



Innovation in research and engineering education:  
key factors for global competitiveness  
*Innovación en investigación y educación en ingeniería:  
factores claves para la competitividad global*

# HERRAMIENTA PARA ENSEÑANZA DEL MODELO (s,Q) MEDIANTE SIMULACIÓN EN UN CURSO DE GESTIÓN DE INVENTARIOS

Carlos A. Castro Zuluaga, Jaime A. Castro Urrego

Universidad EAFIT  
Medellín, Colombia

## Resumen

En los últimos tiempos la gestión de inventario se ha convertido en un tema crítico dentro de las empresas, ya que mediante una buena administración de los mismos es posible generar ventajas competitivas. Este artículo muestra una herramienta de simulación desarrollada en VBA de Microsoft Excel®, que tiene como propósito principal ayudar a los estudiantes en el proceso de enseñanza aprendizaje de la teoría general de inventarios, la cual busca mejorar las habilidades y las capacidades de los estudiantes para tomar decisiones acertadas relacionadas con la gestión efectiva de inventarios.

**Palabras clave:** gestión de inventarios; toma de decisiones; enseñanza-aprendizaje

## Abstract

*In recent years, inventory management has become a critical issue within companies because a suitable management of inventories can drive toward improve their competitive advantages. This paper presents a simulation tool developed in VBA of Microsoft Excel®, which has the main purpose to help students in their teaching and learning processes of the inventory management theory, in order to enhance the skills and abilities of them in the decision making process related with an effective management of stocks.*

**Keywords:** *inventory management; decision making process; teaching-learning process*

## 1. Introducción

En los últimos años, la gestión adecuada de los inventarios ha tomado una mayor relevancia dentro de la estrategia operacional de las compañías y se ha convertido en un factor clave para poder mejorar las ventajas competitivas de las organizaciones, mediante la reducción de los costos logísticos, el mejoramiento

de los niveles de servicio, la entrega de pedidos de manera confiable y a tiempo y del incremento de la flexibilidad del negocio (Ketchen, et al., 2008).

Mantener los niveles de inventario elevados representa un problema para las finanzas de las empresas. De acuerdo a algunos estudios realizados en América Latina (Gonzalez, et al., 2007), los niveles de inventario que se mantienen en algunos países de la región son en promedio 3 veces mayores a los mantenidos por aquellos países que hacen parte de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OECD, por sus siglas en inglés). Por su parte, el Índice de Desempeño Logístico (LPI) medido por el Banco Mundial, indica que la mayor parte de los países de la región ocupan puestos superiores al 50 en un listado 156 naciones (Arvis, et al., 2007). En Colombia específicamente, de acuerdo a encuestas como las presentadas por (Rey, 2008; Gutiérrez, et al., 2008) el costo del inventario puede representar cerca del 20% de las ventas de las compañías. Las anteriores cifras permiten concluir que muchos países de la región presentan desventajas competitivas que deben ser abordadas urgentemente desde la administración de inventarios tanto a nivel industrial como desde la academia

A nivel industrial, los encargados de la administración de inventarios deben tomar decisiones relacionadas con tres preguntas básicas: i) qué cantidad pedir de los diferentes ítems o SKU`s (Stock Keeping Units por sus siglas en inglés) ya sea a sus proveedores o para producción; ii) con qué frecuencia se debe revisar el inventario y iii) cuándo se debe liberar la orden (Silver, et al., 1998). Actualmente en la mayoría de las empresas estas decisiones son tomadas de forma intuitiva o por experiencia por personas poco capacitadas en la gestión de inventarios, lo que ha conducido a tener los bajos índices mostrados anteriormente. Es por esto que es inminente que la gestión de inventarios en las empresas sea asumida por profesionales capacitados adecuadamente para tomar decisiones acertadas y administrar los inventarios de forma eficaz. Para ello es necesario incluir en los programas de pregrado y posgrado materias o módulos en los que los estudiantes puedan adquirir las competencias y habilidades necesarias para abordar con éxito los desafíos que enfrenta la industria.

Son varias las alternativas metodológicas que se han desarrollado como propuesta para la enseñanza en la administración de inventarios. Garcia-Sabater, et al. (2011) proponen la utilización de Edublogs (sitios web que los usuarios pueden construir y actualizar a través de la publicación de contenido multimedia y comentarios) como herramienta para la enseñanza en administración de inventarios en un curso de posgrado. Por su parte Cobb (2013) presenta la utilización de hojas de cálculo para la enseñanza del modelo (s,Q) con minimización de costos en un curso de administración de operaciones. Asimismo, Castro-Zuluaga (2013) propone la utilización de hojas de cálculo para la enseñanza del modelo (s,Q) en un curso de posgrado, usando como regla de decisión el porcentaje de la demanda satisfecho con el inventario.

Por su parte la simulación ha constituido una de las formas más efectivas para lograr la aplicación del conocimiento teórico por medio de la toma de decisiones en condiciones de incertidumbre (Klassen, et al., 2003) y la adquisición de habilidades complejas en ambientes controlados y en corto tiempo (Wildman, et al., 2009). Recientemente (Umble, et al., 2013) presentaron una metodología para la enseñanza de gestión de inventarios mediante simulación, en la que los estudiantes determinan las cantidades a pedir con base a pronósticos y se evalúan los costos en los que han incurrido por excesos o por faltantes. Otros autores reportan un mejor aprendizaje de los estudiantes sobre los costos asociados al manejo de inventarios y una mejor comprensión de las dificultades a las que se deberán enfrentar en la administración de stocks (Umble, et al., 2013). Así mismo, (Dhumal, et al., 2008) plantean un juego utilizado para la enseñanza de gestión de inventarios en cadenas de suministros; reportando un mejoramiento en el aprendizaje y la motivación de los

estudiantes por la materia. Otras aplicaciones de simulación en la enseñanza de gestión de inventarios se pueden encontrar en (Pope, 1981; Oberstone, 2008; Tseng, 2005 y Meyer, et al., 2011).

En éste artículo se presenta una herramienta de simulación desarrollada en Visual Basic for Applications (VBA) de Microsoft Excel® que puede ser utilizada como soporte en el proceso de enseñanza-aprendizaje en un curso de Gestión de Inventarios. Esta primera versión de la herramienta se enfoca en el modelo de control conocido como punto de reorden ( $s$ ) y cantidad fija de abastecimiento ( $Q$ ) el cual es uno de los modelos de control más utilizados en la industria. El aplicativo permite a los estudiantes evaluar las decisiones que se tomen sobre el tamaño de lotes a pedir, el punto de reorden y el stock de seguridad, mediante la medición de los niveles de servicio y diferentes costos asociados con la gestión de inventarios (costos de ordenar, mantener y faltantes). Asimismo, los usuarios pueden evaluar el impacto y efectividad de sus decisiones en diferentes escenarios, permitiéndoles además comparar el resultado práctico obtenido en las simulaciones con los resultados arrojados por modelos teóricos enseñados en clase. Se espera que la herramienta desarrollada permita disminuir la brecha que los estudiantes perciben que existe entre la teoría de gestión de inventarios y la práctica, así como desarrollar sus capacidades para la toma efectiva de decisiones y la utilización de modelos matemáticos para la administración de existencias a nivel industrial.

El artículo está organizado de la siguiente manera: esta introducción es seguida de la sección 2 en donde se describen de manera general las características del curso y de los estudiantes a los que está orientada la herramienta. En la sección 3 se presenta el modelo de simulación desarrollado, las variables que intervienen y una breve explicación del mismo. Finalmente en la sección 4 se enumeran algunas de las conclusiones y trabajo futuro

## **2. Caracterización del Curso y de los estudiantes**

El curso de Almacenamiento y Gestión de Inventarios hace parte de la línea de énfasis en Gestión de Operaciones y Logística del pregrado en Ingeniería de Producción y también de la Especialización en Dirección de Operaciones y Logística, ambos programas pertenecientes al programa de Ingeniería de Producción, de la Universidad Eafit, en Medellín – Colombia.

Los estudiantes que cursan la materia en el pregrado son del último año de la carrera de Ingeniería de Producción, quienes han tenido por lo menos seis meses de experiencia con la industria en el semestre obligatorio de práctica, pero no necesariamente relacionados con la gestión de inventarios. Por su parte los estudiantes de posgrados provienen de varias universidades ubicadas principalmente en el área metropolitana de la ciudad y han terminado diferentes pregrados principalmente relacionados con ingeniería (entre las que se encuentran: industrial, producción, procesos, diseño, mecánica y civil) y programas de administración con énfasis en negocios, mercadeo y finanzas principalmente. Estos estudiantes en su gran mayoría trabajan en empresas de manufactura o servicios, en cargos que van desde compradores y negociadores, pasando por planeadores y programadores de producción, hasta jefes de transporte o distribución. Al igual que los estudiantes de pregrado, no necesariamente han estado ligados a la administración de inventarios o la toma de decisiones en el reabastecimiento de suministros o productos finales, pero si se ven afectados directa o indirectamente por el manejo y las decisiones que se tomen en esta área.

Los grupos de clase están conformados en promedio por 25 estudiantes tanto para el curso de pregrado como para el de posgrado. Los estudiantes del grupo de pregrado tienen en promedio una edad de 22 años, mientras que el promedio para los estudiantes de posgrado es de 28 años.

El curso de Almacenamiento y Gestión de Inventarios tiene una duración de 48 horas, de las cuales el 50% es dedicado a la enseñanza de modelos para gestión de inventarios. El curso de pregrado se dicta durante 8 semanas con una sesión semanal de 3 horas, de las cuales 18 horas se llevan a cabo en aulas de cómputo. Por su parte el curso de posgrado se dicta durante 3 semanas, con un total de 6 sesiones de 4 horas los viernes y 4 horas los sábados. En este caso el número de sesiones en aula de cómputo es de 16 horas.

Finalmente, todos los estudiantes están familiarizados con el uso de hojas electrónicas de cálculo, específicamente con Microsoft Excel<sup>®</sup> en niveles que van de básicos a intermedios, pero casi ninguno tiene habilidades en el uso de VBA.

De acuerdo a lo anterior se puede observar que el grupo de estudiantes que asisten al curso no es muy homogéneo, ya que provienen de carreras no necesariamente afines entre sí, tienen experiencia en áreas de trabajo muy diferentes, los que laboran, lo hacen en diversos tipos de empresas y en cargos que no necesariamente están relacionados con la gestión de inventarios y, finalmente, los conocimientos y habilidades que tienen en Excel son muy desiguales.

Por otra parte, se tiene una limitante en el tiempo disponible para poder cubrir de forma adecuada la totalidad de programa de la materia, siendo más complicado este aspecto para los estudiantes de pregrado, por las limitaciones explicadas anteriormente.

Por todo lo anterior, el objetivo es utilizar de manera más eficiente el tiempo de clase mediante el empleo de diferentes herramientas computacionales, que permitan al estudiante desarrollar las habilidades y capacidades necesarias para entender de forma correcta la teoría de control de inventarios, de modo que posteriormente pueda aplicarla exitosamente a nivel industrial, esto conducirá a una disminución de la brecha existente entre la teoría y la práctica. Una de las herramientas que se pueden utilizar para ello es la simulación, la cual se explicará en el próximo numeral.

### **3. Modelo de Simulación**

Como se mencionó anteriormente, la idea es brindar al estudiante herramientas que le permitan mejorar su proceso de enseñanza-aprendizaje en la gestión de inventarios, de manera que por una parte se logre utilizar el tiempo de clase de manera más efectiva y por otra, los estudiantes realmente puedan desarrollar sus habilidades para mejorar el proceso de toma de decisiones en una área que ha mostrado ser crucial para la competitividad de una empresa.

Con el fin de apoyar al proceso descrito anteriormente, se ha desarrollado un modelo en VBA que permite simular el comportamiento del inventario de un solo producto, controlado mediante la política de revisión continua con punto de reorden y cantidad fija a pedir (s, Q). En este modelo se supone que la demanda es aleatoria distribuida normalmente y se conoce el tiempo de entrega por parte del proveedor. El modelo supone que todas las unidades agotadas pueden ser abastecidas en el siguiente ciclo de suministro. Esto quiere decir que los clientes están dispuestos a esperar a el producto esté disponible para la entrega, pero con una penalización que tiene que ser asumida por la empresa.

Como parámetros de entrada para realizar la simulación, el estudiante debe conocer el costo unitario del producto, el cargo por mantener (expresado en  $\$/\$/\text{año}$ ), el costo de ordenar (expresado en  $\$/\text{orden}$ ), los costos de penalización por ocasión de agotados (que se definirá como B1 y se expresa en  $\$$ ) y/o la fracción del costo variable a penalizar por cada unidad que se agote (que se definirá como B2 y se expresa como un porcentaje del costo variable del producto). Igualmente los estudiantes reciben información sobre el tiempo de entrega, el inventario inicial existente, y el promedio y desviación de la demanda por período.

Con base en la anterior información, para poder ejecutar el simulador el estudiante debe tomar la decisión de cuándo realizar un abastecimiento, es decir cuál es el punto de reorden; cuánto pedir cada vez que el inventario este exactamente en el punto de reorden o por debajo (esto es, definir cuál es la cantidad fija a pedir); y cuál es el stock de seguridad que quisiera mantener para contrarrestar los cambios imprevistos de la demanda.

Una vez se ingresen todos los parámetros de entrada, se debe definir la forma como se desea medir el desempeño de las decisiones tomadas en términos de costos y de niveles de servicio. En cuanto al costo, tal como se mencionó anteriormente, es necesario ingresar el valor ya sea de B1 o de B2, de acuerdo a como se desee que se costeen los faltantes. Por su parte, el modelo de simulación obtiene los niveles de servicio por número de unidades agotadas (expresado como P2 y conocido como nivel de servicio en unidades o tasa de cumplimiento) y por cantidad de períodos en los que se incurrió en faltantes (expresado como P1 y conocido como nivel de servicio en el ciclo).

En la figura 1 se muestra la pantalla principal utilizada para la ejecución del simulador. Como se puede apreciar en la parte izquierda de la figura, se encuentran los parámetros del modelo (decisiones que toma cada estudiante en relación a punto de reorden, cantidad a ordenar y stock de seguridad) y datos propios del producto como inventario inicial y tiempo de entrega. También se puede observar en la misma parte, la información relacionada con la demanda promedio y la desviación de la demanda, información fundamental para generar aleatoriamente la demanda del producto, para este caso con una distribución normal. Finalmente en la parte inferior izquierda de la misma pantalla se debe ingresar toda la información relacionada con costo y seleccionar la manera en que se medirá el desempeño de las decisiones tomadas en términos de costos y niveles de servicio.

En la parte derecha de figura 1 se muestran los primeros períodos del horizonte de simulación, donde se registra para cada período la demanda simulada el inventario neto (existencias físicas) que hubo al final del período, las cantidades pedidas al proveedor y la posición del inventario (inventario en tránsito más inventario neto).

Figura 1. Pantalla principal simulador de inventario



Adicionalmente, la herramienta le permite al estudiante observar el comportamiento que tuvo el inventario durante todo el horizonte de planeación y conocer los valores esperados para el nivel de servicio y los costos totales asociados, tal como se muestra en la figura 2.

Figura 2. Comportamiento del inventario y medidas de desempeño



La Figura 3 muestra la pantalla de Resultados Cálculos Iterativos, en la que se muestran los costos por compra de productos, por ordenar, por mantenimiento de inventario y por faltantes, así como los niveles de

servicio medidos como porcentaje de la demanda satisfecha desde el estante o tasa de cumplimiento y fracción del tiempo sin faltantes.

**Figura 3. Pantalla de resultados cálculo iterativo**

RESULTADOS CÁLCULO ITERATIVO													
Nº ITERACIÓN	PROBABILIDAD DE NO PRESENTAR FALTANTES POR CICLO DE ABASTECIMIENTO (%)	FRACCIÓN DE DEMANDA SATISFECHA DESDE EL ESTANTE (%)	FRACCIÓN DE TIEMPO SIN FALTANTES (%)	COSTO DE COMPRA (\$)	COSTO DE ORDENAR (\$)	COSTO DE MANTENER (\$)	COSTO DE FALTANTES (\$)	COSTO TOTAL (\$)	PROMEDIO MÓVIL P1	PROMEDIO MÓVIL P2	PROMEDIO MÓVIL P3	PROMEDIO COSTO TOTAL	
1	99.5652	99.9833	99.7222	\$ 36,360,000.0	\$ 690,000.0	\$ 157,620.8	\$ 3,900.0	\$ 37,211,520.8	99.5652	99.9833	99.7222	37,211,520.8	
2	99.5392	99.9296	99.7222	\$ 34,560,000.0	\$ 651,000.0	\$ 166,333.3	\$ 15,600.0	\$ 35,392,933.3	99.5522	99.9564	99.7222	36,302,227.1	
3	99.5516	99.9176	99.7222	\$ 36,840,000.0	\$ 669,000.0	\$ 154,325.0	\$ 19,500.0	\$ 37,682,825.0	99.5520	99.9435	99.7222	36,762,426.4	
4	99.5671	99.9300	99.7222	\$ 34,800,000.0	\$ 693,000.0	\$ 164,550.0	\$ 15,600.0	\$ 35,673,150.0	99.5558	99.9401	99.7222	36,490,107.3	
5	100.0000	100.0000	100.0000	\$ 34,920,000.0	\$ 660,000.0	\$ 165,491.7	\$ -	\$ 35,745,491.7	99.6446	99.9521	99.7778	36,341,184.2	
6	100.0000	100.0000	100.0000	\$ 33,480,000.0	\$ 639,000.0	\$ 171,766.7	\$ -	\$ 34,290,766.7	99.7038	99.9601	99.8148	35,999,447.9	
7	100.0000	100.0000	100.0000	\$ 34,440,000.0	\$ 654,000.0	\$ 166,854.2	\$ -	\$ 35,260,854.2	99.7462	99.9658	99.8413	35,893,934.5	
8	100.0000	100.0000	100.0000	\$ 35,040,000.0	\$ 663,000.0	\$ 164,475.0	\$ -	\$ 35,867,475.0	99.7779	99.9701	99.8611	35,890,627.1	
9	99.5536	99.8845	99.7222	\$ 36,840,000.0	\$ 672,000.0	\$ 155,612.5	\$ 27,300.0	\$ 37,694,912.5	99.7530	99.9606	99.8457	36,091,103.2	
10	100.0000	100.0000	100.0000	\$ 35,040,000.0	\$ 666,000.0	\$ 163,254.2	\$ -	\$ 35,869,254.2	99.7777	99.9645	99.8611	36,068,918.3	
11	100.0000	100.0000	100.0000	\$ 31,080,000.0	\$ 636,000.0	\$ 183,412.5	\$ -	\$ 31,899,412.5	99.7979	99.9677	99.8737	35,689,872.3	
12	100.0000	100.0000	100.0000	\$ 32,880,000.0	\$ 633,000.0	\$ 174,516.7	\$ -	\$ 33,687,516.7	99.8147	99.9704	99.8843	35,523,009.4	
13	100.0000	100.0000	100.0000	\$ 32,520,000.0	\$ 642,000.0	\$ 176,612.5	\$ -	\$ 33,338,612.5	99.8290	99.9727	99.8932	35,354,978.8	
14	100.0000	100.0000	100.0000	\$ 36,840,000.0	\$ 687,000.0	\$ 154,458.3	\$ -	\$ 37,681,458.3	99.8412	99.9746	99.9008	35,521,156.0	
15	99.5495	99.9822	99.7222	\$ 34,320,000.0	\$ 666,000.0	\$ 168,462.5	\$ 3,900.0	\$ 35,158,362.5	99.8217	99.9751	99.8889	35,496,969.7	
16	99.0826	99.1956	99.4444	\$ 35,520,000.0	\$ 654,000.0	\$ 162,025.0	\$ 183,300.0	\$ 36,519,325.0	99.7755	99.9264	99.8611	35,560,866.9	
17	97.2727	97.0416	97.7778	\$ 35,400,000.0	\$ 660,000.0	\$ 162,954.2	\$ 670,800.0	\$ 36,893,754.2	99.6283	99.7567	99.7386	35,639,272.1	
18	100.0000	100.0000	100.0000	\$ 35,520,000.0	\$ 681,000.0	\$ 161,316.7	\$ -	\$ 36,362,316.7	99.6490	99.7702	99.7531	35,679,441.2	
19	100.0000	100.0000	100.0000	\$ 34,800,000.0	\$ 651,000.0	\$ 164,887.5	\$ -	\$ 35,615,887.5	99.6674	99.7823	99.7661	35,676,096.3	
20	100.0000	100.0000	100.0000	\$ 34,080,000.0	\$ 654,000.0	\$ 168,975.0	\$ -	\$ 34,902,975.0	99.6841	99.7932	99.7778	35,637,440.2	

En la Tabla 1 se muestra tres posibles escenarios hipotéticos en los que se evalúa el desempeño de las decisiones tomadas para un artículo en particular, en lo referente a los parámetros de control del modelo (s,Q), específicamente en el punto de reorden para un horizonte de planeación de un año.

**Tabla 1. Escenarios hipotéticos de simulación**

Escenario	1	2	3	4 (Teórico)
Punto de Reorden	400	100	212	212
Cantidad a Pedir	140	140	140	140
Demanda Promedio por Período	13,58	13,58	13,58	13,58
Inventario Promedio	362	85	180	186
Costo de Ordenar	\$122.550	\$119.550	\$120.600	\$104.893
Costo de Mantener	\$539.889	\$104.915	\$262.453	\$279.681
Costo de Faltantes	\$0	\$4.788.420	\$8.970	\$26.129
Costo de Total	\$662.439	\$5.012.885	\$392.023	\$410.703
Nivel de Servicio P2	100%	78.75%	99,96%	99.86%

Como se puede observar, el estudiante puede evaluar cual es el efecto que tiene el punto de reorden en el modelo de control de inventario (sombreado de verde en la tabla 1), en relación a los costos y niveles de servicio, dejando constante la cantidad a pedir, que para este caso fue calculada como un EOQ (Economic Order Quantity por sus siglas en inglés). Adicionalmente los estudiantes pueden confrontar la teoría, que en este caso está representada en el escenario 4 con los valores esperados arrojados por el modelo matemático teórico calculados para lograr minimizar los costos totales relevantes y lo que se obtiene con esos mismos valores en la simulación, los cuales están representados en la columna 3. Esta es solo una muestra de lo que los estudiantes pueden hacer con la herramienta de simulación desarrollada.

#### 4. Resumen y Futuros Trabajos

Se desarrolló una herramienta académica para la simulación de inventarios controlados bajo la política de revisión continua con punto de reorden y cantidad fija a pedir. Dicha herramienta permitirá a los estudiantes entender mejor el efecto que tienen los diferentes parámetros que afectan el modelo sobre los niveles de servicio y los costos en que se incurren al tomar diferentes decisiones relacionadas con cuánto pedir para reabastecerse y cuándo realizar dicho pedido, para de esta maneja mejorar sus habilidades en los procesos de toma de decisiones relacionadas con los modelos de gestión y control de inventarios en las empresas.

El principal objetivo que tiene la herramienta es ayudar a los estudiantes en su proceso de enseñanza-aprendizaje para que desarrollen adecuadamente sus capacidades y habilidades en lo relacionado con el proceso de toma de decisiones para la gestión y el control de los inventarios en las empresas, de manera que como profesionales contribuyan a mejorar la competitividad de las empresas en las que laboraran en el futuro.

Como futuros trabajos, están el de ampliar el alcance del aplicativo para simular otros tipos de políticas de control de inventarios que incluyan otros factores que afecten el comportamiento (pronósticos de demanda y diferentes distribuciones de probabilidad entre otros) y medir el impacto que estas herramientas tienen en el proceso de enseñanza-aprendizaje de los estudiantes.

#### 5. Referencias

- Arvis, Jean-François, et al. "Connecting to Compete: Trade logistics in the global economy." *World Bank. Washington, DC. <http://www.worldbank.org/lpi>* (2007).
- Castro-Zuluaga, C.A., 2013. Spreadsheets to teach the (RP,Q) model in an Inventory Management Course. Proceedings of 24th ANNUAL POMS CONFERENCE. Denver, Colorado.
- Cobb, B.R., 2013. Spreadsheet Modeling of (Q,R) Inventory Policies. *Decision Sciences Journal of Innovative Education*, 11(2), pp.175–184.
- Dhumal, P., Sundararaghavan, P.S. & Nandkeolyar, U., 2008. "Cola-Game": An Innovative Approach to Teaching Inventory Management in a Supply Chain. *Decision Sciences Journal of Innovative Education*, 6(2), pp.265–285.
- Garcia-Sabater, J.J. et al., 2011. Practical experience in teaching inventory management with Edublogs. *Journal of Industrial Engineering and Management*, 4(1), pp.103–122.
- Gonzalez, J.A., Guasch, J.L. & Serebrisky, T., 2007. " Latin America : Addressing High Logistics Costs and Poor Infrastructure for Merchandise Transportation and Trade Facilitation ". In *Consulta de San José 2007*. World Bank, pp. 1–38.
- Gutiérrez, V. & Rodríguez, L.F., 2008. Diagnóstico regional de gestión de inventarios en la industria de producción y distribución de bienes. *Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia*, (45), pp.157–171.
- Ketchen, D.J. et al., 2008. Best value supply chains: A key competitive weapon for the 21st century. *Business Horizons*, 51(3), pp.235–243.
- Klassen, K.J. & Willoughby, K.A., 2003. In-Class Simulation Games : Assessing Student Learning. *Journal of Information Technology Education*, 2, pp.1–13.
- Meyer, B.C. & Bishop, D.S., 2011. The Ordering Challenge: An Online Game to Introduce Independent Demand Inventory Concepts. *Decision Sciences Journal of Innovative Education*, 9(2), pp.315–320.

- Oberstone, J., 2008. Teaching Inventory Management Simulation Using E-Learning Software : Blackboard , Elluminate Live !, and Jing. International Journal of Advanced Corporate Learning, 1(2), pp.24–30.
- Pope, J.A., 1981. An Inventory Management Simulation t. Journal of Experiential Learning and Simulation, 3(4), pp.261–269.
- Rey, M.F., 2008. Encuesta Nacional Logística – Colombia 2008. Resultados del Benchmarking Logístico Empresarial. Documento de Discusión. LatinAmericaLogistics Center (LALC).
- Silver, E.A. et al., 1998. Inventory Management and Production Planning and Scheduling Third Edit., New York: John Wiley & Sons.
- Tseng, M., 2005. The Study of Computer Assisted Learning Platform for Supply Chain Inventory Management. The Business Review, 4(1), pp.61–66.
- Umble, E. & Umble, M., 2013. Utilizing a Simulation Exercise to Illustrate Critical Inventory Management Concepts. Decision Sciences Journal of Innovative Education, 11(1), pp.13–21.
- Wildman, J.L., Salas, E. & Piccolo, R.F., 2009. Using Simulation-Based Training to Enhance. Academy of Management Learning & Education, 8(4), pp.559–573.

### Sobre los autores

- **Carlos A. Castro Zuluaga:** Ingeniero de Producción, Universidad Eafit. Magister en Ingeniería Industrial, Universidad de los Andes. Profesor titular. ccastro@eafit.edu.co
- **Jaime Andrés Castro Urrego:** Ingeniero de Producción, Ingeniero de Proyectos en Logística Consultoría & Integración, Estudiante de Maestría en Ingeniería con Énfasis en Administración de Operaciones y Logística. jcastrou@eafit.edu.co

### Agradecimiento

Los autores agradecen a la Universidad EAFIT por apoyo y soporte económico brindado para la realización de este artículo. También se agradece a todos aquellas personas que directa o indirectamente con sus comentarios y sugerencias ayudaron a mejorar sustancialmente la versión final de este manuscrito.

---

Los puntos de vista expresados en este artículo no reflejan necesariamente la opinión de la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería y de la International Federation of Engineering Education Societies

Copyright © 2013 Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI), International Federation of Engineering Education Societies (IFEES)