

## **Metodología para el cálculo de costes de un sistema de almacenamiento**

**Lambán Castillo, M.P.** <sup>(1)</sup>; **Royo Sánchez, J.A.** <sup>(1)(2)</sup>; **Berges Muro, L.** <sup>(1)(3)</sup>

<sup>1</sup>Universidad de Zaragoza. Departamento de Ingeniería de Diseño y Fabricación. C/Maria de Luna, 3; 50.018 Zaragoza. España. plamban@unizar.es, jaroyo@unizar.es; bergesl@unizar.es

<sup>2</sup>Instituto Investigación Universitaria Zaragoza Logistics Center. C/Avda Gomez Laguna 25; 50.009 Zaragoza (España). jaroyo@zlc.edu.es

<sup>3</sup>Instituto de Investigación en Ingeniería de Aragón. I3A C/ Maria de Luna 3. 50018 Zaragoza. España.

**Palabras clave:** Almacenamiento, costes, Cadena de Suministro. <sup>26</sup>

### **1. Introducción.**

Actualmente existe la necesidad de una información precisa de los costes de almacenamiento. Para lograr ventajas competitivas dentro de mercados cada vez más globalizados y exigentes, algunos de los principales objetivos estratégicos son el estudio, conocimiento y reducción de los costes. La logística es un claro ejemplo de un entorno en el que la eficiencia de los procesos es una permanente necesidad.

Un estudio realizado por Cooke (2002), reflejaba como más del 71 % de los responsables de la toma de decisiones en empresas logísticas respondieron que el control y/o reducción de costes era su mayor interés. Para llevar a cabo un control de costes apropiado, se requiere una supervisión exacta de los procesos logísticos que dependerá en gran medida de la capacidad de la empresa para conocer los costes de sus procesos, y su repercusión en los productos. Charles y Hansen (2008) en su trabajo comentan como los encargados de la toma de decisiones en la empresa, consideran relevante la información de costes del producto de forma precisa.

La necesidad de una adecuada información de los costes, se refuerza en el trabajo de Baykasoglu y Kaplanoglu (2008), en el que apuntan que este hecho, no es sólo relevante para empresas de entornos de fabricación, sino que también está siendo vital para corporaciones del sector servicios que incluyen las de transporte y logística. El interés del estudio y la información de los costes de los procesos logísticos, radica en que la mejora de estos procesos tiene un impacto directo sobre el coste total de los productos en una compañía. Davis (1991), estudió el impacto que suponían los costes logísticos sobre el coste total de los productos, obteniendo que en numerosas situaciones influye notablemente en el coste total. En la estimación de costes de la distribución, consideró que estaban entre un 7,93% y un 30% de las ventas. Van Damme y Van Der Zon (1999), apuntaban la necesidad de desarrollar herramientas e instrumentos capaces de unir la información de los procesos logísticos con la financiera, para conocer los costes con exactitud.

---

<sup>26</sup> Este trabajo se deriva de la participación de sus autores en un proyecto de investigación financiado por el Ministerio de Educación y Ciencia, PSE-370500-2006-1 "Proyecto de Potenciación de la Competitividad del Tejido Empresarial Español a través de la Logística como factor Estratégico en un entorno global".

La revisión de la literatura publicada acerca de la estimación de costes de producto, ha mostrado la existencia de una gran variedad de metodologías aportadas por otros investigadores, y las condiciones en las que deben ser aplicadas. Adicionalmente, se han revisado los distintos métodos que la empresa puede aplicar para realizar el reparto de los costes, tales como: Direct Costing, en el que los costes de fabricación se asignan a los productos fabricados, así como Full Costing, en el que se distribuye entre los productos la totalidad de los costes en los que incurra la empresa, ya sean costes directos o costes indirectos.

En la práctica, se están empleando las siguientes metodologías: los sistemas de costes tradicionales, Rentabilidad directa del producto (Direct Product Profitability, DPP), Coste total (Total Cost Ownership, TCo), Análisis de la rentabilidad del cliente (Customer Profitability Análisis), Costes orientados a las actividades logísticas (Logistical Based Costing, LBC), Coste Basado en Actividades (Activity Based Costing, ABC) y Costes basados en el tiempo invertido por actividad (Time Driven Activity Based Costing, TDABC). Un resumen del objetivo, las principales ventajas y limitaciones de los métodos, así como entornos en los que se han detectado aplicaciones, se muestran en la siguiente tabla:

Métodos	Foco	Ventajas	Limitaciones	Entorno aplicación
Costes Tradicionales	Determinar el coste del producto como suma de costes, indirectos y directos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ampliamente implantado en entornos reales</li> <li>Conectado con las cuentas contables</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Clasificación de costes por departamentos, no por actividades.</li> <li>Distorsiones debido a la falta de apropiada información de costes. Localizar costes en unidades individuales.</li> <li>La rentabilidad global de la empresa camuflaría el impacto de una localización incorrecta de los costes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Entorno global, aplicable a toda la empresa</li> </ul>
Rentabilidad Directa del Producto, (DPP)	Agua abajo de la Cadena Suministro-cliente	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mejora las mediciones de rentabilidad.</li> <li>Identifica costes asociados a un producto a lo largo del canal de distribución</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>No es válido para controlar los gastos y los costes de toda la empresa, excluye gastos fijos</li> <li>Actualización continua de la base de datos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Logística: transporte</li> </ul>
Costes Totales, Total Cost of Ownership (TCO)	Agua arriba de la Cadena Suministro-proveedor	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ayuda en la selección de proveedores.</li> <li>Proporciona valiosa información de la relación de las diferentes actividades de negocio</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ausencia de datos en las compañías.</li> <li>Necesidad de establecer diferentes ratios para estimar TCO en diferentes productos</li> <li>No es un modelo que tenga claramente definidas sus fronteras</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Selección de proveedores</li> </ul>
Customer Profitability Analysis (CPA)	Servicio de un cliente particular	<ul style="list-style-type: none"> <li>Determina la rentabilidad de cada cliente</li> <li>Se puede realizar una ponderación de los clientes para secuenciar y priorizar los pedidos de la empresa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>No realiza un enfoque global de la organización</li> <li>No conocer con claridad el reparto de costes de la compañía que se deben asignar a cada cliente.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cliente</li> </ul>
Coste basado en Logística (LBC)	Enfocado a toda la Cadena de Suministro	<ul style="list-style-type: none"> <li>Visibilidad a lo largo de la cadena de suministro</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>No contempla el coste de los procesos de producción</li> <li>No contempla el coste total de los productos</li> <li>Necesidad de identificar los atributos necesarios de la cadena de distribución</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Transporte</li> </ul>
Coste basado en Actividades ABC	Identificar costes asociados a actividades implicadas en el producto o servicio.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Asignación directa del coste de las actividades sobre el coste de los productos</li> <li>Mejor control de costes</li> <li>Mejora toma decisiones</li> <li>Identifica las actividades que realmente añaden valor</li> <li>Transparencia.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Difícil identificación de los inductores de costes</li> <li>La decisión debe ser tomada sobre tipos de costes. Costes directos e indirectos deben ser definidos precisamente</li> <li>Subjetividad de los datos, encuestas</li> <li>No es fácilmente actualizable</li> <li>Imprecisión teórica: ignora la capacidad no utilizada</li> <li>Comportamiento complejo de los costes.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Almacenamiento</li> <li>Logística</li> <li>Marketing</li> <li>Transporte</li> <li>Producción</li> </ul>
Costes Basados en el tiempo invertido por Actividad-TDABC	Cálculo de costes con Ecuaciones temporales aditivas	<ul style="list-style-type: none"> <li>Frente a ABC, elimina entrevistas y encuestas a empleados</li> <li>Asignación directa del coste de los recursos sobre los productos</li> <li>Buena integración con datos disponibles en los actuales ERP</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Estudio en profundidad para obtener la ecuación temporal que defina el proceso.</li> <li>Dificultad para plantear los diferentes términos de la ecuación temporal.</li> <li>Actualización compleja. Ante una variación en el proceso, es necesaria una actualización de la</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Empresa sector Tecnologías información</li> </ul>

**Tabla 1.** Objetivo, ventajas, limitaciones y aplicación de los métodos y metodologías.

En relación al almacenamiento, se tienen diversas metodologías para el cálculo de costes de stocks, que contemplan costes de tenencia, de rotura, del hecho de seguir una determinada política de gestión de stocks, y del posible cambio de producto. Sin embargo no se ha

detectado una en la que se contemple todo el coste del área de almacenamiento, desde el punto de vista, no solo de la gestión de stocks, sino de la propia instalación dedicada al almacén, del sistema de almacenaje, e incluso, en lo que a costes de inventarios se refiere, la superficie ocupada por los productos almacenados.

## 2. Metodología.

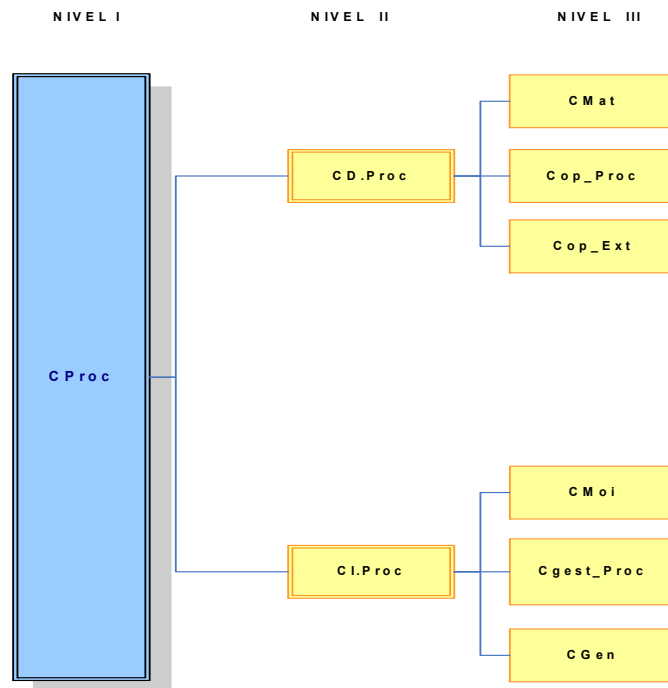
Se propone un procedimiento para llevar a cabo el control económico de los procesos a lo largo de la Cadena de Suministro (en adelante, CdS), calculando el coste de los mismos. Con él será posible calcular el coste de cada uno de esos procesos, bajo una misma estructura de referencia, el modelo genérico. En este trabajo se presenta el modelo para calcular el coste de almacenamiento al año. El origen y las principales características del modelo propuesto en esta investigación son:

Está basado en el método de cálculo de costes totales o “Full-Costing”, ya que por analogía, para el cálculo del coste de un proceso se sumarán todos los costes parciales implicados, directos e indirectos. Es analítico, ya que para el cálculo del coste del proceso de la CdS se tendrán en cuenta las materias primas si fuera necesario, las operaciones y actividades que representan diferentes recursos consumidos, y se expresará el coste como una suma de estos componentes. Se basa en el modelo ABC, se trata de identificar las actividades asociadas al proceso, creando una conexión entre el nivel de coste y dichas actividades.

Para el cálculo del coste de un proceso genérico, se propone una estructura de descomposición por niveles (WBS, Work Breakdown Structure) mostrada en la Figura 1. Esta estructura está formada por tres niveles:

- *Nivel I*: Será el resultado del cálculo del coste del proceso, CProc.
- *Nivel II*: Será el nivel donde se diferencia la contribución al coste del proceso de los costes directos, CD.Proc y de los indirectos, CI.Proc.
- *Nivel III*: Se tienen 6 bloques de costes: *Coste de los Materiales*, CMat, materias primas que forman parte del producto, *Costes Operacionales del Proceso*, COp\_Proc, que incluirán todos los costes asociados a actividades y operaciones relacionadas directamente con el proceso de estudio, *Costes Operacionales Exteriores*, COp\_Ext, que agruparán los posibles costes por subcontrataciones, de parte o de todo el proceso, *Coste de Mano de Obra Indirecta*, CMoi, que supervisará el proceso correspondiente, *Coste de Gestión de Actividades*, CGest\_Proc, asociados a las actividades de gestión relacionados con operaciones y/o actividades del proceso y *Costes Generales*, CGen, en los que se contemplarán los costes generales de la empresa que se repercutirán sobre el proceso.

De los elementos que forman parte de la estructura de un sistema logístico de una empresa, el almacén constituye una de las actividades más importantes, suministrar los materiales necesarios a tiempo y con los menores costes posibles, es uno de los objetivos de las empresas en lo que se refiere a esta función.



**Figura 1.** Modelo genérico.

Para particularizar el modelo genérico desarrollado, se ha llevado a cabo el estudio en detalle del proceso de almacenamiento. En ese estudio, se han tenido en cuenta los siguientes aspectos: las diferentes áreas del almacén, las características y los tipos de almacenes según distintas clasificaciones: por la naturaleza de los productos almacenados, según su función logística, según el material a almacenar, según su régimen jurídico así como según las técnicas de manipulación empleadas. Además, se ha revisado las funciones, los subprocesos, las operaciones y actividades a llevar a cabo en el proceso de almacenamiento, concluyendo en los siguientes subprocesos de cara al planteamiento de los bloques de costes: Recepción de materiales; Control y manipulación en la recepción; Carga y descarga; Operaciones propias del proceso dentro del almacén: manipulaciones, ubicaciones, reubicaciones, reposiciones, etc con posibles desplazamientos y transportes internos en el área; Picking, con todas las actividades de reaprovisionamiento, de preparación del pedido, acondicionamiento de bulto y etiquetado asociadas; Identificación, captura y transmisión de la información; Procesos de embalaje y paletizado, etiquetado y pesaje; Mantenimiento de materiales y almacén; Procesos de gestión de la actividad y de coordinación del almacén con otros departamentos de la empresa.

También se han considerado los distintos recursos materiales necesarios, tales como diferentes sistemas de manutención, diferente equipamiento en procesos de identificación y gestión de la actividad, así como diversos elementos, entre los que están los contenedores y palets entre otros. Se ha tenido en cuenta las diferentes tecnologías implicadas en el proceso.

Adicionalmente se ha contemplado el espacio físico de las instalaciones y la infraestructura, los servicios y el personal. Respecto a los elementos de manutención se ha apreciado el hecho de que existan elementos que puedan haber sido adquiridos, alquilados o en Leasing. Respecto a los inventarios, se ha considerado la valoración de la permanencia de un determinado producto en stock, las posibles pérdidas, los deterioros y degradación de productos y los costes de obsolescencia y oportunidad.

Finalmente, se ha contemplado la posibilidad de que el almacenamiento se desarrolle en un almacén propio de la empresa, en un operador logístico contratado por la misma, o que se haya tomado la decisión de operar simultáneamente con almacenes propios y con operadores logísticos.

Todas estas consideraciones tendrán implicaciones sobre la forma de determinar el coste del proceso de almacenamiento. El modelo propuesto se observa en la Figura 2. Para diferenciar los costes totales del proceso, se ha adoptado el criterio de agruparlos en costes directos o indirectos según puedan o no ser asignados de forma inequívoca al producto de estudio.

Respecto al modelo genérico, al observar la Figura 1, se tiene que el bloque de coste de Materiales desaparece ya que en este procesos no existen materias primas. Los costes operacionales del proceso  $C_{OP\_Proc}$ , se convierte en los Costes operacionales del Proceso de Almacenamiento  $C_{OP\_Proc\_Alm}$ , se contemplan los costes directos asociados al proceso si el proceso de almacenamiento se lleva a cabo en la propia empresa, total o parcialmente, y en este tipo de procesos será la suma de los Costes Operacionales de almacenamiento, los costes Operacionales de inventario, y los costes operacionales complementarios.

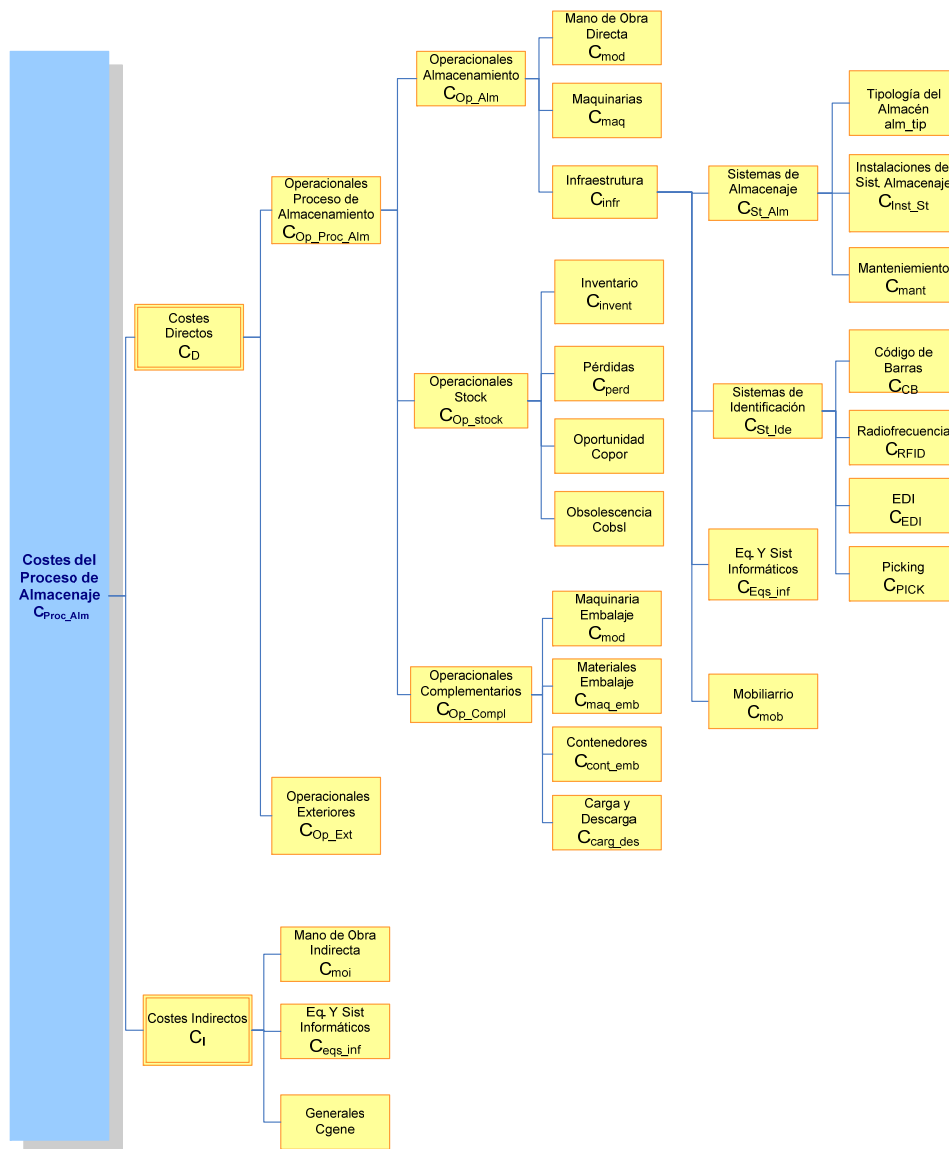
Los Costes Operacionales de almacenamiento,  $C_{OP\_Alm}$ , relativos al personal que se encarga de la actividad, al espacio físico en el que se desarrolla la actividad, y a la infraestructura de almacén en lo que respecta a los sistemas utilizados para almacenar los productos.

Los Costes operacionales de inventario,  $C_{Op\_Inv}$ , asociados a los inventarios, contemplando el coste del producto a la entrada al almacén, el incremento de coste por mantener stock, los costes por pérdidas (deterioros, perdidas y degradación de productos), la posible obsolescencia y la oportunidad.

Los Costes operacionales complementarios,  $C_{OP\_Compl}$ , en los que se incluyen actividades y/u operaciones relacionadas con el proceso de almacenamiento y que complementan la actividad principal del proceso, tales como el embalaje, la paletización y la carga y descarga de los productos.

Costes Operacionales Exteriores,  $C_{Op\_Ext}$ , en el que se contemplan los costes por la subcontratación de servicios de almacenaje (operadores logísticos).

A lo largo del estudio se han caracterizado todos los bloques de costes, incluidos en cada uno de los niveles de la estructura de descomposición mostrada en la Figura 2, habiendo determinado los parámetros y variables necesarias para su cálculo. Un ejemplo de la caracterización de cada una de las partidas, se indica a continuación para el coste operacional de Stock



**Figura 2.** Metodología para el cálculo costes sistema almacenamiento.

El coste operacional anual por el stock se calcula tal y como se muestra en la ecuación (1)

$$C_{Op\_Stock} = C_{invent} + C_{perd} + C_{opor} + C_{obsl} \quad (1)$$

Donde  $C_{Op\_Stock}$  es el coste anual asociado al stock formado por los elementos  $C_{invent}$ , coste de cada uno de los productos almacenados a la entrada tal y como se muestra en la ecuación (4),  $C_{perd}$  donde se contemplarían los costes anuales por caducidades  $C_{cadu}$ , extravíos  $C_{extv}$  y/o deterioros  $C_{dete}$  de todos los productos,  $C_{opor}$  es el coste de oportunidad anual y  $C_{obsl}$ , que contemplaría el Coste de obsolescencia anual debido a obsolescencia tecnológica  $C_{obsl\_te}$ , de la demanda  $C_{obsl\_de}$  y otro tipo de obsolescencia dependiente del tiempo de producto almacenado  $C_{obsl\_otr}$ , tal y como se observa en las ecuaciones (2) y (3):

$$C_{perd} = \sum_{i=1}^N (C_{cadu} + C_{extv} + C_{dete}) \quad (2)$$

$$C_{obsl} = \sum_{i=1}^N (C_{obsl\_te} + C_{obsl\_de} + C_{obsl\_otr}) \quad (3)$$

Donde  $i$  representa cada uno de los productos y  $N$  es el número total de productos almacenados.

Para la valoración del coste por posesión de inventario  $C_{invent}$ , para cada uno de los productos, se sumarán el coste del producto a la entrada al almacén  $C_{prod}$  y el coste del espacio ocupado por el mismo en la zona destinada al almacenamiento como se muestra en la ecuación (5), teniendo en cuenta el número de días que ha permanecido en esta área  $Nd_{alm}$ , siguiendo la ecuación (4).

$$C_{invent} = \sum_{i=1}^N [(C_{prod} + C_{esp\_prod}) \cdot Nd_{alm}]_i \quad (4)$$

$$C_{esp\_prod} = (C_{terr} + C_{acond} + C_{nave\_t} + C_{mant\_esp} + C_{seg} + C_{imp} + C_{fin}) \cdot \left( \frac{V_{prod}}{V_{Nav}} \right) \quad (5)$$

El coste del espacio del producto  $C_{esp\_prod}$ , se calcula tal y como muestra la ecuación (5), por el sumatorio del coste anual del terreno  $C_{terr}$  y su acondicionamiento  $C_{acond}$ , el valor del coste en el periodo  $t$  de cálculo de la nave destinada al almacén  $C_{nave\_t}$ , los costes de mantenimiento anuales de la instalación  $C_{mant\_esp}$ , así como el coste de los seguros  $C_{seg}$ , impuestos  $C_{imp}$  y costes financieros  $C_{fin}$ . Para obtener el coste del espacio del producto se ha tenido en cuenta el volumen ocupado por éste  $V_{prod}$  respecto al volumen total de la instalación  $V_{Nav}$ .

### 3. Caso de estudio

Se analiza un caso en el que se aplica el modelo propuesto al área de almacenamiento de una Cadena de Suministro del sector de Distribución. Esta aplicación se ha realizado en una empresa nacional con amplia experiencia en el sector. Con ello, se propone analizar la aplicabilidad del modelo propuesto en entornos reales. Para la aplicación del modelo de costes se tienen siete almacenes diferentes que a lo largo de estudio serán A1, A2, A3, A4, A5, A6 y A7. En lo que respecta a los bloques de costes, se han recogido datos de costes reales con una exactitud muy ajustada a la realidad, en porcentajes respecto a lo que sería el coste total de almacenamiento en cada uno de los almacenes. Se pretende comparar los bloques de costes obtenidos y su comportamiento, así como detectar posibles líneas de actuación, además de mostrar si se tiene una herramienta que proporcione la información que pueda contribuir al conocimiento y control de los costes, y a la toma de decisiones.

La tabla 1 muestra los parámetros de entrada para cada uno de los almacenes, la tabla 2 muestra la aplicación del modelo y el resultado del peso de cada uno de los bloques de costes para cada uno de los siete almacenes y la representación de cada uno de ellos en el coste total.

	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7
Personal	24,90%	10,74%	5,84%	6,75%	1,71%	1,71%	3,05%
Fiscales	0,05%	0,05%	0,02%	0,04%	0,00%	0,00%	0,02%
Arrendamientos	1,81%	0,00%	1,56%	0,00%	0,00%	0,00%	0,51%
Reparaciones	2,16%	0,48%	0,29%	0,32%	0,03%	0,03%	0,20%
Mantenimiento	1,20%	0,05%	0,07%	0,02%	0,00%	0,00%	0,03%
Embalaje	0,70%	0,27%	0,14%	0,09%	0,05%	0,05%	0,40%
Estructura C.	5,44%	2,31%	0,91%	0,95%	0,22%	0,22%	0,41%
Amortizaciones	5,87%	1,18%	1,08%	1,78%	0,42%	0,42%	0,64%
Generales	3,37%	2,31%	2,23%	3,18%	0,36%	0,36%	1,18%

**Tabla 1.** Parámetros de entrada.

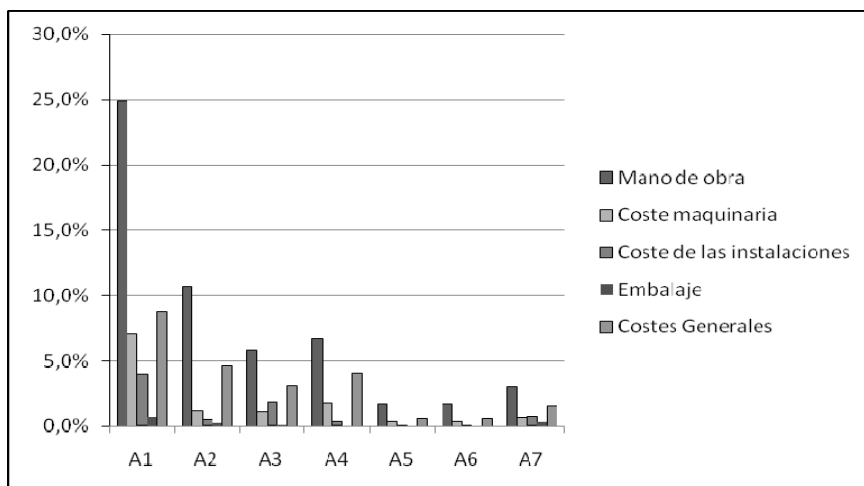
	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	Total Plat.
<b>COSTES DIRECTOS</b>	<b>36,6%</b>	<b>12,7%</b>	<b>9,0%</b>	<b>9,0%</b>	<b>2,2%</b>	<b>2,2%</b>	<b>4,8%</b>	<b>76,6%</b>
Operacional Almacenamiento	35,9%	12,4%	8,8%	8,9%	2,2%	2,2%	4,4%	74,9%
Mano de obra	24,9%	10,7%	5,8%	6,8%	1,7%	1,7%	3,1%	54,7%
Coste maquinaria	7,1%	1,2%	1,2%	1,8%	0,4%	0,4%	0,7%	12,8%
Coste de amortizacion	5,9%	1,2%	1,1%	1,8%	0,4%	0,4%	0,6%	11,4%
Coste de mantenimiento	1,2%	0,1%	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	1,4%
Coste de las instalaciones	4,0%	0,5%	1,8%	0,3%	0,0%	0,0%	0,7%	7,4%
Arrendamientos	1,8%	0,0%	1,6%	0,0%	0,0%	0,0%	0,5%	3,9%
Reparaciones	2,2%	0,5%	0,3%	0,3%	0,0%	0,0%	0,2%	3,5%
Coste operacional complementario	0,7%	0,3%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,4%	1,7%
Embalaje	0,7%	0,3%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,4%	1,7%
<b>COSTES INDIRECTOS</b>	<b>8,8%</b>	<b>4,6%</b>	<b>3,1%</b>	<b>4,1%</b>	<b>0,6%</b>	<b>0,6%</b>	<b>1,6%</b>	<b>23,4%</b>
Costes Generales (Estructura Central)	5,4%	2,3%	0,9%	0,9%	0,2%	0,2%	0,4%	10,5%
Costes Generales	3,4%	2,3%	2,2%	3,2%	0,4%	0,4%	1,2%	13,0%

**Tabla 2.** Aplicación del modelo en las almacenes.

Si se comparan los costes totales de cada uno de los almacenes (Tabla 2), el de mayor peso es el A1, siendo su coste un 45,44% del coste total de almacenamiento, hecho que se corroboró con la empresa ya que este almacén es el que representa la mayor actividad frente al resto.

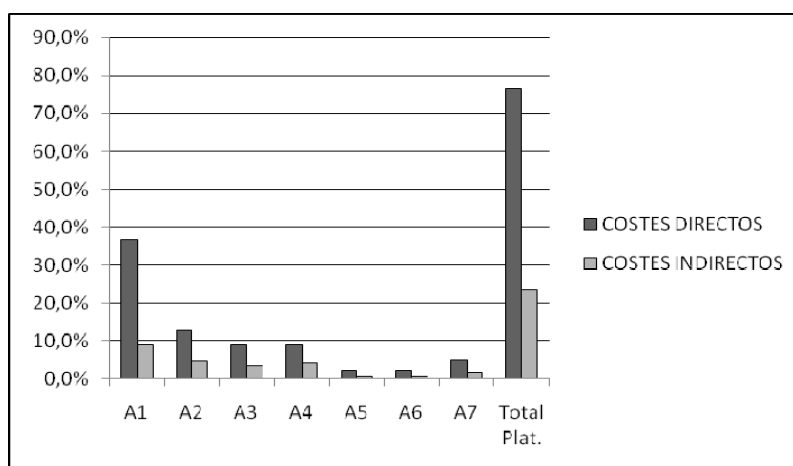
A nivel de bloques de costes que componen el coste total, se observa que los costes de mano de obra y generales representan los costes más elevados. En lo que respecta a los diferentes almacenes, el reparto entre los bloques de costes es análogo, por lo que se justifica que el proceso logístico es similar a pesar de que cada uno de los almacenes tenga sus particularidades, hecho éste que diferencia un mismo bloque de costes entre los almacenes. Una posible reducción del peso de estos costes, pasaría por una posible estrategia de automatización de algunos puestos o procesos en los almacenes, siempre y cuando sea rentable la inversión, y que fuera posible. Esta automatización podría implicar diferencias no sólo en lo que al coste de mano de obra se refiere, sino a otros costes por las reducciones de tiempo, eliminación de errores humanos, etc.





**Figura 3.** Distribución de costes por bloques de costes y almacenes.

Respecto a los costes directos e indirectos, los directos para todos los almacenes (Tabla 2) representan más del 70%, por lo que se plantea como posible estrategia la puesta en marcha de acciones para optimizar estos costes. Este hecho es análogo en el estudio de cada una de los almacenes, siendo el A1 el que representa un mayor porcentaje de costes respecto al total, tal y como se muestra en la Figura 4. Se desprende que hay tres agrupaciones diferentes de almacenes: la primera que incluye únicamente A1 con costes elevados y altamente diferenciados, la segunda formada por A2, A3 y A4 con costes inferiores al almacén anterior pero más ajustados en lo que al reparto de costes directos e indirectos respecto a sus totales, y la tercera compuesta por A5, A6 y A7 con costes indirectos casi nulos, y con escasos costes directos. Este resultado podría indicar planes de acción por grupos de almacenes.



**Figura 4.** Costes directos e indirectos por almacenes.

Por lo tanto, con el caso de estudio realizado, el modelo de cálculo de costes propuesto para el cálculo de coste de un sistema de almacenamiento es perfectamente aplicable al sector de la Distribución, proporcionando unos resultados ajustados a la realidad que facilitan una información detallada y fiable. No sólo nos permite conocer con exactitud la contribución de cada partida de costes en el coste total, sino que también podría utilizarse como base para cualquier planteamiento de optimización o cambio del proceso logístico.

#### **4. Resultados y conclusiones.**

En el presente estudio, se ha propuesto una metodología para el cálculo de costes de diferentes procesos. Se ha presentado un modelo genérico y su estructura de descomposición por niveles, y se han indicado los bloques de costes que formarían parte de cada nivel. Se ha mostrado la particularización del modelo genérico al proceso de almacenamiento, y se ha comentado un ejemplo de cómo se han parametrizado cada uno de los bloques de costes. Hay que resaltar que no es un modelo rígido, ya que puede ser modificado en función de las características del proceso al que se aplica, o según las condiciones de la empresa en que sea implantado. Además es fácilmente actualizable ante un cambio en el valor de los parámetros de entrada. Con el caso de estudio presentado, se confirma que el modelo propuesto es aplicable a entornos reales, una de las hipótesis de partida de la investigación. Por lo tanto, puede ser utilizado como herramienta que proporciona información acerca de los costes y servir de ayuda a los encargados de la toma de decisiones en la empresa, de cara al rediseño y mejora de procesos, sistemas y modelos de negocio en base al conocimiento de los costes.

#### **Referencias**

- Baykasoglu, A., Kaplanoglu, V. (2008). Application of activity-based costing to a land transportation company: A case study, *Int. Journal Production Economics* 116 pp. 308-324.
- Van Damme, D.A., Van Der Zon, F.L.A.(1999).Activity- Based Costing and decision support, *International Journal of Logistics Management* 10 71-82
- Charles, S.L., Hansen, D.R. (2008). An evaluation of activity-based costing and functional based-costing: A game-theoric approach, *Int Journal Production Economics*113 pp.480-494
- Cooke, J. (2002). Inventory velocity accelerates. *Logistics Management*.Vol.12,N 5, pg.33-8
- Davis, H.W. (1991) Physical Distribution costs. Annual Conference Proceedings of the Council of Logistics Management, Oak Brook, III, USA
- Gosselin, M.(2007). Review of Activity- Based Costing: Technique, Implementation and Consequences. School of Accountancy, Faculty of Business, Université Laval, Canadá.
- Gupta, K.M., Gunasekaran, A. (2005). Costing in new enterprise environment: A challenge for managerial accounting researchers and practitioners. *Managerial Auditing Journal*; 20, 4; ABI/INFORM Global.pg. 337
- Kosior, J.M., Strong, D. (2006). Supply/demand chain modelling utilizing Logistical-based costing. *Journal of Enterprise Information Management* Vol. 19 No. 3,pp. 346-360
- Roux, M. (2003). *Manual de Logística para la Gestión de Almacenes*. Editorial Gestión 2000.
- Themido, I., Arantes, A., Fernandes, C, Guedes, AP. (2000). Logistic costs case study- an ABC approach. *Journal of the Operational Research Society* . Vol 51, pg. 1148-1157
- Zeng, A.Z, Rossenti, C. (2003). Developing a framework for evaluating the logistics costs in global sourcing processes. An implementation and insights .*International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*.Vol.33, No.9.