

11th International Conference on Industrial Engineering and Industrial Management

XXI Congreso de Ingeniería de Organización

PROCEEDINGS

“Engineering Digital Transformation”



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ADINGOR
Asociación para el Desarrollo
de la Ingeniería de Organización



C I G I P
Research Centre on Production
Management and Engineering



ROGLE
Reengineering Operations
GroupWork Logistics Excellence

Editors: Raúl Poler, José P. García-Sabater, Ángel Ortiz-Bas
Carlos Andrés-Romano

XXI Congreso de Ingeniería de Organización /
11th International Conference on Industrial
Engineering and Industrial Management
Proceedings
“Engineering Digital Transformation”
Valencia
July 5 – 6, 2017

Title

XXI Congreso de Ingeniería de Organización / 11th International Conference on Industrial Engineering and Industrial Management Proceedings: “Engineering Digital Transformation”.

Editors:

Raúl Poler¹

Jose P. García-Sabater²

Ángel Ortiz-Bas¹

Carlos Andrés-Romano²

¹Research Centre on Production Management and Engineering
Universitat Politècnica de València
Camino de Vera s/n
Ed. 8B - 2^a Planta Acc. L
Ciudad Politécnica de la Innovación
46022 Valencia - España.

²Re-engineering, Organisation, Group Work, and Business Logistics
Research Group. ROGLE
Universitat Politècnica de València
Camino de Vera s/n
46022 Valencia - España.

ISBN: 978-84-697-7200-3

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International

December, 2017

FOREWORD

The CIO2017 Proceedings contains the contributions presented in the *XXI Congreso de Ingeniería de Organización / 11th International Conference on Industrial Engineering and Industrial Management*.

This International Joint Conference is promoted by ADINGOR (*Asociación para el Desarrollo de la Ingeniería de Organización*). The conference has been organised by the Research Centre on Production Management and Engineering (CIGIP) and Re-engineering, Organisation, Group Work, and Business Logistics Research Group (ROGLE) at Universitat Politècnica de València (UPV). The CIO2017's motto is: "Engineering Digital Transformation". The mission of the Conference is to promote links between researchers and practitioners from different branches, to enhance an interdisciplinary perspective of industrial engineering and management. It will be a conference of very high standards, built on the experience of previous editions of CIO conferences.

We would like to thank all those who have sent in their work, because these works, after their revision and acceptance, constitute the essential nucleus and *raison d'être* of this conference. In addition, we give an especially warm welcome to our keynote speakers, coming from business and academic world, whose presence at the plenary sessions is an honour for us and which makes the conference more relevant. Likewise, we would like to express our recognition of the effort and work put in by all those people who have made it possible to organize CIO2017. We pay tribute to the Programme Committee who with the thoroughness of their supervision have assured the quality of the accepted papers, to the institutions and sponsors for their trust and support, and to the members of the organizing committee for their keen motivation to ensure there were no loose ends, an almost impossible mission, and to all the people who have directly or indirectly influenced in the smooth progress towards the conference.



Raúl Poler



José Pedro García
Sabater



Ángel Ortiz



Carlos Andrés

Conference Chairs

Programme Committee Chairs

Valencia, July 2017

General Conference Committee Chairs

Raúl Poler Escoto (Universitat Politècnica de València)
José Pedro García Sabater (Universitat Politècnica de València)

Programme Committee Chairs

Ángel Ortiz Bas (Universitat Politècnica de València)
Carlos Andrés Romano (Universitat Politècnica de València)

Honorary Committee Chair

José Carlos Prado Prado (Universidad de Vigo)

Honorary Committee Members

Francisco Cruz Lario Esteban (Universitat Politècnica de València)
Luis Onieva Giménez (Universidad de Sevilla)
José Mª Bueno Lidón (Universidad de Sevilla)
Javier Carrasco Árias (Universidad Politécnica de Madrid)
Ramón Companys Pascual (Universidad Politécnica de Cataluña)
Albert Corominas Subias (Universidad de Politécnica de Cataluña)
Cesareo Hernández Iglesias (Universidad de Valladolid)
Javier Zubillaga Zubimendi (Universidad del País Vasco)
Ricardo del Olmo Martínez (Universidad de Burgos)
Arturo J. Fernández González (Universidad de Vigo)
José Antonio Comesaña Benavides (Universidad de Vigo)
Ruth Carrasco Gallego (Universidad Politécnica de Madrid)
Pablo Cortés Achedad (Universidad de Sevilla)
Rudi de Castro Vila (Universidad Politécnica de Cataluña)
Pablo Díaz de Basurto (Universidad del País Vasco)
Alfonso Durán Heras (Universidad Carlos III)
David de la Fuente García (Universidad de Oviedo)

José Guadix Martín (Universidad de Sevilla)
Adolfo López Paredes (Universidad de Valladolid)
Raul Poler Escoto (Universitat Politècnica de València)
Felipe Ruiz López (Universidad Politécnica de Madrid)
Lourdes Sáiz Bárcena (Universidad de Burgos)
Francesc Solé Parellada (Universidad Politécnica de Cataluña)
Eduardo Vicens Salort (Universitat Politècnica de València)

Workshop Programme Committee Chairs

Raúl Rodríguez Rodríguez (Universitat Politècnica de València)
Cristóbal Miralles Insa (Universitat Politècnica de València)

Doctoral Symposium Committee Chairs

M^a del Mar Eva Alemany Díaz (Universitat Politècnica de València)
Pilar Vidal Carreras (Universitat Politècnica de València)

Editorial Committee Chairs

Eduardo Vicens Salort (Universitat Politècnica de València)
Julio Juan García Sabater (Universitat Politècnica de València)

Sponsorship Committee Chairs

Llanos Cuenca González (Universitat Politècnica de València)
Julien Maheut (Universitat Politècnica de València)

Exhibits Committee Chairs

Andrés Boza García (Universitat Politècnica de València)
Julien Maheut (Universitat Politècnica de València)

Financial Committee Chair

Juan José Alfaro Sáiz (Universitat Politècnica de València)

Conference Organizing Committee Chair

Pedro Gómez Gasquet (Universitat Politècnica de València)

Conference Organizing Committee Members

Julio Lajara Asensio (Universitat Politècnica de València)

Mª José Verdecho Sáez (Universitat Politècnica de València)

Manuel Díaz-Madroñero Boluda (Universitat Politècnica de València)

David Pérez Perales (Universitat Politècnica de Valencia)

Raquel Sanchis Gisbert (Universitat Politècnica de València)

Faustino Alarcón Valero (Universitat Politècnica de València)

Inmaculada Cano García (Universitat Politècnica de València)

Table of contents

Propuesta de un nuevo modelo de definición de los procesos y flujos de almacén. Alonso de Armiño CA, Manzanedo MA, Del Olmo R.....	13
Adoption of the Human Resources Strategy for Researchers (HRS4R) – Leveraging the EC “Logo” roadmap Martin-Romo Romero C, Contreras Aladro S, Duran Heras A.....	21
An Artificial Neural Network Model for Price Forecasting of the Highway Transportation Budak A, Ustundag A, Guloglu B.....	29
RUC-APS: Enhancing and implementing Knowledge based ICT solutions within high Risk and Uncertain Conditions for Agriculture Production Systems Hernandez JE, Mortimer M, Patelli E, Liu S, Drummond C, Kehr E, Calabrese N, Innacone R, Kacprzyk J, Alemany M, Gardner D, Fernandez A, Panetto H, Zarate P, Martinez D, Simontti A, Guyon C, Sauvage C	39
A general method for addressing forecasting uncertainty in inventory models Prak DRJ, Teunter RH.....	43
Técnicas de Eco-Driving para Rutas Fijas, Derivadas de un Análisis de Estadística Descriptiva: Caso de Estudio en una Empresa de Transporte de Pasajeros Tabares-Rodríguez L, Ros-McDonnell L Cordero-Moreno D, Huertas JI	47
Avanzado Sistema de Información para la Gestión de los Aprovisionamientos en un Grupo de Distribución Deportiva en Ecuador García Lorenzo A	57

11th International Conference on Industrial Engineering and Industrial Management
XXI Congreso de Ingeniería de Organización
Valencia, Spain, July 5-6, 2017

Propuesta de un nuevo modelo de definición de los procesos y flujos de almacén.

Alonso de Armiño CA¹, Manzanedo MA², Del Olmo R³

Abstract El mundo científico ha generado diversas visiones correspondientes a las funciones y flujos que se producen dentro de los almacenes vinculados a procesos de aprovisionamiento o distribución en la cadena de suministro. Algunos de ellos son demasiado exhaustivos y otros en exceso sintéticos. Este trabajo pretende hacer un estudio de los mismos, y aportar un nuevo esquema definitorio.

Keywords: Almacén, Funciones de Almacén, Flujos de Almacén, Cadena de Suministro, Picking, Cross Docking, Postponment en almacenes.

1. Análisis de los modelos actuales

Los procesos vinculados al almacenaje de bienes son tan antiguos como la propia humanidad y también lo es la búsqueda continua de métodos que mejoren su rendimiento.

En el mundo industrial del siglo XX y XXI el estudio de los mismos se ha vinculado inicialmente al análisis de la gestión de almacenes en lo que comúnmente se conocía como políticas de stock, y posteriormente, a un concepto más amplio comúnmente llamado Logística y vinculado al mundo de la distribución. Más recientemente ha aumentando la visión de enfoque, aguas arriba, hacia el aprovisionamiento -visión necesaria para comprender procesos cada vez más complejos- bajo el nombre de Gestión de la Cadena de Suministro (Ballou 2007).

¹Carlos Alonso de Armiño Pérez (✉ e-mail: caap@ubu.es)

Dpto. de Ingeniería Civil. Área Organización de Empresas. Escuela Politécnica Superior.
Universidad de Burgos. C/ Hospital del Rey S/N. 09001 Burgos

²Miguel Angel Manzanedo (✉ e-mail: mmanz@ubu.es)

Dpto. de Ingeniería Civil. Área Organización de Empresas. Escuela Politécnica Superior.
Universidad de Burgos. C/ Hospital del Rey S/N. 09001 Burgos

³Ricardo del Olmo Martínez (✉ e-mail: rdeolmo@ubu.es)

Dpto. de Ingeniería Civil. Área Organización de Empresas. Escuela Politécnica Superior.
Universidad de Burgos. C/ Hospital del Rey S/N. 09001 Burgos

1.1 Una visión exhaustiva

En cualquiera de estos ámbitos de investigación se hace necesaria una reflexión sobre la forma óptima de planificar nuestras instalaciones de almacenaje, lo que lleva a racionalizar y estructurar cuáles serán sus actividades y procesos, además de tener en cuenta las exigencias de actividad a lo largo del tiempo. Por ello, se puede partir del estudio funcional de Salvendy (2001), realizado con alto nivel de detalle del despliegue funcional en un almacén de mercancías.

Este autor realiza su estudio en un momento incipiente de los enfoques hacia la Cadena de Suministro, donde las referencias a cajas y embalajes de cartón son términos indistinguibles. En estas circunstancias procede a realizar un despliegue bastante detallado de *funciones* y flujos en el almacén como se observa en la Figura 1, y que a continuación se analiza.

- Podemos distinguir claramente en los extremos las funciones *i*) Recepción y *viii*) Envío como necesarias entradas y salidas del sistema de almacenaje.
- Desde la *i*) Recepción podemos a través de los flujos de **a**) Cross Docking (Apte and Viswanathan 2000) realizar un envío directo simplemente reagrupando la mercancía recibida, **b**) llevar los pallet a la zona de *ii*) Almacén de Pallet, **c**) llevar dichos pallet (o cajas recibidas) a la zona de *iii*) Picking de Cajas, **d**) llevar cajas recibidas a la zona de *iv*) Picking de SKU⁴, **e**) llevar dichas cajas por urgencia a la *vii*) zona de consolidación, o **f**) llevar las mercancías recibidas a una zona de *v*) procesos auxiliares donde realizar transformaciones sobre dichos elementos.
- Desde la zona de *ii*) almacenaje de pallet podremos **g**) canalizar mercancía paletizada (sin procesamiento alguno) a la zona de *viii*) envíos, **h**) enviar referencias paletizadas (de diversas referencias sin tocar su paletizado original) a la *vii*) zona de consolidación de envíos, o **i**) seleccionar pallet para enviar a la zona de *iii*) Picking de embalajes (cajas).
- Desde la *iii*) zona de Picking de Embalajes las **j**) Cajas resultantes pueden ser reexpedidos a la *vii*) zona de Consolidación de envíos o bien **k**) pasar a la zona de *iv*) Picking de SKU.
- Desde la zona de *iv*) Picking de SKU pasarán **m**) directamente o **l**) previo paso por una *vi*) zona de Ordenación, a **o**) la *vii*) Zona de Consolidación.
- A dicha *vii*) Zona de Consolidación podrán llegar también **n**) productos generados por *v*) Procesos Auxiliares (normalmente procesos de transformación con valor añadido).

⁴ SKU: Stock Keeping Unit. Unidad mínima comercializable de un producto.

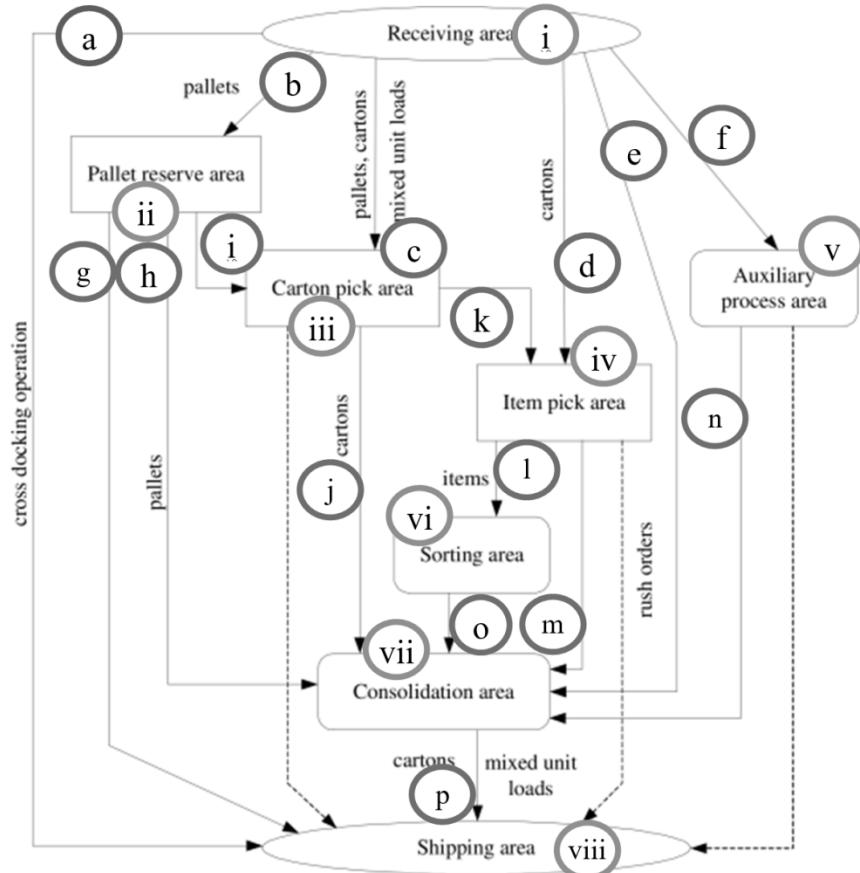


Figura 1 Estructura funcional de un almacén. Fuente: Salvendy 2001.

- Finalmente, desde la vii) Zona de Consolidación se expedirá su p) Mix de Cargas a la zona de viii) Expediciones.
- El esquema contempla también la posible existencia de flujos excepcionales desde la zona de Picking de Embalajes, de la de Picking de SKU o de la de Procesos Auxiliares a la zona de Expediciones.

Algunas limitaciones que podemos considerar sobre este detallado trabajo son las siguientes:

El resultado final es un esquema más exhaustivo que intuitivo, donde por querer contemplar todas las posibilidades, se pierde en buena parte la visión general necesaria para comprender la funcionalidad global.

Por otra parte, hay caminos necesarios que no han sido contemplados; ya que se puede constatar que los procesos de valor añadido no pueden, por ejemplo, abastecerse de los productos del Almacén de Pallet.

Finalmente, y aunque este aspecto parezca un problema fácilmente resoluble, el autor pretende ser exhaustivo en todos los flujos, y se olvida sin embargo de los flujos de entrada y salida que conectan sistema y entorno: La Descarga y la Carga de mercancías.

1.2 Una visión racional

Un importante paso hacia la racionalización y simplificación conceptual de actividades y procesos, es llevado a cabo posteriormente por (Tompkins et al. 2011).

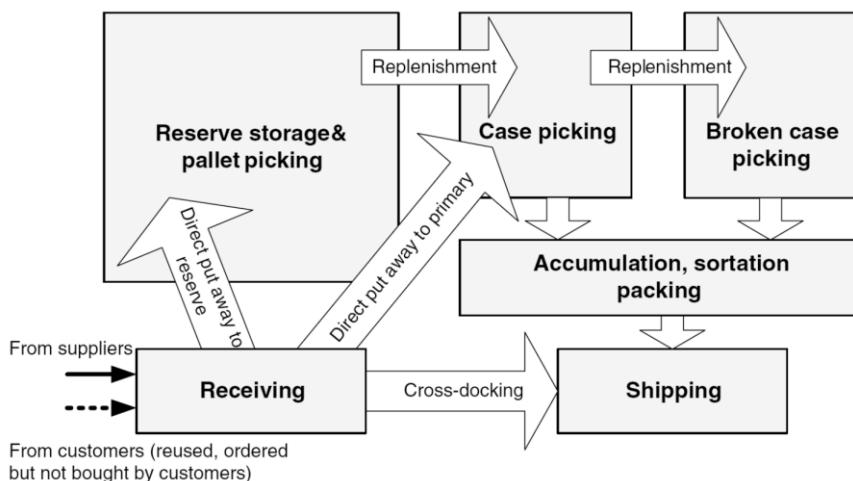


Figura 2. Funciones y flujos de almacén. Fuente: Tompkins et al. 2011.

En el trabajo de este autor, continúan apareciendo las funciones y los flujos necesarios en un almacén; Recepción y Envió como necesarias entradas y salidas del sistema de almacenaje, y los procesos internos de Almacenaje & Pallet Picking, Picking de embalajes y Picking de SKU (*Broken Case Picking*) y Consolidación (Acumulación, ordenación y empaquetado). Pero en este modelo lo hacen de forma mucho más clara y sintética identificando los flujos necesarios; véase por ejemplo como se plasma el Cross Docking.

Pero de nuevo, podemos identificar algunas limitaciones de este modelo desarrollado por Tompkins:

- Han desaparecido los Procesos Auxiliares. Un concepto sin embargo cada día más necesario y vinculado a la fluidez necesaria en las cadenas de suministro, para aplicar conceptos como el Postponement (Yang and Burns 2003)

- El proceso de Picking, algo que el mundo científico analiza como un todo, sigue disgregándose en varias tipologías; Picking de Embalajes (o cajas) y Picking de SKU (como resultado de la apertura de dichas cajas).
- Siguen desestimándose los flujos de entrada y salida: Descarga y Carga.

1.3 Una visión transversal

Estudios casi coetáneos al anterior como los de Geraldes, Carvalho, and Pereira (2008), apuestan por una simplificación de los flujos, en una idea mucho más transversal y esquemática cuando se analizan las actividades de almacén, derivado todo ello de su orientación clara hacia el estudio comparativo de intensidades desarrolladas en él mismo.

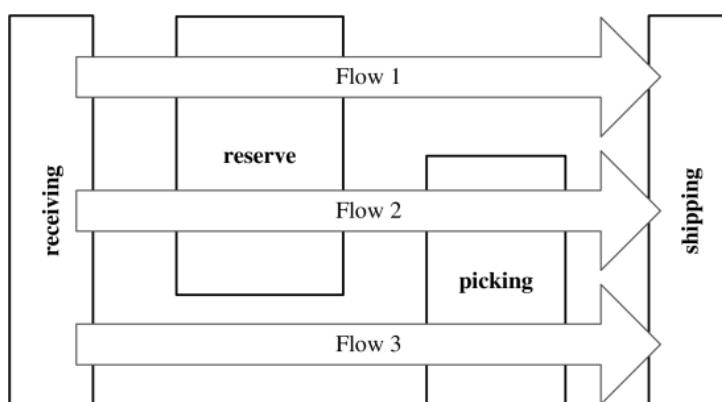


Figura 3. Funciones y flujos de almacén. Fuente: Geraldes, Carvalho, and Pereira 2008.

También en este tercer modelo se han identificado algunas debilidades, como que:

- No se contemplan tampoco los Procesos Auxiliares.
- No se contempla el flujo de Cross Docking, pues toda mercancía pasa por Almacenaje (Reserve), Picking o ambas.
- Los flujos son meras enumeraciones de aspectos a estudiar.

Sin embargo, la simplicidad de ideas y la esquemática exposición de las mismas es reseñable.

Analizados los tres modelos podemos colegir que es necesario realizar una nueva propuesta de modelo, que resuelva las debilidades identificadas.

2. Propuesta de un nuevo modelo.

Para nuestra propuesta, se ha tenido en cuenta la clasificación , definición de funciones, flujos de almacén y la transversalidad del modelo de Geraldes, Carvalho, and Pereira (2008). Además la buena definición de flujos se ha tomado del modelo de Tompkins et al. (2011). Y por último la exhaustividad necesaria en algunos aspectos se ha tomado del modelo de Salvendy (2001). Bajo este enfoque nuestra aportación se refleja en la Figura 4:

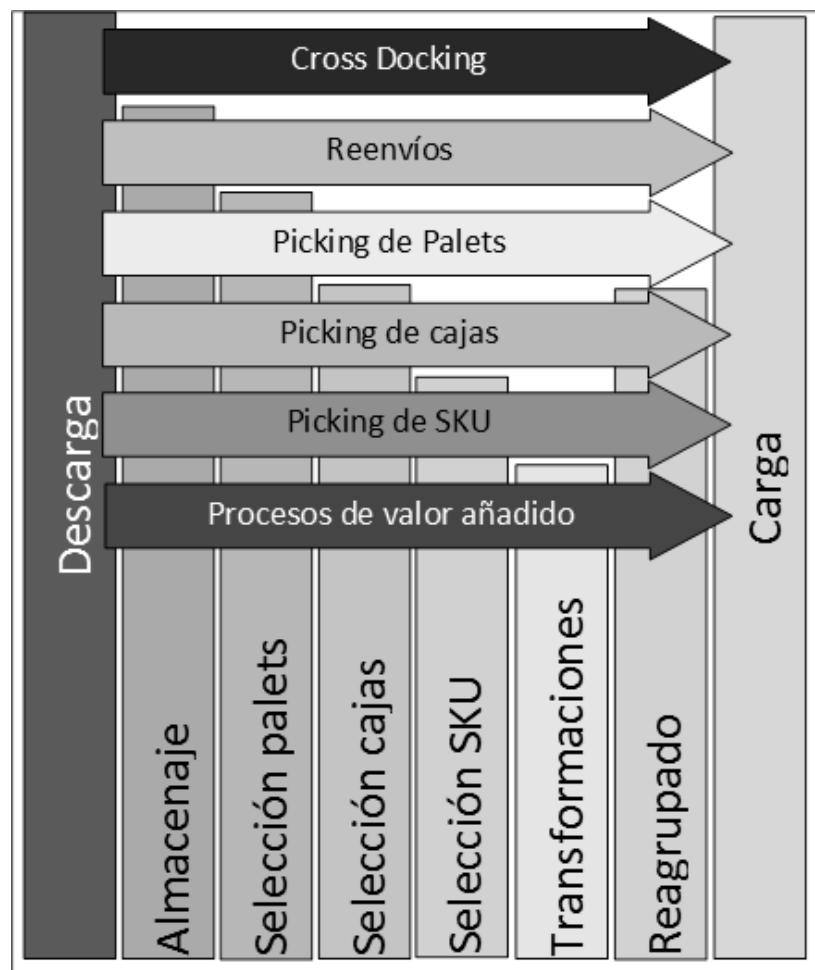


Figura 4. Flujos y procesos de almacén. Fuente: Elaboración propia.

Del análisis de los tres modelos se ha observado que uno de los factores responsables de que hasta ahora no se haya dispuesto de un esquema visual, transversal y completo ha sido la visión exclusiva hacia flujos y procesos. Por ello

se incorpora la idea de que hay procesos que conceptualmente se pueden considerar aislados. Y también flujos que, agrupando una serie de procesos, son en realidad un nuevo proceso complejo.

Por tanto se plantean los siguientes ocho procesos aislados de almacén reflejados en el esquema inferior del modelo de la Figura 4:

1. Descarga. Recepción de mercancías, comúnmente paletizadas en muelle de descarga.
2. Almacenaje. Incorporación de los pallet al almacén. Conllevará procesos de ubicación, inventario y desubicación.
3. Selección de pallets. Recogida desde el almacén de uno o varios pallet.
4. Selección de cajas. Ruptura de pallet en elementos de embalaje que lo constituyen.
5. Selección de SKU. Recogida de elementos individuales de las cajas o embalajes.
6. Transformaciones. Procesamiento de los SKU destinado a su modificación o reagrupación, para constituir un nuevo SKU de mayor valor añadido.
7. Reagrupado. Reagrupación de los SKU en un nuevo embalaje y/o de los embalajes en un nuevo pallet.
8. Carga. Expedición de mercancías, comúnmente paletizadas en muelle de carga.

También se proponen seis flujos, o procesos resultantes de agrupación de procesos aislados, reflejados en el esquema superior del modelo de la Figura 4:

- a) Cross Docking. Proceso de recepción de pallet, y rápida reordenación de los mismos para su envío, sin dejar stock alguno (o cantidades de stock poco significativas).
- b) Reenvíos. Proceso de recepción de pallet, almacenaje temporal de todo el conjunto de pallet recibidos, y reexpedición integra de los mismos.
- c) Picking de pallet. Proceso de recepción de pallet, almacenaje temporal de los mismos, y reexpedición combinando diversos elementos de distintas recepciones.
- d) Picking de cajas. Al proceso de picking anterior, le añadiremos el hecho de que los pallet son disgregados en cajas o embalajes, se hace una selección de estos, y se reagrupan los mismos para una nueva expedición.
- e) Picking de SKU. El proceso anterior se matiza, llegando a disgregar la caja o embalaje en las unidades de producto que contiene. Pasando luego a su reagrupación en embalajes, y continuando hacia posibles reagrupaciones en pallet y hacia la expedición de la mercancía.
- f) Procesos de valor añadido. Cambios en los SKU que encierran una función productiva sobre los mismos. Tradicionalmente, incorporación y combinación de elementos, incluidos empaquetados en el llamado copacking.

3. Conclusiones

El mundo científico ha venido buscando una definición de los flujos y funciones integrados en los sistemas de almacenaje incluidos en las cadenas de suministro. En su búsqueda, se han desarrollado alternativas que mostraban un detalle exhaustivo, y alternativas más simplistas y visuales orientadas a definir los pasos necesarios en los flujos de almacén.

Nuestro trabajo intenta aprovechar lo mejor de ambos tipos de modelos, proponiendo una alternativa que pretende reunir un adecuado equilibrio entre el detalle y la transversalidad de las ideas simples.

Bibliografía

- Apte, Uday, and S. Viswanathan. 2000. "Effective Cross Docking for Improving Distribution Efficiencies." *International Journal of Logistics Research and Applications* 3 (3): 291–302. doi:10.1080/713682769.
- Ballou, R H. 2007. "The Evolution and Future of Logistics and Supply Chain Management." *European Business Review*. doi:10.1108/09555340710760152.
- Geraldes, Carla A. S., M. Sameiro F. B. S. Carvalho, and Guilherme A. B. Pereira. 2008. "A Warehouse Design Decision Model — Case Study." In *2008 IEEE International Engineering Management Conference*, 1–5. IEEE. doi:10.1109/IEMCE.2008.4618004.
- Salvendy, Gavriel. 2001. *Handbook of Industrial Engineering: Technology and Operations Management*. Wiley.
<https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=sjY3IZ9Unv0C&oi=fnd&pg=PA3&dq=Handbook+of+Industrial+Engineering:+Technology+and+Operations+Management&ots=HXpPAKBNvm&sig=LETk3gR47b9ArUTfw6xbcFIICHc#v=onepage&q=Handbook%20of%20Industrial%20Engineering%20Technology%20and%20Operations%20Management&f=false>.
- Tompkins, J.A., J.A. White, Y.A. Bozer, and J.M.A. Tanchoco. 2011. "Facilities Planning." *International Journal of Production Research*. doi:10.1080/00207543.2011.563164.
- Yang, B., and N. Burns. 2003. "Implications of Postponement for the Supply Chain." *International Journal of Production Research* 41 (9). Taylor & Francis Group : 2075–90. doi:10.1080/0020754031000077284.

11th International Conference on Industrial Engineering and Industrial Management
XXI Congreso de Ingeniería de Organización
Valencia, Spain, July 5-6, 2017

Adoption of the Human Resources Strategy for Researchers (HRS4R) – Leveraging the EC “Logo” roadmap

Martin-Romo Romero C¹, Contreras Aladro S², Duran Heras A³

Abstract The Universidad Carlos III de Madrid (UC3M) is currently pursuing the Human Resources Strategy for Researchers – HRS4R– being promoted by the European Commission (EC). To facilitate the actual implementation of this Strategy, UC3M decided to follow the EC’s recommended 5-step roadmap, including monitoring by the EC materialized in the concession, in step 3, of the EC’s approval and Excellence Logo. Following the Logo’s concession to UC3M in December 2016, this paper analyses the opportunities and challenges brought about by implementing such a core strategy through an externally defined and monitored roadmap, including focus, credibility and synergies, but also resource load and schedule dependences. Lessons drawn provide potentially useful insights for research-oriented organizations aiming at maximizing the value of their Human Resources, and, more generally, for organizations considering leveraging externally defined and monitored programs – typically involving accreditations, logos or awards- as stepping stones in the implementation of core strategies.

Keywords: HRS4R, Human Resources, Research, European Community Excellence logo, leveraging external programs.

¹ Carmen Martín-Romo Romero (✉ e-mail: cmromo@pa.uc3m.es). Dirección de Recursos Humanos y Organización. Universidad Carlos III de Madrid. Calle Madrid nº126, 28903 Getafe (Madrid), Spain

² Susana Contreras Aladro (e-mail: scontrer@pa.uc3m.es). Dirección de Dirección de Recursos Humanos y Organización. Universidad Carlos III de Madrid. Calle Madrid nº126, 28903 Getafe (Madrid), Spain

³ Alfonso Duran Heras (e-mail: duran@ing.uc3m.es). Escuela Politécnica Superior. Área de Ingeniería de Organización. Universidad Carlos III de Madrid. Avenida de la Universidad nº 30, 28911 Leganés (Madrid), Spain

1. Introduction⁴

The Human Resources Strategy for Researchers – HRS4R– currently being promoted by the European Commission (EC, 2015) supports research institutions in the implementation of “The European Charter & Code for Researchers” in their policies and practices (EC, 2005; EC, 2011). These actions are expected to make these institutions more attractive for Excellence Researchers.

The EC-recommended HRS4R implementation roadmap encompasses 5 steps:

1. HR Policy Institution Internal Analysis in relation to The European Charter & Code for Researchers (C&C) principles, involving key institutional stakeholders including researchers
2. Publication of the HR Strategy for Researchers and Action Plan as a result of the internal gap analysis
3. European Commission (EC) approval and Excellence Logo concession
4. Strategy Implementation and Self-assessment (at least every two years)
5. External Evaluation (at least every four years)

As a young, public, research-oriented university, the Universidad Carlos III de Madrid (UC3M)’s strategic goals were in clear sync with HRS4R’s stated goals. Thus, in order to better understand the EC’s proposed approach and gauge its usefulness to support actual implementation of UC3M’s strategy, the university initiated an exploratory analysis of HRS4R by attending its “Info-Day” in Brussels.

To gather more information and experience, this initial contact was followed by several meetings and working sessions with HRS4R logo project managers, both at Spanish universities and at research institutions, e.g. Instituto IMDEA Materiales and Universidad Autonoma de Barcelona (UAB).

Subsequently, UC3M’s Executive Board decided to undertake an internal HRS4R Project, adhering to the EC’s proposed roadmap. The project was promoted by the Human Resources Service and the Research Support Service at UC3M, under the leadership of the Vice-Presidents for Faculty and for Scientific Policy.

UC3M has currently completed the first three steps of the five-step roadmap, having been awarded the HRS4R approval and Excellence Logo by the European Commission (EC) in December 2016. It is currently undertaking the fourth step, strategy implementation, in anticipation of the forthcoming self-assessment, and, eventually, the External Evaluation (fifth step).

⁴ ACKNOWLEDGMENT: Many people have cooperated to bring this project to fruition, such as all participating researchers, the support services (particularly Research Support and Human Resources) and UC3M’s top management.

2. Methodology

As discussed above, UC3M's Executive Board decided to adhere to the EC's proposed roadmap. Given the close-fitting correspondence between the European program's goals and UC3M's own strategic goals in this area, it was felt that this approach could provide substantial benefits, when compared to the option of an independent, internal project, such as:

- Benefiting from a carefully designed, tried-and-tested approach and the corresponding support and consultancy
- Enhanced credibility and visibility (if the Logo was achieved)
- Enhanced Networking and Benchmarking with other participating institutions

However, probably the main driver for the decision, that was actually a double-edged sword, was the motivation / time pressure element that derives from joining an external program, with its deadlines and timing constraints, particularly for an strategic process that might otherwise lack a clear deadline.

It soon became apparent, however, that the program's roadmap and supporting materials, such as the associated boilerplates, were not fully detailed. Thus, a UC3M-specific methodology had to be developed, within the framework of the EC's dictated specifications (Martín-Romo et al, 2016).

Therefore, the actual methodology applied involved three main components:

- Full adherence to EC's 5 step HRS4R implementation roadmap, including submitting to EC's and external evaluations at the specified milestones
- Within that framework, a locally developed ad-hoc methodology used to actually implement such broadly defined steps as "Institution Internal Analysis". For these steps, the roadmap provides specifications regarding what is to be achieved, as well as quality metrics that must be met (widespread involvement, ...), but no detailed "How to" instructions
- Engrafting this endeavour onto UC3M's internal strategic process, ultimately leading to its embedding in the Strategic Plan

This three-pronged methodology proved delicate to balance and resource-intensive, however it was essential for the attainment of the strategic goals.

Following this approach, the first step of EC's roadmap, HR Policy Institution Internal Analysis, was unfolded, in the internal methodology, into three phases.

In the exploratory phase, various brainstorming sessions facilitated through card-based wall charting techniques were held with a representative sample of the faculty members, along with support staff from research-oriented service areas.

This then led to the development of a comprehensive questionnaire that was made available to the 1.374 research-oriented members of the university community.

This questionnaire, as well as its results, can be found at:
<http://www.uc3m.es/ss/Satellite/UC3MInstitucional/es/TextoMixta/1371219051045/>

Based on these inputs, in the third phase the final result of the first step was then created: the detailed Gap Analysis document.

This gap analysis then provided the basis for the second step in the roadmap, in which the HR Strategy for Researchers and Action Plan were prepared, published and submitted to the European Commission. In the subsequent third step, the HRS4R approval and Excellence Logo were awarded by the European Commission (EC) in December 2016. UC3M is currently undertaking the fourth step, strategy implementation, which will eventually be followed up by the self-assessment and the External Evaluation (fifth step).

The process through which these initiatives were kept in line with UC3M's internal strategic process throughout the project is discussed in the next section.

3 Results

3.1 First step: Gap Analysis

The resulting gap analysis, stemming from the three phases embraced in the internal methodology, was structured in four major areas, according to EC's roadmap template: Ethical and professional aspects, Recruitment, Working conditions and social security and Training. These were then further broken down into 39 topics, such as: Research freedom, Professional responsibility, Good practice in research or Recruitment.

For each topic, four columns were completed, containing: Relevant legislation, Existing institutional rules and/or practices, Actions required and When/Who.

3.2 Second step: Action Plan

The Action Plan was designed by involving the entire University Community, through various means, including meetings, working groups, presentations, a questionnaire and a new website, while taking into account recommendations of the OTM-R Report (Open, Transparent and Merit-based Recruitment of Researchers) (Esposito, 2015). The plan affects all faculty members with research duties, including research-only faculty, while not affecting those holding a teaching-only position.

The Action Plan has been approved by the UC3M Executive Board. It includes seventeen improvement measures, covers the 2016-2018 period and is organized

into the four abovementioned areas. Each action is defined together with the Unit or individual responsible for it, and encompasses a timeframe for the completion of the action and one or more indicators.

The communication plan encompasses the development of an ad-hoc website, as well as dissemination through other channels such as UC3M's Newsletter.

3.3 Third step: EC approval and logo concession

Equipped with the outcome of the first two steps, UC3M's project team then submitted all the required documentation to the EC for evaluation.

This led to an iterative process, whereby EC-appointed experts suggested improvements, pointed out deviations from the established roadmap procedures and templates and made general recommendations, and the UC3M team implemented or otherwise responded to these objections.

Amended items include:

- Ensuring and documenting full involvement and representation of early-stage researchers
- Clarifying selection process for members of the various working groups carrying out the analysis, in order to spot and root out potential biases
- Improving the visibility and the dissemination channels for the HRS4R project, particularly the Action Plan, including the revamping of HRS4R's web site

A contentious issue was the specific linkage between the analysis results, the resulting Action Plan and the corresponding deadlines. In some instances, EC experts demanded a more explicit, deeply conceptual analysis of the underlying issues unearthed by the analysis and clearer action commitments with specific deadlines. Even though this was tackled in some cases, in others the UC3M team had to explain how this was not an isolated, standalone project, but rather one constituent of UC3M's overall strategic process. Therefore, some areas, which simultaneously fell within the scope of other strategic initiatives, also had to accommodate their approaches and tempos. This was finally accepted by the EC experts in the final report.

One issue that arose in this iterative step is worth mentioning. Within the overall fast-paced project, normally involving fast turnaround times for requests, responses, and further analysis, at one point the feedback process from the EC suddenly came to a halt. Messages and requests went unanswered, and the ensuing 6-month lull created tensions and some disappointment. It took a high-level official complaint to discover the administrative hitch that was blocking the process and unlock it towards its successful completion.

Finally, in December 2016, HRS4R's approval and Excellence Logo were awarded by the European Commission.

3.4 Fourth step (ongoing): Strategy Implementation

The Action Plan described above is currently being implemented according to its timetable.

(<http://www.uc3m.es/ss/Satellite/UC3MInstitucional/es/TextoMixta/1371219051045/>).

Besides its integration into UC3M's strategic process, as discussed in the next section, it is worth highlighting how synergies with other participating institutions are being actively exploited (these potential synergies were one of the reasons why this approach was selected, to start with).

3.5 Embedding this strategic initiative within UC3M's overall strategic process (continuous)

As previously discussed, even though UC3M opted for an externally designed and monitored roadmap to foster the implementation of its research personnel HR strategy, it is nevertheless an essential constituent of its overall strategy, and must therefore be tightly integrated with all its other components and fit within the overall strategy planning and implementation process.

This was facilitated by the co-sponsorship of the HRS4R by the Vice-Presidents for Faculty and for Scientific Policy, which are key members of UC3M's strategic team. It nevertheless required constant monitoring and establishing ad-hoc communication channels with the teams addressing other areas of the strategy.

This tight monitoring and integration has led to the main elements of HRS4R's action plan being integrated within UC3M's overall 2016-2022 Strategic Plan (UC3M, 2017).

4. Discussion

High caliber Human Resources are the core asset in the Research Process. As a part of the European Community's actions aimed at consolidating and giving structure to a European research policy, it is actively promoting adoption of the Human Resources Strategy for Researchers – HRS4R.

Furthermore, the EC is peddling a structured, EC-monitored roadmap for HRS4R's implementation, encompassing logo concession and external evaluation (every 4 years). UC3M's case study, presented in this paper, illustrates some of

the opportunities and challenges brought about by implementing such a core strategy through an externally defined and monitored roadmap.

Among the opportunities, it is worth highlighting:

- Benefiting from a tried and tested approach (in areas covered by the proposed methodology)
- Networking opportunities among the research-focused organizations following the same approach. This encompasses benchmarking opportunities during the analysis and planning phases, as well as synergy exploitation during the implementation, as illustrated by the joint Odisea project discussed above
- Enhanced credibility and visibility through the Logo award. For example, it might facilitate access to H2020's European research funds. Any H2020 grant beneficiary may be requested to provide evidence that Art. 32 of the General Grant Agreement ('Recruitment and Working Conditions for Researchers') has been duly applied; conformance with HRS4R can be argued as a proof of this application

It also, however, highlights some relevant challenges involved in that approach:

- If strategic goals are to be achieved, a delicate balance must be maintained between the elements of the three-pronged methodology (Roadmap compliance, ad-hoc implementation methodology and strategic alignment)
- Substantial resource requirements, particularly from senior management
- Like other quality-oriented initiatives, it risks becoming a somehow bureaucratic endeavor. Excessive focus on external controls might distract from key strategic organization's goals. Furthermore, dependence on external administrative processes may lead to delays and conflicting priorities when organizations become out of step, as illustrated by UC3M's 6-month lull

This case also highlights other key aspects of these HR-related strategic initiatives, regardless of whether the implementation methodology is internal or external:

- Key elements of the strategy, e.g. those linked to recruitment, might be highly constrained by local laws and regulations, particularly in the case of public institutions
- An essential condition for the success of the approach is a broad based involvement during the internal analysis step; in some cases, due to short-term pressures and incentive misalignment it might be hard to attain this level of involvement

5. Conclusions

The European Community's sponsored Human Resources Strategy for Researchers – HRS4R offers research-oriented institutions a promising and structured approach to focus on their most critical asset – HR - and on the policies and procedures used to acquire, develop and manage this precious asset. A growing experience base, encompassing experiences such as the one analysed in this paper, facilitates streamlining the process, learning from the experience of others and identifying suitable benchmarking partners and opportunities. UC3M's case study, presented in this paper, highlights some of the main opportunities and challenges involved in implementing this core strategy through this externally defined and monitored roadmap. Specifically, it highlights the need to keep a delicate balance among the elements of the three-pronged methodology that such an approach requires (Roadmap compliance, ad-hoc implementation methodology and strategic alignment).

References

- Esposito F et al (2015) Open, Transparent and Merit-based Recruitment of Researchers (OTM-R). Report of the Working Group of the Steering Group of Human Resources Management under the European Research Area. Available at: https://cdn1.euraxess.org/sites/default/files/policy_library/otm-r-finaldoc_0.pdf. Accessed 3 March 2017.
- European Commission (2005). The European Charter for Researchers and the Code of Conduct for the Recruitment of Researchers. Directorate-General for Research Information and Communication Unit. Brussels. Available at: <https://euraxess.ec.europa.eu/jobs/charter>. Accessed 3 March 2017.
- European Commission (2011) Towards a European Framework for Research careers. Directorate-General for Research Information and Communication Unit. Brussels. Available at: http://ec.europa.eu/euraxess/pdf/research_policies/Towards_a_European_Framework_for_Research_Careers_final.pdf
- European Commission (2015). Shaping the future of the Human Resources Strategy for Researchers. HRS4R. Edited by: Iain CAMERON. Available at: http://ec.europa.eu/euraxess/pdf/research_policies/experts-report-strengthened-HRS4R-9-2015.pdf
- Martin-Romo C, Contreras S, Duran A (2016) Human Resources Excellence in Research award – the UC3M case. ICIEIM/CIO 2017, San Sebastián.
- UC3M (2017) UC3M's 2016-2022 Strategic Plan. Available at: <http://www.uc3m.es/ss/Satellite/UC3MInstitucional/es/PortadaMiniSiteA/1371215699704/>. Accessed 3 March 2017.

An Artificial Neural Network Model for Price Forecasting of the Highway Transportation

Budak A¹, Ustundag A, Guloglu B

Abstract Logistics is an important sector considering the increasingly competitive nature of industry today. Large-scale companies and third-party logistics providers want the most economical and reliable forecasting mechanism for pricing the highway transportation in the sphere of logistics and supply chains. This paper investigates the price forecasting of the highway transportation, which is an important area for the determination of future value from the viewpoint of truckers by considering comprehensive variables. Artificial neural network is used as a methodology. The framework is applied to two approaches: a route-based model and a general model in which all routes are considered together. Real data are used to demonstrate the applicability and feasibility of the proposed method. In this scope forecast performances can be assessed, the best methodology and approach can be selected, and projections can be carried out.

Keywords: Price Forecasting, Highway Transportation, Artificial Neural Network

1. Introduction

The logistics sector is an ever-growing industry throughout the world. A robust logistics sector is one of the common features of industrialized countries. The main reason behind highway transportation being the major component of the logistics sector is that the sector is closely associated with other sectors. From this perspective price forecasting for the highway transportation in the logistics sector has been an essential field of research recently.

Price forecasting of the highway transportation in the logistics sector is one of the critical areas of decision making for the determination of future value from the viewpoint of truckers. From this perspective price forecasting in the highway transportation is especially important to predict price fluctuations in the short term and to protect third-party providers from potential risks and crises. Moreover, large companies can plan their budgets according to the price information. At this

¹Aysenur Budak (Email: aysenurbudak@gmail.com);
Istanbul Technical University, Turkey.

stage one of the essential points is to create a price forecasting model addressing all the variables affecting it, in which the customer and the trucker can find common ground. The method used in the study is artificial neural network, an artificial intelligence method. Truckers' price varies depending on several factors, such as the type of transportation, departure and arrival cities, road conditions, type of route, amount of freight, and location difficulty level.

In this scope two different price forecast models will be formed, the output performances will be assessed, the best methodology will be selected, and projections will be carried out.

The rest of this paper is organized as follows. In Section 2 the literature regarding price forecasting models is presented. In Section 3 the artificial neural network methodology is explained. The application to a company in the logistics industry in Turkey is discussed in Section 4. The analysis and results are provided in Section 5, and finally Section 6 concludes the paper.

2. Literature Review

In recent years authors have focused on modeling and forecasting financial series and prices, since they are crucial for the value of assets and the analysis of potential market characterization. Numerous studies include price forecasting; moreover, the analysis of price, future price, and volatility has become a major research area nowadays (Kristjanpoller & Minutolo, 2015).

However, there are limited resources on price forecasting using artificial neural networks (ANNs). ANNs have become popular for analyzing financial time series as they move from simple pattern recognition to a diverse range of application areas (Patterson, 1996). Other points of superiority are ANNs' capability to cover a greater range of problem complexity and their practical ease of implementation with flexibility (Trippi & Turban, 1996). The neural network forecasting research has mostly considered hybrid methodologies. Some relevant studies of forecasting are presented below.

Zhang and Fun (1998) developed a back-propagation artificial neural network algorithm to forecast the cost of packaging products. Haofei et al. (2007) created a multi-stage optimization approach (MSOA) to forecast the Chinese food grain price. The back-propagation (BP) algorithm for training a neural network and ARIMA (Autoregressive Integrated Moving Average) methods were used. The results showed that the MSOA model is more accurate than the traditional ARIMA model or conventional BP model according to the error measures, such as the mean absolute error (MAE), mean squared error (MSE), and mean absolute percentage error (MAPE). Kristjanpoller and Minutolo (2015) proposed a hybrid ANN-GARCH (Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedasticity) model, which is applied to forecast the gold spot and future price as well as volatility. The results showed that the ANN-GARCH hybrid system achieves an im-

provement in forecasting compared with the GARCH method alone. It was realized that the MAPE value can be decreased by 25%. Jammazi and Aloui (2012) developed a hybrid model by combining the dynamic properties of a multilayer back-propagation neural network and the recent Harr A trous wavelet decomposition (HTW-MBPNN); this hybrid model was applied to the prediction of the crude oil price. Tsaih, Hsu, and Lai (1998) presented a hybrid artificial intelligence integrating the rule-based system technique and the neural network technique to predict accurately the direction of daily price changes in S&P 500 stock index futures. Kodogiannis and Lolis (2002) created a system that consists of a neural network and fuzzy models for exchange rate prediction. Wang and Leu (1996) developed a hybrid model to forecast the mid-term price trend of the Taiwan stock exchange weighted stock index. Wilson, Paris, Ware, and Jenkins (2002) considered the ANN methodology to forecast residential property prices. The results were validated using the RMSE (root mean squared error). Movagharnejad, Mehdizadeh, Banihashemi, and Kordkheili (2011) used an ANN to forecast the crude oil prices over the period from January 2000 to April 2010.

Marcucci, Gatta, and Scaccia (2015) investigated transport providers' preferences for parking and pricing policies. This study considered variables such as entrance fees, the number of loading bays, and the probability of finding them free. In the application part, by assuming the transport provider's perspective, a non-linear attribute model was created and several policy scenarios were simulated. Billings, Diener, and Yuen (2003) implicated the imperative that cargo carriers must adopt revenue management or face the consequences of revenue opportunity loss and competitive disadvantage. Although several studies have investigated price forecasting issues and pricing in transportation, there is a shortage of research considering the forecasting of the truckload spot market price in logistics and supply chains with respect to an artificial neural network.

3. Artificial Neural Networks

Artificial neural networks (ANNs) are mathematical operations composed of numerous operation elements that are connected to each other with numeric weights. Operation elements are actually equations called transfer functions. They receive signals from other neurons, combine and transform them, and produce a numerical result. To fulfill a function by adjusting the weight values by which the elements are interconnected, the network must be trained. Thus, an output is produced in the network in return for a certain input.

An ANN consists of layers. The first layer is usually the input layer, and the output layer is the last layer. The other layers in between are called hidden layers. There may be more than one hidden layer in a network. The number of neurons in the input layer of the network is equal to the number of independent variables. The number of output layers is equal to the number of dependent variables.

3.1 Training of Network and Forecasting

Artificial neural networks consist of two stages. In the first stage, the number of nodes, deviations, and weights are estimated. This stage is called the training of the network. The second stage is related to forecasting and attempts to minimize the sum of the square of the difference between the dependent variable (y_t) and the output (o_t), as shown in **Eq (1)**. Hence, the data are divided into the two stages: the first part is used for training and the second for forecasting.

$$S = \sum_{t=1}^T (y_t - o_t)^2 \quad (1)$$

The most common algorithm used in network training in the literature on artificial neural networks is the back-propagation training algorithm. The algorithm, developed by Bryson and Ho, starts with the output layer and updates the deviations and weights iteratively by propagating backwards and using the gradient rule. Back-propagation ANNs have a hierarchical structure. This study uses the back-propagation algorithm, which is an algorithm for supervised learning that seeks to minimize the quadratic error by descent maximum gradient (Haykin, 1999).

Back-propagation algorithms are composed of at least three layers, including an input layer, an output layer, and at least one hidden layer. The number of hidden layers and neurons in the hidden layers may vary. Increasing the number of neurons enhances the network's ability to remember but prolongs the duration of the learning process. Decreasing the number of neurons reduces the learning time but weakens the ability to remember (Zou, Xia, Yang, & Want, 2007). The ANN and models are built with MatLab 2015a. All the neural network models are trained with the modifications of the conventional back-propagation algorithm (Levenberg–Marquardt algorithm). The MAPE is used for the performances of each method and situation.

4. Application (Case Study)

The company for the case study is a major company that provides a logistics service in Turkey. In the study, operational data from the company are used. The company is in collaboration with many truckers; thus, it creates business opportunities that allow the continuous movement of truckers and offers considerable cost and time savings. The company actualized 14,810 truck trips in one year (2015). According to the orders received, transportation can be provided in Turkey's 81 provinces. In terms of carrier type, about 100% of the truck trips are made by private carriers and the company has no truckers as workers. Among the current reg-

ular users' trips, 35% are made by carriers carrying out full truckload operations (FTL) and 65% are less-than-truckload (LTL) operations.

The top four commodities that the company transports are household goods/various (20%), followed by food (35%), chemicals (25%), and glass (20%).

4.1 Information about the Variables

In the application the proposed price forecast model is analyzed using data from a company engaged in highway transportation in Turkey. The data set contains 14,810 items of price information relating to instant orders as well as variables affecting the price. The data consist of 630 different routes in total. The objective is to create a price forecasting approach addressing, as a whole, all the factors affecting highway transportation and the price for freight with different amounts and features delivered by customers with different characteristics.

The input variables that affect the price and are used in the model are defined below. The variables used were selected with the help of experts in the logistics sector.

- 1. Departure Town & Departure City:** The town or city where the freight will be loaded.
- 2. Arrival Town & Arrival City:** The town or city where the freight will be unloaded.
- 3. Return Load:** This seeks an answer to the question: "Is there any return load potential in the arrival town?"
- 4. Estimated Distance:** The total distance of travel in km.
- 5. Estimated Distance Squared:** Calculated by squaring the total distance of travel. It refers to the area where the travel will take place.
- 6. Vehicle Type:** Two different types of vehicle are defined, namely trucks and semi-trailer trucks. Two dummy variables (D_{truck} , $D_{semitrailer}$) are defined to represent them.
- 7. Freight Type:** This refers to the type of the freight. It is divided into three, namely glass, chemical, and food products. Two dummy variables ($D_{glasschemical}$, D_{food}) are defined indicating whether the goods are food, glass, or chemicals.
- 8. Ntonnage:** A variable ordering the amount of freight.
- 9. Unit Price of Fuel:** This is calculated as the (daily price of fuel*fuel consumption rate specifically for the proposal's tonnage and type of vehicle).
- 10. Month Variable:** The month in which transportation will take place is another factor affecting the price. Eleven dummy variables representing the month in

which transportation takes place are included in the model (*Djanuary, Dfebruary, Dmarch, Dapril, Dmay, Djune, Djuly, Daugust, Dseptember, Doctober, Dnovember*).

11. Way Stop: Different from the loading (departure) and unloading (arrival) points, it refers to the number of way stops (if 0, there is no way stop; if 1, there is one way stop).

12. Minimum Freight Price: Obtained by multiplying the unit price of fuel and the planned travel distance of the proposal.

13. Location Difficulty Level: Included in the model to define the conditions for which the location is not preferred due to reasons such as the presence of a mountainous road, rough road, and so on. It is defined as two different ordered variables, namely difficulty in departure and difficulty in arrival.

14. Interaction Variable (Tltonnage): By addressing the result obtained by multiplying the amount of freight by the ntonnage variable ordering the amount of freight, the combined effects of the two variables on the entire model are explored (*tltonnage: ntonnage*amount offreight*).

4.2 Price Forecasting Model

The following model is used to forecast price as shown in Eq (2):

$$Y_{(i)}: \beta_1 + \beta_2 \text{waystop}_{(i)} + \beta_3 \text{tltonnage}_{(i)} + \beta_4 \text{ntonnage}_{(i)} + \beta_5 \text{Dglasschemical}_{(i)} + \beta_6 \text{Dfood}_{(i)} + \beta_7 \text{Estimateddistance}_{(i)} + \beta_8 \text{Estimateddistance}^2_{(i)} + \beta_9 \text{Dtruck}_{(i)} + \beta_{10} \text{Dsemitrailer}_{(i)} + \beta_{11} \text{return load}_{(i)} + \beta_{12} \text{departure difficulty}_{(i)} + \beta_{13} \text{arrival difficulty}_{(i)} + \beta_{14} \text{Djanuary}_{(i)} + \beta_{15} \text{Dfebruary}_{(i)} + \beta_{16} \text{Dmarch}_{(i)} + \beta_{17} \text{Dapril}_{(i)} + \beta_{18} \text{Dmay}_{(i)} + \beta_{19} \text{Djune}_{(i)} + \beta_{20} \text{Djuly}_{(i)} + \beta_{21} \text{Daugust}_{(i)} + \beta_{22} \text{Dseptember}_{(i)} + \beta_{23} \text{Doctober}_{(i)} + \beta_{24} \text{Dnovember}_{(i)} + \beta_{25} \text{minimum freight}_{(i)} + \varepsilon \quad (2)$$

Where i is index of each order and Y is Truckload spot price (output).

The error term ε represents all the factors affecting the dependent variable, apart from the variables x_1, x_2, \dots, x_k . No matter how many independent variables are added to the model, there will still be excluded or unobservable factors. The last term of the model is the error term.

5. Analysis and Result

5.1 Route-Based Forecasting Results

The MAPE values and histogram of the route-based solution, in which 630 routes is dealt with one by one, are given below.

According to the ANN results, 49% of the MAPE values are lower than 0.005. The MAPE value is 0 in 33% of the data.

It can be claimed that the ANN is superior in terms of forecast precision, with 33% of the data having a MAPE value equal to 0. Figures 1 represents a histogram of the route-based forecasting results obtained using the ANN. The average values of the MAPE are calculated as for the ANN. The average value of the MAPE is 0.008 for the ANN.

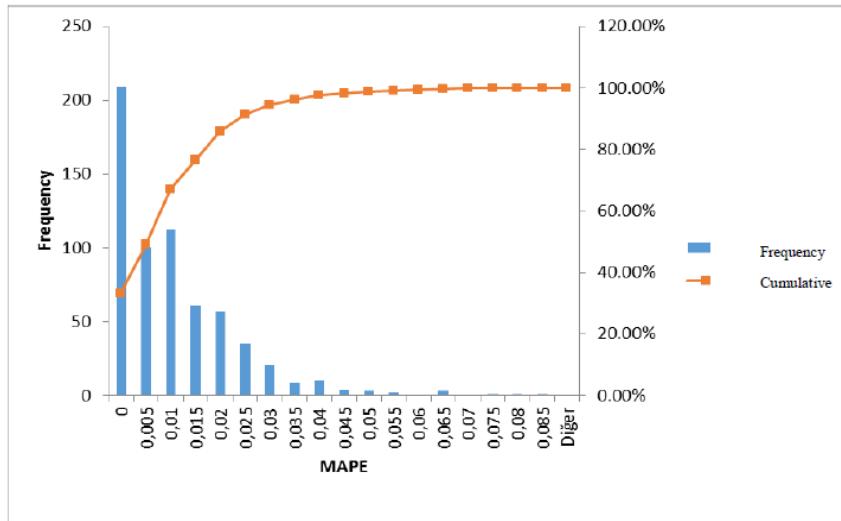


Figure 1 Histogram of the Route-Based Forecasting Results Obtained Using the ANN.

5.2 General Model Results

The general model, in which all the data are used, is examined by the ANN, and the results is analyzed. The MAPE value obtained from ANN is 0.094 respectively. Table 1 shows the results of the general model.

Table 1. Results of General Model.

	MAPE
ANN	0.094

6. Conclusion

The logistics sector, which is closely associated with other sectors, has gained importance in the contemporary world. From this perspective price forecasting for highway transportation in the logistics sector has been an essential field of research recently. This study aims to develop a framework for a price forecasting model for highway transportation. The trucker's price varies depending on several factors. The model is applied to two approaches: a route-based model and a general model in which all the routes are assessed together. In the route-based approach, it can be concluded that the ANN is superior in terms of forecast precision, with 33% of the data having a MAPE value equal to 0. As a result, it is apparent that the route-based approach is superior in price forecasting by comparing the results of the ANN.

In future studies new hybrid models can be designed to predict volatility, incorporating fuzzy logic; in addition, for the ANN, the results may be improved using other characteristics of learning and feedback, which may serve as a basis for new research. Finally, ANFIS and GARCH models can be used to forecast the price.

References

- Billings, J. S., Diener, A. G., & Yuen, B. B. (2003). Cargo revenue optimization. *Journal of Revenue & Pricing Management*, 2(1), 69–79.
- Fleischmann, M., Hall, J. M., & Pyke, D. F. (2004). Smart pricing. *MIT Sloan Management Review*, 45(2), 9–13.
- Haofei, Z., Guoping, X., Fangting, Y., & Han, Y. (2007). A neural network model based on the multi-stage optimization approach for short-term food price forecasting in China. *Expert Systems with Applications*, 33(2), 347–356.
- Kristjanpoller, W., and Minutolo, M. C. (2015). Gold price volatility: A forecasting approach using the artificial neural network–GARCH model. *Expert Systems with Applications*, 42(20), 7245–7251.
- Kodogiannis, V., & Lolis, A. (2002). Forecasting financial time series using neural network and fuzzy system-based techniques. *Neural Computing & Applications*, 11(2), 90–102.
- Marcucci, E., Gatta, V., & Scaccia, L. (2015). Urban freight, parking and pricing policies: An evaluation from a transport providers' perspective. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 74, 239–249.
- Patterson, D. (1996). Artificial neural networks.
- Trippi, R. R., & Turban, E. (1996). *Neural networks in financial and investing*. Chicago: Irwin.
- Tsaih, R., Hsu, Y., & Lai, C. C. (1998). Forecasting S&P 500 stock index futures with a hybrid AI system. *Decision Support Systems*, 23(2), 161–174.

- Wilson, I. D., Paris, S. D., Ware, J. A., & Jenkins, D. H. (2002). Residential property price time series forecasting with neural networks. *Knowledge-Based Systems*, 15(5), 335–341.
- Wang, J.-H., & Leu, J. Y. (1996). Stock market trend prediction using ARIMA-based neural networks. In *Neural Networks, 1996, IEEE International Conference on*. Vol. 4. IEEE.
- Zou, H. F., Xia, G. P., Yang, F. T., & Wang, H. Y. (2007). An investigation and comparison of artificial neural network and time series models for Chinese food grain price forecasting. *Neurocomputing*, 70(16), 2913–2923.

11th International Conference on Industrial Engineering and Industrial Management
XXI Congreso de Ingeniería de Organización
Valencia, Spain, July 5-6, 2017

RUC-APS: Enhancing and implementing Knowledge based ICT solutions within high Risk and Uncertain Conditions for Agriculture Production Systems

**Hernandez JE¹, Mortimer M², Patelli E³, Liu S⁴, Drummond C⁵, Kehr E⁶,
Calabrese N⁷, Innacone R⁸, Kacprzyk J⁹, Alemany M¹⁰, Gardner D¹¹,
Fernandez A¹², Panetto H¹³, Zarate P¹⁴, Martinez D¹⁵, Simontti A¹⁶,
Guyon C¹⁷, Sauvage C¹⁸**

Abstract: Current global requirements are stressing agricultural systems to achieve enough resilience capabilities once abrupt changes in resource quality, quantity and availability occurs, especially during uncertain weather, pests and diseases, volatile market conditions and commodity prices conditions. Thus, managing risks and the uncertainties in information will lead farmers and value chain stakeholders to better react to these unexpected conditions. Hence, from the genetic design of the seed, through the planting and harvest processes, RUC-APS will enhance the knowledge from the full agricultural life-cycle based-decision making process to realise the key impacts at every stage farming decisions once facing high risk and uncertainty. Thus, RUC-APS will provide an integrated

¹Jorge E. Hernandez (e-mail: J.E.Hernandez@liverpool.ac.uk)

University of Liverpool Management School, UK.

² The institute for Risk and Uncertainty, University of Liverpool, UK.

³ The Integrative Biology Institute, UK.

⁴ UoP, University of Plymouth, UK.

⁵ LEAF, Linking Environmental and Farming, UK.

⁶ INIA, Instituto Nacional de Investigacion Agropecuaria, CHILE.

⁷ CNR-ISPA, Istituto Scienze delle Produzioni Alimentari, ITALY.

⁸ ALSIA, Agenzia Lucana di Sviluppo e di Innovazione in Agricoltura, ITALY.

⁹ IBSPAN, Systems Research Institute, Polish Academy of Sciences, POLAND.

¹⁰ UPV, Universitat Politècnica de València, SPAIN.

¹¹ IFA, Innovation for Agriculture, UK.

¹² UNLP, Universidad Nacional de la Plata, ARGENTINA.

¹³ UL, Université de Lorraine, FRANCE.

¹⁴ UT1C, Université Toulouse 1 Capitole, FRANCE.

¹⁵ AINIA, Technological center. Solutions for your innovation, SPAIN.

¹⁶ SV, Servi Verde, ARGENTINA.

¹⁷ BDI, Bretagne Développement Innovation, FRANCE.

¹⁸ FEDACOVA, Federación Empresarial de Agroalimentación de la Comunidad Valenciana, SPAIN.

standard and customised solutions to enhance collaborative agriculture value chains structures.

Keywords: Agribusiness, Value Chain, Knowledge Management, ICT

1. Introduction

Unstable conditions have a knock-on effect down the Agriculture supply chain. Farmers need to be able to plan when their products will be ready, and ensure there is a market to buy them, in special under high uncertain and unexpected conditions. To achieve this, RUC-APS assembled a multi-disciplinary team of experts in agriculture, biological science, logistics, product management, innovation, risk, mathematical modelling and computer science, coming from UK, ITLAY, FRANCE, SPAIN, POLAND, CHILE and AREGENTINA. This implies that a variety of, theoretical and practical, angles are to be supported in RUC-APS, thus reaching a common and accepted solution for: Innovation excellence, Knowledge exchange, High impact solutions and Industry-Academia relationships.

2. The RUC-APS value chain Framework

RUC-APS, as an standard Agriculture Value Chain Framework (see Figure 1), contributes to the generation of horizontal and vertical strategy in agriculture value chain to support:

the design of new interactions between small and medium farmers with major value chain actors, such as third parties logistic providers, supermarkets, resource-poor chain actors (often smallholders and businesses in the upstream chain segment) and larger, better-endowed businesses further downstream; and/or the design of policies that improve the institutional environment in which value chain actors operate as well as the innovation for the development of agriculture production systems and their impact over the end-users under participatory ICT developments.

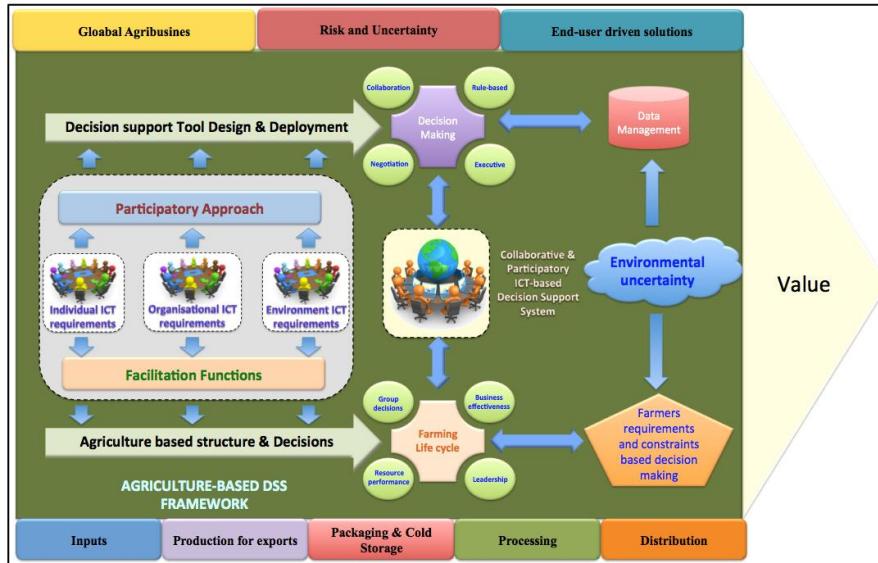


Figure 1. The RUC-APS Framework

Acknowledgement

Authors of this publication acknowledge the contribution of the Project 691249, RUC-APS: Enhancing and implementing Knowledge based ICT solutions within high Risk and Uncertain Conditions for Agriculture Production Systems (www.ruc-aps.eu), funded by the European Union under their funding scheme H2020-MSCA-RISE-2015

11th International Conference on Industrial Engineering and Industrial Management
XXI Congreso de Ingeniería de Organización
Valencia, Spain, July 5-6, 2017

A general method for addressing forecasting uncertainty in inventory models

Prak DRJ¹, Teunter RH²

Abstract: Whereas in practice inventory decisions depend heavily on demand forecasts, the literature typically assumes that the future demand distribution is known. As a result, estimates are directly substituted for the unknown parameters, which leads to suboptimal decisions. We derive a framework for addressing the estimation uncertainty, applicable to any inventory model and demand distribution. The (random) estimation errors are modeled and substituted into the inventory model, and the expectation of the objective function is taken with respect to the errors. We illustrate this framework for a model with shortage and holding costs and normally distributed demand. When estimates are based on 10 observations, relative savings are typically between 10% and 30%. They are larger when estimates are based on fewer observations, when backorders are costlier, and when the lead time is larger. The method applies to any field where forecasts are used in optimization models.

Keywords: Demand Forecasting; Inventory Control; Safety Stock; Parameter Uncertainty; Bayesian Methods

1. Introduction

The inventory control literature exhibits a separation of demand forecasting and inventory decision making. The relationship between forecasting and inventory decision making is generally left unaddressed. Therefore, in practice the estimated parameters are directly substituted into the decision model, and the parameter uncertainty is ignored. In this paper we present a general framework for estimating unknown demand parameters and including the estimation uncertainty in the

¹Dennis Prak (✉e-mail: d.r.j.prak@rug.nl)

Department of Operations. Faculty of Economics & Business. University of Groningen
Nettelbosje 2, 9747 AE Groningen, The Netherlands.

²Ruud Teunter (e-mail: r.h.teunter@rug.nl)

Department of Operations. Faculty of Economics & Business. University of Groningen,
Nettelbosje 2, 9747 AE Groningen, The Netherlands.

inventory decision. The correct approach is to model the estimation errors of all demand parameters as well, and include them in the actual decision model.

2. Objectives

Bayesian inventory modelling does provide an exact framework for incorporating unknown demand parameters in inventory decision models. It is noteworthy that applications of Bayesian inventory modelling are often of a limited nature, mainly due to their numerical complexities. Exact treatments exist only for simple single-period and/or single-parameter demand models. In this paper we present a framework for addressing estimation uncertainty in inventory models that builds on the Bayesian literature, but is more flexible and generally applicable.

3. Methods

The modelling approach is based on efficiently estimating the (unobserved) demand parameters, deriving their posterior distributions from Bayesian principles, and reformulating the original cost function as the expected costs with respect to the (now stochastic) unknown parameters. We demonstrate this method for a discrete-time, continuous-review inventory model with identically and independently normally distributed demand per period, a fixed lead time, and linear holding and backorder costs. In the case of normally distributed demand, the distribution of the estimation errors can be found exactly, but we also discuss an approximate method, which is useful since for some demand distributions an exact derivation of the parameter estimation errors is not available, whereas the approximate method follows straightforwardly for every Maximum Likelihood estimator.

4. Results

Especially when the number of observed demands is small, the calculated safety stock resulting from classical methods is substantially too low, and this results in a significant cost increase. Based on five observations in the base case, the cost benefit of correctly treating the estimation uncertainty in the mean and variance is 25%, with a difference in safety stock level of 84%. With 10 observations, the cost difference is 10%, and with 20 observations it is 3%. Differences are larger when estimates are based on fewer observations, when backorders are costlier, and when the lead time is larger. The asymptotic approach performs almost as good as the exact approach when estimates are based on 10 or more observations.

5. Conclusion

Typical results of the proposed method are safety stock mark-ups that increase in the degree of uncertainty in the model. The approximate method is easy to implement and available for any demand distribution, and performs almost as good as the exact method for sample sizes of at least 10. Concluding, we find that the current standard of separating forecasting and decision making has dramatic cost consequences, which could be easily prevented by applying the derived, simple, four-step method in any inventory model where forecasts are used.

11th International Conference on Industrial Engineering and Industrial Management
XXI Congreso de Ingeniería de Organización
Valencia, Spain, July 5-6, 2017

Técnicas de Eco-Driving para Rutas Fijas, Derivadas de un Análisis de Estadística Descriptiva: Caso de Estudio en una Empresa de Transporte de Pasajeros

Tabares-Rodríguez L¹, Ros-McDonnell L² Cordero-Moreno D³, Huertas JI⁴

Resumen El consumo energético del sector del transporte tiene una notable incidencia en el consumo global de las naciones, en la estructura de costos de las empresas y en la contaminación atmosférica mundial. Por lo tanto, se hace indispensable aumentar la eficiencia energética del sector para mejorar la calidad del aire, la competitividad y la sostenibilidad de las empresas (Atabani et al. 2011). Estimular el uso de técnicas de conducción eficiente tiene el potencial de reducir el consumo de combustible y las emisiones contaminantes del sector (Brouwer et al. 2015). Lo cual implica la aplicación de ciertas técnicas durante la conducción como: manejar suavemente, anticipar el tráfico y sacar provecho de la inercia del vehículo (Ahlstrom & Kircher 2017). Esta investigación presenta una metodología que permite procesar efectivamente altos volúmenes de información, por medio de estadística descriptiva. Teniendo en cuenta lo anterior, este trabajo pretende mejorar la rentabilidad y la eficiencia energética del sector del transporte terrestre, a partir de la reducción del consumo de combustible. La metodología propuesta fue implementada en la ruta Toluca-México que cubren todos los vehículos de una empresa de transporte de pasajeros. Los resultados obtenidos fueron utilizados para realizar una prueba de campo que presentó una reducción del 11,02% en el consumo de combustible y un aumento del 12,33% en el rendimiento.

¹ Lina Tabares Rodríguez (e-mail: lina-2102@hotmail.com)
Centro de Investigación en Mecatrónica Automotriz. Tecnológico de Monterrey (ITESM). Toluca

² Lorenzo Ros-McDonnell (e-mail: lorenzo.ros@upct.es)
Grupo de Investigación Ingeniería de Organización. Universidad Politécnica de Cartagena. Cartagena

³ Daniel Cordero Moreno (e-mail: dacorderom@uazuay.edu.ec)
Centro de investigación y desarrollo en ingeniería automotriz. Universidad del Azuay, Cuenca

⁴ José Ignacio Huertas Cardozo (e-mail: jhuertas@itesm.mx)
Grupo de Investigación en Energía y Cambio Climático. Tecnológico de Monterrey (ITESM). Monterrey

Palabras clave: Conducción eficiente, consumo de combustible, rendimiento, estadística descriptiva.

1. Introducción

En los últimos años se han desarrollado diversas estrategias para reducir el consumo de combustible en los vehículos, entre las cuales se encuentran: reducir la demanda energética en la rueda, mejorar la tecnología del motor, optimizar las rutas, configurar el tren motriz, reducir la resistencia aerodinámica y a la rodadura, utilizar fuentes de energía alternativas y finalmente, implementar un estilo de conducción eficiente (Atabani et al. 2011), la cual se presenta en medio de las opciones anteriores como una alternativa de bajo costo y de fácil implementación, ya que no involucra ninguna modificación de las partes del vehículo (Mensing et al. 2014)(Van der Voort et al. 2001).

La conducción eficiente o eco-driving consiste en un conjunto de técnicas de manejo que reducen el consumo de combustible y que tienen el potencial de reducir las emisiones contaminantes significativamente, esta puede aplicarse en cualquier vehículo y por cualquier conductor, presentando ahorros netos desde su primer día de implementación (Ahlstrom & Kircher 2017)(IDAE 2013). Actualmente se cuenta con documentos de fácil acceso que hablan sobre estas técnicas y las ventajas económicas, ecológicas y de seguridad que brindan. Sin embargo, son muy generales y básicas.

Por tal motivo es necesario determinar una metodología que identifique prácticas de conducción eficiente que permitan reducir el consumo de combustible en rutas fijas, con el objetivo de obtener un análisis personalizado que represente ahorros significativos para las empresas de transporte de carga y de pasajeros que deben cubrir la misma ruta en repetidas ocasiones.

2. Revisión de la Literatura

En los años recientes algunos autores han escrito sobre el éxito del eco-driving, su capacidad de reducir emisiones contaminantes y los costos operacionales relacionados con el combustible. Esto implica la implementación de ciertas estrategias y comportamientos durante la conducción, como conducir suavemente, anticipar el tráfico y aprovechar las pendientes y la inercia del vehículo (Ahlstrom & Kircher 2017)(Brouwer et al. 2015). Algunas investigaciones han demostrado que los beneficios de la implementación de las técnicas de eco-driving permiten reducir entre el 5% y el 20% de las emisiones contaminantes (Stillwater & Kurani 2012). Por ejemplo (Rutty et al. n.d.) examinó los impactos del eco-driving en la flota municipal de Calgary. En dicho estudio 15 conductores redujeron las emisiones asociadas al consumo en ralentí entre un 4% y 10% por día.

Teniendo en cuenta el impacto negativo que tiene para el medio ambiente el transporte por carretera (Fuglestvedt et al. 2008)(Martin et al. 2012)(Fischer 2008), otros investigadores se han dado a la tarea de facilitarle a los operadores la implementación de las técnicas de conducción eficiente, desarrollando sistemas de soporte. Por ejemplo, (Ahlstrom & Kircher 2017) instalaron pantallas de 5 pulgadas en la consola central de 10 vehículos para poyar a los conductores en la implementación de técnicas eficientes de conducción, demostrando que no existe un impacto negativo en el comportamiento visual de los operadores. Por su parte (Martin et al. 2013) realizó un estudio con 18 conductores en California utilizando una herramienta a bordo llamada “Ecodriving Feedback”, con la cual obtuvieron un aumento en el rendimiento del 6% y (Tulusan et al. 2012) realizó una investigación utilizando herramientas de retroalimentación que estimulan el uso de las técnicas de eco-driving, con la cual obtuvieron reducciones en el consumo de combustible entre el 1% y el 8%. Del mismo modo, Stillwater y Kurani emplearon la teoría del comportamiento para examinar el cambio el comportamiento de los conductores utilizando una herramienta llamada “On-board ecodriving feedback tool”(Stillwater & Kurani 2012). Igualmente, Stomberg y Karlsson examinaron a los conductores de los autobuses de Suecia utilizando una herramienta de retroalimentación del vehículo para reducir las aceleraciones bruscas, obteniendo una reducción del 6.8% en el consumo de combustible (Stomberg & Karlsson 2013). Finalmente, es importante mencionar una investigación desarrollada en el 2015, en donde se utilizó un sistema que limita la posición del pedal, con la cual se obtuvo una reducción del consumo de combustible del 20% (Hibberd et al. 2015).

Para que la reducción en el consumo de combustible se mantenga, es importante que se brinde retroalimentación regular y se refuerce positivamente a los operadores (af Wählberg n.d.)(Beusen et al. 2009)(Luther & Bass 2011). Estudios demuestran que con el tiempo los conductores regresan a sus viejos hábitos de conducción (Beusen et al. 2009). Por lo tanto, se ha demostrado que la retroalimentación es una herramienta poderosa para influir en un cambio del comportamiento de los conductores (Allcot & Mullainathan 2010)(Stern 2011).

3. Diseño de Investigación y Metodología

Participantes. Esta investigación se llevó a cabo con la información de 10 autobuses, de una empresa de transporte de pasajeros, que cuentan con las mismas características técnicas, las cuales se muestran en la Tabla 1:

Tabla 1. Características técnicas de los vehículos

Componente	Características
Motor	Diesel – Cummins ISM 425
Transmisión	ZF S8 2100
Diferencial	Meritor 14/45
Capacidad	49 Pasajeros
Dimensiones	2.6m x 3.6m x 12.85m
Peso	13850 Kg

Ruta. Se obtuvo la información de un viaje para cada vehículo muestreado en la ruta Toluca-México, la cual cuenta con una calzada asfaltada durante todo el trayecto, una pendiente máxima de 8% y una extensión aproximada de 70 kilómetros divididos así:

- 23 kilómetros de Toluca a la Marquesa
- 27 kilómetros de autopista
- 20 kilómetros en la Ciudad de México

El punto inicial del recorrido es la Terminal de Autobuses de Toluca y el punto final es la Terminal Central del Norte de la Ciudad de México.

Recopilación de datos. Los datos de los autobuses se recolectaron durante recorridos normales, esto quiere decir que la cantidad de pasajeros y el peso del equipaje no eran iguales. Del mismo modo, los conductores fueron diferentes, lo cual implica diversos estilos de conducción, bajo condiciones de tráfico distintas, porque el día de la semana y el horario fueron aleatorios.

La recolección de la información se realizó desde la computadora del vehículo, por medio de un lector J1939 OBDII. Las variables registradas fueron: número de registro, hora y fecha, coordenadas geográficas (latitud, longitud y altitud), la velocidad del vehículo [km/h], la velocidad del motor [rpm], el porcentaje de carga del motor [%], el consumo instantáneo de combustible [L/s], la distancia recorrida [m], la temperatura del aceite del motor [°C] y la temperatura del refrigerante del motor [°C]. Cada viaje tuvo en promedio 7000 registros, ya que los datos se tomaron con una frecuencia de 1Hz.

4. Análisis de datos

Pre-procesamiento de los datos. Debido a que el análisis exploratorio de los datos se realiza en función de la posición se debe garantizar que la información corresponde al mismo tramo de la ruta para cada vehículo. Por lo tanto, se deben analizar las coordenadas geográficas para determinar si todos tienen el mismo punto inicial y final.

Después se depuraron algunos datos, debido a que habían registros antes de que el bus saliera del punto de partida y después de que terminara el recorrido. De este modo, toda la información que estuviera registrada antes de la coordenada 19.27699475, -99.64196775 y después de la coordenada 19.4795125, -99.13782425 fue eliminada de la matriz de datos de cada autobús. Finalmente, se dividió la ruta en 70 tramos con una extensión de mil metros cada uno.

Identificación de los viajes con menor y mayor consumo de cada tramo. La información de los 10 vehículos se unificó en una sola matriz de datos, a partir de la cual se determinó el valor del consumo de combustible en litros, para todos los vehículos, en cada uno de los tramos de la ruta y se identificaron los tres buses con menor y mayor consumo en cada kilómetro.

En algunos tramos todos los vehículos presentan un consumo de 0 litros. Esto se debe a que los conductores se encuentran en una pendiente y aprovechan la inercia del vehículo para descender.

Análisis exploratorio de datos. Se analizaron los conductores con mayor y menor consumo de cada tramo, en función de las siguientes variables: velocidad del motor y velocidad del vehículo. Con el objetivo de identificar patrones diferentes entre ellos.

De este modo, para analizar las variables se utilizaron diagramas de cajas y bigotes, con los cuales se identificaron comportamientos similares en tres casos diferentes:

a) **Recorrido urbano.** La ruta consta de 43 kilómetros de recorrido en la ciudad en donde se presentan condiciones de congestión vehicular, lo cual implica continuas detenciones, marchas cortas y altos períodos del funcionamiento del motor en ralentí, por tal motivo los boxplots presentan una baja concentración de los datos debido a la gran dispersión de estos, de este modo el análisis de las RPM presenta valores entre las bajas y altas velocidades del motor, de igual forma el análisis de la velocidad del vehículo presenta datos desde los 0 km/h y por lo general no logra alcanzar valores superiores a los 80 km/h.

b) **Recorrido en autopista.** La ruta consta de 27 kilómetros de recorrido en autopista, en donde se presentan altas velocidades, marchas largas y escasas detenciones, debido a la escasa congestión vehicular, la ausencia de semáforos y las favorables condiciones de la vía que cuenta con tres carriles por sentido.

Sin embargo 13 de estos 27 tramos presentan una pendiente negativa y los conductores aprovecharon la inercia del vehículo para descender, por lo que serán mencionados en el ítem siguiente. Debido a las condiciones descritas anteriormente, los boxplots presentan una alta concentración de datos causada por la baja dispersión de estos. De este modo, el análisis de la velocidad del motor presenta valores entre las 1100 y 1700 RPM. Lo cual es un comportamiento relevante porque la zona eficiente del motor se encuentra entre las 1200 y 1600 RPM. De igual forma, el diagrama de la velocidad del vehículo de los autobuses con menor consumo por lo general presenta datos entre los 80km/h y los 100km/h. En contraposición, los de mayor consumo presentan mayor dispersión.

c) **Recorrido descendente en autopista.** Durante este recorrido los conductores aprovecharon la inercia del vehículo para descender. Por lo tanto, en estos tramos no hay mejores ni peores conductores, dado que el consumo de todos los vehículos es de 0 litros.

Teniendo en cuenta lo anterior, el análisis exploratorio de datos fue realizado a los 10 buses muestreados, de este modo el comportamiento de los datos en el análisis de la velocidad del motor permanece dentro de la zona eficiente del motor y en ocasiones presenta datos por encima de las 1600 RPM. Sin embargo, esta situación no afecta el consumo dado que no hay accionamiento del acelerador en ningún momento del recorrido. Por su parte la velocidad del

vehículo es similar a los tramos de recorrido en autopista, presentando datos entre los 80km/h y los 100km/h.

5. Análisis de la velocidad del vehículo y del motor

A partir del análisis exploratorio de datos, se realizaron diagramas de cajas y bigotes para analizar y determinar los rangos de la velocidad del vehículo y del motor en cada tramo, de este modo se eliminaron los datos atípicos encontrados en la fase anterior, se seleccionó un dato cada 20 metros para garantizar que el tamaño de las muestras fuera igual en cada bus y se unificaron los datos de los conductores con menor consumo en un solo diagrama y de los de mayor consumo en otro, con el objetivo de realizar comparaciones entre ambos.

Finalmente, el extremo inferior y superior de los conductores con menor consumo, determinaron para cada tramo de la ruta, los límites de los intervalos de la velocidad del vehículo y del motor que reducen el consumo. De este modo se obtuvieron 70 diagramas de cajas y bigotes para cada una de las dos variables analizadas.

La Figura 4 y la Figura 5 presentan las gráficas resultantes acompañadas de la curva que describe la altitud de la ruta.

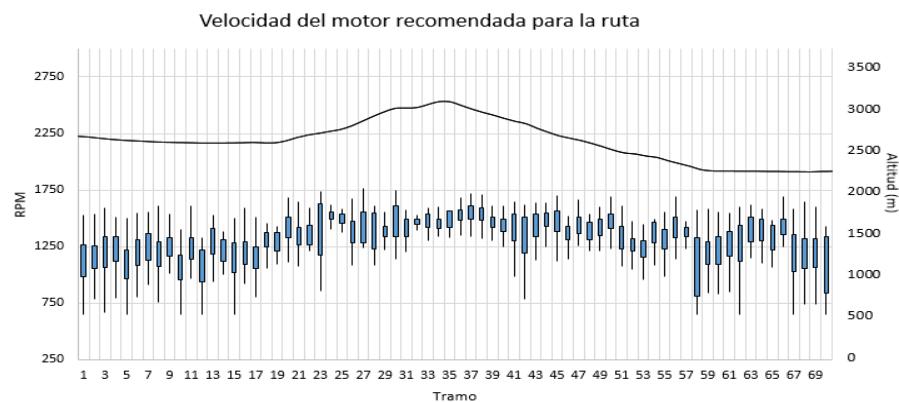


Figura 4. Velocidad del motor recomendada para la ruta

6. Prueba de campo

Durante 4 días se realizó un viaje desde la Terminal de Autobuses de Toluca hasta la Terminal Central del Norte de la Ciudad de México, bajo las siguientes condiciones:

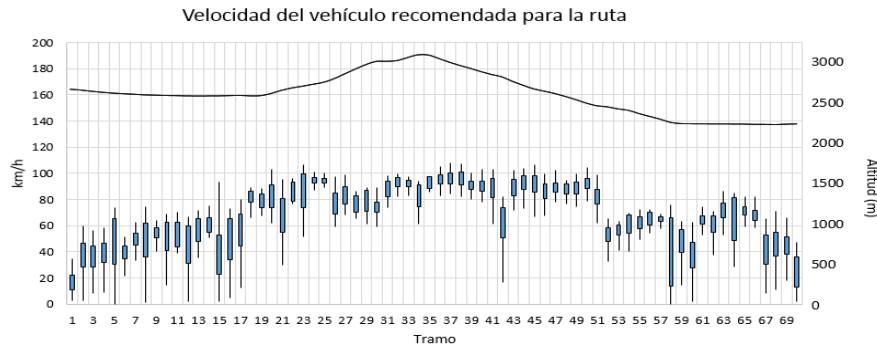


Figura 5. Velocidad del vehículo recomendada para la ruta

- Se utilizó el mismo vehículo, el cual tiene las características técnicas descritas anteriormente.
- El vehículo fue lastrado con 2100 kg.
- Las pruebas fueron realizadas en el mismo horario cada día y bajo condiciones climáticas favorables, es decir, en ausencia de lluvia.
- El conductor del vehículo durante las cuatro pruebas fue el mismo, el cual se encuentra trabajando para la empresa desde hace 25 años y es el encargado de realizar la inducción a los nuevos operadores.

Adicionalmente es importante destacar que los datos fueron recolectados a través de un sistema de medición de emisiones portátil (PEMS), este equipo se encuentra en el mercado con el nombre de Semtech Ecostar, cumple con las recomendaciones de la EPA CFR 40 Parte 1065 subparte J para medidores de emisiones y tiene la capacidad de registrar cada segundo la información correspondiente a:

- Flujo de combustible [L] (Litros)
- Emisiones de CO, CO₂, NO y NO₂ [gr] (gramos)
- Velocidad del vehículo [km/h] (Kilómetros por hora)
- Velocidad del motor [rpm] (revoluciones por minuto)
- Temperatura de motor [°C] (grados centígrados)
- Posición GPS (Latitud, Longitud y altitud)

Durante los primeros tres días, se desarrollaron pruebas que no restringían el estilo de conducción del operador, por tal motivo él debía conducir como lo haría durante un recorrido normal. A partir de estas experimentaciones se obtuvo un consumo promedio de 22.95 Litros y un rendimiento promedio de 3.05 Km/L. En contraposición el día 4, se ejecutó una prueba con los resultados obtenidos en el análisis de la velocidad del vehículo y del motor, de manera tal que cada vez que el vehículo avanzaba un kilómetro el conductor recibía las indicaciones precisas sobre el estilo de conducción que debía mantener. Esta prueba obtuvo un consumo total de 20.41 Litros y un rendimiento total de 3.42 Km/L. La estadística inferencial correspondiente se muestra en la Tabla 2 y Tabla 3.

Tabla 2. Prueba de diferencia de medias para el consumo

Estilo de conducción	n	Consumo de combustible [L]	
		Media	IC 95%
Regular	3	22.95	21,36 - 24,54
Eficiente	1	20.42	
Cambio		-11.03%	
Prueba de diferencia de medias		P. Value	0.010

Tabla 3. Prueba de diferencia de medias para el rendimiento

Estilo de conducción	n	Rendimiento [Km/L]	
		Media	IC 95%
Regular	3	3.05	2.84 - 3.26
Eficiente	1	3.43	
Cambio		12.33%	
Prueba de diferencia de medias		P. Value	0.008

A partir de este análisis inferencial, se puede afirmar que la prueba realizada el día 4 obtuvo una reducción en el consumo de combustible del 11.02% y un aumento en el rendimiento del 12.33%, comparado con el promedio obtenido por las pruebas realizadas durante los tres días anteriores.

7. Conclusiones

A partir de un análisis de estadística descriptiva de las variables correspondientes a la velocidad del vehículo, la velocidad del motor y el consumo instantáneo de combustible, se identificaron patrones diferentes de conducción para los siguientes tres casos: recorrido urbano, recorrido en autopista y conducción con técnica de rodaje por inercia con marcha engranada. Dichos patrones fueron determinados en función de los límites inferiores y superiores de los boxplots realizados por medio del análisis de la velocidad del vehículo y del motor.

A partir de la prueba de campo se obtuvo una reducción en el consumo de combustible del 11.02% y un aumento en el rendimiento del 12.33%. Sin embargo, se debe tener en cuenta que los resultados obtenidos se basan en el concepto de replicar las prácticas de conducción de los mejores conductores en cada tramo de esta ruta particular. Es probable que existan otros rangos de valores para la velocidad del vehículo y del motor que permitan generar ahorros más representativos de combustible, dado que es posible que otros conductores que no pertenezcan a la población analizada registren consumos de combustible inferiores a los actuales.

Finalmente, es importante resaltar que a pesar que esta investigación fue desarrollada en una empresa de transporte de pasajeros, la metodología propuesta puede replicarse en empresas del sector del transporte de carga.

Referencias

- af Wählberg, A.E., Long-term effect of training in economical driving: fuel consumption, accidents, driver acceleration behavior and technical feedback. *Int. j. Ind. Ergon.* 37 (4), pp.333–343.
- Ahlstrom, C. & Kircher, K., 2017. Changes in glance behaviour when using a visual eco-driving system ??? A field study. *Applied Ergonomics*, 58, pp.414–423. Available at: <http://dx.doi.org/10.1016/j.apergo.2016.08.001>.
- Allcott, H. & Mullainathan, S., 2010. Behavior and energy policy. *Science* 327, pp.1204–1205.
- Atabani, A.E. et al., 2011. A review on global fuel economy standards, labels and technologies in the transportation sector. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 15(9), pp.4586–4610. Available at: <http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2011.07.092>.
- Beusen, B. et al., 2009. Using on-board logging devices to study the longer-term impact of an ecodriving course. *Transp. Res. Part Transp. Environ.* 14 (7), pp.514–520.
- Brouwer, R.F.T. et al., 2015. Personalised feedback and eco-driving: An explorative study. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 58(PD), pp.760–771. Available at: <http://dx.doi.org/10.1016/j.trc.2015.04.027>.
- Fischer, C., 2008. Feedback on household electricity consumption: a tool for saving energy? *Energy Efficiency*, 1, pp.79–104.
- Fuglestvedt, J. et al., 2008. Climate forcing from the transport sectors. *Proc Natl Acad Sci U S A*, pp.454–458.
- Hibberd, D.L., Jamson, A.H. & Jamson, S.L., 2015. The design of an in-vehicle assistance system to support eco-driving. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 58, pp.732–748.
- IDAE, 2013. *Manual de Conducción Eficiente: para conductores de vehículos industriales*,
- Luther, R. & Bass, P., 2011. Eco-driving Scoping Study: Energy Efficiency and Conservation Authority.
- Martin, E. et al., 2013. Dynamic ecodriving in Northern California: a study of survey and vehicle operations data from an ecodriving feedback device. *92nd Annual Meeting of the transportation Research Board*.
- Martin, E., Chan, N. & Shaheen, S., 2012. Understanding how ecodriving public education can result in reduced fuel use and greenhouse gas emissions. *91st Annual Meeting of the transportation Research Board*.
- Mensing, F. et al., 2014. Eco-driving: An economic or ecologic driving style? *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 38, pp.110–121. Available at: <http://dx.doi.org/10.1016/j.trc.2013.10.013>.
- Rutty, M. et al., Eco-driver training within the City of Calgary's municipal fleet: monitoring the impact. *Tranp. Res. Part D* 24, pp.44–51.
- Stern, P.C., 2011. Contributions of psychology to limiting climate change. *Am. Psychol.*, 66 (4), pp.303–314.
- Stillwater, T. & Kurani, K., 2012. In-vehicle ecodriving interface: Theory, design and driver responses. *91st Annual Meeting of the transportation Research Board*.

- Stomberg, H. & Karlsson, M., 2013. Comparative effects of eco-driving initiatives aimed at urban bus drivers: results from a field trial. *Transp.Res.Part D* 22, pp.28–33.
- Tulusan, J. et al., 2012. Supporting eco-driving with ecofeedback technologies: recommendations targeted at improving corporate car drivers' intrinsic motivation to drive more sustainable. *Energy Informatics*.
- Van der Voort, M., Dougherty, M.S. & van Maarseveen, M., 2001. A prototype fuel-efficiency support tool. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, pp.279–296.

11th International Conference on Industrial Engineering and Industrial Management
XXI Congreso de Ingeniería de Organización
Valencia, Spain, July 5-6, 2017

Avanzado Sistema de Información para la Gestión de los Aprovisionamientos en un Grupo de Distribución Deportiva en Ecuador

García Lorenzo A¹

Resumen La presente comunicación recoge los principales aspectos relacionados con un proyecto centrado en el diseño, desarrollo e implantación de un sistema de información para gestionar la compleja cadena de suministro del mayor fabricante y distribuidor de prendas y accesorios deportivos de Ecuador.

Palabras clave: Conducción eficiente, consumo de combustible, rendimiento, estadística descriptiva.

1. Introducción

La presente comunicación recoge los principales aspectos relacionados con un proyecto centrado en el diseño, desarrollo e implantación de un sistema de información que en su momento diera soporte a la compleja cadena de suministro, en especial a lo concerniente a la gestión de los aprovisionamientos, del mayor fabricante y distribuidor de prendas y accesorios deportivos de Ecuador. En este ambicioso proyecto, además del grupo ecuatoriano de empresas (Marathon Sports), ha participado una “spin off” surgida de la Universidad de Vigo (Imatia Innovation, S.L.), una consultora española especializada en Latinoamérica (G3M Operational Consulting, S.L.L.) y un equipo de investigación de la mencionada Universidad.

El proyecto surgió dada la necesidad de gestionar una cadena de suministro cada vez más compleja, tanto por la variedad de casuísticas que contempla, así como por el creciente número de agentes y volúmenes implicados. En este contexto, el papel que juega un adecuado sistema de información resulta imprescindible para el buen funcionamiento de dicha cadena de suministro (Zhang, 2011).

¹Antonio García Lorenzo (✉e-mail: glorenzo@uvigo.es)

Dpto. de Organización de Empresas y Marketing. Escuela de Ingeniería Industrial – Sede Campus.
Universidad de Vigo. C/ Maxwell S/N, 36310 Vigo (Pontevedra).

Asimismo y a pesar de los importantes pasos que ya han dado numerosas compañías de Latinoamérica en el ámbito de la logística y la cadena de suministro, se puede destacar que existe muy poca literatura relevante sobre ello (McGinnis et al., 2012) y, en concreto, que incluya empresas de Ecuador (Teng y Jaramillo, 2006). Quizás, la barrera del idioma es un aspecto todavía a superar.

Con respecto al subsector en el que se centra esta comunicación, también cabe resaltar que apenas hay referencias relacionadas con la distribución deportiva en particular, pudiéndose señalar el trabajo de Forslund (2014), realizado sobre empresas de Suecia.

Finalmente, tras esta introducción, a continuación se reflejan los antecedentes del proyecto, seguidas del alcance y las principales características de la solución abordada y terminando con las conclusiones.

2. Antecedentes

Marathon Sports es el principal grupo de empresas de Ecuador en el sector de la confección y distribución de ropa y accesorios deportivos. Dispone de unas 150 tiendas en el país, con una facturación de unos 250 millones de dólares y una plantilla de unos 1.200 empleados. Además de trabajar con marcas propias, distribuye las que suponen un referente a nivel mundial, tales como Adidas, Nike, Puma, etc.

Para llevar a cabo su actividad, el grupo se estructura en unas 50 empresas, comercializando unas 120 marcas y contando con más de 400 proveedores, tanto nacionales, como internacionales, especialmente asiáticos. Los actores principales en el flujo de suministro son los “Brand Managers” (BM), los Jefes de Categoría (JC), el personal de Importaciones y del Centro de Distribución, que está situado en Quito y que cuenta con unas 200 personas. Finalmente, también es relevante el papel del Departamento Financiero. En total, están implicadas de una forma más directa en la gestión (no en la operación) unas 50 personas.

Con relación a la estructura de las redes de suministro de Marathon Sports, en base a la clasificación propuesta por MacCarthy y Jayaratne (2013), se podría decir que es de tipo “totalmente integrada”, de forma más clara en lo relativo a las marcas propias y menos cuando se trata de las internacionales, ya que, aunque existen relaciones muy estrechas, el mayor poder de decisión en numerosos aspectos recae en estas últimas.

Asimismo, si bien el sistema corporativo de la compañía es JD Edwards, un Enterprise Resource Planning (ERP) bastante extendido en Ecuador en empresas de cierto tamaño, se utilizaban extensas y complejas hojas de cálculo para llevar a cabo la operativa relacionada con los aprovisionamientos, así como una aplicación que las acaba conectando con el ERP para la generación de los artículos y de las órdenes de compra en el mismo.

Como aspecto positivo, estas hojas de cálculo resultaban muy ergonómicas y flexibles, dada la muy elevada cantidad de filas y columnas que se manejaban, así como las numerosas modificaciones que experimentaban a lo largo del flujo de aprovisionamiento. Sin embargo, dificultaban disponer de información accesible, centralizada, homogénea, agregada, limitada en función del puesto de cada persona y acarreaban que todas las numerosas comunicaciones orientadas a la coordinación entre los distintos agentes fuesen telefónicas o mediante correo electrónico.

Con todo ello, la gestión que llevaba a cabo el grupo resulta bastante efectiva, como ponían de manifiesto sus resultados y continuo crecimiento, en buena medida debido al elevado esfuerzo personal y coste que se invertía en ella.

En este contexto y con unas perspectivas de aumento de su volumen y complejidad (actualmente su maestro de artículos está próximo al 1,5 millones de referencias, dado el escaso ciclo de vida de la mayoría de las mismas), el grupo se planteó en 2013 abordar un ambicioso proyecto en el área de aprovisionamientos, descartando incorporar algún módulo o desarrollo sobre el que sigue siendo su actual ERP.

En esta línea, se puede indicar que no siempre se apuesta por adquirir nuevos módulos o desarrollar sobre el ERP original (Moon, 2007), sino que puede ser más adecuado en términos de coste y/o plazo adquirir o desarrollar soluciones que se comuniquen con dicho ERP original (Choi et al., 2013).

Además, como se ha puesto de manifiesto, la complejidad de la distribución deportiva es elevada, dado el considerable número de referencias que maneja, así como la necesidad de contemplar parámetros como son el modelo, color, talla, etc.

Así, la problemática de esta actividad coincide en buena medida con el de la moda en general, en el que hay que tener muy presente sus especificidades a la hora de plantearse el sistema de información (Bertolini et al., 2004). Esto lleva también a las compañías a abordar desarrollos específicos, en especial para aumentar la coordinación a lo largo de la cadena de suministro (Li et al., 2013).

Por último, cabe destacar que el arranque con el sistema se produjo en 2014 y ha ido evolucionando de forma continuada hasta la actualidad.

3. Solución Adoptada. Alcance y Principales Características

Para la elaboración de sistema se ha utilizado la tecnología de la “spin off” denominada Ontimize y que es un entorno de desarrollo rápido de aplicaciones basado en estándares (XML, Java y HTLM5). Esta tecnología permite la realización de soluciones para múltiples entornos y dispositivos, dada su capacidad para generar pantallas para clientes web de navegador o basadas en “clientes ricos” de ventanas.

Dadas las características del sistema realizado, se consideró más adecuada la opción de “cliente rico”, pudiendo accederse al sistema, tanto por red interna, como a través de internet.

En cuanto al alcance del sistema, se puede destacar que cubre desde lo que se denominan las “plantillas de presentación”, pasando por las “plantillas de compra”, el pedido al proveedor y sus diferentes estados de avance, hasta finalizar con sus distintas recepciones en el centro de distribución de Quito. No se contempla el control de reparto a tiendas, aunque se podría haber hecho dada la flexibilidad del sistema y que la información necesaria existe en el mismo, ya que sí se realiza la asignación de mercancía a cada tienda en una de las etapas contempladas. Por último, cabe indicar que también considera los pagos a proveedores, de cara a facilitar la gestión de los mismos.

A su vez, el sistema se integra con el ERP para consultar la mayoría de los maestros, así como para dar de alta los artículos y las órdenes de compra en el mismo. También se ha mantenido la posibilidad de importar y exportar información a partir de hojas de cálculo, dados los miles de registros y decenas de datos (columnas) que se manejan.

De este modo, a continuación se presenta la pantalla principal del sistema para dar una visión general de sus módulos (Figura 1), para seguidamente destacar brevemente sus principales características funcionales.

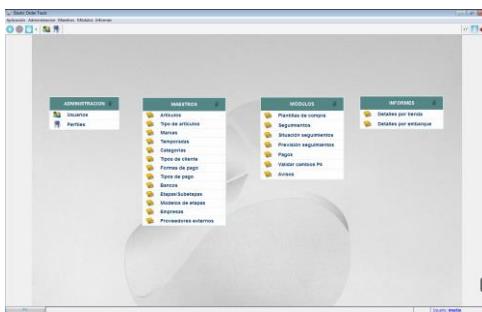


Figura 1. Pantalla principal.

3.1 Definición de etapas y modelos de etapas

Dada la variedad de posibilidades de formas de suministro, derivadas fundamentalmente de la ubicación del proveedor y del medio de transporte utilizado, fue necesario contemplar la posibilidad de definir un número abierto de etapas o estados por los que pudieran pasar los pedidos de compra, si bien algunas de ellas llevan asociadas determinadas acciones que si no se ejecutan no es factible seguir avanzando en el proceso.

A su vez, las etapas se agrupan en modelos (hay grandes diferencias entre un proveedor de Perú, que uno de Sri Lanka), asignando uno por defecto a cada

proveedor. Las etapas en cada modelo contemplan una duración prevista, así como unos días de previos a su finalización para lanzar un aviso. Los modelos de etapas se definen a nivel de marca para evitar interferencias entre ellas (Figura 2).

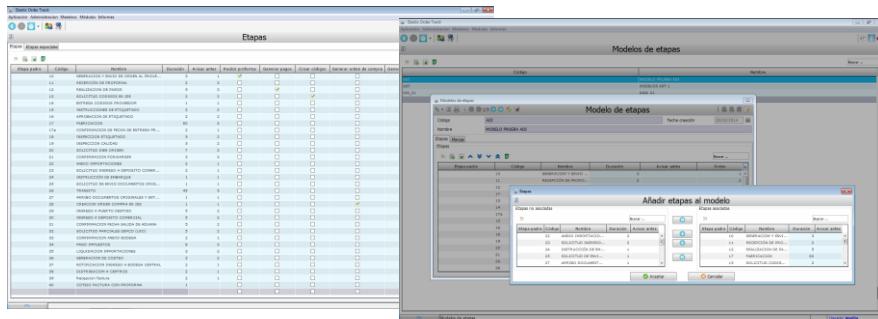


Figura 2 Configuración de etapas y modelos de etapas

3.2 *Seguimientos. Creación, situación, avance y previsión*

A la evolución que experimenta cada pedido de compra (realmente es un conjunto de pedidos correspondientes a una temporada a un proveedor) se le ha denominado “seguimiento”, si bien realmente incluye estados anteriores al propio pedido.

Así, el proceso se inicia por el BM que crea un seguimiento. Luego incorpora al sistema, a partir de hojas de cálculo, las plantillas de presentación, que son el resultado de la negociación entre él y el JC y de él a su vez con el proveedor de la marca. Estas plantillas, además de los artículos e información técnica sobre los mismos, incluyen ya los precios negociados entre el BM y el JC y entre el BM y el proveedor de la marca. Son un total de 49 columnas, que se almacenan buena parte de ellas en un maestro de artículos, habiéndose automatizado la incorporación masiva de imágenes. Tras ello, el JC sube la plantilla de compra, también a partir de una hoja de cálculo (33 columnas) y cuya información principal es la demanda desagregada por artículo (a nivel de talla) por tienda (150 tiendas) y fecha (Figura 3).

A partir de ahí se inicia en sí el seguimiento, agrupando el sistema dicha información desagregada por artículo, talla, cantidad y fecha en lo que se constituye como pedido de compra. Esta información ahora también agregada está disponible para que cada BM realice dicho pedido, ya que los proveedores de las diferentes marcas utilizan sus propios formatos.

Las líneas de pedido van avanzando según el modelo de etapas asignado al seguimiento, pudiéndose comprobar la etapa o estado en el que se encuentran en cada momento. Dada la muy elevada cantidad de información que se maneja y con

el fin de facilitar la ergonomía de la aplicación y el control de los pedidos, se ha contemplado el concepto de “bloque”, que es un conjunto de artículos a nivel de talla de un seguimiento que se encuentra en una etapa. Puede haber varios bloques del mismo seguimiento en la misma etapa y los bloques se pueden ir a su vez desagregando. Así, los seguimientos se pueden visualizar a nivel de bloque o de detalle. También se han introducido colores para indicar que hay etapas retrasadas (amarillo) o cantidades que deben ser ajustadas (rojo) (Figura 4).

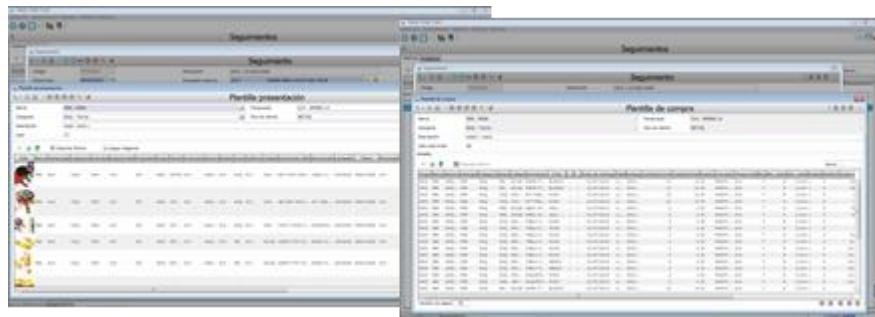


Figura 3. Plantilla de presentación y de compra

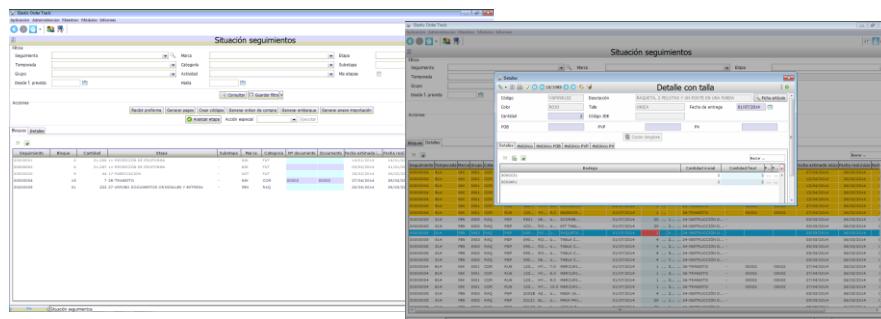


Figura 4 Situación de los seguimientos

Tal como se ha indicado, hay etapas que llevan asociados determinados procesos (creación de códigos, realización de pagos, generación de embarque, ...) que si no se ejecutan, el sistema no permite avanzar a la siguiente etapa.

El avance a través de las etapas es incluso a nivel de talla, es decir que una cantidad correspondiente a una talla de un artículo de una línea de pedido puede pasar de etapa, mientras que otra cantidad del mismo artículo y talla puede permanecer sin avanzar. También puede acontecer que las unidades se reduzcan e incluso eliminen o que se incrementen a nivel pedido de compra, tanto al cambiar de etapa, como durante la misma (acción especial) (Figura 5). Estas variaciones son las que conllevan la necesidad mencionada anteriormente de ajustar las cantidades globales del pedido de compra con las cantidades desagregadas a nivel de tienda. Cuando hay un cambio en las cantidades, el JC recibe un aviso

automático para que sepa que ha habido una modificación, ya que él es el responsable del ajuste.

Finalmente, cabe destacar que se puede hacer una proyección de la situación futura de un seguimiento, a nivel de bloque e incluso tallas, pudiendo estimar si va a haber retraso con respecto a la fecha de entrega inicialmente establecida.

3.3 Configuración de permisos avanzada

Al haber centralizado la información relativa a diversas empresas y marcas, los permisos de acceso al sistema juegan un papel fundamental.

Así, en primer lugar, se establecen perfiles (BM, JC, Importaciones,...), definiendo, tanto qué información pueden crear/modificar o sólo consultar, no sólo a nivel de menú sino que incluso a nivel de campo, como qué tipos de aviso recibirán (cambios en precios, pagos, etc.). En segundo lugar, se incorporan los usuarios bajo estos perfiles, delimitando su acceso a la información en función de marcas y categorías de producto y asignándoles las etapas que va a tener que ejecutar.

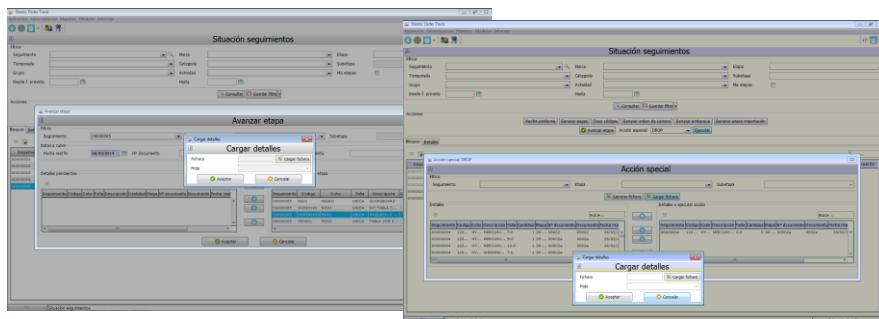


Figura 5. Avance de los seguimientos

3.4 Sistema de avisos

La solución incorpora un sistema automático y manual de avisos, tanto a través de mensajes internos como de correo electrónico. Estos avisos, por un lado, se lanzan automáticamente al usuario responsable de ejecutar cada etapa, cuando ésta se encuentre próxima a finalizar y, al siguiente usuario, cuando se termina.

Por otro lado, como se ha indicado en el apartado anterior, dependiendo de la configuración del perfil, se pueden recibir automáticamente hasta 8 tipos de avisos más, relacionados con cambios en cantidades y precios de venta y coste, pagos y las plantillas de presentación y compras.

4. Conclusiones

La coordinación, tanto vertical como horizontal, a lo largo de la cadena de suministro en su conjunto y en el área de aprovisionamientos en concreto, es fundamental para el buen el funcionamiento global de la compañía (Foerstl et al., 2013).

En compañías con cadenas de suministro complejas se antoja inviable su gestión eficiente a largo plazo sin el adecuado sistema de información que la sustente.

Aunque las soluciones ERP de carácter internacional poseen cada vez un mayor número de módulos y verticales, no siempre resulta fácil disponer de ellos o ponerlos en marcha, ni llegar al nivel de personalización que requiere una compañía para que sea realmente operativo su funcionamiento.

En el proyecto abordado se ha optado por una solución a medida conectada al ERP del grupo de empresas, dada la dimensión y complejidad de su problemática. Está dando ya sus frutos en cuanto a integración de la información, ya que se han o se están gestionado a través de ella unos 200 seguimientos, que incluyen unos 450.000 artículos diferentes e implican a más de 130 usuarios de distintas áreas.

Finalmente, se puede destacar que se ha buscado desde el principio prestar especial atención a la idiosincrasia, costumbres, terminología, etc. de Ecuador (Sheu et al., 2004), si bien ha resultado bastante más fácil que si, por ejemplo, se hubiese tratado de un país asiático (Choi et al., 2013). En este sentido, cabe indicar que las mayores dificultades han estado relacionadas con la diferencia horaria, así como con la calidad de las comunicaciones, si bien esta última aparece con mayor frecuencia de la deseada también en proyectos en España.

Referencias

- Bertolini M, Bevilacqua M, Bottani E, Rizzi A (2004) Requirements of an ERP enterprise modeller for optimally managing the fashion industry supply chain. *The J of Ent Inf Man*, 17(3):180-190
- Choi TM, Chow PS, Liu SC (2013) Implementation of fashion ERP systems in China: Case study of a fashion brand, review and future challenges. *Int J. Prod Eco*, 146:70-81
- Foerstl K, Hartmann E, Wynstra F, Moser R (2013) Cross-functional integration and functional coordination in purchasing and supply management. Antecedents and effects on purchasing and firm performance. *Int J of Oper & Prod Man*, 33(6): 689-721
- Forslund H, (2014) Exploring logistics performance management in supplier/retailer dyads. *Int J of Ret & Dis Man*, 42(3)
- Li WY, Choi TM, Chow PS (2013) Fashion ERP systems and supply chain coordination. *Adv in Sys Sci and App*, 13(2):144-166.
- MacCarthy BL, Jayaratne PGSA (2013) Supply network structures in the international clothing industry: differences across retailer types. *Int J of Oper & Prod Man*, 33(7):858-886

- McGinnis MA, Spillan JE, Virzi N (2012) An empirical study comparing Guatemalan and United States logistics strategies. *The Int J of Log Man*, 23(1):77-95
- Moon YB (2007) Enterprise Resource Planning (ERP): a review of the literature. *Int J of Man and Ent Dev*, 4(3):235-264
- Sheua C, Chaea B, Yang CL (2004) National differences and ERP implementation: issues and challenges. *Omega*, 32: 361-371
- Teng SG, Jaramillo H (2006) Integrating the US textile and apparel supply chain with small companies in South America. *Sup Chain Man: an Int J*, 11(1) 44-55
- Zhang X, van Donk DP, van der Vaart T (2011) Does ICT influence supply chain management and performance? A review of survey-based research. *Int J of Oper & Prod Man*, 31(11):1215-1247

The CIO2017 Proceedings contains the contributions presented in the *XXI Congreso de Ingeniería de Organización / 11th International Conference on Industrial Engineering and Industrial Management*.

This International Joint Conference is promoted by ADINGOR (*Asociación para el Desarrollo de la Ingeniería de Organización*). The conference has been organised by the Research Centre on Production Management and Engineering (CIGIP) and Re-engineering, Organisation, Group Work, and Business Logistics Research Group (ROGLE) at Universitat Politècnica de València (UPV). The CIO2017's motto is: "Engineering Digital Transformation". The mission of the Conference is to promote links between researchers and practitioners from different branches, to enhance an interdisciplinary perspective of industrial engineering and management. It will be a conference of very high standards, built on the experience of previous editions of CIO conferences.

We would like to thank all those who have sent in their work, because these works, after their revision and acceptance, constitute the essential nucleus and *raison d'être* of this conference. In addition, we give an especially warm welcome to our keynote speakers, coming from business and academic world, whose presence at the plenary sessions is an honour for us and which makes the conference more relevant. Likewise, we would like to express our recognition of the effort and work put in by all those people who have made it possible to organize CIO2017. We pay tribute to the Programme Committee who with the thoroughness of their supervision have assured the quality of the accepted papers, to the institutions and sponsors for their trust and support, and to the members of the organizing committee for their keen motivation to ensure there were no loose ends, an almost impossible mission, and to all the people who have directly or indirectly influenced in the smooth progress towards the conference.



**11th International Conference on Industrial Engineering
and Industrial Management**
XXI Congreso de Ingeniería de Organización
PROCEEDINGS



UNIVERSITAT
POLITECNICA
DE VALENCIA



ADINGOR
Asociación para el Desarrollo
de la Ingeniería de Organización



C I G I P
Research Centre on Production
Management and Engineering



ROGLE
Reengineering Operations
GroupWork Logistics Excellence

Editors: Raúl Poler, José P. García-Sabater, Ángel Ortiz-Bas
Carlos Andrés-Romano



UNIVERSITAT
POLITECNICA
DE VALENCIA



ADINGOR
Asociación para el Desarrollo
de la Ingeniería de Organización



C I G I P
Research Centre on Production
Management and Engineering



ROGLE
Reengineering Operations
GroupWork Logistics Excellence

Editors: Raúl Poler, José P. García-Sabater, Ángel Ortiz-Bas
Carlos Andrés-Romano