

BECAS DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO

CATEGORÍA DE BECA (marcar con una X según corresponda)

ALUMNO/A AVANZADO/A DE GRADO	
GRADUADO/A UNCUYO	
ESTUDIANTE POSGRADO: ESPECIALIZACIÓN	
ESTUDIANTE POSGRADO: MAESTRÍA	
ESTUDIANTE POSGRADO: DOCTORADO	X

POSTULANTE: Mieras, Margarita Miguelina.

DIRECTOR/A DE BECA: Palma, Ricardo Raúl.

CODIRECTOR/A DE BECA: Sanchez Varretti, Fabricio Orlando.

Título del plan de trabajo de beca: “Modelo para el dimensionamiento de lotes de pedidos en la Planificación de Requerimientos de Materiales para industrias regionales, en función del volumen de compra y deterioro temporal de los artículos”.

1 - DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

- Estado actual de conocimientos sobre el tema (Indicar bibliografía).

Las industrias regionales habitualmente se desarrollan bajo la modalidad de pequeñas y medianas empresas. Estudios recientes muestran que los obstáculos más importantes para el desarrollo de este tipo de organizaciones son: el acceso al financiamiento, la falta de recursos humanos especializados y el acceso a la tecnología (Molina-Ycaza y Sánchez-Riofrío, 2016). Respecto al último punto, los desafíos de la industria y las complejidades del mercado obligan a las PyMEs a adquirir herramientas computacionales mucho más sofisticadas para manejar sus recursos, prepararse y mantener una competitividad aceptable (Castro, 2019). Sin embargo, en muchos casos la compra e implementación implica una inversión alta que requiere de un capital y liquidez que en ocasiones no se tiene; el acceso al financiamiento es otro de los obstáculos mencionados anteriormente. En este contexto, se observa en una encuesta realizada por la Fundación Observatorio PyME que el 74 % de PyMEs industriales utilizan software de gestión (FOP, 2016) y sólo la mitad de ese porcentaje lo hace en el área de “Costos y Control” (Figura 1).

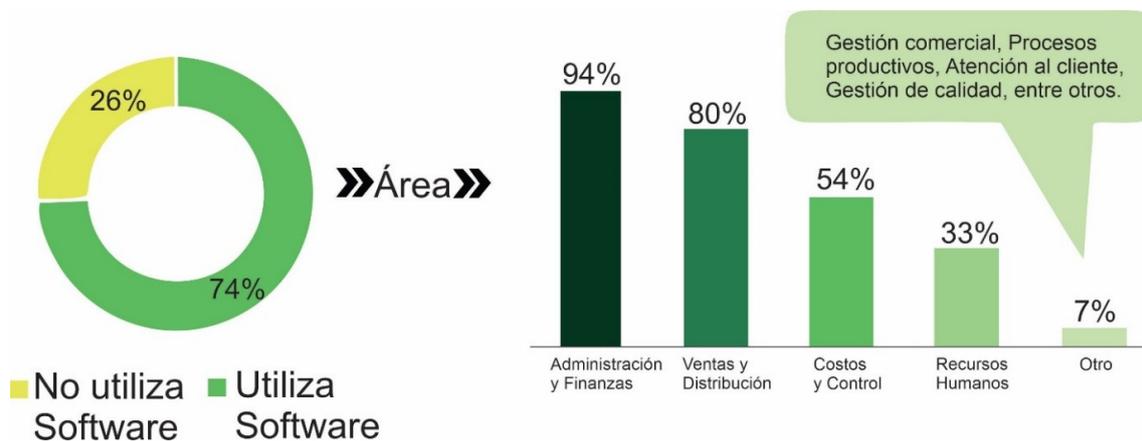


Figura 1. PyMEs Industriales que utilizan Software. Área de aplicación. Fuente: Fundación Observatorio PyME.

Sin lugar a dudas una gestión eficaz de costos facilita el cumplimiento de las prioridades organizacionales, contribuye al desarrollo de ventajas competitivas, y promueve una cultura de orden y transparencia (Ortiz Aragón y Rivero, 2006). La creciente necesidad de las empresas de reducir los costos en sus operaciones diarias e incrementar los beneficios ha generado que vean a las actividades logísticas como un foco para alcanzar estos dos objetivos (Chopra y Meindl, 2008). Esta necesidad surge como respuesta a la alta competitividad del mercado, causada en gran parte por la globalización, que en muchos casos obliga a las empresas a ofrecer sus productos a menor precio, con mejores características de calidad y con un mayor nivel de servicio al cliente (Porter, 1985; Sallenave, 2002).

La administración de inventarios es una de las actividades logísticas en donde se encuentran más posibilidades de reducir costos para las empresas, mediante una mejor gestión de los materiales almacenados y su transporte (Sallenave, 2002). Además, recientemente, Shekarabi, Gharaei y Karimi (2018) demostraron que la política óptima de dimensionamiento de lotes en la cadena de suministro (SC) tiene un papel industrial importante. Tanto en la bibliografía como a nivel práctico, existen múltiples herramientas y modelos que permiten administrar y calcular los inventarios adecuados, con el objetivo de que los costos logísticos asociados a esta actividad sean mínimos (Silver, Pyke y Peterson, 1998; Bowersox, Closs y Cooper, 2002; Hugos, 2003; Ghiani, Laporte y Musmano, 2004; Chopra y Meindl, 2008; Taylor, 2008). Uno de estos sistemas es MRP (Material Requirements Planning), según George W. Plossl, autor del libro "Orlicky's material requirements planning" publicado en 1994, "el MRP calcula qué necesito, lo compara con lo que tengo y calcula qué voy a necesitar y cuándo" (Ptack y Schragenheim, 2000). En este marco resulta interesante investigar el comportamiento de los tamaños de los grupos de pedidos formados para satisfacer las necesidades del sistema. El estudio de agrupamientos implica el análisis de las distintas formas en que se congregan los elementos que lo conforman (Yin, Khoo y Chong, 2013; Sabo, Scitovski y Vazler, 2011) para constituir estos grupos (clusters) de acuerdo a una característica o medida distintiva (Weeda, 1987).

Por otro lado, en caso de que sea posible el deterioro o la obsolescencia de los artículos, se encuentran restricciones en el tiempo de mantenimiento del inventario, particularidad que afecta la complejidad del problema. La mayoría de los modelos de inventario existentes en la literatura asumen que los artículos se pueden almacenar de forma indefinida para satisfacer las demandas futuras (Bakker, Riezebos y Teunter, 2012). Sin embargo, ciertos tipos de productos pueden deteriorarse o volverse obsoletos con el transcurso del tiempo y, por lo tanto, ser inestables. Particularidad que cobra mayor importancia cuando se trata de alimentos, frutas y verduras.

A la hora de trabajar en el dimensionamiento de lotes de pedidos para la planificación de requerimiento de materia prima y materiales generalmente se considera que el costo de compra es constante. Sin embargo, este costo puede variar. La compra de grandes

cantidades de materias primas y/o materiales para la producción suele recibir descuentos, factor que puede favorecer la creación de economías de escala (Carranza Serna, 2009). Esta es otra de las particularidades a considerar para el análisis del modelo propuesto.

Por otra parte, Argentina se encuentra dentro un determinado grupo de países en vías de desarrollo que poseen costos logísticos elevados con respecto a la distribución de materias primas e insumos básicos (Farahani y Davarzani, 2009).

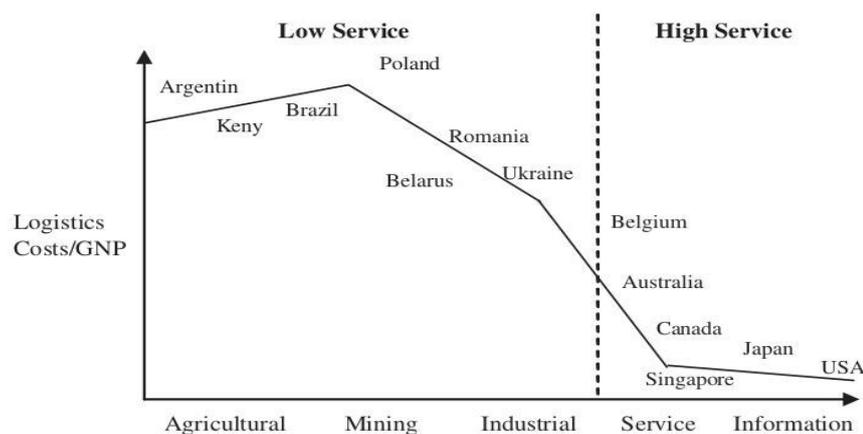


Figura 2. Costos logísticos vs Relación Industrias-Países, (Farahani & Davarzani, 2009).

En la figura 2 se observa que los costos logísticos en relación con Producto Bruto Interno (Gross National Product, GNP), son altos para países fuertemente relacionados con la agricultura, minería e industria manufacturera. Este costo obliga a las industrias a una MRP rigurosa y eficiente para la producción de bienes y servicios.

Se considera importante mencionar que según los datos brindados por el Ministerio de Producción en Argentina existen alrededor de 800.000 empresas registradas. El 99,4 % tiene menos de 200 empleados, y sólo el 0,6 % son grandes empresas con más de 200 personas. Las organizaciones de hasta 200 trabajadores son las que más personas emplean: cuentan con el 65 % del empleo privado formal (CAC, 2018). Las PyMEs tienen una significativa función como generadoras de empleo, lo que favorece la inclusión social. Surge de aquí la importancia de investigar modelos que ayuden a su desarrollo.

- Formulación y fundamentación del problema a investigar.

La literatura revela un vacío cuando se trata del desarrollo de una herramienta que permita analizar todas las opciones de pedido que se presentan en una empresa a la hora de efectuar la adquisición de materiales, considerando volumen de compra y deterioro temporal de los artículos. Probablemente, esto se deba al grado de dificultad que evidencia un análisis exhaustivo de la totalidad de las alternativas del sistema, se sabe con certeza que la cantidad de opciones crece de forma exponencial a medida que aumenta la cantidad de periodos considerados (Hopp y Spearman, 2011).

- Anticipación de sentido/ Hipótesis de Trabajo/ etc.

En el marco de la Planificación de Requerimientos de Materiales, el desarrollo de una herramienta que permita analizar la totalidad de las opciones de pedido, considerando volumen de compra y deterioro temporal de los artículos, contribuirá a la toma de decisiones en relación con la adquisición de materia prima y/o materiales, disminuyendo costos mientras se asegura el aprovisionamiento de las necesidades reales de la empresa.

Esta hipótesis será validada a través de un programa computacional de desarrollo propio que utilizará un algoritmo capaz de realizar simulaciones, a fin de permitir la aplicación del modelo en situaciones reales del sistema productivo local y regional. A partir de este punto se compararán los resultados obtenidos con los que presenta el sistema utilizando

modelos desarrollados con anterioridad y ya implementados. Cabe mencionar que la simulación por computadora es una técnica con una larga historia en investigación de gestión de operaciones y gestión de la cadena de suministro.

- Objetivos.

Objetivo General:

A fin de expresar el propósito principal de la investigación y advirtiendo que dirigir la atención a estos entornos complejos es un desafío que ofrece grandes recompensas para la implementación real en sistemas productivos, se formula el siguiente objetivo general:

- Modelar la totalidad de opciones de pedido para la Planificación de Requerimientos de Materiales, con la intención de facilitar la toma de decisiones en pequeñas y medianas empresas, considerando volumen de compra y restricciones de almacenamiento.

El estudio se realizará en el marco del conteo exhaustivo de opciones de pedidos, tópico en el que se viene trabajando desde hace un par de años. Estará enfocado en minimizar los costos concernientes a este tema, al mismo tiempo que se cumplen los requisitos de la demanda.

Objetivos específicos:

Con la intención de alcanzar la meta global propuesta y lograr resultados cuantificables se formulan los siguientes objetivos específicos:

- Desarrollar un modelo que considere todas las opciones de pedido, posibles soluciones, en el que se puedan incorporar tanto las contingencias de descuento por cantidad como el efecto de las restricciones de almacenamiento.
- Proponer una expresión matemática que relacione el costo de compra en función de la cantidad del pedido y el deterioro temporal de los artículos.
- Comparar los datos generados con los arrojados por modelos desarrollados con anterioridad y ya implementados.

- Metodología.

Se propone una metodología de trabajo caracterizada por cuatro etapas que serán desarrolladas durante el transcurso de la beca correspondiente a la presente postulación: tres de ellas en concordancia con los objetivos específicos, y una etapa transversal que se desarrolla a lo largo de todo el proceso.

Primera etapa: se identificarán y describirán las variables que caracterizan al sistema. La atención se centrará en decisiones de dimensionamiento de lotes de un solo nivel. En estos sistemas las materias primas, después del procesamiento por una sola operación se cambian a producto final. En otras palabras, el artículo final se produce directamente a partir de materias primas o materiales comprados sin subconjuntos intermedios.

Se tendrá en cuenta la influencia de considerar descuentos por cantidad a la hora de la adquisición de materiales. A partir de dejar de lado el supuesto implícito de que los artículos almacenados poseen una vida infinita también se verá como esto repercute en las variables a considerar. Se considera un modelo del tipo Dimensionamiento de Lote de Elemento Único Capacitado, Single-item Capacitated Lot Sizing problem (CLSP) del tipo NP-Hard que permite identificar cuándo y cuánto material comprar, considerando restricciones, con el fin de minimizar los costos de adquisición, almacenamiento y reduciendo los desperdicios y tiempos ociosos.

Segunda etapa: se representará mediante una matriz todas las opciones de pedido, posibles soluciones, que satisfacen el requerimiento de materiales. El número de alternativas de pedido estará determinado por la expresión $2^{(N-1)}$, donde N representará la cantidad de períodos que se hallan en el horizonte de planificación. A continuación, se

desarrollará un modelo en el que se puedan incorporar tanto las contingencias de descuento por cantidad como el efecto de las restricciones de almacenamiento. Se utilizarán métodos usuales de Ingeniería Industrial, Investigación de Operaciones y Programación Lineal. También se emplearán especialmente técnicas numéricas y de simulación para el modelado de los procesos de adquisición de insumos o servicios.

Tercera etapa: se establecerá una expresión matemática que relacione, a lo largo del tiempo, el costo de compra en función de la cantidad del pedido y las restricciones planteadas. En este punto se busca que mediante una ecuación simple se logre predecir el comportamiento del sistema al variar los parámetros que lo gobiernan. Se intentarán diversas vías, las que esencialmente deberán tener en cuenta las restricciones asociadas a: adquisición de materiales, analizando el volumen de compra y almacenaje, considerando el deterioro de los artículos.

Se procederá a la comparación de los datos generados con los arrojados por modelos desarrollados con anterioridad y ya implementados. A partir de la información obtenida, existirá sin duda un proceso de retroalimentación del tipo: desarrollo de los modelos, obtención de resultados, comparación de resultados, evaluación de los defectos de los modelos, modificación de los modelos, etc.

Cuarta etapa: paralelamente a las etapas metodológicas anteriormente descritas, se realizarán actividades de difusión y transferencia de conocimientos. Presentación de avances en congresos y jornadas de investigación, publicación de resultados en revistas nacionales e internacionales indexadas. También se realizarán colaboraciones con industrias regionales y ámbitos académicos con interés en la temática

- Resultados esperados.

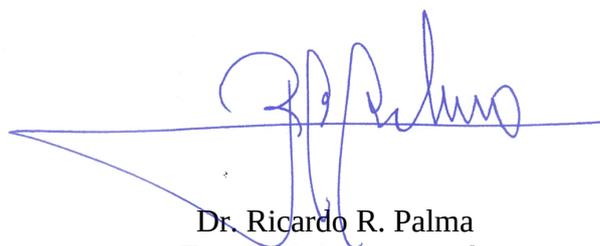
Avanzar en el desarrollo de una herramienta que contribuya en la toma de decisiones en relación con la adquisición de materia prima y/o materiales, especialmente en industrias regionales y locales.

Asegurar que esta herramienta es capaz de analizar la totalidad de las opciones de pedido que se presentan en el sistema, considerando volumen de compra y deterioro temporal de los artículos, disminuyendo costos mientras se asegura el aprovisionamiento de las necesidades reales de la empresa.

2- TRANSFERENCIA Y BENEFICIARIOS/AS

La investigación está orientada para ser aplicable en las industrias regionales que habitualmente se desarrollan bajo la modalidad de pequeñas y medianas empresas.

3- FIRMA DIRECTOR/A DE BECA



Dr. Ricardo R. Palma
Facultad de Ingeniería
Universidad Nacional de Cuyo

Referencias bibliográficas y otras fuentes de información

1. Bakker, M.; Riezebos, J. y Teunter, R. H. (2012). Review of inventory systems with deterioration since 2001. *European Journal of Operational Research*.
2. Bowersox, D.J.; Closs, D.J. y Cooper, M.B. (2002). *Supply Chain Logistics Management*. First Edition. New York City: McGraw-Hill Companies, pp. 1-400.
3. CAC. (2018). Cámara Argentina de Comercio y Servicios: “Las PyMEs: antídoto contra la pobreza”. URL: https://www.cac.com.ar/data/documentos/55_Documento%20CAC%20-%20Pyme%202018.pdf Acceso: agosto 2019.
4. Carranza Serna, V. H. (2009). Universidad Nacional de San Martín. Facultad de Ciencias Económicas. Escuela Profesional de Economía. Microeconomía I. Tarapoto, Perú.
5. Castro, J. (2019). “Principales señales que indican que tu empresa necesita un ERP”. Blog Corponet. URL: <https://blog.corponet.com.mx/principales-senales-que-indican-que-tu-empresa-necesita-un-erp> Acceso: noviembre de 2019.
6. Chopra, S. y Meindl, P. (2008). *Administración de la cadena de suministro. Estrategia, planeación y operación*. 3 ed. México D. F.: Pearson Prentice Hall. 552 p.
7. Farahani, R.Z. y Davarzani, N.A. (2009). *Supply Chain and Logistics in National. International and Governmental Environment*. - Physica-Verlag is a brand of Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
8. FOP (2016). Fundación Observatorio Pyme: Tres de cada cuatro PyME industriales de CABA utiliza software de gestión. URL: <http://www.observatoriopyme.org.ar/novedades/tres-de-cada-cuatro-pyme-industriales-de-caba-utiliza-software-de-gestion/> Acceso: octubre de 2019.
9. Ghiani, G.; Laporte, G. y Musmano, R. (2004). *Introduction to logistics systems, planing and control*. England: Jhon Wiley and Sons Ltd. 2004, pp 1-300.
10. Hopp, W. y Spearman, M. (1996). *Factory Physics: Foundations of Factory Management*. Chicago, IL: InvinIMcGraw Hill.
11. Hugos, M. (2003). *Essentials of Supply Chain Management*. New Jersey, USA: John Wiley & Sons, Inc. pp. 1-88.
12. Molina Ycaza, D. y Sanchez-Riofrio, A. (2016). Factores de competitividad orientados a la pequeña y mediana empresa (PYME) en Latinoamérica: revisión de la literatura. *Revista San Gregorio* 2016. ISSN 1390-7247; eISSN: 2528-7907.
13. Ortiz Aragón, A. y Rivero G. (2006). *Estructuración de Costos: Conceptos y Metodología*. Pact USA.
14. Porter, M. (1985). *Competitive advantage*. New York, USA: Free Press.
15. Ptak, C. y Smith, C. (2016). *Demand Driven Material Requirements Planning (DDMRP)*. Norwalk, CT: Industrial Press.
16. Sabo, K.; Scitovski, R. y Vazler, I. One-dimensional center-based l1 -clustering method, *Optim. Lett.*, v. 7, 5 - 22, 2011.
17. Sallenave, J. P. (2002). *La gerencia integral. ¡No le tema a la competencia, témale a la incompetencia!* Bogotá: Norma. 280 p.
18. Shekarabi, S.A.H.; Gharaei, A. y Karimi, M. (2018). Modelling and optimal lot-sizing of integrated multi-level multi-wholesaler supply chains under the shortage and limited warehouse space: generalised outer approximation, *International Journal of Systems Science: Operations & Logistics*, DOI: 10.1080/23302674.2018.1435835

19. Silver, E. A.; Pyke, D. F. y Peterson, R. (1998). Inventory management and production planning and scheduling. 3 ed. New York: John Wiley and Sons. 754 p.
20. Taylor, G. D. (2008). Logistics engineering handbook. Boca Raton, FL: CRC Press, 2008. 640 p.
21. Weeda, P. J. (1987) On similarities between lot sizing and clustering. Cost and Production Economics, v. 12, 65 - 69.
22. Yin, X. F.; Khoo, L. P. y Chong, Y. T. (2013). A fuzzy c-means based hybrid evolutionary approach to the clustering of supply chain. Computers & Industrial Engineering, v. 66, 768 – 780.

Este documento esta firmado por

	Firmante	OU=Ministerio de Educaci3n, O=Universidad Nacional de Cuyo, EMAILADDRESS=rpalma@uncu.edu.ar, C=AR, ST=MENDOZA, CN=themys.sid.uncu.edu.ar
	Fecha/Hora	Tue Jul 27 17:18:22 ART 2021
	Emisor del Certificado	OU=UNCuyo, O=Universidad Nacional de Cuyo, EMAILADDRESS=rpalma@uncu.edu.ar, C=AR, ST=MENDOZA, CN=Ministerio de Educacion
	Numero de Serie	6
	Metodo	urn:adobe.com:Adobe.PPKLite:adbe.pkcs7.sh1 (Adobe Signature)
Nota	This signature can be verified, if you open the document with Adobe Reader! You can find a unaltered copy of this file in: http://themys.sid.uncu.edu.ar/rpalma/DigitalySigned	