



Universidad de la República
Facultad de Ingeniería

Proyecto de Grado
Diseño de Sistemas de Preparación de Pedidos
Man to Goods (MTG)
Ingeniería de Producción

Junio 2020

Tutor: Ing. Adrián Ferrari

Gastón Muiño	4.745.973-5
Manuela Oholeguy	4.885.696-4
Nicola Pratto	5.474.657-1

Resumen Ejecutivo

En la actualidad las empresas de mediano y gran porte enfrentan desafíos constantes en cuanto a la logística de la preparación y distribución de sus productos. Debido a la globalidad de los mercados, los clientes se encuentran dispersos alrededor del mundo y llegar a ellos en tiempo, forma y con un precio razonable es una ventaja competitiva que cualquiera quiere alcanzar. De la mano con esto, en el contexto global se ve a las empresas líderes migrando hacia el concepto de Industria 4.0 que pretende la mayor automatización de las operaciones mediante introducción de tecnologías digitales, apuntando a la reducción máxima de los tiempos. El presente proyecto de grado se centra en el diseño de un sistema de preparación de pedidos “man to goods” (MTG) enmarcado en el centro de distribución de la empresa uruguaya Farmashop, y desarrolla una metodología que sirve de apoyo para la toma de decisiones para cualquier empresa multi-producto que lidie con este tipo de operaciones.

El “slotting” de un centro de distribución, es decir la determinación de la ubicación de los productos en la zona de preparación de pedidos, es una decisión que impacta en la globalidad de los tiempos de la operación. Lograr ubicar los productos de manera óptima en un centro de distribución es una tarea sumamente compleja en la cual influyen variables contrapuestas y para la cual se cuenta en la actualidad con pocas herramientas que colaboren con decisiones objetivas y óptimas. Teniendo esto en cuenta, el presente proyecto pretende lograr un abordaje innovador del tema, buscando resoluciones a través de la programación matemática en un sector que en general no está familiarizado con este enfoque. En este sentido se busca modelar los problemas de la realidad maximizando o minimizando una determinada función.

En este trabajo se plantea una investigación de campo para entender cómo se lleva a cabo la toma de decisiones sobre el slotting en la actualidad. Luego se desarrolla un modelo matemático representativo de las operaciones del caso de estudio base, y que permite a partir de datos reales (como ser ventas esperadas de cada uno de los productos, y capacidad física disponible) asistir a la toma de decisiones, con el objetivo de minimizar los costos asociados a la operación y cumpliendo determinadas restricciones que garanticen el servicio.

El modelo matemático considera el costo de búsqueda, el costo de recorrido y el costo de reposición para, en función de ellos, encontrar un óptimo que minimice los costos para toda la operación. El caso desarrollado numéricamente se centra en una porción del centro de distribución, concretamente el sector de pañales, contemplando una cantidad de 101 artículos de venta, lo que implicó el trabajo con 11.525 variables de decisión, 1.110.790 variables auxiliares y 3.476.666 restricciones para el modelo. Las variables de decisión permiten conocer cuál sería la posición óptima para cada SKU y el stock máximo a colocar en la zona de picking en las condiciones actuales. La gran cantidad variables y restricciones permiten dimensionar el problema desarrollado y la complejidad de tomar una decisión de esta naturaleza para todo el centro de distribución.

Una vez implementado y resuelto el caso base, se realizan diversos análisis de sensibilidad para evaluar el impacto del cambio de ciertos parámetros, contemplando la incertidumbre en los mismos. Adicionalmente se pretende también evaluar la viabilidad de la introducción de nuevas tecnologías que permitan, la evolución hacia la industria 4.0 y una reducción de tiempos.

Es de destacar que más allá de estar el proyecto enmarcado en un caso de estudio particular, su desarrollo puede auxiliar en la toma de decisiones de cualquier operación MTG que deba resolver el problema de slotting en multi-productos