normalizar los pesos otorgados a cada criterio. La matriz resultante se muestra en la Tabla 11.

Tabla 11. Matriz de decisión para TOPSIS

	RRHH	Contabilidad y finanzas	Recepción de material	Organización del almacén	Pedidos	Transporte	Incidencias
<i>SAP Business One</i>	0,5916	0,1768	0,3637	0,3381	0,4082	0,4152	0,4447
<i>Microsoft Dynamics AX</i>	0,4226	0,1768	0,5092	0,5071	0,3266	0,5813	0,4447
<i>Odo</i>	0,1690	0,3536	0,3637	0,0845	0,1633	0,3322	0,4447
<i>Openbravo</i>	0,0845	0,3536	0,2182	0,1690	0,1633	0,2491	0,0741
<i>Dolibarr</i>	0,2535	0,3536	0,2182	0,2535	0,3266	0,4983	0,0741
<i>Sage Murano</i>	0,3381	0,5303	0,4364	0,4226	0,4899	0,0830	0,4447
<i>MS Dynamics NAV Cloud</i>	0,5071	0,5303	0,4364	0,5916	0,5715	0,2491	0,4447
<b>Pesos</b>	0,05	0,05	0,2	0,3	0,2	0,15	0,05

## CASO PRÁCTICO: EVALUACIÓN

A continuación, es necesario crear la matriz de preferencia mediante la multiplicación de los valores normalizados por los pesos de cada atributo. Esta matriz (Tabla 12) nos permitirá calcular las distancias a la solución óptima.

Tabla 12. Matriz de preferencia para TOPSIS

	RRHH	Contabilidad y finanzas	Recepción de material	Organización del almacén	Preparación de pedidos	Transporte y control de envíos	Gestión de devoluciones
<i>SAP Business One</i>	0,0296	0,0088	0,0727	0,1014	0,0816	0,0623	0,0222
<i>Microsoft Dynamics AX</i>	0,0211	0,0088	0,1018	0,1521	0,0653	0,0872	0,0222
<i>Odo</i>	0,0085	0,0177	0,0727	0,0254	0,0327	0,0498	0,0222
<i>Openbravo</i>	0,0042	0,0177	0,0436	0,0507	0,0327	0,0374	0,0037
<i>Dolibarr</i>	0,0127	0,0177	0,0436	0,0761	0,0653	0,0747	0,0037
<i>Sage Murano</i>	0,0169	0,0265	0,0873	0,1268	0,0980	0,0125	0,0222
<i>MS Dynamics NAV Cloud</i>	0,0254	0,0265	0,0873	0,1775	0,1143	0,0374	0,0222

A partir de esta matriz, se obtiene el vector ideal ( $v^+$ ) y el vector pésimo ( $v^-$ ). El vector ideal representa el máximo de las filas de la matriz de decisión, mientras que el vector pésimo corresponde al mínimo. Estos resultados se indican en la Tabla 13.

Tabla 13. Vectores de TOPSIS

<b><math>v_i^+</math></b>	0,0296	0,0265	0,1018	0,1775	0,1143	0,0872	0,0222
<b><math>v_i^-</math></b>	0,0042	0,0088	0,0436	0,0254	0,0327	0,0125	0,0037

Una vez calculados los vectores, podemos obtener las distancias de cada solución a los vectores pésimo e ideal (Tabla 14).

Tabla 14. Distancias de TOPSIS

<b>d1+</b>	0,0929	<b>d1-</b>	0,1118
<b>d2+</b>	0,0585	<b>d2-</b>	0,1635
<b>d3+</b>	0,1805	<b>d3-</b>	0,0518
<b>d4+</b>	0,1723	<b>d4-</b>	0,0366
<b>d5+</b>	0,1301	<b>d5-</b>	0,0876
<b>d6+</b>	0,0938	<b>d6-</b>	0,1314
<b>d7+</b>	0,0521	<b>d7-</b>	0,1829

Estas distancias representan la proximidad de nuestras alternativas a la solución óptima. La distancia 1 corresponderá a la alternativa situada en primer lugar en la tabla 10, SAP. La distancia 2 corresponderá a Microsoft Dynamics AX, la distancia 3 a Odoo, y así sucesivamente.

Por último, se calculan los índices mediante la

Ecuación 3.5 . La alternativa que tenga el mayor índice será la alternativa mejor posicionada, y así sucesivamente. Los resultados de la aplicación de TOPSIS se muestran en la Tabla 15. Como podemos observar, la alternativa mejor posicionada es Microsoft Dynamics Navision Cloud. Con esto podemos decir, que este ERP será el mejor posicionado para ECOSUPER satisfaciendo principalmente sus necesidades logísticas.

Tabla 15. Clasificación por índices de TOPSIS

0,7783	MS Dynamics NAV CLOUD
0,7364	Microsoft Dynamics AX
0,5836	Sage Murano
0,5462	SAP Business One
0,4022	Dolibarr
0,2230	Odoo
0,1754	Openbravo

### PROMETHEE

Para completar este análisis de toma de decisiones para la elección del mejor ERP, también se realiza el estudio mediante el método PROMETHEE. Para aplicar este método no es necesario llevar a cabo una normalización de los datos. Se utilizará la matriz de datos de partida de la Tabla 10.

Previamente, para poder trabajar con los diferentes criterios generalizados, se calculan las diferentes matrices aplicando la Ecuación 3.6. Estas matrices (Tabla 16 -Tabla 22) muestran las diferencias de valor entre cada alternativa para cada uno de los atributos. Cada una de las tablas, se realiza para cada uno de los diferentes criterios. Por ejemplo, en la Tabla 16, el valor de las celdas corresponde a la diferencia de los valores de recursos humanos entre cada par de alternativas. Es decir, en la primera columna se fija el valor de recursos humanos de SAP y se realiza la diferencia con el resto de los

## CASO PRÁCTICO: EVALUACIÓN

valores de recursos humanos de las otras alternativas. En la segunda columna, se fija Microsoft Dynamics AX y se realiza la diferencia. Debido a esto, en la diagonal todos los valores son cero, ya que se realiza la diferencia de una alternativa con respecto a sí misma.

Tabla 16. Tabla de distancias para Recursos Humanos en PROMETHEE

RECURSOS HUMANOS	SAP Business One	Microsoft Dynamics AX	Odoo	Openbravo	Dolibarr	Sage Murano	MS Dynamics NAV Cloud
SAP Business One	0	2	5	6	3	3	1
Microsoft Dynamics AX	-2	0	3	4	1	1	-1
Odoo	-5	-3	0	1	-2	-2	-4
Openbravo	-6	-4	-1	0	-3	-3	-5
Dolibarr	-4	-2	1	2	-1	-1	-3
Sage Murano	-3	-1	2	3	0	0	-2
MS Dynamics NAV Cloud	-1	1	4	5	2	2	0

Tabla 17. Tabla de distancias para Contabilidad y Finanzas en PROMETHEE

CONTABILIDAD Y FINANZAS	SAP Business One	Microsoft Dynamics AX	Odoo	Openbravo	Dolibarr	Sage Murano	MS Dynamics NAV Cloud
SAP Business One	0	0	-2	-2	-2	-4	-4
Microsoft Dynamics AX	0	0	-2	-2	-2	-4	-4
Odoo	2	2	0	0	0	-2	-2
Openbravo	2	2	0	0	0	-2	-2
Dolibarr	2	2	0	0	0	-2	-2
Sage Murano	4	4	2	2	2	0	0
MS Dynamics NAV Cloud	4	4	2	2	2	0	0

Tabla 18. Tabla de distancias para Recepción de Material en PROMETHEE

RECEPCIÓN DE MATERIAL	SAP Business One	Microsoft Dynamics AX	Odoo	Openbravo	Dolibarr	Sage Murano	MS Dynamics NAV Cloud
-----------------------	------------------	-----------------------	------	-----------	----------	-------------	-----------------------

<i>SAP Business One</i>	0	-2	0	2	2	-1	-1
<i>Microsoft Dynamics AX</i>	2	0	2	4	4	1	1
<i>Odoo</i>	0	-2	0	2	2	-1	-1
<i>Openbravo</i>	-2	-4	-2	0	0	-3	-3
<i>Dolibarr</i>	-2	-4	-2	0	0	-3	-3
<i>Sage Murano</i>	1	-1	1	3	3	0	0
<i>MS Dynamics NAV Cloud</i>	1	-1	1	3	3	0	0

Tabla 19. Tabla de distancias para Organización del Almacén en PROMETHEE

ORGANIZACIÓN DEL ALMACÉN	<i>SAP Business One</i>	<i>Microsoft Dynamics AX</i>	<i>Odoo</i>	<i>Openbravo</i>	<i>Dolibarr</i>	<i>Sage Murano</i>	<i>MS Dynamics NAV Cloud</i>
<i>SAP Business One</i>	0	-2	3	2	1	-1	-3
<i>Microsoft Dynamics AX</i>	2	0	5	4	3	1	-1
<i>Odoo</i>	-3	-5	0	-1	-2	-4	-6
<i>Openbravo</i>	-2	-4	1	0	-1	-3	-5
<i>Dolibarr</i>	-1	-3	2	1	0	-2	-4
<i>Sage Murano</i>	1	-1	4	3	2	0	-2
<i>MS Dynamics NAV Cloud</i>	3	1	6	5	4	2	0

Tabla 20. Tabla de distancias para Preparación de Pedidos en PROMETHEE

PREPARACIÓN DE PEDIDOS	<i>SAP Business One</i>	<i>Microsoft Dynamics AX</i>	<i>Odoo</i>	<i>Openbravo</i>	<i>Dolibarr</i>	<i>Sage Murano</i>	<i>MS Dynamics NAV Cloud</i>
<i>SAP Business One</i>	0	1	3	3	1	-1	-2
<i>Microsoft Dynamics AX</i>	-1	0	2	2	0	-2	-3
<i>Odoo</i>	-3	-2	0	0	-2	-4	-5
<i>Openbravo</i>	-3	-2	0	0	-2	-4	-5
<i>Dolibarr</i>	-1	0	2	2	0	-2	-3
<i>Sage Murano</i>	1	2	4	4	2	0	-1

## CASO PRÁCTICO: EVALUACIÓN

<i>MS Dynamics NAV Cloud</i>	2	3	5	5	3	1	0
------------------------------	---	---	---	---	---	---	---

Tabla 21. Tabla de distancias para Transporte en PROMETHEE

TRANSPORTE	<i>SAP Business One</i>	<i>Microsoft Dynamics AX</i>	<i>Odoo</i>	<i>Openbravo</i>	<i>Dolibarr</i>	<i>Sage Murano</i>	<i>MS Dynamics NAV Cloud</i>
<i>SAP Business One</i>	0	-2	1	2	-1	4	2
<i>Microsoft Dynamics AX</i>	2	0	3	4	1	6	4
<i>Odoo</i>	-1	-3	0	1	-2	3	1
<i>Openbravo</i>	-2	-4	-1	0	-3	2	0
<i>Dolibarr</i>	1	-1	2	3	0	5	3
<i>Sage Murano</i>	-4	-6	-3	-2	-5	0	-2
<i>MS Dynamics NAV Cloud</i>	-2	-4	-1	0	-3	2	0

Tabla 22. Tabla de distancias para Gestión de Devoluciones en PROMETHEE

GESTIÓN DE DEVOLUCIONES	<i>SAP Business One</i>	<i>Microsoft Dynamics AX</i>	<i>Odoo</i>	<i>Openbravo</i>	<i>Dolibarr</i>	<i>Sage Murano</i>	<i>MS Dynamics NAV Cloud</i>
<i>SAP Business One</i>	0	0	0	5	5	0	0
<i>Microsoft Dynamics AX</i>	0	0	0	5	5	0	0
<i>Odoo</i>	0	0	0	5	5	0	0
<i>Openbravo</i>	-5	-5	-5	0	0	-5	-5
<i>Dolibarr</i>	-5	-5	-5	0	0	-5	-5
<i>Sage Murano</i>	0	0	0	5	5	0	0
<i>MS Dynamics NAV Cloud</i>	0	0	0	5	5	0	0

El siguiente paso es obtener las matrices de preferencia según los criterios generalizados. En este trabajo se ha realizado el método PROMETHEE mediante tres de los criterios generalizados. Estos tres criterios son: el tipo I. Natural, tipo II. Cuasiestacionario y Tipo V. Interior. Se considera que estos tres criterios son los más

representativos para la toma de decisiones dado que el resto de los criterios son variantes de estos.

Bajo el criterio natural, se establece que las celdas de la matriz de distancias con valores positivos se les otorgará el valor 1, mientras que los valores negativos tendrán valor 0 (Tabla 23 - Tabla 29). Estas tablas también se realizan para los diferentes atributos, al igual que ocurría con las tablas de distancias.

Tabla 23. Atributo Recursos Humanos. Tipo Natural

RECURSOS HUMANOS	SAP Business One	Microsoft Dynamics AX	Odoo	Openbravo	Dolibarr	Sage Murano	MS Dynamics NAV Cloud
SAP Business One	X	1	1	1	1	1	1
Microsoft Dynamics AX	0	X	1	1	1	1	0
Odoo	0	0	X	1	0	0	0
Openbravo	0	0	0	X	0	0	0
Dolibarr	0	0	1	1	X	0	0
Sage Murano	0	0	1	1	0	X	0
MS Dynamics NAV Cloud	0	1	1	1	1	1	X

Tabla 24. Atributo Contabilidad y Finanzas. Tipo Natural

CONTABILIDAD Y FINANZAS	SAP Business One	Microsoft Dynamics AX	Odoo	Openbravo	Dolibarr	Sage Murano	MS Dynamics NAV Cloud
SAP Business One	X	0	0	0	0	0	0
Microsoft Dynamics AX	0	X	0	0	0	0	0
Odoo	1	1	X	0	0	0	0
Openbravo	1	1	0	X	0	0	0
Dolibarr	1	1	0	0	X	0	0
Sage Murano	1	1	1	1	1	X	0
MS Dynamics NAV Cloud	1	1	1	1	1	1	X

## CASO PRÁCTICO: EVALUACIÓN

Tabla 25. Atributo Recepción de Material. Tipo Natural

RECEPCIÓN DE MATERIAL	SAP Business One	Microsoft Dynamics AX	Odoo	Openbravo	Dolibarr	Sage Murano	MS Dynamics NAV Cloud
SAP Business One	X	0	0	1	1	1	0
Microsoft Dynamics AX	1	X	1	1	1	1	1
Odoo	0	0	X	1	1	1	0
Openbravo	0	0	0	X	0	0	0
Dolibarr	0	0	0	0	X	0	0
Sage Murano	1	0	1	1	1	X	0
MS Dynamics NAV Cloud	1	0	1	1	1	1	X

Tabla 26. Atributo Organización del Almacén. Tipo Natural

ORGANIZACIÓN DEL ALMACÉN	SAP Business One	Microsoft Dynamics AX	Odoo	Openbravo	Dolibarr	Sage Murano	MS Dynamics NAV Cloud
SAP Business One	X	0	1	1	1	1	0
Microsoft Dynamics AX	1	X	1	1	1	1	0
Odoo	0	0	X	0	0	0	0
Openbravo	0	0	1	X	0	0	0
Dolibarr	0	0	1	1	X	0	0
Sage Murano	1	0	1	1	1	X	0
MS Dynamics NAV Cloud	1	1	1	1	1	1	X

Tabla 27. Atributo Preparación de Pedidos. Tipo Natural

PREPARACIÓN DE PEDIDOS	SAP Business One	Microsoft Dynamics AX	Odoo	Openbravo	Dolibarr	Sage Murano	MS Dynamics NAV Cloud
SAP Business One	X	1	1	1	1	1	0
Microsoft Dynamics AX	0	X	1	1	0	0	0
Odoo	0	0	X	0	0	0	0
Openbravo	0	0	0	X	0	0	0

<i>Dolibarr</i>	0	0	1	1	X	0	0
<i>Sage Murano</i>	1	1	1	1	1	X	0
<i>MS Dynamics NAV Cloud</i>	1	1	1	1	1	1	X

Tabla 28. Atributo Transporte. Tipo Natural

<b>TRANSPORTE Y CONTROL DE ENVÍOS</b>	<i>SAP Business One</i>	<i>Microsoft Dynamics AX</i>	<i>Odoo</i>	<i>Openbravo</i>	<i>Dolibarr</i>	<i>Sage Murano</i>	<i>MS Dynamics NAV Cloud</i>
<i>SAP Business One</i>	X	0	1	1	0	0	1
<i>Microsoft Dynamics AX</i>	1	X	1	1	1	1	1
<i>Odoo</i>	0	0	X	1	0	0	1
<i>Openbravo</i>	0	0	0	X	0	0	0
<i>Dolibarr</i>	1	0	1	1	X	0	1
<i>Sage Murano</i>	0	0	0	0	0	X	0
<i>MS Dynamics NAV Cloud</i>	0	0	0	0	0	0	X

Tabla 29. Atributo Gestión de Devoluciones. Tipo Natural

<b>GESTIÓN DE DEVOLUCIONES</b>	<i>SAP Business One</i>	<i>Microsoft Dynamics AX</i>	<i>Odoo</i>	<i>Openbravo</i>	<i>Dolibarr</i>	<i>Sage Murano</i>	<i>MS Dynamics NAV Cloud</i>
<i>SAP Business One</i>	X	0	0	1	1	0	0
<i>Microsoft Dynamics AX</i>	0	X	0	1	1	0	0
<i>Odoo</i>	0	0	X	1	1	0	0
<i>Openbravo</i>	0	0	0	X	0	0	0
<i>Dolibarr</i>	0	0	0	0	X	0	0
<i>Sage Murano</i>	0	0	0	1	1	X	0
<i>MS Dynamics NAV Cloud</i>	0	0	0	1	1	0	X

La matriz de preferencia se obtiene teniendo en cuenta los pesos para cada atributo (Tabla 30). Para ello, se multiplica cada uno de los valores de las tablas anteriores por el peso de cada criterio. Es decir, los valores de la tabla de recursos humanos se multiplicarán por el peso dado a este atributo; en este caso, el valor 2. A continuación, se

## CASO PRÁCTICO: EVALUACIÓN

sumarán las filas coincidentes de cada atributo para obtener la preferencia de esa alternativa. Por ejemplo, el valor de cruzar Odoo con Dolibarr es 8. Ese valor es el resultante de sumar la multiplicación de todos los cruces Odoo - Dolibarr por el peso de los atributos. Sin embargo, la fila de Odoo nos indica que será notablemente más preferido que Openbravo, debido a que es el valor más elevado de la fila (14).

Tabla 30. Matriz de preferencia en Tipo Natural para PROMETHEE

PREFERENCIA	SAP Business One	Microsoft Dynamics AX	Odoo	Openbravo	Dolibarr	Sage Murano	MS Dynamics NAV Cloud
SAP Business One	0	8	19	27	23	20	6
Microsoft Dynamics AX	16	0	24	27	21	18	9
Odoo	1	1	0	14	8	5	4
Openbravo	1	1	7	0	0	0	0
Dolibarr	5	1	19	19	0	0	4
Sage Murano	19	7	21	24	22	0	0
MS Dynamics NAV Cloud	19	16	21	24	24	21	0

El flujo de saturación según la ordenación PROMETHEE II se muestra en la Tabla 31. Para la obtención del flujo de saturación positiva se suman las filas de la matriz de preferencia y se divide por el número de alternativas menos uno. El flujo de saturación negativa se obtiene sumando las columnas.

Tabla 31. Flujos de Saturación en Tipo Natural para PROMETHEE

FLUJO DE SUPERACIÓN NEGATIVA O DE ENTRADA	FLUJO DE SUPERACIÓN POSITIVA O DE SALIDA	FLUJO NETO DE SATURACION	
17,2	10,2	7,0	SAP Business One
19,2	5,7	13,5	Microsoft Dynamics AX
5,5	18,5	-13,0	Odoo
1,5	22,5	-21,0	Openbravo
8,0	16,3	-8,3	Dolibarr
15,5	10,7	4,8	Sage Murano
20,8	3,8	17,0	MS Dynamics NAV Cloud

Según la Tabla 31, la alternativa con mayor flujo de saturación es Microsoft Dynamics Navision Cloud, ya que tiene mayor flujo de saturación neto. Esto es porque existe mayor diferencia entre el flujo negativo y el flujo positivo. Esto quiere decir que, en la matriz de preferencia, esta opción siempre es preferida con respecto a las otras. Si la cruzamos con el resto de las alternativas siempre saldría ganando y si cruzamos el resto de las alternativas con ellas, esas alternativas saldrían perdiendo.

Para el tipo II. Cuasiestacionario, tendrán valor de 1 aquellos valores de la matriz cruzada de distancias que superen un valor mínimo. Los valores inferiores a ese valor mínimo tendrán valor de 0. Este valor mínimo dependerá de cada atributo. Dado que se ha dado unos valores comprendidos entre 1 y 7 ya que son atributos cualitativos, los valores establecidos como máximo y mínimo los fijaremos en 2 y 4 respectivamente. Esto quiere decir que la diferencia en cada atributo de una alternativa a otro será más significativa si es superior a 4 o inferior a 2. Los resultados para cada criterio se muestran de la Tabla 32 a la Tabla 38.

Tabla 32. Atributo Recursos Humanos. Tipo Cuasiestacionario

RECURSOS HUMANOS	SAP Business One	Microsoft Dynamics AX	Odoo	Openbravo	Dolibarr	Sage Murano	MS Dynamics NAV Cloud
SAP Business One	X	0	1	1	1	1	0
Microsoft Dynamics AX	0	X	1	1	0	0	0
Odoo	0	0	X	0	0	0	0
Openbravo	0	0	0	X	0	0	0
Dolibarr	0	0	0	0	X	0	0
Sage Murano	0	0	0	1	0	X	0
MS Dynamics NAV Cloud	0	0	1	1	0	0	X

Tabla 33. Atributo Contabilidad. Tipo Cuasiestacionario

CONTABILIDAD	SAP Business One	Microsoft Dynamics AX	Odoo	Openbravo	Dolibarr	Sage Murano	MS Dynamics NAV Cloud
SAP Business One	X	0	0	0	0	0	0
Microsoft Dynamics AX	0	X	0	0	0	0	0

## CASO PRÁCTICO: EVALUACIÓN

<i>Odo</i>	0	0	X	0	0	0	0
<i>Openbravo</i>	0	0	0	X	0	0	0
<i>Dolibarr</i>	0	0	0	0	X	0	0
<i>Sage Murano</i>	1	1	0	0	0	X	0
<i>MS Dynamics NAV Cloud</i>	1	1	0	0	0	0	X

Tabla 34. Atributo Entrada de Mercancías. Tipo Cuasiestacionario

ENTRADA DE MERCANCIAS	<i>SAP Business One</i>	<i>Microsoft Dynamics AX</i>	<i>Odo</i>	<i>Openbravo</i>	<i>Dolibarr</i>	<i>Sage Murano</i>	<i>MS Dynamics NAV Cloud</i>
<i>SAP Business One</i>	X	0	0	0	0	0	0
<i>Microsoft Dynamics AX</i>	0	X	0	1	1	1	0
<i>Odo</i>	0	0	X	0	0	0	0
<i>Openbravo</i>	0	0	0	X	0	0	0
<i>Dolibarr</i>	0	0	0	0	X	0	0
<i>Sage Murano</i>	0	0	0	1	1	X	0
<i>MS Dynamics NAV Cloud</i>	0	0	0	1	1	1	X

Tabla 35. Atributo Organización del Almacén. Tipo Cuasiestacionario

ORGANIZACIÓN DEL ALMACÉN	<i>SAP Business One</i>	<i>Microsoft Dynamics AX</i>	<i>Odo</i>	<i>Openbravo</i>	<i>Dolibarr</i>	<i>Sage Murano</i>	<i>MS Dynamics NAV Cloud</i>
<i>SAP Business One</i>	X	0	1	0	0	0	0
<i>Microsoft Dynamics AX</i>	0	X	1	1	1	1	0
<i>Odo</i>	0	0	X	0	0	0	0
<i>Openbravo</i>	0	0	0	X	0	0	0
<i>Dolibarr</i>	0	0	0	0	X	0	0
<i>Sage Murano</i>	0	0	1	1	0	X	0
<i>MS Dynamics NAV Cloud</i>	1	0	1	1	1	1	X

Tabla 36. Atributo Preparación de Pedidos. Tipo Cuasiestacionario

PREPARACIÓN DE PEDIDOS	SAP Business One	Microsoft Dynamics AX	Odoo	Openbravo	Dolibarr	Sage Murano	MS Dynamics NAV Cloud
SAP Business One	X	0	1	1	0	0	0
Microsoft Dynamics AX	0	X	0	0	0	0	0
Odoo	0	0	X	0	0	0	0
Openbravo	0	0	0	X	0	0	0
Dolibarr	0	0	0	0	X	0	0
Sage Murano	0	0	1	1	0	X	0
MS Dynamics NAV Cloud	0	1	1	1	1	1	X

Tabla 37. Atributo Transporte. Tipo Cuasiestacionario

TRANSPORTE	SAP Business One	Microsoft Dynamics AX	Odoo	Openbravo	Dolibarr	Sage Murano	MS Dynamics NAV Cloud
SAP Business One	X	0	0	0	0	0	0
Microsoft Dynamics AX	0	X	1	1	0	0	1
Odoo	0	0	X	0	0	0	0
Openbravo	0	0	0	X	0	0	0
Dolibarr	0	0	0	1	X	0	1
Sage Murano	0	0	0	0	0	X	0
MS Dynamics NAV Cloud	0	0	0	0	0	0	X

Tabla 38. Atributo Gestión de Devoluciones. Tipo Cuasiestacionario

GESTIÓN DE DEVOLUCIONES	SAP Business One	Microsoft Dynamics AX	Odoo	Openbravo	Dolibarr	Sage Murano	MS Dynamics NAV Cloud
SAP Business One	X	0	0	1	1	0	0
Microsoft Dynamics AX	0	X	0	1	1	0	0
Odoo	0	0	X	1	1	0	0
Openbravo	1	1	1	X	0	1	1
Dolibarr	1	1	1	0	X	1	1

## CASO PRÁCTICO: EVALUACIÓN

<i>Sage Murano</i>	0	0	0	1	1	X	0
<i>MS Dynamics NAV Cloud</i>	0	0	0	1	1	0	X

La matriz de preferencia para este criterio se puede ver en la Tabla 39. En este caso, realizamos la misma operación que en el tipo natural. Los valores de esta tabla representan la preferencia de una alternativa con respecto a la otra en el global de todos los criterios. Si nos fijamos en la fila de Odoo, al igual que en el caso anterior, también será superior a Openbravo, pero en menor medida. El valor adquirido en esta ocasión será 3, y lo compartirá con Dolibarr. Es decir, Odoo será superior en igual medida a Openbravo y Dolibarr. Los valores nulos indican que esta alternativa no es preferida.

Tabla 39. Matriz de Preferencia en Tipo Cuasiestacionario para PROMETHEE

PREFERENCIA	<i>SAP Business One</i>	<i>Microsoft Dynamics AX</i>	<i>Odoo</i>	<i>Openbravo</i>	<i>Dolibarr</i>	<i>Sage Murano</i>	<i>MS Dynamics NAV Cloud</i>
<i>SAP Business One</i>	0	0	15	11	5	2	0
<i>Microsoft Dynamics AX</i>	0	0	13	21	15	12	4
<i>Odoo</i>	0	0	0	3	3	0	0
<i>Openbravo</i>	3	3	3	0	0	3	3
<i>Dolibarr</i>	3	3	3	4	0	3	7
<i>Sage Murano</i>	1	1	13	23	8	0	0
<i>MS Dynamics NAV Cloud</i>	8	7	15	23	21	18	0

El flujo de saturación para el Tipo Cuasiestacionario se muestra en la Tabla 40. En este caso, se sitúa en primera posición Microsoft Dynamics AX. Posee mayor flujo de saturación, pero está seguido de cerca por Microsoft Dynamics Navision Cloud. Los valores de flujo son inferiores debido a que en las matrices de aplicación del criterio existen más valores cero. Esto es debido a que se ha sido más permisivo a la hora de comparar una alternativa con otra, al considerar como valor máximo de diferencia con respecto a cada criterio entre una alternativa u otra el valor de 3.

Tabla 40. Flujo de Saturación en Tipo Cuasiestacionario para PROMETHEE

<b>FLUJO DE SUPERACIÓN NEGATIVA O DE ENTRADA</b>	<b>FLUJO DE SUPERACIÓN POSITIVA O DE SALIDA</b>	<b>FLUJO NETO DE SATURACION</b>	
5,5	2,5	3,0	<i>SAP Business One</i>
10,8	2,3	8,5	<i>Microsoft Dynamics AX</i>
1,0	10,3	-9,3	<i>Odoo</i>
2,5	14,2	-11,7	<i>Openbravo</i>
3,8	8,7	-4,8	<i>Dolibarr</i>
3,8	6,3	-2,5	<i>Sage Murano</i>
7,7	2,3	5,3	<i>MS Dynamics NAV Cloud</i>

Para el tipo V con área interior se considera un valor mínimo y un valor máximo. Si los valores son inferiores al valor mínimo, el valor tomado será 0. Si son superiores al valor máximo el valor adquirido será 0. Si están comprendidos entre el valor mínimo y máximo, el valor estará comprendido entre 1 y 0 (Tabla 41 - Tabla 47).

Tabla 41. Atributo Recursos Humanos. Tipo Área Interior

<b>RECURSOS HUMANOS</b>	<i>SAP Business One</i>	<i>Microsoft Dynamics AX</i>	<i>Odoo</i>	<i>Openbravo</i>	<i>Dolibarr</i>	<i>Sage Murano</i>	<i>MS Dynamics NAV Cloud</i>
<i>SAP Business One</i>	X	1	1	1	0,67	0,67	0
<i>Microsoft Dynamics AX</i>	0	X	0,67	0,5	0	0	0
<i>Odoo</i>	0	0	X	0	0	0	0
<i>Openbravo</i>	0	0	0	X	0	0	0
<i>Dolibarr</i>	0	0	0	1	X	0	0
<i>Sage Murano</i>	0	0	1	0,67	0	X	0
<i>MS Dynamics NAV Cloud</i>	0	0	0,5	1	1	1	X

## CASO PRÁCTICO: EVALUACIÓN

Tabla 42. Atributo Contabilidad. Tipo Área Interior

CONTABILIDAD	SAP Business One	Microsoft Dynamics AX	Odoo	Openbravo	Dolibarr	Sage Murano	MS Dynamics NAV Cloud
SAP Business One	X	0	0	0	0	0	0
Microsoft Dynamics AX	0	X	0	0	0	0	0
Odoo	1	1	X	0	0	0	0
Openbravo	1	1	0	X	0	0	0
Dolibarr	1	1	0	0	X	0	0
Sage Murano	0,5	0,5	1	1	1	X	0
MS Dynamics NAV Cloud	0,5	0,5	1	1	1	1	X

Tabla 43. Atributo Entrada de Mercancías. Tipo Área Interior

ENTRADA DE MERCANCIAS	SAP Business One	Microsoft Dynamics AX	Odoo	Openbravo	Dolibarr	Sage Murano	MS Dynamics NAV Cloud
SAP Business One	X	0	0	1	1	1	0
Microsoft Dynamics AX	1	X	1	0,5	0,5	0,5	0
Odoo	0	0	X	1	1	1	0
Openbravo	0	0	0	X	0	0	0
Dolibarr	0	0	0	0	X	0	0
Sage Murano	0	0	0	0,67	0,67	X	0
MS Dynamics NAV Cloud	0	0	0	0,67	0,67	0,67	X

Tabla 44. Atributo Organización del Almacén. Tipo Área Interior

ORGANIZACIÓN DEL ALMACÉN	SAP Business One	Microsoft Dynamics AX	Odoo	Openbravo	Dolibarr	Sage Murano	MS Dynamics NAV Cloud
SAP Business One	X	0	0,67	1	0	0	0
Microsoft Dynamics AX	1	X	1	0,5	0,67	0,67	0
Odoo	0	0	X	0	0	0	0
Openbravo	0	0	0	X	0	0	0
Dolibarr	0	0	1	0	X	0	0

<i>Sage Murano</i>	0	0	0,5	0,67	1	X	0
<i>MS Dynamics NAV Cloud</i>	0,67	0	1	1	0,5	0,5	X

Tabla 45. Atributo Preparación de Pedidos. Tipo Área Interior

PREPARACIÓN DE PEDIDOS	<i>SAP Business One</i>	<i>Microsoft Dynamics AX</i>	<i>Odoo</i>	<i>Openbravo</i>	<i>Dolibarr</i>	<i>Sage Murano</i>	<i>MS Dynamics NAV Cloud</i>
<i>SAP Business One</i>	X	0	0,67	0,67	0	0	0
<i>Microsoft Dynamics AX</i>	0	X	1	1	0	0	0
<i>Odoo</i>	0	0	X	0	0	0	0
<i>Openbravo</i>	0	0	0	X	0	0	0
<i>Dolibarr</i>	0	0	1	1	X	0	0
<i>Sage Murano</i>	0	1	0,5	0,5	1	X	0
<i>MS Dynamics NAV Cloud</i>	1	0,67	1	1	0,67	0,67	X

Tabla 46. Atributo Transporte. Tipo Área Interior

TRANSPORTE	<i>SAP Business One</i>	<i>Microsoft Dynamics AX</i>	<i>Odoo</i>	<i>Openbravo</i>	<i>Dolibarr</i>	<i>Sage Murano</i>	<i>MS Dynamics NAV Cloud</i>
<i>SAP Business One</i>	X	0	0	1	0	0	1
<i>Microsoft Dynamics AX</i>	1	X	0,67	0,5	0	0	0,5
<i>Odoo</i>	0	0	X	0	0	0	0
<i>Openbravo</i>	0	0	0	X	0	0	0
<i>Dolibarr</i>	0	0	1	0,67	X	0	0,67
<i>Sage Murano</i>	0	0	0	0	0	X	0
<i>MS Dynamics NAV Cloud</i>	0	0	0	0	0	0	X

## CASO PRÁCTICO: EVALUACIÓN

Tabla 47. Atributo Gestión de Devoluciones. Tipo Área Interior

GESTIÓN DE DEVOLUCIONES	SAP Business One	Microsoft Dynamics AX	Odoo	Openbravo	Dolibarr	Sage Murano	MS Dynamics NAV Cloud
SAP Business One	X	0	0	1	1	0	0
Microsoft Dynamics AX	0	X	0	1	1	0	0
Odoo	0	0	X	1	1	0	0
Openbravo	0	0	0	X	0	0	0
Dolibarr	0	0	0	0	X	0	0
Sage Murano	0	0	0	1	1	X	0
MS Dynamics NAV Cloud	0	0	0	1	1	0	X

La matriz de preferencia y los flujos de saturación para este criterio quedan reflejados en la Tabla 48 y Tabla 49 respectivamente. Si continuamos con el ejemplo de Odoo en la matriz de preferencia, en este caso, se mantienen los resultados obtenidos en el Tipo Cuasiestacionario. Odoo será preferido frente a Openbravo y a Dolibarr en igual medida, al tomar el valor de 8 en ambos casos. Para el flujo de saturación, se sitúa en primera posición Microsoft Dynamics Navision Cloud, al contar con mayor flujo de saturación. Esta aplicación será siempre la preferida según los valores otorgados a los diferentes atributos, así como el peso asignado.

Tabla 48. Matriz de Preferencia para Tipo Área Interior en PROMETHEE

PREFERENCIA	SAP Business One	Microsoft Dynamics NAV	Odoo	Openbravo	Dolibarr	Sage Murano	MS Dynamics NAV en la nube
SAP Business One	0,0	2,0	10,7	25,0	9,3	6,3	4,0
Microsoft Dynamics NAV	16,0	0,0	22,0	18,0	10,2	7,2	2,0
Odoo	1,0	1,0	0,0	8,0	8,0	5,0	0,0
Openbravo	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Dolibarr	1,0	1,0	17,0	10,7	0,0	0,0	2,7
Sage Murano	0,5	6,5	9,5	16,3	20,3	0,0	0,0
MS Dynamics NAV en la nube	11,2	4,5	15,0	22,3	16,8	13,8	0,0

Tabla 49. Flujo de Saturación en Tipo Área Interior en PROMETHEE

<b>FLUJO DE SUPERACIÓN NEGATIVA O DE ENTRADA</b>	<b>FLUJO DE SUPERACIÓN POSITIVA O DE SALIDA</b>	<b>FLUJO NETO DE SATURACION</b>	
9,6	5,1	4,4	<i>SAP Business One</i>
12,6	2,7	9,9	<i>Microsoft Dynamics AX</i>
3,8	12,4	-8,5	<i>Odoo</i>
0,3	12,4	-12,0	<i>Openbravo</i>
5,4	16,7	-11,3	<i>Dolibarr</i>
8,9	5,4	3,5	<i>Sage Murano</i>
13,9	1,4	12,5	<i>MS Dynamics NAV Cloud</i>

En la Tabla 50 se resumen las conclusiones del método PROMETHEE mediante los tres criterios generalizados que se han aplicado. La tabla muestra, ya ordenadas por el flujo de saturación de mayor valor a menor valor, las diferentes soluciones ERP para implantar en ECOSUPER. Observando la tabla, podemos ver cómo en dos de los criterios generalizados la alternativa mejor posicionada es Microsoft Dynamics Navision Cloud, al igual que ocurría aplicando el método TOPSIS.

Tabla 50. Resultados PROMETHEE

<b>TIPO I. NATURAL</b>	<b>TIPO CUASIESTACIONARIO</b>	<b>TIPO ÁREA INTERIOR.</b>
Microsoft Dynamics Navision Cloud	Microsoft Dynamics AX	Microsoft Dynamics Navision Cloud
Microsoft Dynamics AX	Microsoft Dynamics Navision Cloud	Microsoft Dynamics Ax
Sap Bussines One	Sap Business One	Sap Bussines One
Sage Murano	Sage Murano	Sage Murano
Dolibarr	Dolibarr	Odoo
Odoo	Odoo	Dolibarr
Openbravo	Openbravo	Openbravo

### 4.3. Conclusiones

En este capítulo se lleva a cabo una comparativa cualitativa y cuantitativa de las diferentes alternativas ERP seleccionadas para el caso práctico. En la comparativa podemos ver cómo aplicaciones como Openbravo no disponen de módulo de recursos humanos. En general, los ERP *opensource* todavía no tienen completamente desarrollado estas aplicaciones; pueden dar apoyo, pero a la hora de calcular nóminas se encuentran limitados.

En relación con la contabilidad, la gran mayoría de los ERP presentan funcionalidades en este sentido. El problema viene en la dificultad de uso de estos módulos en los ERP propietario. Para una entidad como ECOSUPER puede volverse en su contra la implantación de módulo de contabilidad bajo ERP propietario debido a que pueden cubrir múltiples necesidades que no estén en el abanico de necesidades de ECOSUPER.

Los ERP han ampliado su capacidad para satisfacer las principales tareas logísticas. La mayoría de estas funciones están más orientadas a automatizar estos procesos facilitando estas actividades y reduciendo tiempos. Dentro del proceso de entrada de mercancía, algunos ERP incluso cuentan con la tecnología de radiofrecuencia como en el caso de Microsoft Dynamics AX. Para la organización de material, disponen de categorización de productos como Sage Murano. Esta categorización favorece también la realización de pedidos. Muchos de ellos también cuentan con posibilidad de contactar con las compañías de transporte para optimizar las rutas, como Microsoft Dynamics Navision Cloud.

En la comparativa cuantitativa, tanto TOPSIS como PROMETHEE coinciden en que la opción mejor posicionada es Microsoft Dynamics Navision Cloud. A nivel de contabilidad ofrece las mismas posibilidades que un ERP propietario, pero con mayor facilidad de uso. En recursos humanos cumple las expectativas. Y por último a nivel logístico satisface las necesidades de ECOSUPER. Cabe mencionar que no cuenta con módulo de optimización de rutas; sin embargo, ofrece la posibilidad de contar con una base de datos de transporte que organizan las rutas óptimas.

## CAPÍTULO 5. ESTUDIO ECONÓMICO

### 5.1. Introducción

El presente trabajo de fin de máster tiene como objeto realizar un estudio de las diferentes herramientas de software de gestión de la empresa, comparando las soluciones existentes en el mercado y analizando sus posibilidades logísticas aplicadas a un caso práctico.

Se trata de un proyecto de análisis comparativo, por lo que a la hora de evaluar los costes no se tendrá en cuenta los nuevos equipos y locales, si no que se considerarán los materiales, recursos y horas empleados para el desarrollo de las distintas fases del trabajo. Además, se han incluido elementos ficticios, como el número de personas (ingenieros, jefes de proyecto, etc.) que se emplearían en realizar un trabajo como este.

En primer lugar, se expondrán los puntos fundamentales de la gestión del proyecto, con una breve exposición del personal involucrado en el desarrollo del estudio. A continuación, se calcularán una serie de costes y se determinará el número de horas que ha empleado cada persona, obteniendo así el coste total del proyecto.

### 5.2. Personal del proyecto

Como base, se considera que el proyecto es llevado a cabo por una empresa consultora especializada en digitalización de procesos de gestión. Se considera que esta empresa ha sido encargada de realizar un informe sobre la situación actual de los ERP.

La consultora cuenta con una plantilla de 8 empleados, de los cuales 4 estarán al cargo del desarrollo del proyecto: un ingeniero junior, una ingeniera informática, un ingeniero de procesos logísticos y una jefa de proyecto cuya organización se presenta en la Figura 20 y cuyas funciones se detallan a continuación:

- *Jefa de proyecto*: es la encargada de coordinar y dirigir los trabajos de todos los miembros participantes del equipo. Entre sus funciones están la planificación del proyecto (estableciendo las fechas límites de entrega y verificando su cumplimiento) y la comunicación con el cliente, ejerciendo de interlocutor entre la empresa y las entidades destinatarias del proyecto. También se trata de la responsable final encargada de dar el visto bueno al proyecto.
- *Ingeniera informática*: como experta en herramientas informáticas aplicadas a la industria, su principal misión es la de proporcionar asistencia técnica y realizar una revisión crítica de todos los temas directamente relacionados con el software que se incluyan en el informe final.
- *Ingeniero de procesos*: como especialista en el área de logística ha participado en proyectos similares, y se encarga de estructurar el contenido de la documentación a presentar adaptando el enfoque para adecuarlo a las necesidades del proyecto, así como de la redacción de los apartados más relacionados con la aplicación del software a los procesos de la empresa.
- *Ingeniero Junior*: el ingeniero junior, que se ha incorporado recientemente, depende directamente del ingeniero de proceso, y se le ha asignado a este proyecto con el objetivo de dar soporte en las tareas auxiliares y asumir las tareas del ingeniero de proceso cuando se requiera. Además, estará al cargo de la redacción inicial del grueso de la documentación y de las tareas relacionadas con la intendencia del proyecto (llamadas telefónicas, impresión, entrega de documentos, etc.).

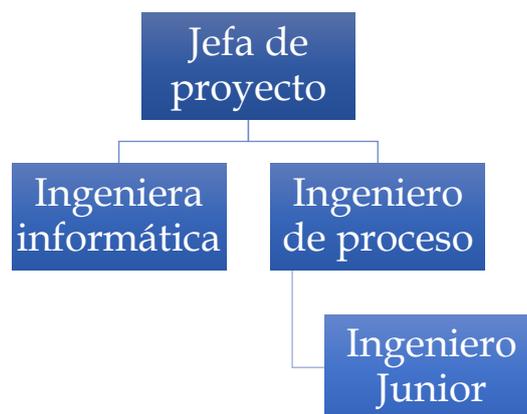


Figura 20. Organización del proyecto

Es necesario destacar que los profesionales mencionados no se dedican en exclusiva al proyecto en cuestión, sino que deben compaginarlo con otros encargos dentro de la empresa. Este modelo refleja las circunstancias reales del alumno a la hora de realizar el presente trabajo, pues se debe compaginar la elaboración del trabajo de fin de máster con su propio trabajo.

### 5.3. Fases del proyecto

El trabajo aquí considerado se orienta a la búsqueda y síntesis de información, teniendo por objetivo en última instancia la elaboración de un documento, que se entrega y presenta al cliente. Teniendo esto en cuenta, el trabajo consta de las siguientes fases (Figura 21):

- *Fase I. Puesta en marcha:* incluye la formación del equipo de trabajo que va a participar en el proyecto, realizando el reparto de tareas, estableciendo el contenido a presentar y marcando los plazos de entrega.
- *Fase II. Revisión bibliográfica y estado del arte:* en esta fase se realiza una revisión bibliográfica sobre los softwares ERP para identificar su situación actual, los principales exponentes del mercado y las distintas formas en las que se presentan este tipo de herramientas. Cuando se ha recogido suficiente material, se realiza la estructuración del contenido del informe. El final de esta fase lo marca una reunión en la que la jefa de proyecto aprueba la información recopilada antes de pasar a la siguiente etapa.
- *Fase III. Redacción del informe:* en esta etapa se van a ir redactando y revisando en sucesivas correcciones los distintos capítulos de los que consta el informe. También se realiza toda la comparativa de las diferentes alternativas de ERP. Además de la redacción del texto, esta fase incluye la introducción de todos los gráficos, tablas y referencias bibliográficas utilizadas, así como la maquetación final del documento. Esta fase termina con una reunión en la que la jefa de proyecto da su aprobación al informe final.
- *Fase IV. Exposición de los resultados:* la jefa de proyecto, apoyada por el ingeniero de procesos y la ingeniera informática, realiza una presentación corporativa al cliente. En esta etapa se entregan todos los documentos al cliente y se recogen

sus impresiones finales, resolviendo sus dudas e inquietudes sobre el resultado final.



Figura 21. Fases del proyecto

#### 5.4. Estudio económico

En este apartado se realiza el desarrollo del estudio económico propiamente dicho, a través de una evaluación de los costes asignados a las distintas fases del proyecto ya mencionadas. Se analizarán los costes de recursos, materiales y tiempo empleados, y se asignarán a cada uno de los participantes ficticios marcados para el estudio. Para elaborar este cálculo se seguirán los siguientes pasos:

1. Cálculo de las horas efectivas anuales y estimación de las tasas por hora de los salarios.
2. Cálculo de las amortizaciones.
3. Costes por hora y por persona de los materiales consumibles.
4. Cálculo de los costes indirectos por persona y hora.
5. Desglose de las horas que cada miembro del equipo ha dedicado a cada fase.

##### *Horas efectivas y tasas horarias de personal*

El desglose del cálculo de las horas y semanas efectivas anuales se presenta en la Tabla 51 y la Tabla 52 respectivamente:

Tabla 51. Cálculo de horas efectivas

Concepto	Días / horas
Año medio: (365,25)	365,25
Sábados y domingos: (365 · 2/7)	-104,36
Días efectivos de vacaciones:	-20,00
Días festivos reconocidos:	-12,00
Media de días perdidos por enfermedad	-15,00
Cursillos de formación, etc.:	-4,00
Total estimado días efectivos:	210
<b>Total de horas/año efectivas (8 horas/día):</b>	<b>1.680</b>

Tabla 52. Cálculo de semanas efectivas

Concepto	Días / horas
Año medio (semanas):	52
Vacaciones y festivos:	- 5
Enfermedad:	-2
Cursos de formación:	- 1
<b>Total de semanas:</b>	<b>44</b>

Para estimar los salarios de los miembros del equipo se ha utilizado la información procedente de un estudio de la situación de la remuneración en España. (PagePersonnel, 2017). El coste horario y semanal de cada uno de ellos queda detallado en la Tabla 53 las atribuciones de los empleados se detallan a continuación:

- *Jefa de proyecto*: ingeniera responsable de Oficina técnica con una antigüedad de 10 años.
- *Ingeniero de procesos*: ingeniero de procesos y mejora continua con 5 años de experiencia.
- *Ingeniera informática*: analista de software con 3 años de experiencia.
- *Ingeniero Junior*: ingeniero de procesos con 1 año de experiencia.

Tabla 53. Coste horario y semanal del personal

Concepto	Jefa de proyecto	Ingeniero de procesos	Ingeniera informática	Ingeniero Junior
<b>Sueldo (€)</b>	50.000	31.500	28.600	18.000
<b>Seguridad Social (35%) (€)</b>	17.500	11.025	10.010	6.300
<b>Total (€):</b>	67.500	42.525	38.610	24.300
<b>Coste horario (€):</b>	40,18	25,31	22,98	14,46
<b>Coste Semanal (€):</b>	1.534,09	966,48	877,5	552,27

#### *Amortizaciones del equipo informático*

El coste de los equipos informáticos (incluido el software) empleados en elaboración del trabajo se recoge en la Tabla 54. Para el cálculo de la amortización se ha supuesto un periodo de amortización de cinco años, con cuota lineal y valor residual nulo.

Tabla 54. Amortización del material informático

Concepto	Coste (€)	Cantidad	Coste total (€)
<b>Portátil Lenovo Intel Core i7, 4 Gb RAM.</b>	480	1	480
<b>Paquete Office 2017</b>	120	1	120
<b>Software Antivirus</b>	90	1	90
<b>Impresora HP OfficeJet Pro</b>	75	1	75
<b>Total, a amortizar:</b>			<b>765</b>
	<b>Tipo</b>	<b>Periodo</b>	<b>Amortización</b>
	Anual	5 años	153
	Semanal	260	2,94
	Diaria	1.826,25	0,42
	Horaria	14.610	0,05

#### *Coste del material consumible*

En este apartado se considera el coste de los distintos tipos de material consumible, como papel, material de oficina, etc., detallado en la Tabla 55.

Tabla 55. Coste del material consumible

Concepto	Coste (€)
Papel para la impresora	35
Tóner para la impresora	95
Bolígrafos, rotuladores	10
Unidad USB	15
CDs	45
Reprografía y encuadernación	120
<b>TOTAL POR PERSONA</b>	<b>320</b>
<b>COSTE POR PERSONA Y HORA</b>	<b>0,19</b>

### Costes indirectos

Los costes indirectos reflejan el gasto de electricidad, el coste de los alquileres y otros costes como la factura telefónica, la factura de internet, etc. Los valores detallados en la Tabla 56 se han calculado a partir del coste mensual total de cada concepto, que se multiplica por los doce meses que hay en un año y se divide por el número total de trabajadores de la oficina, en este caso 8 personas.

Por ejemplo, para el alquiler de la oficina se ha considerado un local de 125 m<sup>2</sup> en el polígono de San Cristóbal en Valladolid, con una renta de 749 €/mes (Fotocasa, 2018), lo que supone 8.988 euros al año, y un coste anual por personas de 1.123,5 euros (para 8 personas).

Tabla 56. Costes indirectos

Concepto	Coste (€)
Alquileres	1.123,5
Internet y teléfono	600
Electricidad	480
Otros	120
Coste anual por persona	2.368,5
Coste horario por persona	<b>1,41</b>

### Horas del personal dedicadas a las fases del proyecto

Como ya se ha mencionado, el proyecto consta de 4 etapas, para las cuales se ha realizado una asignación de horas a cada uno de los participantes en el trabajo. Esta información aparece desglosada en la Tabla 57.

Tabla 57. Horas destinadas por fase de proyecto

Personal	Horas por etapa				
	1	2	3	4	TOTAL
<b>Jefa de proyecto</b>	25	10	10	7	<b>52</b>
<b>Ingeniero de procesos</b>	6	20	15	3	<b>44</b>
<b>Ingeniera Informática</b>	4	25	10	3	<b>42</b>
<b>Ingeniero Junior</b>	5	15	35	2	<b>57</b>
<b>TOTAL</b>	<b>40</b>	<b>70</b>	<b>70</b>	<b>15</b>	<b>195</b>

#### Asignación de costes a cada fase del proyecto

En este apartado se realiza la asignación de los costes 'por fases' teniendo en cuenta la distribución horaria y la evaluación de costes realizada en los apartados anteriores. En primer lugar, se realizará el cálculo de los costes de personal para cada fase. A continuación, se incluye la amortización de los equipos que ha empleado cada profesional teniendo en cuenta las horas dedicadas a cada fase. Por último, se calculan los costes en material consumible y los costes indirectos.

#### Fase I. Puesta en marcha (Tabla 58):

Tabla 58. Costes para la Fase I. Puesta en marcha

Concepto		Horas	Coste (€/h)	Coste total (€)
<b>Personal</b>	Jefa de Proyecto	25	40,18	1.004,5
	Ingeniero Procesos	6	25,31	151,86
	Ingeniera Informática	4	22,98	91,92
	Ingeniero Junior	5	14,46	72,3
<b>Amortización</b>	Equipos	40	0,05	2
<b>Consumibles</b>		40	0,19	7,6
<b>Costes indirectos</b>		40	1,41	56,4
<b>COSTE TOTAL DE LA FASE I</b>				<b>1.386,6</b>

#### Fase II. Revisión bibliográfica y estado del arte (Tabla 59):

Tabla 59. Costes para Fase II. Revisión bibliográfica y estado del arte

Concepto		Horas	Coste (€/h)	Coste total (€)
<b>Personal</b>	Jefa de Proyecto	10	40,18	401,8
	Ingeniero Procesos	20	25,31	506,2
	Ingeniera Informática	25	22,98	574,5
	Ingeniero Junior	15	14,46	216,9
<b>Amortización</b>	Equipos	70	0,05	3,5
<b>Consumibles</b>		70	0,19	13,3
<b>Costes indirectos</b>		70	1,41	98,7
<b>COSTE TOTAL DE LA FASE II</b>				<b>1.814,9</b>

Fase III. Redacción del informe (Tabla 60):

Tabla 60. Costes para Fase III. Redacción del informe

Concepto		Horas	Coste (€/h)	Coste total (€)
<b>Personal</b>	Jefa de Proyecto	10	40,18	401,8
	Ingeniero Procesos	15	25,31	379,65
	Ingeniera Informática	10	22,98	229,8
	Ingeniero Junior	35	14,46	506,1
<b>Amortización</b>	Equipos	70	0,05	3,5
<b>Consumibles</b>		70	0,19	13,3
<b>Costes indirectos</b>		70	1,41	98,7
<b>COSTE TOTAL DE LA FASE III</b>				<b>1.632,85</b>

Fase IV. Exposición de resultados (Tabla 61):

Tabla 61. Costes para Fase IV. Exposición de resultados

Concepto		Horas	Coste (€/h)	Coste total (€)
<b>Personal</b>	Jefa de Proyecto	7	40,18	281,26
	Ingeniero Procesos	3	25,31	75,93
	Ingeniera Informática	3	22,98	68,94
	Ingeniero Junior	2	14,46	28,92
<b>Amortización</b>	Equipos	15	0,05	0,75
<b>Consumibles</b>		15	0,19	2,85
<b>Costes indirectos</b>		15	1,41	21,15
<b>COSTE TOTAL DE LA FASE IV</b>				<b>479,8</b>

#### *Coste total del proyecto*

Una vez evaluados los costes de cada fase, se presenta la información sintetizada en la Tabla 62. Las fases más costosas son las fases II y III por que representan en grueso del trabajo con más horas dedicadas. La fase I también tiene un coste importante, ya que supone una mayor implicación de la jefa del proyecto para una correcta arrancada. En la Figura 22 y la Figura 23 se muestran unos gráficos que representan el reparto de costes y horas implicadas a lo largo del proyecto.

Tabla 62. Coste total del proyecto

Fase	Horas	Coste (€)
<b>Fase I. Puesta en marcha</b>	40	1.386,6
<b>Fase II. Revisión bibliográfica</b>	70	1.814,9
<b>Fase III. Redacción</b>	70	1.632,85
<b>Fase IV Exposición</b>	15	479,8

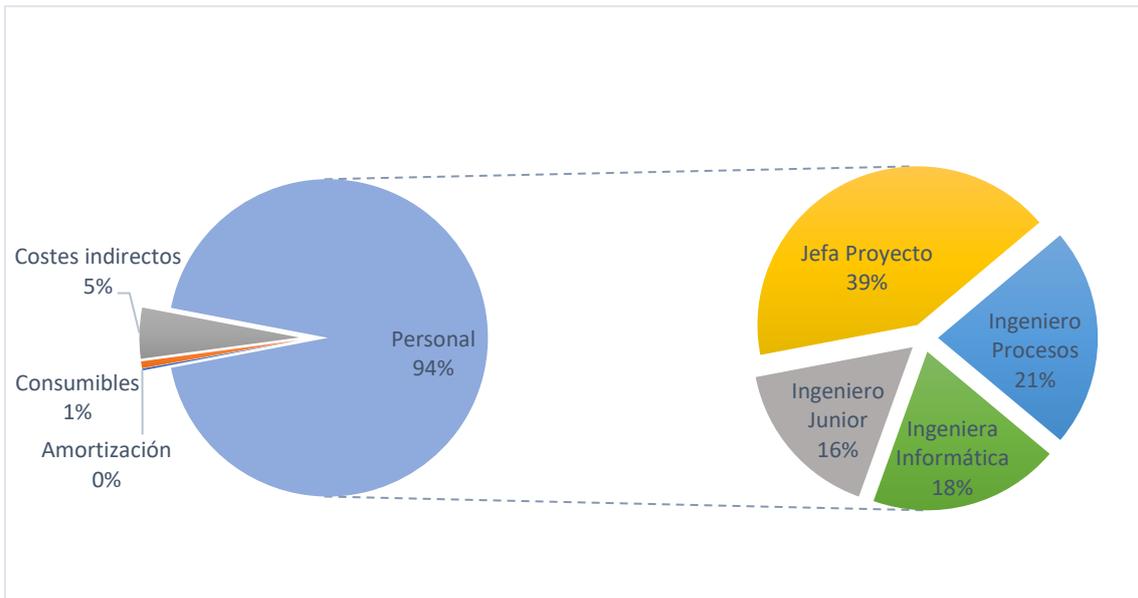


Figura 22. Reparto de costes por personal

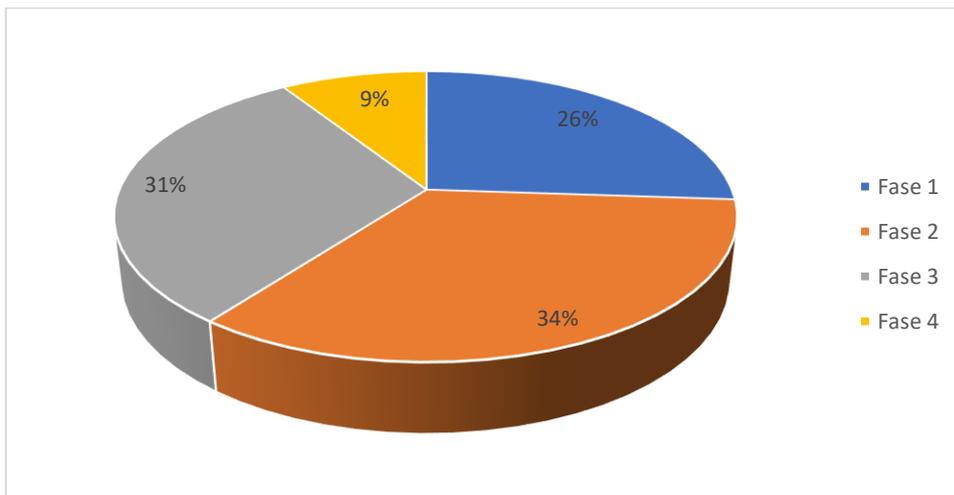


Figura 23. Reparto de costes por fases del proyecto

## CONCLUSIONES

En este trabajo se ha presentado un estudio y análisis comparativo sobre los diferentes sistemas ERP que existen en el mercado actual. Para ello, se ha llevado cabo una revisión bibliográfica exhaustiva, mostrando las opciones disponibles y estableciendo una comparativa entre todas ellas.

Además, se han seleccionado aquellos ERP más representativos de cada una de las modalidades; por ejemplo, SAP en la modalidad propietario, Odoon en la modalidad *opensource*, y Sage Murano en la modalidad SAAS.

En primer lugar, se ha comparado a nivel global las distintas modalidades presentando sus ventajas e inconvenientes. A continuación, se han presentado todas las funcionalidades que ofrecen los principales ERP, así como sus características.

Para completar el estudio se ha planteado un caso práctico en el que se han definido unas necesidades que los ERP debían de cumplir. Mediante este caso práctico se ha pretendido estudiar y comparar las soluciones logísticas de los principales ERP.

Para determinar qué ERP era el más idónea se han realizado dos análisis, uno cualitativo y uno cuantitativo. Para el análisis cuantitativo se han aplicado dos de los métodos más empleados para la toma de decisiones: TOPSIS y PROMETHEE.

Los ERP *opensource* surgen como alternativa a los ERP propietario para las pequeñas y medianas empresas. Este software puede adquirirse a bajo coste y es más flexible para adaptarse a unas necesidades más concretas.

El desarrollo del *cloud computing* favorece la aparición de los softwares en la nube. Estos softwares pueden presentarse en tres modalidades: IAAS, SAAS y PAAS. La posibilidad de la nube acerca las aplicaciones a un mayor número de usuarios. Por otro lado, los ERP en la nube se presentan con la modalidad SAAS, adquiriendo el software como servicio. Estos ERP reducen costes y mejoran las funcionalidades de los ERP anteriores.

Desde el origen de los sistemas de gestión, los ERP en propiedad habían dominado el mercado del software de gestión durante años. Sin embargo, la aparición de las nuevas

## CONCLUSIONES

modalidades ya mencionadas ha supuesto una fuerte competencia. Por ello, se han visto obligados a incorporar este tipo de servicios en sus plataformas.

La comparativa entre las tres modalidades ha mostrado que los costes disminuyen considerablemente con las aplicaciones *opensource* y en la nube. Además, también presentan tiempos de implementación menores. Los ERP *opensource* ofrecen mayor flexibilidad, mientras que los ERP en la nube ofrecen mayores posibilidades de digitalización a las empresas. Sin embargo, no se encuentran exentos de riesgos. Los ERP *opensource* no ofrecen soporte continuo, y se les considera con una calidad inferior a los ERP propietario. Los ERP en la nube generan desconfianza por la mayor exposición de los datos, así como por la pérdida de conexión a Internet.

Dentro de cada modalidad, existen multitud de aplicaciones ERP. El ERP Microsoft Dynamics Nav es uno de los ERP propietario que ha optado por crear una solución para pequeñas y medianas empresas. Odoo y Openbravo destacan como ERP *opensource*, aunque Openbravo no pueda considerarse como tal, debido a un pago por su uso. La solución Navision en la nube ofrece prácticamente las mismas funcionalidades que la versión propietario. A su vez, gracias a la nube surgen ERP orientados a actividades concretas como Clicks y Kubbos.

Para poner en el contexto empresarial toda esta información, se ha planteado un caso práctico desde la perspectiva de una mediana empresa con deficientes procesos logísticos y contables, y que decide implantar un ERP para mejorar sus actividades.

Para ello, se ha realizado una revisión bibliográfica de las principales funcionalidades logísticas y contables que son capaces de satisfacer los ERP del mercado. En concreto, se ha centrado el estudio en las necesidades logísticas, dado el entorno de las actividades de la empresa ficticia.

En relación con nuestro estudio, los ERP *opensource* disponen de funcionalidades de recursos humanos muy limitadas. Sin embargo, los ERP en la nube integran estas funciones dentro de los módulos de contabilidad.

El módulo de contabilidad está ampliamente desarrollado en la mayoría de los ERP. Sin embargo, en los ERP propietario existen funciones complejas que se pueden alejar del objetivo que buscan las pequeñas y medianas empresas.

En particular, dentro de las funciones logísticas se han destacado la entrada de mercancías, la organización del almacén, el transporte, la gestión de pedidos y la gestión de devoluciones. Un factor importante para nuestra empresa es la automatización de la recepción de mercancías. Es cierto que algunos ERP no cuentan con esta función como tal, pero ponen a disposición del usuario la optimización de este proceso. La versión propietario de Microsoft cuenta con la posibilidad de recepción con radiofrecuencia. Openbravo, por ejemplo, permite la lectura por código de barras.

Otro factor importante es la organización del almacén. Todo ERP que quiera competir en el mercado debe contar con la posibilidad de gestionar eficazmente un almacén. Para ello, se valen del dimensionamiento del espacio como Microsoft Dynamics Navision Cloud, o como SAP que utiliza el módulo *Yard Management*.

Para el módulo de transporte existen múltiples posibilidades que van desde la optimización de rutas hasta el seguimiento de envíos. Algunas aplicaciones, como Sage Murano, no cuentan con esta posibilidad. En la gestión de pedidos están todos muy avanzados; por ejemplo, Dolibarr combina la categorización de productos con la organización favoreciendo el *picking*.

Nuestra empresa ficticia tiene una serie de necesidades que el ERP implantado debe de cumplir. Para ello, y tras analizar las principales funcionalidades de los ERP se ha llevado a cabo una comparación cualitativa y cuantitativa. Para la comparación cuantitativa se han aplicado dos métodos para la toma de decisiones TOPSIS y PROMETHEE.

En la evaluación cualitativa, se descartan algunas aplicaciones dado que no cuentan con los módulos necesarios. En este caso, se situaría Openbravo, que no cuenta con el módulo de recursos humanos. ECOSUPER necesita prescindir de la asesoría y, por lo tanto, su ERP debe contemplar la funcionalidad de realización de nóminas. Openbravo no cuenta con esta posibilidad, por lo tanto, quedaría eliminado. También se aprecia que Sage Murano no cuenta con módulo de transporte, por lo que tampoco sería una opción idónea. En relación con el transporte, se detalla como Microsoft Dynamics Navision Cloud no cuenta con la funcionalidad propia de optimización de rutas. Sin embargo, dispone de una base de datos de compañías de transporte, las cuales llevan a cabo esta optimización.

## CONCLUSIONES

En el estudio cuantitativo, el método TOPSIS determina el ERP más adecuado para la empresa es Microsoft Dynamics Navision Cloud. Las variantes examinadas en el método PROMETHEE también se decantan por Microsoft Dynamics Navision Cloud. Además, ECOSUPER es considerada una PYME, por lo que agradecerá el precio de un ERP *opensource* con modalidad SAAS. No necesitará pagar una licencia, bastará simplemente con una suscripción mensual que se adaptará en mayor medida al presupuesto de ECOSUPER.

En ambos métodos, el ranking está encabezado por las dos opciones de Microsoft, seguidas de SAP y de Sage Murano. En las últimas posiciones se encuentran las opciones *opensource*. Esto no quiere decir que estas aplicaciones no sean válidas, sino que, aunque cuenten con las principales funcionalidades de un ERP, el resto de las alternativas cumplen en mayor medida las necesidades de ECOSUPER.

Este estudio deja patente la idea de que los ERP *opensource* se han quedado atrás en la digitalización de los procesos. Los ERP en la nube, así como las soluciones propietario han orientado sus funciones en este sentido. Los ERP de software libre consiguen optimizar los procesos de gestión, pero no logran automatizarlos por completo.

A luz de las conclusiones obtenidas, se considera que el trabajo se ajusta a los objetivos que se fijaron al inicio. No solo se ha realizado una revisión teórica de los aspectos general de los diversos ERP, sino que también se han evaluado de forma práctica aquellos aspectos más realizados con las actividades propias de una empresa.

### Posibles Líneas Futuras

En este trabajo se han estudiado las funcionalidades de los múltiples ERP del mercado sin entrar en detalles económicos. Por este motivo, para llevar a cabo un análisis más completo se podría realizar una evaluación económica de cada alternativa. Se podrían estudiar detalladamente los costes implicados en la implantación de un ERP, determinado su rentabilidad. De este modo, se podría determinar qué ERP es más rentable para una organización concreta.

No se ha profundizado en las soluciones en la nube que ofrecen los ERP propietario. Una posible línea futura sería estudiar estas posibilidades y realizar un estudio técnico sobre las funcionalidades que ofrecen unos y otros. Se podría realizar una comparativa entre ambas modalidades de software en relación con módulos concretos.

A nivel técnico, se podría realizar un estudio de los diferentes softwares analizando el lenguaje de programación, así como las bases de datos utilizadas en cada uno de ellos. Dada la importancia que tiene la seguridad de datos hoy en día, el estudio de la ciberseguridad en los ERP sería una posible línea de estudio futuro. Habría que tener en cuenta las amenazas de la nube, así como la compartición de información de los ERP *opensource*.

También sería posible realizar un estudio más detallado de todas las fases de la cadena de suministro, y de como un ERP influye en las mismas. Por ejemplo, se podrían estudiar a conciencia los sistemas SGA que contienen los ERP, las tecnologías de transporte como drones o la automatización de procesos de *picking*. Se podrían desglosar estas funcionalidades, así como las funcionalidades de digitalización que están surgiendo más recientemente

Este trabajo se ha centrado en las funciones logísticas. Sin embargo, actualmente, los ERP abarcan multitud de procesos. Podrían estudiarse cómo estas aplicaciones ayudan a la producción diaria, analizando sus módulos de fabricación. Siguiendo en esta línea, se podría estudiar otro de los módulos más demandados, el CRM. Se podría realizar un análisis de cómo los ERP interrelacionan los departamentos de una organización.

Otra posible línea de actuación sería la búsqueda de ERP menos conocidos y su funcionalidad. En este trabajo se han estudiado los ERP más representativos del mercado, pero existe multitud de ERP menos conocidos. Estos ERP son desarrollados por pequeñas empresas informáticas y pretenden satisfacer las necesidades de pequeñas empresas de la zona. Con respecto a este tema, se podría estudiar la implantación de uno de estos ERP en una pequeña empresa.

El mundo de las aplicaciones es un mundo en pleno crecimiento. Cada día, surgen nuevos softwares y con los ERP ocurre lo mismo. La digitalización, y la necesidad de las empresas por ser competentes en un mundo dominado por la tecnología fomentan este

## CONCLUSIONES

desarrollo. Por tanto, existen multitud de líneas futuras que podrían desarrollarse en continuación de este trabajo, relacionando ERP con digitalización y automatización de procesos.

## BIBLIOGRAFÍA

- Abd Elmonem, M. (2017). Benefits and challenges of cloud ERP systems. *Future Computing and Informatics Journal*, 1-9.
- Aguirre, R. (2014). *Gestionar Fácil*. Retrieved Julio 2, 2018, from Software de gestión: ERP tradicional VS ERP SAAS: <https://www.gestionar-facil.com/software-de-gestion-erp-tradicional-vs-saas/>
- Autónomos, R. P. (n.d.). *Pymes y Autónomos*. Retrieved Junio 24, 2018, from Sage Murano, mucho más que un ERP para la empresa.: <https://www.pymesyautonomos.com/tecnologia/sage-murano-mucho-mas-que-un-erp-para-la-empresa-i>
- Brans, J. (1986). How to select and how to rank projects: The PROMETHEE method. *European Journal of Operational Research*, 228-238.
- Conpas, R. (2018, Junio 9). *Conpas*. Retrieved from Odoo-Software ERP de código abierto: <https://www.conpas.net/odoo.html>
- DataPrix, R. (2014, Marzo 12). *DataPrix Knowledge is the Goal*. Retrieved Junio 2018, from <http://www.dataprix.com/articulo/erp/cual-origen-erp-invento-militar-software-imprescindible-las-empresas>
- Dolibarr. (2018). *Dolibarr*. Retrieved Julio 7, 2018, from <https://www.dolibarr.es/index.php>
- Ekamat. (2018). *Ekamat. Navision*. Retrieved Junio 30, 2018, from <https://www.ekamat.es/navision/compra-licencias.php>
- EKCIT, E. K. (2018). *Guia ERP*. Experto.
- EnCloud, R. (2011, Octubre 10). *EnCloud Anything As A Service*. Retrieved Junio 24, 2018, from Diferencias entre ASP y SAAS: [http://enncloud.com/que-diferencia-hay-entre-un-asp-y-saas\\_enncloud-1764262194987.htm](http://enncloud.com/que-diferencia-hay-entre-un-asp-y-saas_enncloud-1764262194987.htm)
- Fernández Baberis, G. M. (2015). Los métodos PROMETHEE. Una metodología de ayuda a la toma de decisiones. Madrid: Universidad San Pablo CEU.
- Fotocasa. (2018). Retrieved Julio 7, 2018
- García Cascales, M. (2012). On rank reversal and TOPSIS method. *Mathematical and Computer Modelling*, 123-132.
- García, S. M. (2003). *Gestiopolis*. Retrieved Julio 1, 2018, from ERP en las organizaciones: <https://www.gestiopolis.com/erp-en-las-organizaciones/>

## BIBLIOGRAFÍA

- Global, C. E. (2018, Abril 27). *Comercio Electrónico Global*. Retrieved Junio 9, 2018, from 10 Programas de ERP y Software Libre para Pymes: <https://www.e-global.es/erp/10-programas-erp-software-libre-y-gratis-para-pymes.html>
- Go, S. a. (2018). *Openbravo*. Retrieved Julio 1, 2018, from <http://www.saasandgo.com/openbravo-3-el-ERP-agil.html>
- Goikolea, M. (2014, Mayo 19). *Digital Business*. Retrieved Junio 17, 2018, from ¿Qué es un sistema SAAS? Definición y Ventajas: <https://www.iebschool.com/blog/que-es-saas-definicion-ventajas-digital-business/>
- Granero, D. (2016, Junio 23). *Cash trainers*. Retrieved Junio 9, 2018, from Que es ERP de software libre o código abierto: <https://cashtrainers.com/2016/erp-software-libre-codigo-abierto>
- Jose. (2006, Octubre 30). *Abadía Digital*. Retrieved Junio 9, 2018, from Diez ventajas del software libre y propietario: <https://www.abadiadigital.com/diez-ventajas-del-software-libre-y-propietario/>
- Kubbos. (n.d.). *Kubbos*. Retrieved Junio 24, 2018, from <http://www.kubbos.com/>
- Magament, R. A. (n.d.). *Microsoft Dynamics NAV*. Retrieved Junio 18, 2018, from <https://www.aitana.es/soluciones/erp/dynamics-nav/>
- Martín Picó, F. (2010). *Estudio comparativo de paquetes ERP en el ámbito del Software Libre*. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia.
- Martín, J. C. (2008, Julio). *SaaSManía*. Retrieved Junio 24, 2018, from <http://www.saasmania.com/blog/2008/07/10/%C2%BFque-es-saas/>
- Martinez, S. (2018, Febrero 23). *Mundo ERP*. Retrieved Junio 24, 2018, from <https://www.mundoerp.com/blog/openbravo-vs-openerp/>
- Microsoft. (2018). *Microsoft Dynamics*. Retrieved Julio 7, 2018, from <https://dynamics.microsoft.com/es-es/ax-overview/>
- Monk, E. F. (2001). Concepts in Enterprise Resource Planning. *Course Technology Thomson Learning*.
- Municio, A. M. (2018). Métodos de Ayuda a la Decision. *Métodos Cuantitativos. Máster en Logística*. Valladolid.
- Odoo. (2018). *Odoo*. Retrieved Junio 30, 2018, from [https://www.odoo.com/es\\_ES/](https://www.odoo.com/es_ES/)
- Olson, D. (2018). Open Source ERP business model framework. *Robotics and Computer - Integrated Manufacturing*, 30-36.
- Openbravo. (2018). *Openbravo*. Retrieved Julio 7, 2018, from <http://www.openbravo.com/es/>
- PagePersonnel. (2017). *Tendencias del Mercado Laboral: Ingenieros*. Madrid: PageGroup.
- Raymond. (1999). *The Cathedral and the Bazaar: Musings on Linux and Open Source by Accidental Revolutionary*. Sebastapol, CA: O'Reilly.
- Sage Murano. (2018). Retrieved Julio 1, 2018, from <http://www.sagemuranoerponline.es/index.php>

- SAP. (2018). Retrieved Julio 7, 2018, from <https://www.sap.com/spain/index.html>
- Technologies, R. M. (2006, Octubre 1). *MakeSoft*. Retrieved Junio 16, 2018, from Breve historia del Cloud Computing: <https://www.makesoft.es/es/breve-historia-del-cloud-computing/>
- Technology and Evaluation, C. (2018). Retrieved Junio 27, 2018, from <https://www3.technologyevaluation.com/store/top/openbravo-erp-vs-odoo-10-enterprise-solution-erp-comparison-report.html>
- Tic. Portal, E. K. (2018, Enero). Retrieved Junio 2018, from <https://www.ticportal.es/temas/enterprise-resource-planning/que-es-sistema-erp>
- West, J. (2005). Contrasting community building in sponsored and community founded open source projects. *Conference on System Sciences (Hawaii)*.