



**FACULTAD DE INGENIERÍA  
PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
MAESTRÍA EN INGENIERÍA INDUSTRIAL  
BOGOTÁ D.C.**

**LICENCIA CREATIVE COMMONS:** ATRIBUCIÓN-NOCOMERCIAL 2.5  
COLOMBIA (CC BY-NC 2.5)

**AÑO DE ELABORACIÓN:** 2018

**TÍTULO:** Modelo de asignación de equipos montacargas en un operador logístico en Colombia.

**AUTOR (ES):**

Sosa Marentes, Derney Eduardo.

**DIRECTOR(ES)/ASESOR(ES):**

Becerra Fernandez, Mauricio

**MODALIDAD:**

Trabajo de investigación.

**PÁGINAS:** 82 **TABLAS:** 4 **CUADROS:** 0 **FIGURAS:** 24 **ANEXOS:** 0

**CONTENIDO:**

INTRODUCCIÓN

1. MARCO REFERENCIAL

2. METODOLOGÍA

3. DESARROLLO DEL MODELO DE ASIGNACIÓN DE EQUIPOS MONTACARGAS

4. CONCLUSIONES

REFERENCIAS

**RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN  
- RAE -**



**UNIVERSIDAD CATÓLICA**  
de Colombia  
Vigilada Mineducación

RIUCaC

**DESCRIPCIÓN:**

Esta investigación presenta un modelo donde se evidencia una entrega de tiempos y cantidades de carga que comprende de manera sencilla la solución del funcionamiento para cierto número de montacargas y la cantidad requerida dentro del centro de distribución o planta de producción.

**METODOLOGÍA:**

El modelo desarrollado se ejecutó con el software Matlab, que utiliza un lenguaje del cálculo técnico, esta plataforma de MATLAB está optimizada para resolver problemas de ingeniería. El lenguaje está basado en matrices, lo cual permite expresar las matemáticas computacionales.

La metodología inicia con los criterios que se tienen, con la interpretación de las variables de entrada del modelo para finalizar con la representación de la asignación de equipos montacargas especialmente en el área de acondicionamiento, de acuerdo al comportamiento de los datos se establecen condiciones, políticas para posteriormente la toma de decisiones para mejorar los procesos.

**PALABRAS CLAVE:**

OPERADOR LOGÍSTICO, ASIGNACIÓN, MONTACARGAS Y OPTIMIZACIÓN.

**CONCLUSIONES:**

Es un sistema con bases automáticas que maximiza el tiempo para la utilización de los montacargas logrando identificar en que momento hay un tiempo muerto con una iteración inmediata para respuesta rápida.

El mismo sistema se encarga de actualizarse con base a los tiempos para que ninguna línea se desborde de entrada y salida, ya que todas las líneas comienzan en cero y se cuenta con la respuesta de la variable de balance quien relaciona hasta qué punto los montacargas tienen una mayor ocupación.

El método Pert-cpm junto con el desarrollo del modelo simplex se toman como complementos para ser suficiente como método de optimización. No se logra



describir una ruta crítica exacta, puesto que es secuencial el ciclo que esta propuesto.

En el modelo se evidencia los tiempos entre cada línea, que está dado por segundos, hay un tiempo total de los montacargas en movimiento y su debida compensación, es un sencillo modelo que llega a reflejar una realidad y brinda así mismo la oportunidad de saber qué rumbo toma la decisión para mejorar el proceso.

Se podría llegar a potencializar este modelo, para un siguiente nivel de automatización, donde intervengan pseudocódigos, fases de iteración gráficas, redes neuronales que pueda representar datos más específicos, como hora de llegada y salida de mercancía, días en la semana que se recibe o se despacha mercancía. Cabe aclarar igualmente, que este modelo, sirve como base para desarrollar programas para aplicar en áreas como sistema masivo de transporte, puede llegar ayudar a microempresas y ser aprovechado por sistemas automatizados en diferentes campos de ingeniería. Puesto que MATLAB Puede ejecutar sus análisis en conjuntos de datos de mayor tamaño y escalar a clústers y nubes, el código MATLAB se puede integrar con otros lenguajes. lo que permite desplegar algoritmos y aplicaciones en sistemas web, empresariales o de producción.

#### **FUENTES:**

- A., F. (1989). Asymmetry in energy system uncertainty. *IEEE Transactions on Systems*, 1053-1059.
- Ashok Kumar, Z. M. (1997). A dynamic Tool Requirement Planning Model for Flexible Manufacturing Systems. *International Journal*.
- Aydim, Y. (2014). *Value added trade, global valu chains, and trade policy: renewed push for trade liberalization*. Bélgica: University of Antwerp Centre for Institutions and Multilevel Politics Belgium.
- Ayikut Atah, H. L. (2006). If the Inventory Manager Knew: Value of visibility and RFID under imperfect Inventory Information. *Stanford University*, 34-45.



- Banco Mundial. (28 de 06 de 2016). <http://www.bancomundial.org>. Obtenido de <http://www.bancomundial.org/es/news/press-release/2016/06/28/germany-tops-2016-logistics-performance-index>
- Barahona, G. C. (2000). *Simulación Discreta*. Santiago de Calí: Oficina de artes gráficas Pontifica Universidad Javeriana.
- Barbara Gladysz, D. S. (2015). Project risk time management - a proposed model and a case study in the construction industry. *ELSEVIER*, 24-31.
- Bender, E. A. (1978). *Introduction to mathematical modeling*. USA: John Wiley & Sons.
- Bhanuteja Sainathuni, P. J. (2014). El problema de almacén-inventario-transporte para las cadenas de suministro. *European Journal of Operational Research*, 690-700.
- Bikram Sharda, N. A. (2012). Selección de make-to-acciones políticas y de aplazamiento para diferentes productos en una fábrica de productos químicos: Un estudio de caso utilizando simulación de eventos discretos. *Revista Internacional de Economía de la Producción*.
- Bretthauer, K. (1995). Capacity Planning in networks of queues with manufacturing applications. *Pergamon*, 35-46.
- Burkard, D. (2009). Assignment Problems. *USA, Society for Industrial and Applied Mathematics*, 2.
- Comercio, O. M. (2010). *Servicios de Logística, Nota de la Secretaría*. Consejo del Comercio de Servicios.
- Competitividad, C. P. (s.f.). *WWW,compite.com.co/*. Obtenido de Capitulo 6. Infraestructura, transporte y logística: <http://www.compite.com.co/site/wp-content/uploads/2012/10/6-Infraestructura-Transporte-y-Logistica.pdf>
- Cooper, K. (1980). Naval ship Production: a claim sttled and a framework built. *Interfaces*, 20-36.



- Corral, M. P. (2015). *Encuesta Anual de Servicios*. Bogotá: Boletín Técnico del DANE.
- Desarrollo, Plan Nacional de. (2014). *Bases del Plan Nacional de Desarrollo 2014-2018*. Bogotá: Versión preliminar para Discusión del Consejo Nacional de Planeación.
- DH, M. (1980). The Unavoidable A Priori. *Elements of the System Dynamics Method*, Productivity Press, 23-57.
- EUROPEA, P. A.-U. (31 de Diciembre de 2013). *UE.PROCOLOMBIA.CO*. Obtenido de PROCOLOMBIA EXPORTACIONES TURISMO INVERSIÓN MARCA PAÍS: <http://ue.procolombia.co/abc-del-acuerdo/generalidades-del-acuerdo>
- Evans, D. C. (1994). *The service Quality Solution: Using service management to gain competitive advantage*. Ridge Illinois: Thompson Ediciones.
- F.A, K. J. (2006). A model for warehouse layout: Un modelo para la distribución del almacén. *RSM Erasmus University, The Netherlands*, 1-16.
- Feng Yang, J. L. (2012). Transferencia de modelado función basada en la simulación para el análisis de transitorios de sistemas de colas generales. *European Journal of Operational Research*.
- Figueroa, S. I. (2009). Identificación Robusta de Modelos Wiener y Hammerstein. *CEA Comité Español de automática*, 46-55.
- Figueroa, S. I. (2009). Identificación Robusta de Modelos Wiener y Hammerstein. *CEA Comité Español de automática*.
- Ford, D. a. (1998). Dynamic modeling of product development processes. *System Dynamics Review*, 31-68.
- Forrester, J. (1961). *Industrial Dynamics*. Cambridge: Waltham, MA.
- Fredrik Persson, M. A. (2009). El desarrollo de un análisis de la cadena de suministro de herramientas de integración dinámica de SCOR y simulación



de eventos discretos. *Revista Internacional de Economía de la Producción*, 574-583.

Gabriel Escobar, M. S. (2013). *Estudio para la gestión del almacenamiento de producto terminado en una empresa del sector logístico*. Santiago de Calí: Trabajo de grado.

García, L. A. (2011). *Gestión logística en centros de distribución, bodegas y almacenes*. Bogotá: Ecoe Ediciones.

Gordillo, J. A. (1997). *Dinámica de sistemas*. Madrid: Alianza editorial.

Gustavo Ordoñez Quintana y Ernesto Quiroga Gutiérrez. (1992). *Administración de almacenes, bodegas y centros de distribución*. (pág. 60). Bogotá: Incolta.

Hernández, G. B. (2011). *Estudio de la desintermediación de una cadena de suministro de consumo masivo, modelación con dinámica de sistemas*. Cali: Universidad el Valle.

Ivan Beker, V. J. (2011). *using shortest-path algorithms for forklift route planning and optimization*. *XV International Scientific Conference on Industrial Systems, Serbia*, 34-43.

J Banks, J. C. (1996). *Discrete-Event System Simulation*. USA: Second Edition, Prentice-Hall International.

J.A Orjuela, I. H. (2008). *Modelo Integral y Dinámico para la Gestión de empresas de Servicios*. Bogotá: Universidad Católica de Colombia.

Jóhannsson, E. H. (2011). *Previsión y optimización para un modelo*. Reykjavik: Universidad Reykjavik.

Jr, D. S. (1998). *Planeación y control de la Producción*. México: Primera edición McGraw-Hill.

Jun-Yan, L. (2012). *Schedule Uncertainty Control: A Literature review*. *ELSEVIER*, 1842-1848.



- Kelen C Teixeira, J. P. (2009). AUTOMATIC ROUTING OF FORKLIFT ROBOTS IN WAREHOUSE. *20th international congress of Mechanical Engineering*, 67-76.
- Kogan, J. y. (2006). Inventarios y costos logísticos en países en desarrollo: niveles y determinantes, una bandera roja para la Competitividad y el Crecimiento. *Revista de la Competencia y la Propiedad Intelectual*.
- Koster, K. J. (2001). Routing methods for warehouses with multiple cross aisles. *Erasmus University Rotterdam*, 24-35.
- Kwame Owusu Kwateng, K. k. (2014). Outbound logistics management in manufacturing companies in Ghana. *Review of business and finance studies*, 83-92.
- L. Preziosi, L. B. (1995). *Modelling Mathematical Methods and Scientific Computation*. CRC Press.
- L., E. A. (1981). *Estudio de Factibilidad para establecer un centro de distribución de productos perecederos en Ibagué*. Ibagué: Universidad del Tolima.
- Liberman, F. H. (2002). *Introducción a la investigación de operaciones*. México: McGraw-Hill.
- Loo, C. L. (2009). A SIMULATION STUDY OF WAREHOUSE LOADING AND. *Journal of Quality Measurement and Analysis*, 45-56.
- Maharesi, R. O. (2013). Decision support System of Herb's Production Scheduling Based On good Traditional Medicine Manufacturing Practices (GTMMMP) Standar. *ELSEVIER*, 613-617.
- Maram Shqair, S. A.-S. (2005). Un estudio estadístico que emplea el modelado basado en agentes para estimar los efectos de los diferentes parámetros de almacén en la distancia recorrida en los almacenes. *Simulación Práctica y Teoría Modelado*, 122-135.



- Matta, A. A. (2013). Programación matemática algoritmo de descomposición basada en el tiempo para la simulación de eventos discretos. *European Journal of Operational Research*, 557-566.
- Mete MAZLUMa, A. F. (2015). CPM, PERT and Project Management With Fuzzy Logic Technique. *ELSEVIER*, 348-357.
- Min-de Shen, L.-q. C.-m.-n. (2014). theory research of intensive and automatic warehouse system based on lane switch shuttles. *5 th International Asia Conference on Industrial Engineering and Management Innovation (IEMI 2014)*, 44-56.
- Montellano, C. G. (2011). Validación y calibración experimental de modelos de elementos discretos en 3D para la simulación del flujo de descarga en silos. *European Journal of Operational Research*.
- Moreno Velásquez Luis, V. H. (2006). Solución al problema combinado de ubicación estratégica de almacenes y asignación de inventarios usando técnicas heurísticas. *RedDyna*, 5-17.
- Mundial, F. E. (01 de Septiembre de 2015). *WORLD ECONOMIC FORUM*. Obtenido de Informe de Competitividad: <http://reports.weforum.org/global-competitiveness-report-2015-2016/economies/#indexId=GCI&economy=COL>
- Mundial, G. B. (2012). *El desempeño a nivel mundial de la logística comercial disminuyó en medio de la recesión y de acontecimientos importantes*. Washington: Grupo Banco Mundial BIRF-ALF.
- Mundial, G. B. (2014). *Informe del índice de desempeño logístico: La brecha se mantiene*. Washington: Grupo Banco Mundial BIRF-ALF.
- Ogata, K. (2003). *Ingeniería de Control Moderna*. Madrid: PEARSON Prentice Hall Cuarta Edición.
- Planeación, D. N. (2015). *DNP lanzará Plan Maestro Logístico para Colombia en 2016*. Bogotá: Portal Web DNP.





- Planeación, Departamento Nacional de. (2015). *DNP revela resultados preliminares de la Encuesta Nacional Logística*. Bogotá: Portal Web DNP.
- Portafolio.co. (6 de febrero de 2018).  
<http://www.portafolio.co/economia/colombiana>. Obtenido de  
<http://www.portafolio.co/economia/colombiana>:  
<http://www.portafolio.co/economia/colombiana-creceria-un-3-en-2018-513985>
- Prins, A. C. (2010). Recent Results on Arc Routing Problems: An Annotated Bibliography. *METWORKS, An international Journal*, 12-19.
- R.B Chase, F. J. (2005). *Administración de la producción y operaciones para ventaja competitiva*. México: McGraw-Hill.
- Rafal Cupek, A. Z. (2016). agent-based manufacturing execution system for-series production scheduling. *ELSEVIER, computers in Industry*, 245-258.
- RD Meller, K. G. (2014). Un modelo de diseño de pasillo constructivo para los almacenes de carga unitaria con múltiples puntos de recogida y depósito. *European Journal of Operational Research*.
- Riezebos, J. (2003). Liberación de órdenes de trabajo y balance de capacidad en manufactura sincronizada. *Production Systems Design /Department of Operations/University of Groningen*, 7-16.
- Ritzman, L. K. (2000). *Administración de operaciones, estrategia y análisis*. México: Pearson Education.
- Robert Bateman, R. B. (1992). *System Improvement Using Simulation*. Promodel Corp.
- Roberto Cigolini, P. M. (2005). La vinculación de la configuración de la cadena de suministro para abastecer performance cadena: Un modelo de simulación de eventos discretos. *Simulation Modelling Practice and Theory*, 1-11.



- Sekar Sundararajan, S. W. (1998). Application of a Decision Support System for operational decisions. *Computers & Industrial Engineering*, 33-41.
- Shakeri, M. (2011). Truck Scheduling Problem in Logistics of Crossdocking. *School of Computer Engineering, Nanyang Technological University*, 1-28.
- Soto de la Vega Diego, V. J. (2014). Metodología para la localización de centros de distribución a través de análisis multicriterio y optimización. *DyneRed*, 14-19.
- Spearman, W. H. (2001). *Factory Physics: Foundations of Manufacturing Management*. New York: McGraw-Hill.
- Stefan Vonolfen, M. K. (2012). OPTIMIZING ASSEMBLY LINE SUPPLY BY INTEGRATING WAREHOUSE PICKING AND. *Winter Simulation Conference*, 56-69.
- Sterman, J. (2000). *Business Dynamics: Systems Thinking and Modeling for a Complex World*. Boston: Irwin/McGraw-Hill.
- Taha, H. (2004). *Investigación de operaciones*. México: Pearson Education.
- Thompson, G. M. (1995). Labor scheduling using NPV estimates of the marginal benefit of additional labor capacity . *Journal Of Operations Management*, 4-15.
- TOMÁS MANUEL BAÑEGIL PALACIOS, A. C. (2015). *MANUAL DE DIRECCIÓN DE OPERACIONES*. Madrid: COPYRIGHT.
- Umut Rifat Tuzkaya, S. O. (2009). Una metodología de integración enfoque basado holónico para funciones de transporte y almacenamiento de la red de suministro. *Informática e Industrial Ingeniería*, 708-723.
- Villa, J. P. (2005). Enfoque no paramétrico para el filtrado de sistema de tiempo discreto no lineal y parametros desconocidos. *Deheuvels*, 120-134.
- Viquez, J. U. (1999). *Programación de Operaciones*. Heredia: Editorial Universidad Estatal a Distancia.



- Walker WE, H. J. (2003). Defining uncertainty: a conceptual basis for uncertainty management in model-based decision support. *Integrated Assessment*, 5-17.
- Wen-Qiang Yang, L. D. (2013). Warehouse scheduling performance analysis considering LHRL. *Verlag Berlin Heidelberg*, 136-142.
- William Marin Marin, E. V. (2013). Desarrollo e implementación de un modelo. *Revista EIA*, 2-14.
- Zhao, J. Q. (2012). Algorithm of finding Hypo-Critical path in network planning. *ELSEVIER*, 1520-1529.