

El papel de los SI y TI en la logística portuaria

The role of IS and IT in port logistics

Del Agua Navarro J¹, Boza A, Franco R.D.

Abstract (English) The aim of this paper is to explore the scientific literature about the information and technology systems, applied in the field of port logistics. To do this, papers that addressed this issue in an explicitly way after the year 2000 has been analyzed. An analysis of the papers founded has allowed a first categorization depending on their approach: papers that make a general collection of information and technology systems in the port area, papers that document the case of a specific application, and papers which expose the result of a practical. In addition, it has been made a second classification of information and technology systems, depending on the needs that solves. Finally, this paper is presented as a tool that provides an overview of the current state of research in this field, allowing each one of the classifications provided to identify areas that have been worked with more intensity.

Resumen (Castellano) El objetivo del presente trabajo es explorar la bibliografía científica existente acerca de los sistemas y tecnologías de la información, aplicados en el ámbito de la logística portuaria. Para ello, se ha realizado una búsqueda de artículos posteriores al año 2000, que abordan dicha temática de forma explícita. El análisis de los papers encontrados ha permitido realizar una primera categorización de los trabajos según su enfoque: artículos que realizan una recopilación general de aplicaciones de sistemas y tecnologías de la información en el ámbito portuario, artículos que documentan el caso de una aplicación concreta, y artículos que exponen el resultado de un caso práctico. Además se ha realizado una segunda clasificación de las aplicaciones de sistemas y tecnologías de la información, según el tipo de necesidades que solventa. Finalmente este artículo se presenta como una herramienta que proporciona una visión de la situación actual de la investigación en este campo, permitiendo cada una de las clasificaciones realizadas identificar las áreas en las que se ha trabajado con mayor intensidad.

¹Juan Del Agua Navarro (✉), Andres Boza, Rubén Dario
Centro de Investigación en Gestión e Ingeniería de Producción (CIGIP). Universitat Politècnica de València. Camino de Vera s/n Ed 8G -1º y 4º planta Acc D (Ciudad Politécnica de la Innovación) e-mail: juadelag@aaa.upv.es; aboza@cigip.upv.es; dfranco@cigip.upv.es

Keywords: port logistics, maritime logistics, IS/IT port; **Palabras clave:** logística portuaria, logística marítima, SI/TI portuarios.

1.1 Introducción

Podemos definir el transporte como la actividad que tiene como objeto esencial la modificación de la localización de los bienes sin alterarlos o transformarlos intrínsecamente (Cortés García, 2003). Por tanto el transporte es una actividad ligada a la producción de bienes que deben ser consumidos en una localización diferente a la de su producción, y en el caso del transporte marítimo el puerto es el lugar geográfico que vincula al mar con la tierra y que dispone de unas condiciones físicas, climatológicas e hidrográficas tales que permiten la entrada, estancia y despacho de embarcaciones. Los puertos son por tanto, sistemas logísticos bidireccionales, ya que reciben bienes de los buques y entregan otros bienes a los mismos, y como en cualquier sistema logístico, existe un flujo físico y un flujo de información asociada (Velásquez, S., y Martínez, X., 2011).

A lo largo de la última década, la implantación de los SI y las TI ha permitido a las empresas alcanzar un enfoque de orientación al cliente (Gil, I., 2007), y el sector de la logística portuaria no ha sido ajeno dichas necesidades.

El presente trabajo aborda la temática del papel actual que juegan los SI y TI en la logística portuaria, realizando una recopilación y análisis de las publicaciones al respecto de los últimos años cuyo objetivo es generar una clasificación de los estudios realizados que sirva de punto de partida a futuras investigaciones en el ámbito de los SI y TI en la logística portuaria.

1.2 Metodología

El presente artículo revisa trabajos publicados desde el año 2000, tanto en el ámbito nacional como internacional acerca del papel de los SI y TI en la logística portuaria.

La búsqueda de artículos se dividió en dos fases. En la primera fase se buscó información bibliográfica en idioma español, seleccionando los siguientes criterios de búsqueda: TIC logística portuaria, SI logística portuaria, y Nuevas tecnologías logística portuaria. En la segunda fase, se realizó una búsqueda de artículos en inglés. Dado que la mayoría de textos científicos se encuentran escritos en inglés, esta segunda fase de la búsqueda fue más profunda, utilizando los siguientes criterios de búsqueda: TIC port logistics, SI port logistics, Software port logistics, TIC maritime logistics, ERP maritime port, y TIC transport. El motor de búsqueda utilizado fue Google académico.

A continuación se llevó a cabo un análisis particular de los artículos que tratan la temática de forma explícita, identificando puntos comunes, así como los diferentes enfoques expuestos por cada autor, para finalmente establecer una primera clasificación de los mismos, en función de la temática abordada, así como una recopilación y clasificación de los diferentes SI/TI expuestos.

1.3. Clasificación y análisis

1.3.1. Clasificación de los artículos.

Tras el análisis de los artículos hallados en la fase de búsqueda, se han identificado puntos comunes en la temática tratada así como el enfoque adoptado por los autores. que han permitido elaborar una primera clasificación: artículos que realizan una recopilación general de SI/TI en el ámbito de la logística portuaria, artículos que analizan la utilidad/éxito de una aplicación de SI/TI en el sector portuario, y por último artículos de casos prácticos de aplicación de SI/TI en autoridades portuarias concretas.

Tabla 1.1 Clasificación de artículos

Clasificación	Artículos
Recopilación SI/TI	Kia M et al (2000), Coto P et al (2003), Giannopoulos GC (2004), Santos M (2004), Keceli Y and Choi HR (2008), Velasquez S and Martínez X (2011)
Aplicaciones SI/IT	Choi HR et añ (2003), Cho H et al (2006), Daschkovska K and Sholz-Reiter B (2008), McCormac E et al (2010), Bruzzone A et al (2002).
Caso práctico aplicación autoridad portuaria	Coto P et al (2003), Lee- Partridge et al (2000), Park N et al (2005). Keceli Y and Choi HR (2008), Christina W.Y et al (2009)

1.3.1.1. Artículos que realizan una recopilación general de SI/TI

Tabla 1.2 Detalle de artículos (i)

Año	Autor	Título	Tema	Enfoque
2000	M Kia, E Shayan, F. Ghotb	The importance of information technology in port terminal operations	Investigar la importancia de las tecnologías de la información, y su papel en la mejora de los sistemas operativos en el manejo de carga	Se revisa la importancia de las TIC en la gestión de la cadena de suministro, los requerimientos en la transmisión de datos en una terminal portuaria, y tipos de dispositivos electrónicos empleados. Se genera un modelo de simulación para comparar la mejora en las operaciones de una terminal de contenedores equipados con dispositivos electrónicos frente a un terminal sin estos dispositivos.
2003	P. Coto Millán, M. A. Pesquera, J. M. Castanedo, R. Núñez	Impacto de las nuevas tecnologías en la gestión portuaria. Una aproximación empírica	Identificación de las tecnologías de la información que ha adoptado el sistema portuario español y su impacto en el mismo.	Se realiza una caracterización de los cambios en el sistema portuario español, se identifican las nuevas tecnologías de la información incorporadas (centrándose especialmente en el DUA). Finalmente se analizan las diversas metodologías para medir el impacto de la inversión de las nuevas tecnologías de otros autores, obteniendo un índice del grado de eficiencia asignativa y técnica de cada puerto español..

Tabla 1.2 Continuación

Año	Autor	Título	Tema	Enfoque
2004	M Santos	Innovación y nuevas tecnologías en la gestión portuaria	Evolución de los puertos españoles para adaptarse a los cambios del entorno y del mercado.	Identifica una relación de cambios en el entorno portuario español, relacionados con la planificación estratégica, sistemas de producción “just in time, globalización, e-commerce, congestión de la red de carreteras, y nuevas infraestructuras. Se identifican diferentes soluciones tecnológicas que han ayudado a la adaptación al entorno
2004	GA Giannopoulos	The application of information and communication technologies in transport	Posibilidades de aplicación de Tecnologías de la Información y la Comunicación, en el ámbito del transporte.	No se trata un análisis exclusivo del sector de la logística portuaria. Se examinan diversas aplicaciones, bajo tres categorías: la operación y gestión de redes, información y orientación a los usuarios de los sistemas de transporte, y el funcionamiento y la gestión de los sistemas de transporte de mercancías. Se examinan las tecnologías con una perspectiva de futuro hacia 2010.
2008	Y Keceli, HR Choi	Level of information systems in Turkish public ports and direction of improvement	Identificar los aspectos de mejora de los sistemas de información de los principales puertos públicos de Turquía	Se analizan las características pasadas y de presente de los sistemas de información. Se revisan las características de los SI de los principales puertos mundiales (Singapur, Hamburgo, Busan, Hong-Kong, Rotterdam), y se compara con la de los SI de los puertos turcos. Se extraen conclusiones de las deficiencias de los SI de los puertos de Turquía.
2011	S. Velásquez, X. Martínez	“e” un nuevo paradigma en la navegación y el transporte marítimo: “Electrónica – enhanced environmental”	Ubicar a la industria marítima española dentro del mundo de las tecnologías de la sociedad de la información y las comunicaciones.	Recopilación de las iniciativas europeas y españolas en el ámbito portuario relacionadas con el uso de las TIC: e-Maritime, e-Logistics, e-Freight, e-Navigation, Cartografía electrónica

1.3.1.2. Artículos que analizan una aplicación SI/TI en el ámbito portuario

Tabla 1.3 Detalle de artículos (ii)

Año	Autor	Título	Tema	Enfoque
2002	A Bruzzone, A Orsoni, R Mosca, R Revetria	AI-Based optimization for fleet management in maritime logistics	Optimizar la logística de transporte marítimo.	Describe las características de un Sistema de Soporte de Decisiones automatizadas (DSS), desarrollado para optimizar la logística de transporte marítimo de una gran empresa química. El documento se centra en el diseño e implementación de un módulo de optimización para complementar la arquitectura DSS incluyendo bases de datos dinámicas, la tecnología heurística de decisión y simulación de procesos dinámicos, para la generación sistemática de las configuraciones de la flota de costo-efectiva, capaz de satisfacer las necesidades de producción de la compañía.
2003	H. R. Choi et al.	An ERP approach for container terminal operating systems	Presentar un modelo de ERP para una terminal de contenedores.	Se comparan las características de un sistema de operaciones para una terminal de contenedores y las de un sistema ERP. Se analizan los sistemas de operaciones de para una terminal de contenedores actuales y sus problemas o inconvenientes. Se proponen un enfoque de sistema ERP para una terminal de contenedores (como solucionar los problemas detectados), y se describen los módulos de diseño del sistema.

Tabla 1.3 Continuación

Año	Autor	Título	Tema	Enfoque
2006	H Cho, H Choi, W Lee, Y Jung, Y Baek	LITeTag: Design and Implementation of an RFID System for IT-based Port Logistics	Presentación de un modelo de sistema RFID para la logística portuaria basada en las TIC.	Se presenta un sistema denominado LITeTag, que consta de tres partes: una etiqueta inteligente RFID, un sello inteligente para contenedor, y un sistema RTLS.
2008	K. Daschkovska, B. Scholz-Reiter	Electronic Seals for Efficient Container Logistics	Problemática de la reducción de aduanas variación inspecciones en los puertos, y la evaluación de las inversiones en sellos electrónicos. Medir la influencia de los diferentes tipos de eSeals sobre el desempeño de la logística.	Descripción de las características del eSeals (sello electrónico), y análisis de la rentabilidad de la inversión y efectividad de tres tipos de eSeals
2010	E McCormack, M Jensen, A. Hovde,	Evaluating the Use of Electronic Door Seals (E-Seals) on Shipping Containers	Evaluación del uso de eSeals para el envío de contenedores marítimos	Descripción de las características del eSeals (sello electrónico), y se identifican las barreras actuales para la adopción de eSeals.

1.3.1.3. Casos prácticos en autoridades portuarias concretas

Tabla 1.4 Detalle de artículos (iii)

Año	Autor	Título	Tema	Enfoque
2000	JE Lee-Partridge, TSH Teo, V.K.G. Lim	Information technology management: the case of the Port of Singapore Authority	La experiencia del puerto de Singapur como caso de éxito en la gestión de las TIC.	Se expone la historia y características del puerto de Singapur. Se identifican cuatro factores de éxito en la gestión de las TIC, y se extraen conclusiones que sirvan como input para procesos de benchmarking a otras autoridades portuarias.
2003	P. Coto Millán, M. A. Pesquera, J. M. Castanedo, R. Núñez	Impacto de las nuevas tecnologías en la gestión portuaria. Una aproximación empírica	Identificación de las tecnologías de la información que ha adoptado el sistema portuario español y su impacto en el mismo..	Se realiza una caracterización de los cambios en el sistema portuario español, se identifican las nuevas tecnologías de la información incorporadas (centrándose especialmente en el DUA). Finalmente se analizan las diversas metodologías para medir el impacto de la inversión de las nuevas tecnologías de otros autores, obteniendo un índice del grado de eficiencia asignativa y técnica de cada puerto español..
2005	NK Park, HR Choi, CS Lee, MH Kang, JW Yang	Port management information system towards privatization	Definir el tipo de relaciones existentes entre el tipo de puerto y el tipo de sistemas de información empleados.	Se establece una clasificación de cuatro categorías de puertos según el tipo de organización (de menor, a mayor privatización), se analizan las actividades llevadas a cabo por cada tipo de puerto, y se definen las necesidades de información para cada tipo. Se toma como ejemplo la evolución del puerto de Busán.
2008	Y Keceli, HR Choi	Level of information systems in Turkish public ports and direction of improvement	Identificar los aspectos de mejora de los sistemas de información de los principales puertos públicos de Turquía	Se analizan las características pasadas y de presente de los sistemas de información. Se revisan las características de los SI de los principales puertos mundiales (Singapur, Hamburgo, Busan, Hong-Kong, Rotterdam), y se compara con la de los SI de los puertos turcos. Se extraen conclusiones de las deficiencias de los SI de los puertos de Turquía.

Tabla 1.4 Continuación

Año	Autor	Título	Tema	Enfoque
2009	Christina W.Y. Wonga, Kee-hung Lai, Thompson S.H. Teo	Institutional pressures and mindful IT management: The case of a container terminal in China	Como las TIC han contribuido a posicionar a Yantian International Container Terminal Limited (YICT) como una de las principales terminales de contenedores de China.	Se analizan los procesos y procedimientos de la terminal de contenedores, y se identifican 3 agentes de presión a los que las TIC deben de dar solución: clientes, aduanas, y competencia.

1.3.2. Clasificación de los SI/TI en la logística portuaria.

Tras el análisis particular de cada artículo y su posterior clasificación, se ha realizado una recopilación y clasificación de los SI/TI aplicados al ámbito de la logística portuaria.



Fig. 1.1 Esquema de clasificación de SI/TI en el ámbito portuario

1.3.2.1. Clasificación en función del destinatario del servicio.

- ✓ Servicio al buque. Sistemas de control del buque en la entrada e interior del puerto (M. Santos 2004), sistemas de vigilancia marítima de las embarcaciones, e-navegación, y cartografía electrónica (S. Velasquez y X. Martínez, 2011).
- ✓ Servicio a la mercancía. Varios autores coinciden en que la “containerización” (la generalización del container como unidad de carga y manipulación marítima estandarizada) ha contribuido a una mayor presencia de las denominadas nuevas tecnologías (M. Santos 2004), (M. Kia, E. Shayan y F. Ghotb, 2000), (Y Keceli y H.R. Choi, 2008). Este nivel de estandarización permite tener una unidad mínima de mercancía (el contenedor marítimo) que debe ser gestionado. Aunque no lo hagan de manera explícita el resto de autores que exponen su conocimiento acerca de la implantación de las TIC y los SI en el ámbito portuario para la gestión de mercancía, hacen referencia a la gestión de contenedores marítimos.

1.3.2.2. Clasificación en función del dominio.

- ✓ Aplicaciones para el dominio administrativo. Aplicaciones y redes de intranet e internet para la agilización de trámites administrativos, aduaneros y tarifarios (M. Santos 2004), que se apoyan en herramientas como EDI. Otros autores integran este tipo de sistemas en el concepto de “ventanilla única” (S. Velasquez y X. Martínez, 2011), considerada como una interface de informes común.
- ✓ Dominio de los negocios. En esta categoría se hace referencia al conjunto de aplicaciones y tecnologías no relacionadas con trámites con la administración.

1.3.2.3. Otro tipo de clasificaciones.

- ✓ Apoyo a la toma de decisiones operativas. Se expone en diversos artículos SI y TIC que dan soporte al flujo físico de la mercancía en el plano operativo, como aquellos que permiten la automatización de los movimientos de contenedores en la terminal (M. Santos 2004), (Y Keceli y H.R. Choi, 2008), y sistemas tipo ERP para la gestión global de las operaciones portuarias (Y Keceli y H.R. Choi, 2008).
- ✓ Apoyo al registro y disponibilidad del flujo de información. Es en este campo donde las TIC y SI tienen mayor participación, bien sea simplificando trámites administrativos o aduaneros (M. Santos 2004), (S. Velasquez y X. Martínez, 2011), tal y como ya se ha comentado; o bien permitiendo la trazabilidad y seguimiento de contenedores (M. Kia, E. Shayan y F. Ghotb, 2000), (M. Santos 2004), (Y Keceli y H.R. Choi, 2008).

Para la gestión de este flujo de información, las TIC y SI se apoyan en tecnologías como el EDI, o tecnología microondas, tags código de barras, radiofrecuencia, y tecnología de reconocimiento de voz (M. Kia, E. Shayan y F. Ghotb, 2000), o dispositivos electrónicos como los eSeals (K. Daschovska y B. Sholz-Reiter, 2008).

Las simulaciones y análisis realizados para comprobar el impacto y beneficio de la implantación de este tipo de sistemas y dispositivos en las operaciones portuarias coinciden en su validez (M. Kia, E. Shayan y F. Ghotb, 2000), (K. Daschovska y B. Sholz-Reiter, 2008).

1.4. Conclusiones

Tras la revisión de bibliografía expuesta queda evidenciado que, en las últimas décadas los sistemas portuarios de todo el mundo han tenido que adaptar sus infraestructuras y sus procesos de gestión a las nuevas necesidades de comercio internacional, y las TI y SI han jugado y juegan un papel fundamental para alcanzar la adaptación al nuevo entorno.

No se han detectado sistemas que den servicio de manera global a todas las actividades logísticas que se llevan a cabo en un puerto. Una gran parte de las aplicaciones actuales

van destinadas al servicio de la mercancía, donde destacan aquellas que permiten gestionar y simplificar el flujo de información administrativa (principalmente aduanera), y aquellas destinadas a facilitar la trazabilidad e inviolabilidad de la mercancía (e-sellos). Finalmente este artículo se presenta como una herramienta que proporciona una visión de la situación actual de la investigación en este campo, permitiendo cada una de las clasificaciones realizadas identificar las áreas en las que se ha trabajado con mayor intensidad.

1.5 Referencias

- Cortes FJ (2003). El tráfico marítimo y la actividad portuaria. Boletín económico de ICE nº 2758.
- Gil I (2007). Empleo de TIC y efectos relacionales en la cadena logística. Boletín económico de ICE nº 2914.
- Coto P et al (2003). Impacto de las nuevas tecnologías en la gestión portuaria. Una aproximación empírica. Economía industrial
- Velásquez S and Martínez X (2011). “e” un nuevo paradigma en la navegación y el transporte marítimo. , Instituto de navegación de España, nº 39
- Choi H. R et al (2003). An ERP approach for container terminal operating Systems. Maritime Policy & Management
- Park NK et al (2005). Port management information system towards privatization. Proceedings of IAME.
- Lee-Partridge JE (2000). Information technology management: the case of the Port of Singapore Authority. The Journal of Strategic Information Systems
- Kia M et al (2000). The importance of information technology in port terminal operations. International Journal of Physical Distribution & Logistics Management
- Daschkovska K. and Scholz-Reiter B (2008). Electronic Seals for Efficient Container Logistics. Dynamics in Logistics
- McCormack E et al (2010). Evaluating the Use of Electronic Door Seals (E-Seals) on Shipping Containers. International Journal of Applied Logistics
- Cho H et al (2006). LITeTag: Design and Implementation of an RFID System for IT-based Port Logistics. Journal of Communications.
- Bruzzone A et al (2002). AI-Based optimization for fleet management in maritime logistics. Proceedings of the 2002 Winter Simulation Conference.
- Santos M (2004). Innovación y nuevas tecnologías en la gestión portuaria. Revista de obras públicas. Innovación e ingeniería.
- Giannopoulos GA (2004). The application of information and communication technologies in transport. European Journal of Operational Research.
- Keceli Y et al (2008). Level of information systems in Turkish public ports and direction of improvement. Logistics Systems and Management.
- Christina W.Y et al (2009). Institutional pressures and mindful IT management: The case of a container terminal in China. Information & Management