



UNIVERSIDAD  
DE LA REPÚBLICA  
URUGUAY



FACULTAD DE  
INGENIERÍA

# Aplicación de la Teoría de las Restricciones en la cadena de suministro

Informe de Proyecto de Grado presentado por

Rodrigo Ávila, Carlos Dutra da Silveira y Gonzalo Univaso

en cumplimiento parcial de los requerimientos para la graduación de la carrera de Ingeniería de  
Producción de Facultad de Ingeniería de la Universidad de la República

Tutores

Raúl Bianchi  
Adrián Ferrari

Montevideo, 21 de septiembre de 2023

# Resumen ejecutivo

En este informe se aborda la aplicación de la Teoría de las Restricciones (TOC) en la cadena de suministro. Esta teoría es una estrategia clave para mejorar el Retorno de la Inversión y la Rentabilidad a través de la optimización de la gestión de inventarios y las compras. TOC, una metodología exitosa con más de 30 años de aplicación en empresas de todo el mundo, se utiliza aquí para identificar y abordar las deficiencias en el flujo de materiales y el almacenamiento.

Para el desarrollo del proyecto, se releva y analiza la literatura encontrada sobre la temática para posteriormente aplicarla en un caso práctico en la empresa Fanacif S.A., dedicada a la manufactura y comercialización de pastillas, bloques, rollos y cintas de frenos para vehículos livianos y pesados.

Fanacif enfrenta desafíos significativos en su gestión de inventarios y compras, lo que resulta en un exceso de insumos en su almacén de fábrica. Estos problemas afectan la capacidad de respuesta de su cadena de suministro, generando costos adicionales y disminuyendo la satisfacción de la demanda de producción.

El proyecto propone una metodología que incluye la identificación de restricciones, el diseño de políticas y procedimientos, la optimización de la gestión de compras y el ajuste de los niveles de inventario. Se esperan resultados como una mayor eficiencia operativa, niveles de inventario optimizados, liberación de capital atrapado en inventarios, una mejor coordinación con proveedores, mayor satisfacción de la demanda de producción y, en última instancia, un aumento en la rentabilidad.

A su vez, mediante una simulación, se comparan los resultados obtenidos entre dos situaciones: una situación real en base a datos relevados de consumos y compras de materias primas vs. una situación hipotética de gestión del inventario siguiendo la metodología desarrollada en base a la Teoría de las Restricciones. Luego, se realiza un análisis de sensibilidad de los diversos parámetros utilizados en el modelo desarrollado para verificar el impacto y criticidad de cada uno de ellos.

En resumen, la aplicación de la Teoría de las Restricciones en la gestión de inventarios y compras de Fanacif representa una estrategia esencial para superar los desafíos actuales y mejorar el rendimiento de la cadena de suministro. Con un enfoque centrado en la aplicación de TOC, Fanacif estará en una posición más sólida tanto a nivel operativo como competitivo. TOC ha demostrado ser una metodología exitosa en todo el mundo durante más de 30 años, y su aplicación aquí tiene el potencial de generar resultados significativos.

**Palabras clave:** Teoría de las Restricciones, DBR-simplificado, Demand Driven, logística, cadena de suministro, inventario, gastos operativos, gestión de compras, optimización

# Índice general

<b>1. Introducción</b>	<b>1</b>
<b>2. Estado del arte</b>	<b>3</b>
2.1. Cadena de suministros . . . . .	3
2.2. Inventarios . . . . .	3
2.2.1. Métodos de almacenamiento . . . . .	4
2.2.2. Gestión de inventarios . . . . .	5
2.2.3. Clasificación ABC . . . . .	7
2.2.4. Costos logísticos . . . . .	8
2.3. Gestión de compras . . . . .	8
2.4. Teoría de las Restricciones . . . . .	9
2.4.1. Indicadores de desempeño en TOC . . . . .	10
2.4.2. Metodología DBR (Drum-Buffer-Rope) tradicional . . . . .	12
2.4.3. Metodología S-DBR (DBR simplificado) . . . . .	14
2.5. Demand Driven . . . . .	15
2.6. Sistemas de fabricación . . . . .	17
<b>3. Definición del problema (estudio de caso)</b>	<b>19</b>
3.1. Cabezas Bier . . . . .	19
3.2. Fanacif S.A. . . . .	20
3.2.1. Sistemas de frenado . . . . .	21
3.2.2. Visita a Fanacif . . . . .	23
<b>4. Metodología de resolución</b>	<b>27</b>
<b>5. Relevamiento y generación de datos</b>	<b>33</b>
5.1. Cierres de planta . . . . .	34
5.2. Aplicación del modelo . . . . .	35
5.3. Costos asociados . . . . .	37
5.4. Materias primas combinadas . . . . .	38
5.5. Herramientas utilizadas . . . . .	39
<b>6. Análisis de resultados</b>	<b>41</b>
6.1. Clasificación ABC . . . . .	42
6.2. Situación real . . . . .	42
6.3. Modelo base . . . . .	46
<b>7. Análisis de sensibilidad</b>	<b>59</b>
7.1. Frecuencia de pedido . . . . .	59
7.2. Tamaño de lote . . . . .	65
7.3. Ventana de tiempo del amortiguador . . . . .	70
<b>8. Propuestas de trabajos futuros</b>	<b>75</b>
<b>9. Conclusiones</b>	<b>77</b>
<b>Referencias</b>	<b>79</b>

<b>Anexo</b>	<b>81</b>
.1. Clasificación ABC . . . . .	81

# Referencias

- Anderson, P. H. (2016). *Fundamentals of inventory management and control*. New York, NY, USA: AMACOM.
- ANER. (2019). *Onyx dbr - software de gestión empresarial*. Descargado de <https://www.aner.com/software-de-gestion-empresarial/onyx-dbr.html> (Consultado el 3 de septiembre de 2023)
- Arnold, J. R. T., Chapman, S. N., y Clive, L. M. (2018). *Introduction to materials management*. Upper Saddle River, NJ, USA: Pearson.
- Asana. (2022). *Qué es la teoría de las restricciones y cuáles son sus principios*. <https://asana.com/es/resources/theory-of-constraints>. (Acceso: 18/06/2023)
- AutoDOC. (2023). *Freno de disco y freno de tambor*. <https://www.autodoc.es/info/freno-de-tambor-y-freno-de-disco-funcionamiento-partes-y-diferencias>. (Acceso: 06/07/2023)
- Ballou, R. (2004). *Logística: administración de la cadena de suministro (quinta edición)*. México: Pearson-Prentice Hall.
- Cabesas Bier. (2023). *Cabesas Bier*. <https://cabesasbier.uy/>. (Acceso: 20/06/2023)
- Castro Zuluaga, C. A., Velez Gallego, M. C., y Castro Urrego, J. A. (2011). Clasificación abc multicriterio: Tipos de criterios y efectos en la asignación de pesos. *Revista Europea de Dirección y Economía de la Empresa*, 24(2), 112-120. Descargado de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4991575.pdf>
- Cecilia Barriá - BBC News Mundo. (2021). *La emergencia de los contenedores: cómo una de las mayores crisis del transporte marítimo de la historia puede afectar tu bolsillo*. <https://www.bbc.com/mundo/noticias-58324770>. (Acceso: 15/03/2023)
- Chin-Sheng Chen, P. D. C. W., Siddharth Mestry. (2009). The capacity planning problem in make-to-order enterprises. *Elsevier*, 1461-1473.
- Chopra, S., y Meindl, P. (2015). *Supply chain management: Strategy, planning, and operation*. Upper Saddle River, NJ, USA: Pearson.
- CMG. (2023). *Demand Driven MRP*. <https://cmgconsultores.com/demanddrivenscm/demanddrivenmrp/>. (Acceso: 20/06/2023)
- Cox III, J. F., y Schleier Jr., J. G. (Eds.). (2010). *Theory of constraints handbook*. New York, NY, USA: McGraw-Hill.
- Distribución sincronizada (pull - toc)*. (s.f.). Artículo. Descargado de <https://www.estrategiafocalizada.com/distribucion-sincronizada/pull-toc>
- Edward A. Silver, R. P., David F. Pyke. (1998). *Inventory management and production planning and scheduling*. New York, NY, USA: John Wiley Sons.
- Focalizada, E. (2018). *Dbr: El tambor, amortiguador y cuerda (drum-buffer-rope)*. Descargado de <https://www.estrategiafocalizada.com/produccion-sincronizada/dbr-el-tambor-amortiguador-cuerda> (25/8/2023)
- Fras-Le. (2023). *Fras-Le*. <https://www.fras-le.com>. (Acceso: 20/06/2023)
- Ghioldi, A., Ramos, F., y Stevenazzi, C. (2017). *Informe de Proyecto Final* (Proyecto de fin de Curso Producción, Universidad de la República (Uruguay). Facultad de Ingeniería.) Descargado de [https://eva.fing.edu.uy/pluginfile.php/317024/mod\\_resource/content/3/Informe%20Final%20Ghioldi-Ramos-Stevenazzi.pdf](https://eva.fing.edu.uy/pluginfile.php/317024/mod_resource/content/3/Informe%20Final%20Ghioldi-Ramos-Stevenazzi.pdf)
- GLC. (2023). *Estrategias almacenamiento*. <https://grandlogistics.az/en/blog/Threemainstrategies>. (Acceso: 20/07/2023)
- Goldratt, E. M. (2004). *The goal: A process of ongoing improvement (third edition)*. Great Barrington, MA: North River Press.
- Goldratt Institute. (2017). *BIOGRAPHY OF ELI GOLDRATT*. <https://www.toc-goldratt.com/en/biography-of-eli-goldratt>. (Acceso: 20/06/2023)

- Gustavo A. Sánchez Ribero. (2017). Impacto en los indicadores financieros de Generación de Valor al utilizar Teoría de las Restricciones (TOC): caso empírico empresa sector calzado en Colombia [Manual de software informático]. Santiago de Cali, Colombia.
- Harry, M., y Schroeder, R. (1999). *Six sigma: The breakthrough management strategy revolutionizing the world's top corporations*. Nueva York, Estados Unidos: Currency.
- Heizer, J., y Render, B. (2017). *Operations management*. Boston, MA, USA: Pearson.
- Historia-Biografía. (2023). *Eliyahugoldratt*. Descargado de <https://historia-biografia.com/eliyahu-goldratt/> (19/08/2023)
- How ddmrp can change the way you plan your supply chain. (s.f.). Artículo. Descargado de <https://wasolutions.co/en/how-ddmrp-can-change-the-way-you-plan-your-supply-chain/>
- Jacobs, F. R., y Chase, R. B. (2018). *Operations and supply chain management*. Nueva York, Estados Unidos: McGraw-Hill Education.
- Johnson, P. F., Leenders, M. R., y Flynn, A. (2017). *Purchasing and supply management*. New York, NY, USA: McGraw-Hill Education.
- Microsoft. (2023a). *Excel*. <https://www.microsoft.com/en-us/microsoft-365/excel>. (Acceso: 20/06/2023)
- Microsoft. (2023b). *Power BI*. <https://powerbi.microsoft.com/es-es/>. (Acceso: 20/06/2023)
- Monczka, R. M., Handfield, R. B., Giunipero, L. C., y Patterson, J. L. (2019). *Purchasing and supply chain management*. Boston, MA, USA: Cengage Learning.
- Pamela Escobar, J. A. G. y. D. M. C. (2012). Programación de sistemas de producción híbridos, para inventario/bajo pedido, mediante un proceso analítico jerárquico de ordenación grupal (gahpo). *Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ingeniería y Arquitectura*, 23, 14.
- Randoncorp. (2023). *Randoncorp*. <https://www.randoncorp.com>. (Acceso: 20/06/2023)
- SafetyCulture. (2023). *¿Qué es la teoría de las restricciones?* <https://safetyculture.com/es/temas/teoria-de-las-restricciones/>. (Acceso: 18/06/2023)
- Salesforce. (2023). *Tableau*. <https://www.tableau.com/>. (Acceso: 20/06/2023)
- Schrageheim, E., y Dettmer, H. W. (2001). *Manufacturing at warp speed: Optimizing supply chain financial performance*. Boca Raton, FL: St. Lucie Press.
- Schroeder, R., Goldstein, S., y Rungtusanatham, J. (2011). *Administración de operaciones: conceptos y casos contemporáneos (quinta edición)*. México: McGraw-Hill.
- Schuh, C., Strohmer, M. F., y Easton, S. (2016). *Supplier relationship management: Unlocking the hidden value in your supply base*. Hoboken, NJ, USA: Wiley.
- SCM Expertos en logística. (s.f.). *FEFO, FIFO, LIFO. CONOCE LAS TÉCNICAS DE GESTIÓN DE ALMACÉN Y CONTROL DE STOCK*. <https://www.scmlogistica.es/fefo-fifo-lifo-gestion-almacen-control-stock/>. (Acceso: 20/05/2023)
- Silver, E. A., Pyke, D. F., y Peterson, R. (1998). *Inventory management and production planning and scheduling*. Nueva York, NY, USA: Wiley.
- SimpleSolutions. (2018). *Ajuste dinámico de amortiguadores*. <https://simplesolutions.com.co/ajuste-dinamico-de-amortiguadores/>. (Acceso: 20/06/2023)
- Smith, D., y Smith, C. (2014). *Demand driven performance: Using smart metrics*. New York, NY: McGraw-Hill Education.
- Álamo, G., y Mora, J. (2013). *Costos de la Cadena de Suministro en las empresas metal-mecánicas en la costa oriental del Lago* (Investigación, Universidad de Zulia). Descargado de [https://eva.fing.edu.uy/pluginfile.php/317024/mod\\_resource/content/3/Informe%20Final%20Ghioldi-Ramos-Sтивенazzi.pdf](https://eva.fing.edu.uy/pluginfile.php/317024/mod_resource/content/3/Informe%20Final%20Ghioldi-Ramos-Sтивенazzi.pdf)