

# PLANIFICACIÓN DE OPERACIONES DE MANUFACTURA Y SERVICIOS

Gisela Patricia Monsalve Fonnegra



# Planificación de operaciones de manufactura y servicios



# Planificación de operaciones de manufactura y servicios



Monsalve Fonnegra, Gisela Patricia

Planificación de operaciones de manufactura y servicios / Gisela Patricia Monsalve Fonnegra. - Medellín : Instituto Tecnológico Metropolitano, 2018 (Textos Académicos)

1. Administración de la producción 2. Planificación de la producción 3. Control de producción I. Tít. II Serie 658.5 SCDD 21 ed.

Catalogación en la publicación - Biblioteca ITM

Planificación de operaciones de manufactura y servicios

© Instituto Tecnológico Metropolitano

EDICIONES

Epub, dic 2018: ISBN 978-958-5414-54-9

Pdf, dic 2018: ISBN 978-958-5414-55-6

Hechos todos los depósitos legales

AUTORA

Gisela Patricia Monsalve Fonnegra

ORCID <https://orcid.org/0000-0001-9831-5788>

DIRECTORA EDITORIAL

Silvia Inés Jiménez Gómez

COMITÉ EDITORIAL

Jaime Andrés Cano Salazar, PhD.

Silvia Inés Jiménez Gómez, MSc.

Eduard Emiro Rodríguez Ramírez, MSc.

Viviana Díaz, Esp.

CORRECTORA DE TEXTOS

Lila María Cortés Fonnegra

ASISTENTE EDITORIAL

Viviana Díaz

DISEÑO Y DIAGRAMACIÓN

Alfonso Tobón Botero

Jorge David Garcés

Editado en Medellín, Colombia

Sello editorial Fondo Editorial ITM

Instituto Tecnológico Metropolitano

Calle 73 No. 76A 354

Tel.: (574) 440 5100 Ext. 5197 - 5382

[www.itm.edu.co](http://www.itm.edu.co)

[fondoeditorial@itm.edu.co](mailto:fondoeditorial@itm.edu.co)

Medellín – Colombia

Las opiniones originales y citas del texto son de la responsabilidad de la autora. El ITM salva cualquier obligación derivada del libro que se publica. Por lo tanto, ella recaerá única y exclusivamente sobre el autor.

# Contenido

<b>Prólogo</b>	<b>8</b>
<b>1 Introducción a la planeación, programación y control de producción</b>	<b>12</b>
1.1 La administración de operaciones . . . . .	13
1.1.1 Anotación histórica . . . . .	13
1.2 ¿Qué hacen los administradores de operaciones (AO)? . . . . .	18
1.3 Proceso de planificación, programación y control de la producción . .	19
1.3.1 Planificación de la producción . . . . .	19
1.3.2 Programación de la producción . . . . .	22
1.3.3 El control de la producción . . . . .	23
<b>2 Pronósticos</b>	<b>25</b>
2.1 Introducción . . . . .	26
2.2 Uso de los pronósticos . . . . .	27
2.3 Clasificación de los pronósticos . . . . .	28
2.3.1 Según el horizonte de tiempo . . . . .	28
2.3.2 Según el entorno económico: micro y macro . . . . .	28
2.3.3 Según el procedimiento empleado: técnicas cualitativas y cuantitativas . . . . .	28
2.3.4 Los pronósticos cuantitativos pueden ser de varias categorías .	29
2.4 Entonces, ¿qué técnica utilizar? . . . . .	30
2.5 Gráficos de tendencias comunes . . . . .	32
2.6 Explicación general de modelos o técnicas de pronósticos cuantitativos	34
2.7 Resumen de fórmulas sugeridas . . . . .	44

2.8	Técnicas avanzadas para el cálculo de pronósticos . . . . .	46
2.9	Procedimiento general para resolver un problema de pronósticos . . .	47
2.10	Claves o pistas para identificar un modelo de pronóstico . . . . .	47
2.11	Consideraciones adicionales . . . . .	48
2.11.1	Software para la solución de técnicas de pronósticos . . . . .	48
2.11.2	Sociedad Colombiana de Estadística . . . . .	51
2.11.3	Sitios web recomendados . . . . .	52
	Ejercicios resueltos . . . . .	54
	Ejercicios propuestos . . . . .	74
<b>3</b>	<b>Inventarios</b>	<b>80</b>
3.1	Generalidades . . . . .	81
3.1.1	Ventajas y desventajas de la tenencia de los inventarios . . . .	83
3.2	Clasificación de los sistemas y modelos de inventarios . . . . .	85
3.2.1	Modelos de inventarios determinísticos . . . . .	87
3.2.2	Modelos de inventarios probabilísticos . . . . .	87
3.3	Componentes de un modelo de inventarios . . . . .	87
3.4	Costo total de inventario . . . . .	89
3.5	Definición de variables en los modelos descritos . . . . .	92
3.6	Modelos de inventarios determinísticos con demanda independiente .	92
3.6.1	Modelo cantidad económica de pedido EOQ . . . . .	92
3.6.2	Modelo cantidad económica de pedido EOQ con déficit . . . .	93
3.6.3	Modelo cantidad económica de producción EOQ sin déficit . .	95
3.6.4	Modelo cantidad económica de producción EOQ con déficit . .	96
3.6.5	Modelo ABC . . . . .	97
3.6.6	Modelo de inventarios con descuentos por cantidad . . . . .	98
3.7	Consideraciones adicionales . . . . .	99
3.7.1	Aplicaciones de optimización matemática . . . . .	99
	Ejercicios resueltos . . . . .	101
	Ejercicios propuestos . . . . .	113

<b>4</b>	<b>Planificación de la capacidad</b>	<b>120</b>
4.1	Capacidad de producción . . . . .	121
4.1.1	Medición de la capacidad . . . . .	121
4.1.2	Métodos de planificación de la capacidad . . . . .	121
4.1.3	Dimensiones de la capacidad . . . . .	122
4.1.4	Factores que afectan la capacidad . . . . .	123
4.2	Consideraciones para modificar la capacidad . . . . .	124
4.2.1	Cantidad de capacidad . . . . .	125
4.2.2	Tamaño de las instalaciones . . . . .	126
4.2.3	Oportunidad de las decisiones de las instalaciones . . . . .	127
	Ejercicios resueltos . . . . .	129
	Ejercicios propuestos . . . . .	134
<b>5</b>	<b>Planificación agregada, planificación de los requerimientos de manufactura MRP/MRPII y plan maestro de producción MPS</b>	<b>136</b>
5.1	Plan agregado de producción . . . . .	137
5.1.1	Alternativas para la planificación agregada . . . . .	138
5.1.2	Procedimiento para solucionar un ejercicio de planificación agregada . . . . .	139
5.2	Plan maestro de producción MPS . . . . .	142
5.3	Planificación de requerimientos de manufactura MRP/ MRPII . . . . .	143
5.3.1	Procedimiento para elaborar un MRP . . . . .	145
5.4	Consideraciones adicionales . . . . .	146
	Ejercicios resueltos . . . . .	147
	Ejercicios propuestos . . . . .	162
	Glosario . . . . .	169
	Acrónimos . . . . .	178
	Bibliografía complementaria . . . . .	180

# Prólogo

En este texto usted encontrará información de conceptos, teorías, técnicas y herramientas de planificación de operaciones y servicios; enfatizando en objetivos, características, usos, definiciones, ventajas y desventajas de las temáticas tratadas.

Dada la amplitud que implica la producción de bienes y servicios, se delimita el alcance del libro a contenidos fundamentales para la gestión de la producción, observada como macrosistema. Es por ello que el contenido abordado está principalmente argumentado en las fases táctica y operativa del ciclo de producción descrito por Dominguez Machuca, continuado por diversos autores y ampliamente utilizado en organizaciones a nivel mundial.

Principalmente, se abordan técnicas de índole determinístico, sin dejar de lado la mención y recomendación de investigación en otros tópicos especializados que se utilizan para resolver problemas puntuales con soluciones de optimización matemática, como es el caso de las metaheurísticas. Se sugiere, además, el software de uso libre y licenciado para la solución de ejercicios y casos de aplicación.

Acorde con lo anterior, el texto sigue un hilo conductor que busca insertar al lector en su estudio, introduciéndolo en el contexto teórico necesario, para luego abordar temas determinantes acerca de pronósticos, modelos de inventarios, planificación de la capacidad y de recursos empresariales.

Esta obra se estructuró con enfoque global, con la intención de coadyuvar en las necesidades actuales de la formación en competencias con perfil internacional para tecnólogos e ingenieros de las áreas tratadas; por eso, se investigaron las tendencias a nivel mundial de su contenido, encontrándose un conjunto de tópicos que permanecen vigentes; también, nuevos aportes relacionados con los sistemas de información que optimizan el uso de las técnicas ya existentes.

La información se presenta en capítulos, estos son el resultado de la revisión, el análisis, la descripción bibliográfica de textos, artículos y documentos públicos disponibles en la literatura científica, alrededor de la ingeniería industrial, la administración de empresas y profesiones afines y/o complementarias; así mismo, las temáticas se complementan con ejemplos propuestos y resueltos, que están diseñados, en su mayoría, a partir de la experiencia profesional en la administración de operaciones de manufactura y servicio, de la autora del texto.

Los cinco capítulos contienen información acerca de la planificación de la producción y las operaciones; hace parte del proceso formativo de discentes de carreras tecnológicas e ingenieriles en torno a la producción de bienes y servicios; asimismo, se constituye en una fuente de consulta práctica y real para empleados y trabajadores que tienen funciones relacionadas con la gestión de la producción y la administración de operaciones.

Detalle temático por capítulo:

En el **Capítulo 1: Introducción a la planeación, programación y control de la producción**, se hace un preámbulo sobre la evolución de la administración de la producción y las operaciones; asimismo, aspectos relacionados con el ciclo de planificación y control de la producción. También, se presenta una descripción sobre las funciones desempeñadas por un administrador de operaciones.

En el capítulo 2: **Pronóstico de la demanda**, se definen los pronósticos, para qué sirven, por qué se usan, ventajas, desventajas, clasificación, ejemplos y el desarrollo de los modelos aplicables en la formación académica a nivel tecnológico y profesional alrededor de la producción. Se hará hincapié en varios modelos de pronósticos, la clasificación según métodos cuantitativos o cualitativos y se exploran otras formas de clasificación. Se esbozan las técnicas cuantitativas promedio simple, promedio móvil, promedio aritmético ponderado, promedio móvil ponderado, regresión lineal simple, suavización exponencial simple y suavizado exponencial con ajuste de tendencia; para cada modelo se hacen las mediciones más representativas del error; también, se mencionan técnicas avanzadas relacionadas, los software usados, se sugiere un procedimiento sencillo y útil para la solución de ejercicios y algunas claves de identificación de modelos. Ejercicios propuestos y resueltos.

En el capítulo 3: **Inventarios determinísticos**, se hace una descripción general acerca de los inventarios, para qué sirven, por qué se usan, ventajas, desventajas, clasificación, modelos, costos asociados, implicaciones de la tenencia o ausencia de los inventarios; ejercicios propuestos y resueltos de los modelos de inventarios soportados de manera analítica, los principales modelos a tratar serán determinísticos con demanda independiente, a saber: cantidad económica de pedido o lote económico EOQ con y sin ruptura, cantidad de pedido de producción con y sin ruptura, modelo de descuentos por cantidad; análisis ABC; reseña de aplicaciones de optimización matemática.

**En el Capítulo 4: Planificación de la capacidad.** Un requisito obligado para realizar la planificación agregada a mediano plazo y la planificación maestra a mediano y corto plazo es el tratamiento en el texto de los tópicos alrededor de la capacidad de producción: definición de capacidad de producción, tipos de capacidad, determinación de los factores de utilización y de eficiencia como importantes parámetros para la medición de la capacidad.

**Capítulo 5. Planificación Agregada, Plan Maestro de Producción MPS y Planificación de los Requerimientos Empresariales MRP.** Se explica en detalle la importancia de la estructuración de un plan agregado a mediano plazo, qué es esto, para qué se usa, por qué es tan importante para el cumplimiento de los objetivos estratégicos definidos en la planificación estratégica. Se realizarán ejemplos de planeación agregada en sus tres principales estrategias, persecución de la demanda, fuerza de trabajo nivelada con y sin horas extras y estrategia mixta.

Complementariamente, se explicará de manera general y práctica la definición, importancia y las formas de construcción de un programa maestro de producción MPS y un plan de requerimientos de manufactura MRP.

## **Observaciones**

Se hará mención, de manera general, de las técnicas cualitativas y cuantitativas de pronósticos, dado que el objeto principal del texto es proporcionar orientación sobre las técnicas de planificación, programación y control de la producción y no la profundización en técnicas estadísticas.

El objetivo que se persigue no es describir a profundidad los modelos de inventarios determinísticos, pero sí se pretende dar una aproximación teórica y práctica de algunos modelos determinísticos empleados en las organizaciones de naturaleza productiva y comercial.

No se consideran en este texto las técnicas de investigación de operaciones y simulación empleadas para la planificación y programación de sistemas de producción de manufactura, ni operaciones de servicio.

Al final del texto, se adiciona un glosario de términos empleados frecuentemente en el ámbito de la planificación de las operaciones y servicios, esto con el objeto de ayudar a una mejor comprensión y aprendizaje de los métodos y teorías descritas, en términos económicos y administrativos. De la misma manera, se describe inmediatamente después del glosario, un listado de acrónimos usados a lo largo del texto.

Al final de cada capítulo se referencian algunos software de uso libre y otros licenciados, que podrían ser usados para la solución de los ejercicios y técnicas expuestas, para motivar a los estudiantes a continuar con su proceso de enseñanza aprendizaje. De la misma manera, se relacionan las técnicas de optimización matemática para los temas documentados.

Aunque en el texto se contemplan técnicas probabilísticas para la planificación de la producción, se deja abierta la posibilidad de este reto, para una segunda edición.

## Bibliografía complementaria

Alarcón, F., Alemany, M. d. & Rodríguez, R. (2008). *Libro de prácticas de gestión de sistemas avanzados de fabricación*. México: Limusa.

Álvarez, M. A. (2003, Noviembre 19). *Lenguaje de programación de propósito general, orientado a objetos, que también puede utilizarse para el desarrollo web*. Recuperado de Desarrolloweb.com: <https://desarrolloweb.com/articulos/1325.php>

*Aprenda a usar R - Software Estadístico* (n.d.). Recuperado de Tutorial R - EASP - Escuela Andaluza de Salud Pública: <http://www.tutorialr.es/es/descripcion.html>

Arnoletto, E. J. (2000). *Administración de la producción como ventaja competitiva*. Malaga: Eumed.net.

Ballou, R. H. (2004). *Logística: administración de la cadena de suministro* (5ta ed.). (C. Mendoza Barraza, & M. J. Herrero Díaz, Trans.) México: Pearson Educación.

Bello, C. (2006). *Manual de Producción. Aplicado a las pyme*. Bogotá: Ecoe Ediciones.

Berenson, M. L. & Levine, D. M. (1996). *Estadística básica en administración conceptos y aplicaciones* (6ta ed.). (A. C. Domínguez R, Trans.) México: Prentice-Hall.

*Bibliografías y Vidas*. (2004 - 2018). Recuperado de <https://www.biografiasyvidas.com/biografia/g/gantt.htm>

Canavos, G. C. (1988). *Probabilidad y estadística: aplicaciones y métodos* (E. Urbina Medal, Trans.) México: McGraw-Hill.

Caro, L. (n.d.). *Elton Mayo: biografía y aportes más importantes*. Recuperada de Lifeder.com: <https://www.lifeder.com/elton-mayo/>

- Castro, C. A. (2008). *Planeación de la producción*. Fondo Editorial Universidad Eafit.
- Catán, J. M., Giménez, C., & Guitart, L. (2007). *Dirección de la producción: casos y aplicaciones* (Vol. 332 de Textos docents). Barcelona: Edicions Universitat Barcelona.
- Chapman, S. N. (2006). *Planificación y control de la producción*. México: Pearson Educación.
- Chase, R. B., Aquilano, N. J., & Jacobs, R. F. (2000). *Administración de producción y operaciones: Manufacturera y servicios* (8va ed.). Mc Graw Hill.
- Chase, R. B., Jacobs, F. , R., & Aquilano, N. J. (2005). *Administración de la producción y operaciones: conceptos, modelos y funcionamiento*. México: Prentice - Hall.
- Chase, R. B., Jacobs, F. R., & Aquilano, N. J. (2009). *Administración de operaciones: producción y cadena de suministros*. México: McGraw Hill.
- Chase, R., Jacobs, F. R., Aquilano, N. J., & Yescas Milanés, J. (2009). *Administración de la producción y operaciones para una ventaja competitiva* (12da ed.). (P. Mascaró Sacristán, M. G. Meza y Staines, & J. Rebolledo Palacios, Trans.) México.
- Chiavenato, I. (2007). *Introducción a la teoría general de la administración* (7a ed.). (C. L. de la Fuente Chávez , & E. L. Montañó Serrano, Trans.) México: McGraw-Hill Interamericana.
- Collier, D. A., & Evans, J. R. (2009). *Administración de operaciones: bienes, servicios y cadenas de valor*. México: Cengage Learning.
- Cómo utilizar una regresión lineal para realizar un pronóstico de demanda*. (2014, Febrero 22). Recuperado de <https://www.gestiondeoperaciones.net/proyeccion-de-demanda/como-utilizar-una-regresion-lineal-para-realizar-un-pronostico-de-demanda/>

- Corredor, J. (2012, noviembre 19). *Estadística inferencial*. Recuperado de Blogspot.com.co: <http://laestadisticainferencial.blogspot.com.co/>
- Cruelles Ruiz, A. J. (2012). *Stock, procesos y dirección de operaciones: conoce y gestiona tu fábrica*. Barcelona: Marcombo, S.A.
- Cuatrecasas, L. (2012). *Organización de la producción y dirección de operaciones: sistemas actuales de gestión eficiente y competitiva*. Madrid: Ediciones Díaz de Santos.
- Delgado, J., & Marín, F. (2000). Evolución en los sistemas de gestión empresarial. *Dialnet - Economía industrial* (331), 51-58. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/ejemplar/14012>
- Domínguez, J. A. (1995). *Dirección de operaciones: aspectos estratégicos en la producción y los servicios*. Madrid: McGraw-Hill/Interamericana de España.
- Eppen, G. D. (2000). *Investigación de operaciones en la ciencia administrativa: construcción de modelos para la toma de decisiones con hojas de cálculo electrónicas* (5ta ed.). (Á. C. González Ruiz, & G. Sánchez García, Trans.) México: Pearson Educación.
- Fernández, E., Fernández, M., & Avella, L. (2006). *Estrategia de producción*. Madrid: Mc Graw Hill.
- Ferrell, O. C., & Hartline, M. D. (2012). *Estrategia de marketing* (5a ed.). (M. E. Treviño Rosales, & M. d. Carril Villarreal, Trans.) México: Cengage Learning Editores, S.A.
- Fogarty, D. W., Blackstone, J. H., & Hoffmann, T. R. (1994). *Administración de la producción e inventarios* (2da ed.). México: Compañía Editorial Continental.
- Gaither, N., & Frazier, G. (2000). *Administración de producción y operaciones* (8va ed.). International Thomson Editores.
- Galicia, A. (2015, abril 19). *Minería de datos – ¿Y si utilizo R?* Recuperado de blog de Alberto Galicia Pérez: <http://albertogalicia.com/blog/?tag=r-studio>

- García, A. (2005). *El control automático en la industria* (Vol. 48). Cuenca: Universidad de Castilla La Mancha.
- García, F. (2013, marzo 06). *Estadística con R*. Recuperado de <http://www.eoi.es/blogs/mintecmad/estadistica-con-r/>
- Gido, J., & Clements, J. P. (2012). *Administración exitosa de proyectos* (5ta ed.). (L. Peralta Rosales, & P. Mascaró Sacristán, Trans.) México: Cengage Learning Editores.
- González, M. (2005). *Gestión de la producción: cómo planificar y controlar la producción industrial*. España: Ideaspropias Editorial S.L.
- González, F. J., Bañegil, T. M., Chamorro, A., & Rubio, S. (2005). *Manual de dirección de operaciones*. Madrid: Thomson.
- Guitart, L., & Baraza, X. (2014). *Dirección de operaciones: decisiones tácticas y estratégicas*. (A. Nuñez Carballosa, Ed.) Oberta UOC Publishing.
- Haase, K. (2012). *Lotsizing and scheduling for production planning* (Vol. 408). Springer Science & Business Media.
- Hanke, J., & Wichern, D. W. (2006). *Pronósticos en los negocios* (8va ed.). (A. Mues Zepeda, & E. Guerrero Ushakova, Trans.) México: Pearson Educación.
- Harrison, J. S., & St. John, C. H. (2002). *Fundamentos de la dirección estratégica* (2da ed.). Madrid: Paraninfo S.A.
- Heizer, J. &. (2014). *Principios de administración de operaciones* (9a ed.). México: Pearson Educación.
- Heizer, J., & Render, B. (2004). *Principios de administración de operaciones* (5ta ed.). México: Pearson Educación.
- Hernández, C. (1986). *Planificación y programación*. San José: Editorial Universidad Estatal a Distancia - EUNED.

- Herrmann, J. W. (Ed.). (2006). *Handbook of production scheduling* (Vol. 89). USA: Springer Science & Business Media.
- Kalenatic, Dusko, Bello, L., C. A., Rodríguez, G., & L. J. (2006). *Modelo integral de producción en empresas manufactureras*. Bogotá: Universidad Católica de Colombia.
- Krajewski, L. J., & Ritzman, L. P. (2000). *Administración de operaciones: estrategia y análisis* (5ta ed.). México: Pearson Educación.
- Krajewski, Lee, Ritzman, Larry, Malhotra, & Monoj. (2008). *Administración de operaciones : proceso y cadena de valor*.
- Lasserre, J. B., & Dauzère-Péres, S. (1994). *An integrated approach in production planning and scheduling* (Vol. 411). (L. N. Systems, Ed.) Berlín Heidelberg: Springer Verlag.
- Latina, U. A. (n.d.). *Unidad 3 - Los primeros escritores sobre administración*. Recuperado de La Universidad Virtual a tu alcance: [http://ual.dyndns.org/Biblioteca/Historia\\_del\\_Pensamiento/Pdf/Unidad\\_03.Pdf](http://ual.dyndns.org/Biblioteca/Historia_del_Pensamiento/Pdf/Unidad_03.Pdf)
- Levine, D. M., Berenson, M. L., & Krehbiel, T. C. (2006). *Estadística para administración*. México: Pearson Educación.
- Lopez, R. E. (2014, mayo 25). *Mi Python Blog: Introducción a Python*. Recuperado de <https://relopezbriega.github.io/blog/2014/05/25/mi-python-blog-introduccion-a-python/>
- Los Santos, I. S. (2006). *Logística y marketing para la distribución comercial* (3ra ed.). Esic Editorial .
- Lugo, C. C. (2014, junio 06). *Manual software de análisis estadístico SAS*. Recuperado de [https://www.researchgate.net/profile/Cindy\\_Lugo\\_Rozo/publication/262897328\\_Software\\_de\\_Analisis\\_Estadistico\\_SAS/links/004635391c5f23902d000000/Software-de-Analisis-Estadistico-SAS.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Cindy_Lugo_Rozo/publication/262897328_Software_de_Analisis_Estadistico_SAS/links/004635391c5f23902d000000/Software-de-Analisis-Estadistico-SAS.pdf)

- Maimon, O., Khmelnitsky, E., & Kogan, K. (2013). *Optimal flow control in manufacturing systems: Production planning and scheduling* (Vol. 18). Springer Science & Business Media.
- Martín, P. M., & Díaz-Garrido, E. (2016). *Fundamentos de dirección de operaciones en empresas de servicios* (2da ed.). España: ESIC Editorial.
- Martínez-Salazar, I. A., Vértiz-Camarón, G., López-Pérez, J. F., Jiménez-Lozano, G., & Moncayo-Martínez, L. A. (2014). *Investigación de operaciones*. México: Grupo Editorial Patria.
- Meisel D, C. A., Bermeo, H. P., & Oviedo-Muñoz, L. (2006). Generación de valor a través de la gestión estratégica del conocimiento, de la innovación y la mejora continua «Un modelo de aplicación al sistema de operaciones de una pyme manufacturera». *Scientia et Technica*, 2(31).
- Mendenhall, W., & Sincich, T. (1997). *Probabilidad y estadística para ingeniería y ciencias* (4ta ed.). México: Prentice Hall Hispanoamericana S.A.
- Méndez-Giraldo, G. A. (2003). *Gerencia de manufactura: función de planeación*. Bogotá: U. Distrital Francisco José de Caldas.
- Mendoza-Ramírez, M. (n.d.). *Pronósticos y estadística para la administración*. Recuperado de <http://allman.rhon.itam.mx/mendoza/EyP.pdf>
- Montgomery, D. C. (1994). *Probabilidad y estadística aplicada a la ingeniería*. México: McGraw Hill.
- Moreno, M. (2008). *Plan de operaciones*. Buenos Aires: Biblioteca Nacional.
- Muller, & Max. (2014). *Fundamentos de gestión de inventarios*. Bogotá: Norma.
- Muñoz-Negrón, D. F. (2009). *Administración de operaciones. Enfoque de administración de procesos de negocios*. México: Cengage Learning Editores.
- Nahmias, S. (1999). *Análisis de la producción y las operaciones*. (J. E. Murrieta Murrieta, Trans.) México: Compañía Editorial Continental.

*Naturaleza y Objetivos*. (2014, noviembre 19). Recuperado de Sociedad Colombiana de Estadística - SCE: <http://sce.org.co/nosotros/naturaleza-y-objetivos/>

Ochoa-Torrez, R. R. (2014). *Análisis estadístico con el SPSS*. Recuperado de <http://www.estadisticacondago.com/algebra%20lineal/MANUAL%20SPSS%202014.pdf>

*Paquete Estadístico SAS*. (n.d.). Recuperado de <http://colposfesz.galeon.com/sas/SAS.HTM>

Parra-Guerrero, & Francisca. (2005). *Gestión de stocks*. Madrid: ESIC.

Peña, D. (2013, julio 28). *StatGraphics*. Recuperado de Prezi: <https://prezi.com/fo-srgmfgjm6/statgraphics/>

Perdomo-Moreno, & Abraham. (2000). *Administración financiera de inventarios: tradicional y justo a tiempo*. México: Thomson.

Pinedo, M. L. (2005). *Planning and scheduling in manufacturing and services* (Vol. 24). New York: Springer Science.

*Pronóstico a través de una regresión lineal*. (2015, diciembre 16). Recuperado de Exclfreeblog.com: <https://www.exclfreeblog.com/pronostico-a-traves-de-una-regresion-lineal/>

*Pronósticos en estadística* (Parte I). (2012, Julio 27). Recuperado de Aldanalysis.blogspot.com.co: <http://aldanalysis.blogspot.com.co/2012/07/pronosticos-en-estadistica-parte-i.html>

*PSPP reemplazo libre a SPSS*. (2016, octubre 04). Recuperado de Servicio de Apoyo a la Investigación (SAI). Universidad de Murcia: <http://sae.saiblogs.inf.um.es/pspp-reemplazo-libre-a-spss/>

*Python 3 para impacientes*. (2017, noviembre 05). Recuperado de Blogspot.com.co: <http://python-para-impacientes.blogspot.com.co/>

- ¿Qué es R? Ventajas de la programación en R. (2016, abril 08). Recuperado de Blog.datatons.com: <https://blog.datatons.com/2016/04/08/que-es-lenguaje-programacion-r/>
- ¿Qué es SPSS y cómo utilizarlo? (2018). Recuperado de QuestionPro.com: <https://www.questionpro.com/es/que-es-spss.html>
- ¿Qué es Statgraphics 18? (2015, febrero 24). Recuperado de <http://scientec.com.mx/statgraphics/>
- Render, B., Stair, R. M., & Hanna, M. E. (2006). *Métodos cuantitativos para los negocios*. México: Pearson Educación.
- Render, Barry, Heizer, Jay, Murrieta, & J. E. (2014). *Principios de administración de operaciones*. México: Pearson Educación.
- Robbins, S. P., & Coulter, M. (2005). *Administración* (8va ed.). México: Pearson Educación.
- Rojas-López, M. D. (2004). *Administración para ingenieros* (2da ed.). Bogotá: Ecoe Ediciones.
- Russel, Roberta, Taylor, & Bernard. (2003). *Operations management*. New Jersey: Pentice - Hall.
- Salvendy, & Gavriel. (2005). *Manual de ingeniería industrial. Volumen I*. México: Limusa.
- Salvendy, & Gavriel. (2005). *Manual de ingeniería industrial. Volumen II*. México: Limusa.
- Sarache-Castro, W. A. (2003, junio 3). *El proceso de planificación, programación y control de la producción. Una aproximación teórica y conceptual*. Recuperado de Universidad Nacional de Colombia: <http://www.monografias.com/trabajos11/propla/propla.shtml>

- Saravanan. (2006). *Manufacturing optimization through intelligent techniques*. Boca Ratón: FL: CRC Press.
- Schroeder, R. G. (1996). *Administración de operaciones*. Mc Graw Hill.
- Schroeder, R., & Goldstein, S. &. (2011). *Administración de operaciones Conceptos y casos contemporáneos* (5a ed.). México: Mc Graw Hill.
- Silver, E. A. (2008). Inventory Management: An Overview, Canadian Publications. *Practical Applications and Suggestions for Future Research*, 46(1), 15-28.
- Silver, E. A., Pyke, D. F., & Peterson, R. (2008). *Inventory management and production planning and scheduling*. USA: John Wiley & Sons.
- Software estadístico SPSS V.17*. (n.d.). Recuperado de Blogspot.com.co: <http://sociologoscentral.blogspot.com.co/2010/09/spss-17.html>
- Statgraphics.Net. (n.d.). *Colores con nomenclatura Web*. Recuperado de Statgraphics Centurion XVII: <https://www.statgraphics.net/>
- Taha, H. A. (2004). *Investigación de operaciones* (7ma ed.). (V. González Pozo, Trans.) México: Pearson Educación.
- Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)*. (n.d.). Recuperado de División de Ingeniería Mecánica e Industrial: [http://www.ingenieria.unam.mx/industriales/historia/carrera\\_historia\\_gantt.html](http://www.ingenieria.unam.mx/industriales/historia/carrera_historia_gantt.html)
- Urcera, J. (Ed.). (2012, junio 15). *R y RStudio, instalación y primeros pasos*. Recuperado de Blog.urcera.com: <http://blog.urcera.com/wordpress/?p=242>
- Vásquez, J. E. (2017, octubre 20). *5 importantes aportaciones de Henri Fayol a la administración*. recuperado de <https://www.lifeder.com/aportaciones-de-henri-fayol/>
- Velásquez-Contreras , A. (2003, enero-abril). Modelo de gestión de operaciones para pymes innovadoras. *Escuela de Administración de Negocios - EAN*(47), 66-87.

- Vollmann, T. E., Berry, W. L., Whybark, D. C., & Jacobs, R. (2005). *Planeación y control de la producción: administración de la cadena de suministros* (5a ed.). México: McGraw-Hill.
- Walpole, R. E., Myers, R. H., & Myers, S. L. (1999). *Probabilidad y estadística para ingenieros* (6ta ed.). (R. Cruz, Trans.) México: Prentice-Hall Hispanoamericana S.A.:
- Wang, L., & Shen, W. (Eds.). (2007). *Process planning and scheduling for distributed manufacturing*. Springer Science & Business Media.
- Whleelen, T. L., & Hunger, J. (2007). *Administración estratégica y política de negocios* (10ma ed.). (M. Á. Sánchez, Trans.) México: Pearson Educación.
- Winston, W. L. (2005). *Investigación de operaciones, aplicaciones y algoritmos* (7a ed.). México: Prentice-Hall.
- Witenberg, J. (1999). *Métodos y modelos de investigación de operaciones* (Vol. 1). México: Limusa.
- Zaforas, M. (2016, julio 11). *Cómo implementar microservicios con Python en minutos*. Recuperado de Paradigmadigital.com: <https://www.paradigmadigital.com/dev/implementar-microservicios-python-minutos/>
- Zandin, & Kjell. (2005). *Maynard manual del ingeniero industrial. Tomo I*. México: McGraw - Hill.
- Zandin, & Kjell. (2005). *Maynard manual del ingeniero industrial. Tomo II*. México: McGraw - Hill.
- Zapata-Cortes J. A. (2014). *Fundamentos de gestión de inventarios*. México: Esumer.
- Zapata, A. M., Quesada, M. d., & Montoya, G. P. (2014). *Gestión para la planeación de la producción*. Fondo Editorial ITM.

# Tablas

1	Desarrollos científico - técnicos que aportaron a la evolución de la producción . . . . .	18
2	Clasificación de los métodos de pronóstico cualitativos . . . . .	29
3	Clasificación de los métodos de pronóstico cuantitativos . . . . .	30
4	Pronóstico empírico . . . . .	34
5	Ventas históricas mensuales bicicletas para niños . . . . .	54
6	Ventas semanales artículos metálicos . . . . .	56
7	Cálculo del pronóstico semana 19 . . . . .	57
8	Venta diaria de pan estrella . . . . .	58
9	Cálculo del pronóstico día 13 . . . . .	59
10	Datos históricos venta jean . . . . .	59
11	Calculo pronóstico por regresión lineal . . . . .	63
12	Estimación de los parámetros a y b método manual . . . . .	64
13	Demanda de motocicletas . . . . .	65
14	Estimación del pronóstico por SET . . . . .	65
15	Estimación del pronóstico por SE . . . . .	66
16	Estimación del pronóstico por SET . . . . .	67
17	Número de llamadas fallas servicios públicos . . . . .	68
18	Pronóstico de llamadas día 11 fallas en servicios públicos . . . . .	68
19	Demanda histórica de un producto . . . . .	69
20	Cálculo manual del pronóstico por RL ejercicio número 7 . . . . .	70
21	Cálculo del pronóstico para los periodos 11 y 12 . . . . .	70
22	Pronóstico por suavizado exponencial para un producto . . . . .	71
23	Datos históricos artículos no conformes . . . . .	72
24	Venta histórica de empanadas . . . . .	73
25	Venta histórica de empanadas . . . . .	73
26	Demanda histórica de cartuchos desechables . . . . .	74
27	Demanda histórica de productos plásticos . . . . .	74

28	Demanda histórica de un producto . . . . .	75
29	Datos de ventas y contratos . . . . .	76
30	Datos de ventas y visitas al parque . . . . .	76
31	Datos de la demanda de artículos para el hogar . . . . .	77
32	Datos de la demanda de artículos para la venta de paquetes de claveles	77
33	Datos de la demanda de chuzos de pollo . . . . .	78
34	Datos de la demanda de rines . . . . .	78
35	Datos de la demanda de plantas eléctricas . . . . .	79
36	Reglas básicas para cuánto y cuándo pedir . . . . .	86
37	Clasificación categorías costo total del inventario . . . . .	90
38	Descuento por cantidad para un producto . . . . .	107
39	Costos con descuentos por cantidad . . . . .	108
40	Clasificación ABC de los artículos . . . . .	112
41	Descuentos por cantidad almacenes de remate . . . . .	117
42	Referencias artículos . . . . .	118
43	Referencias artículos cárnicos . . . . .	119
44	Opciones para la modificación de la capacidad . . . . .	128
45	MPS para dos artículos en tres centros de trabajo . . . . .	130
46	Cálculo de tiempo estándar requerido . . . . .	130
47	Cálculo de tiempo estándar grueso por centro de trabajo . . . . .	130
48	Información de ruta . . . . .	131
49	Horas por producto en la ruta . . . . .	132
50	Información del MPS . . . . .	132
51	Cálculo de capacidad por listas de capacidades . . . . .	132
52	Horas/Unidad A por centro de trabajo . . . . .	133
53	Horas/Unidad B por centro de trabajo . . . . .	133
54	Requerimientos de capacidad . . . . .	133
55	Demanda de miles de galones de jugos . . . . .	147
56	Datos planificación agregada La Nutritiva . . . . .	149
57	Plan agregado Fuerza de trabajo nivelada . . . . .	151

58	Plan agregado Fuerza de trabajo nivelada con tiempo extra . . . . .	152
59	Plan agregado Persecución de la demanda . . . . .	153
60	Ventas históricas de la empresa . . . . .	154
61	Cálculo del pronóstico por RL . . . . .	155
62	Plan maestro de producción sin inventarios . . . . .	157
63	Plan maestro de producción con inventarios . . . . .	157
64	Plan agregado mixto . . . . .	158
65	Plan maestro de X . . . . .	159
66	Datos de Disponibilidad, Lead Time y Ordenes programadas . . . . .	159
67	Calculo del MRP de X . . . . .	160
68	Calculo del MRP de A . . . . .	160
69	Calculo del MRP de B . . . . .	160
70	Calculo del MRP de C . . . . .	161
71	Calculo del MRP de D . . . . .	161
72	Calculo del MRP de E . . . . .	161
73	Demanda del producto . . . . .	162
74	Tiempos de producción . . . . .	163
75	MPS de Y . . . . .	164
76	Disponibilidad, tiempo de espera, inventario de seguridad y emisión de órdenes programadas . . . . .	164
77	Stock en bodega de producto terminado a diciembre 31 de 2016 . . . . .	165
78	Pronóstico de ventas 2017-1 . . . . .	165
79	Costos asociados . . . . .	165
80	Demanda de sillas por mes . . . . .	167
81	Costos Special chairs . . . . .	167

# Figuras

1	Proceso de planificación, programación y control de la producción . . .	21
2	Datos con tendencia estable . . . . .	32
3	Datos con tendencia lineal . . . . .	32
4	Datos con tendencia exponencial . . . . .	33
5	Datos con tendencia estacional . . . . .	33
6	Pronóstico demanda bicicletas para niños, Excel . . . . .	55
7	Desviación típica de la demanda de bicicletas para niños, Excel . . .	55
8	Cálculo del pronóstico semana 19 Excel . . . . .	57
9	Regresión lineal en Excel 1 . . . . .	60
10	Regresión lineal en Excel 2 . . . . .	61
11	Cálculo del pronóstico de docenas de jean por regresión lineal . . . .	61
12	Relación entre cantidad e ingreso método regresión lineal . . . . .	62
13	Regresión lineal para un producto en Excel . . . . .	71
14	Modelo de compra sin déficit EOQ . . . . .	93
15	Modelo de compra con déficit . . . . .	94
16	Modelo de producción sin déficit . . . . .	95
17	Modelo de producción con déficit . . . . .	96
18	Modelo ABC . . . . .	97
19	Secuencia o ruta de operaciones . . . . .	131
20	Lista de materiales producto A . . . . .	131
21	Lista de materiales producto B . . . . .	131
22	Ecuación de RL para las ventas . . . . .	155
23	Lista de materiales del producto X . . . . .	159
24	Diagrama de precedencias . . . . .	163
25	Lista de materiales del producto Y . . . . .	164



Publicado en diciembre de 2018  
La fuente tipográfica empleada es: Times New Roman  
12 puntos en texto corrido.

En este texto encontrará información sobre conceptos, teorías, técnicas y herramientas para planificación de sistemas productivos y de servicios; enfatizando en modelos determinísticos y exactos. Para ello, la autora da algunos ejemplos diseñados a partir de su experiencia profesional en gestión de operaciones, para su aplicabilidad en beneficio del mejoramiento empresarial.

Different theories, techniques, and tools are employed to plan manufacturing and service systems. In this book, the author selected relevant examples from her professional experience in operations management that can be applied to contribute to corporate improvement.