

Optimización de redes de distribución de productos de consumo masivo en condiciones de riesgo

John Willmer Escobar¹

Department of Electronics, Computer Sciences and Systems
University of Bologna
Bologna, Italy
johnwillmer.escobar2@unibo.it

Juan José Bravo y Carlos Julio Vidal

Escuela de Ingeniería Industrial y Estadística
Universidad del Valle
Cali, Colombia
{juan.bravo, carlos.vidal}@correounivalle.edu.co

Palabras Clave: Diseño de Redes de Suministro; Programación Estocástica; Simulación Montecarlo; Sample Average Approximation (SAA).

Resumen: Este paper presenta un resumen del proyecto de investigación “Modelo de diseño de redes de distribución de gran escala de productos de consumo masivo con parámetros estocásticos”. La problemática central de la investigación radica en la determinación de las decisiones de expansión o contracción de los centros de distribución de una red, teniendo en cuenta la variabilidad de la demanda. La estrategia de solución adoptada para el modelo estocástico de dos etapas es conocida como Sample Average Approximation (SAA). Dicha metodología utiliza un esquema de aproximación mediante Simulación Montecarlo al problema de optimización de modelos matemáticos que incluyen parámetros estocásticos en su definición.

En primera instancia se ha propuesto un modelo de programación lineal entera mixta determinístico (MILP). Toda la infraestructura física de la red se considera al interior de un único país, considerando la exportación de productos o la distribución física internacional solo hasta los puertos marítimos de despacho. Se busca la minimización de los costos totales de logística, los cuales incluyen costos de inventario, costos fijos de cierre de instalaciones, transporte y costos de manipulación de productos. El modelo MILP se diseña para hacer consideraciones relativas a un único periodo de planeación (1 año) y se parte de una infraestructura de red ya establecida, buscando revisar el cierre y consolidación de la operación en los centros de distribución. En la formulación del modelo MILP se consideran los valores esperados de demanda, que han de ser satisfechos para cada cliente o zona de consumo nacional e internacional. Finalmente, al incluir las demandas de cada producto en cada zona de consumo como un parámetro aleatorio dentro del MILP, se modifica necesariamente la estrategia algorítmica de solución. De esta forma se obtiene el modelo de programación lineal entera mixta estocástico de dos etapas (SILP), el cual es resuelto mediante la metodología Sample Average Approximation (SAA).

En la literatura revisada, se evidencia por primera vez la adaptación de la estrategia algorítmica SAA para la solución de un modelo de diseño de redes de gran escala para una compañía multinacional que tiene operación en Colombia. Entre las características generales del sistema logístico de la compañía tenemos que cuenta en la actualidad a nivel nacional con más de 225.000 clientes y cerca de 3.500 clientes internacionales. La compañía través de sus centros de distribución abastece a todo la red de distribución dividida en 90 zonas de mercado, que cubren casi todo el territorio Colombiano. Además de ello abastece 10 mercados internacionales dentro de los que se destacan Venezuela, Ecuador, Chile y algunos países de Centro América.

Los resultados computacionales de la implementación del SAA reflejan la importancia y eficiencia de la metodología propuesta como alternativa para el diseño de redes de suministro bajo condiciones de riesgo. De manera general, se puede mencionar que la estrategia algorítmica SAA como metodología de solución de problemas reales de gran escala (problemas que incluyen miles de variables y restricciones) es bastante promisoria, debido a que se cuentan con diversos algoritmos, técnicas de descomposición, etc., que son eficientes para resolver problemas determinísticos.

¹ Corresponding Author

Los resultados obtenidos en la investigación son importantes como precedente para el abordaje y solución de problemas reales de diseño de redes de abastecimiento de gran escala, en los cuales la consideración de la variabilidad y la incertidumbre son una preocupación cada vez mayor. Queda abierto un interesante campo de investigación, en el cual se puede realizar extensiones en cuanto a la optimización de redes de distribución con diversas medidas de desempeño como son el Valor Presente Neto (VPN) o el Flujo de Caja Descontado (FCD), consideraciones de modo de transporte y precios de transferencia para cadenas de suministro globales, formulación de modelos dinámicos estocásticos multiperiodicos para la solución de problemas reales y la revisión de las bondades de otras metodologías de solución para modelos lineales estocásticos.