

Propuesta de Localización para Centro de Distribución de Cemento Empacado en los Departamentos de Tolima y Huila

Proposed Location for Cement Packaging Distribution Center in the Departments of Tolima and Huila

Yenny Camelo^{1*}, Sharon Varela², Francy Castellanos^{3**}

^{1,2,3} Universidad ECCI

* yenya.camelor@eccci.edu.co

** fcastellanos@eccci.edu.co

RESUMEN

La comercialización de cemento es una actividad económica importante para el sector de la construcción en Colombia, siendo Cementos Argos una de las empresas con mayor participación en el mercado nacional. El año 2019 la compañía registró un incremento en despachos de cemento empacado para los departamentos de Tolima y Huila del 155% respecto al año 2018 y en contraste, presentó una disminución del 30% en su Nivel de Servicio. La presente investigación se enfoca en analizar la localización actual de los Centros de Distribución Flandes y Neiva de Cementos Argos, estudiando la viabilidad de unificar los dos CD y ubicarlos a través del Método Centro de Gravedad en un lugar óptimo, esperando afectar positivamente el Nivel de Servicio. Con el desarrollo de este trabajo se propone una localización estratégica en el municipio de San Luis, Huila para atender la demanda de los departamentos de Tolima y Huila.

Palabras clave: Centro de Distribución, Método Centro de Gravedad, Localización, Nivel de Servicio

Recibido: 7 de febrero de 2022. Aceptado: 24 de junio de 2022
Received: February 7th, 2022 Accepted: June 24th, 2022

ABSTRACT

The commercialization of cement is an important economic activity for the construction sector in Colombia, being Cementos Argos one of the companies with greater participation in the national market. In 2019, the company registered an increase of 155% in the delivery of packaged cement for the departments of Tolima and Huila compared to 2018 and, in contrast, showed a 30% decrease in its level of service. The present research focuses on analyzing the current location of the Distribution Center Flandes and Neiva of Cementos Argos, studying the feasibility of unifying the two CDs and locating them through the Center of Gravity Method in an optimal place, hoping to positively affect service level. With the development of this work is proposed a strategic location in the municipality of San Luis, Huila to meet the demand of the departments of Tolima and Huila.

Keywords: Distribution Center, Center of Gravity Method, Location, Level of Service

1. INTRODUCCIÓN

Cementos Argos es una multinacional con presencia en 71% del territorio colombiano [1]. La compañía cuenta con los Centros de Distribución (CD) Flandes y Neiva, para satisfacer la demanda de cemento empacado en los departamentos de Tolima y Huila, respectivamente. Los CD mencionados son abastecidos por Planta Ríoclaro, ubicada en Antioquia [2].

Los Centros de Distribución de Cementos Argos cuentan con indicadores que permiten realizar seguimiento a la ejecución de los objetivos estratégicos de la organización. Entre dichos indicadores se encuentra el Nivel de Servicio (NS) que mide el cumplimiento de la fecha prometida de entrega de los pedidos de cemento ensacado a los clientes.

En el año 2019 se registró una variación negativa del 30% en el Nivel de Servicio de cemento empacado despachado desde los CD Flandes y Neiva, con relación al año 2018 [3]. Esta situación hace evidente la necesidad de estudiar las causas de la disminución en el NS.

Según la información suministrada por la compañía, esta afectación en el Nivel de Servicio obedece a que el CD Neiva no tiene la capacidad de almacenamiento ni la flota suficiente para satisfacer la totalidad de la demanda que se presenta en el departamento del Huila, por lo que el CD Flandes debe atender no solo el departamento del Tolima sino algunos destinos en Huila [3].

Con lo expuesto en párrafos anteriores, surgió para esta investigación la necesidad de analizar si los Centros de Distribución Neiva y Flandes están correctamente localizados, con capacidad y recursos suficientes para lograr abastecer la demanda de los departamentos de Huila y Tolima. Existen varios métodos para determinar cuál es la localización más adecuada para un CD que atienda la demanda de los dos departamentos, de los cuales se analizaron cuatro, resumidos a continuación:

Método de Brown y Gibson: combinan factores posibles de cuantificar con factores subjetivos a los que se asignan valores ponderados de peso relativo. El método cuenta con cuatro etapas: asigna un valor relativo a cada factor objetivo, estima un valor relativo de cada factor subjetivo, combina los factores objetivos y subjetivos, selecciona la localización con máxima medida [4].

Método Cualitativo por Puntos: consiste en definir los principales factores determinantes de una localización para asignarles valores ponderados de peso relativo de acuerdo

con la importancia que se les atribuye. Los factores son de preferencia del investigador, quien asigna a cada uno de los factores determinantes un peso o valor relativo, según su importancia [5].

Método Análisis de Punto de Equilibrio: es un análisis de costo-volumen para hacer una comparación económica entre alternativas de localización. Al identificar los costos fijos y variables y graficarlos para cada localización, se puede determinar cuál proporciona el menor costo [6].

Método de Centro de Gravedad: esta técnica suele utilizarse para ubicar bodegas intermedias y de distribución, trata de minimizar el desplazamiento total de materiales y productos. El volumen de materiales y productos transportados y las distancias a las que se mueven, son los factores clave para la elección de la localización [7].

Para desarrollar alguno de los cuatro métodos estudiados se requiere analizar la información a la que se tiene acceso y así determinar cuál método es más efectivo al establecer la localización del CD. Para la presente investigación se cuenta con dos bases de datos importantes: la primera es el volumen de toneladas despachadas por Cementos Argos desde el año 2018 al año 2020 y la segunda, las distancias existentes entre los Centros de Distribución y los municipios destino donde se ubican los clientes.

La presente investigación formativa tiene como objetivo central aplicar los conocimientos adquiridos en la Tecnología de Gestión de Procesos Industriales, con el fin de desarrollar una propuesta para optimizar la localización actual de los Centros de Distribución Flandes y Neiva, buscando satisfacer oportunamente la demanda que atiende Cementos Argos en los departamentos de Tolima y Huila, generando una variación positiva en el Nivel de Servicio de la compañía.

2. MATERIALES Y MÉTODO

La investigación realizada es de tipo prospectiva con un enfoque teórico-cuantitativo y tuvo lugar en Colombia, en los departamentos de Tolima y Huila. La primera base de datos para iniciar con el estudio se obtuvo de la compañía Cementos Argos, a través del histórico de toneladas despachadas y Nivel de Servicio de los Centros de Distribución de cemento empacado a nivel nacional.

Estudiando el Nivel de Servicio histórico de Cementos Argos se identificó una variación negativa del 30 % en el NS de los Centros de Distribución Flandes y Neiva en el año

2019 respecto al año anterior. En este mismo periodo de tiempo la compañía presentó un incremento del 155% en las toneladas despachadas para los departamentos de Tolima y Huila. Teniendo en cuenta la información suministrada por la organización, el CD Neiva no cuenta con las instalaciones ni la flota suficiente para abastecer el alza en la demanda.

De acuerdo con la problemática evidenciada, se consideró importante estudiar si el Nivel de Servicio de los CD es afectado por las variaciones en la demanda de los dos departamentos. Para esto, la información extraída fue explorada en Excel y depurada para los análisis requeridos, realizando un ejercicio de correlación con las variables de NS en los dos Centros de Distribución y toneladas despachadas.

Con el fin de analizar los resultados en el ejercicio de correlación, se expone en la Tabla 1 el grado de relación según el Coeficiente de Correlación de Pearson [10].

Tabla 1. Grado de relación, Coeficiente de Pearson [10]

Coeficiente	Tipo de relación
-1	Correlación negativa perfecta
-0,9	Correlación negativa muy fuerte
-0,75	Correlación negativa considerable
-0,5	Correlación negativa media
-0,25	Correlación negativa débil
-0,1	Correlación negativa muy débil
0	No existe correlación alguna
0,1	Correlación positiva muy débil
0,25	Correlación positiva débil
0,5	Correlación positiva media
0,75	Correlación positiva considerable
0,9	Correlación positiva muy fuerte
1	Correlación positiva perfecta

Para identificar el comportamiento futuro de la demanda en los departamentos de Tolima y Huila, se realizó una proyección de ventas para el año 2021 con base en la información de toneladas despachadas mes a mes desde el año 2018 al año 2020 por los CD Flandes y Neiva. El pronóstico fue hecho a través de una suavización exponencial doble en Excel, con unas constantes de suavizamiento alfa (α) = 0,3 y beta (β) = 0,4. Para el pronóstico mencionado se utilizaron las ecuaciones 1, 2 y 3, expuestas a continuación:

$$PS_t = \alpha(D_{t-1}) + [(1 - \alpha)(PS_{t-1} + TS_{t-1})] \quad (1)$$

$$TS_t = \beta(PS_t - PS_{t-1}) + [(1 - \beta)(TS_{t-1})] \quad (2)$$

$$P_t = PS_t + TS_t \quad (3)$$

Donde (Formulas tomadas de [11]):

- PS_t = Suavización exponencial del período t
- PS_{t-1} = Suavización exponencial del período $t-1$
- TS_t = Tendencia del período t
- TS_{t-1} = Tendencia del período $t-1$
- α, β = Coeficientes de suavización (entre 0,0 y 1,0)
- D_{t-1} = Pronóstico del período $t-1$
- P_t = Pronóstico del período t

Con los resultados de los ejercicios de correlación y pronóstico de demanda hechos, se consideró realizar una propuesta para localizar un solo Centro de Distribución en reemplazo de los dos CD que operan actualmente. De acuerdo con los datos que apoyan esta investigación y después de revisar los métodos de localización existentes, el modelo que más se ajusta al estudio es el Método de Centro de Gravedad. Éste considera los datos de puntos de origen, puntos de destino, distancias a recorrer y volumen de productos a trasladar. Al final se consolidan las cifras a través de la ecuación 4 y el resultado sugiere una localización como punto central o Centro de Gravedad [8].

$$x' = \frac{\sum x_i v_i}{\sum v_i}, \quad y' = \frac{\sum y_i v_i}{\sum v_i} \quad (4)$$

Donde (Formulas tomadas de [9]):

- x', y' , corresponden a las nuevas coordenadas del centro de distribución.
- x_i, y_i , corresponden a las coordenadas de los destinos atendidos por Cementos Argos.
- v_i , corresponde al volumen despachado desde los CD Flandes y Huila a los destinos relacionados.

Para desarrollar el método escogido se requirió el histórico de volumen despachado por los Centros de Distribución Flandes y Neiva, además del pronóstico de ventas para el año 2021 realizado en esta investigación. El resto de información requerida fue extraída del Geoportal del Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), mediante el conjunto de Coordenadas Municipales [12].

Finalmente, se calcularon en Excel las coordenadas de localización del Centro de Distribución, logrando proponer la ubicación más eficiente para atender la demanda de los departamentos de Tolima y Huila.

3.RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se realizó un ejercicio de correlación entre las variables de Nivel de Servicio de los CD Flandes y Neiva, y de las toneladas despachadas a los departamentos de Tolima y Huila. Las cifras de estas dos variables se encontraban consolidadas por año: 2018, 2019 y 2020.

El coeficiente de correlación hallado a través de Excel arrojó un valor igual a -0,9. Según el grado de relación del Coeficiente de Pearson, existe una correlación negativa muy fuerte entre las dos variables analizadas. Lo anterior quiere decir que mientras más alta es la demanda de los Centros de Distribución, sus Niveles de Servicio disminuyen, por tanto, hay menor oportunidad de entregar pedidos a tiempo a los clientes.

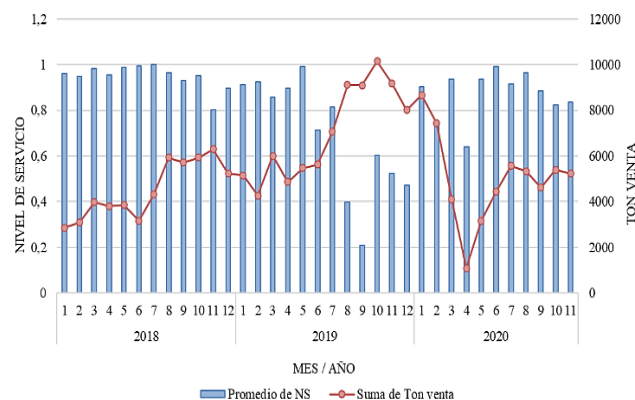


Fig. 1 Correlación toneladas venta vs. Nivel de Servicio Centros de Distribución Flandes y Neiva periodo 2018 - 2020

Para reforzar el análisis de correlación hecho, en la Figura 1 se puede evidenciar que de junio a diciembre del año 2019 hubo un aumento en el volumen de ventas, mientras que en el mismo periodo de tiempo se presentó una disminución significativa en el Nivel de Servicio.

Posteriormente se realizó un pronóstico de ventas con el fin de identificar la tendencia de la demanda de Cementos Argos en los departamentos de Tolima y Huila. Esto se logró a través del método de suavización exponencial doble en

Excel, pronosticando el año 2021 mes a mes, con los datos históricos desde el año 2018 al año 2020 también mes a mes.

Tal como se evidencia en la Figura 2, existe una tendencia de crecimiento en la demanda de los departamentos Tolima y Huila para el año 2021. El promedio mensual histórico de venta en el año 2020 fue igual a 4.915 toneladas por mes, entretanto, las toneladas promedio pronosticadas para el año 2021 corresponden a 5.245 toneladas al mes: una variación promedio mensual positiva del 10 % respecto al año anterior.



Fig. 2 Pronóstico de demanda de cemento empacado en los departamentos de Tolima y Huila para el año 2021.

Una vez estimado el pronóstico se ejecutó en Excel el Método de Centro de Gravedad, de acuerdo con la ecuación (1) expuesta anteriormente:

$$x' = \frac{-14825324,04}{196329,18} , y' = \frac{592204,60}{196329,18}$$

$$x' = -75,512585 , y' = 3,016386$$

Las coordenadas de localización donde se debe ubicar el Centro de Distribución que atenderá la demanda de los departamentos de Tolima y Huila son: longitud -75,513 y latitud 3,016. A través del GeoPortal del DANE se logró ubicar las coordenadas en el municipio de San Luis – Huila, tal como se observa en la Figura 3.

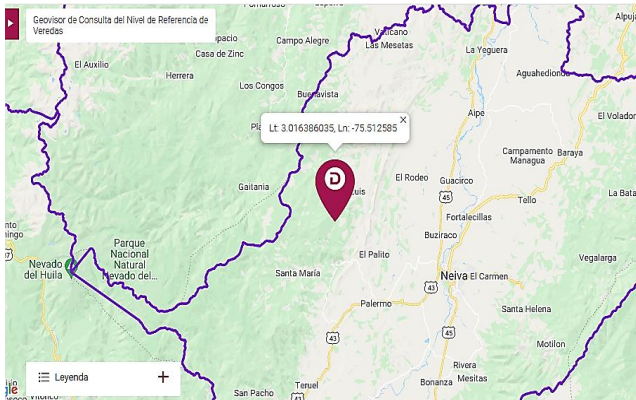


Fig. 3 Punto geográfico para localización de nuevo CD arrojado por el Método de Centro de Gravedad [13]

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos en la presente investigación, se propone unificar los CD Flandes y Neiva en un solo Centro de Distribución ubicado en las inmediaciones del municipio de San Luis, en el departamento del Huila.

Se recomienda que el nuevo Centro de Distribución cuente con capacidad de almacenamiento suficiente y la flota necesaria para mover alrededor de mínimo 5.245 toneladas al mes. Lo aconsejable es que la capacidad del CD sobrepase el pronóstico hecho en caso de que la demanda continúe subiendo en los próximos años.

4. CONCLUSIÓN

Existe una correlación negativa fuerte entre las toneladas despachadas por Cementos Argos a los departamentos de Tolima y Huila y el Nivel de Servicio de los CD Flandes y Huila. La capacidad de estos Centros de Distribución para cumplir la promesa de entrega a los clientes es limitada cuando se experimenta una alta demanda.

A pesar de la afectación que pudo tener la pandemia de COVID-19 en la disminución de las ventas de cemento en el año 2020, esta situación no afectó el pronóstico de demanda de los departamentos de Tolima y Huila para el año 2021. Por tal razón el comportamiento de la demanda en el 2021 con una tendencia al alza es muy similar al periodo analizado entre el año 2018 al año 2020.

De acuerdo con el análisis realizado, se recomienda hacer un cambio en la ubicación de los Centros de Distribución

Flandes y Neiva, de tal manera que se reemplacen por un CD nuevo ubicado en San Luis, Huila, donde se cuente con suficiente espacio de almacenamiento y flota necesaria para garantizar la disponibilidad de producto y lograr atender la demanda en los departamentos de Tolima y Huila en el tiempo acordado con los clientes.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Cementos Argos, «ir.argos.co,» Diciembre 2019. [En línea]. Available: <https://ir.argos.co/Portals/1/Temp/2540/Corporativa%20T19.pdf>. [Último acceso: 11 Diciembre 2020].
- [2] Cementos Argos, «argos.plateau *uso exclusivo colaboradores Argos,» Educa, Enero 2020. [En línea]. Available: <https://argos.plateau.com/learning/user/personal>. [Último acceso: 11 Diciembre 2020].
- [3] Cementos Argos, «Dashboard CA COL *Uso exclusivo colaboradores Argos,» Power BI, Enero 2020. [En línea]. Available: <https://app.powerbi.com/view>. [Último acceso: 11 Diciembre 2020].
- [4] R. S. C. Nassir Sapag Chain, «Capítulo 9: Decisiones de localización,» de *Preparación y Evaluación de Proyectos*, Bogotá, Mc Graw Hill, 2008, pp. 210-214.
- [5] G. B. Urbina, «Capítulo 3: Estudio Técnico,» de *Evaluación de Proyectos*, México, D.F., Mc Graw Hill, 2010, pp. 86-88.
- [6] B. R. Jay Heizer, «Suplemento 7: Planeación de la capacidad,» de *Principios de Administración de Operaciones*, Naucalpan, Pearson Educación, 2009, pp. 296-298.
- [7] L. C. Arbós, «Diseño integral de plantas productivas: Dimensionado y localización,» de *Organización de la Producción y Dirección de Operaciones*, Madrid, DIAZ DE SANTOS, 2011, pp. 321-322.
- [8] C. F. C. P. B. L. Roberto Hernández Sampieri, «Capítulo 10: Análisis de los datos cuantitativos,» de *Metodología de la Investigación*, México, D.F., Mc Graw Hill, 2010, pp. 311-312.
- [9] R. L. Gómez, «Introducción al Análisis de Series,» Agosto 2008. [En línea]. Available: https://rolandolemus.files.wordpress.com/2008/08/metodos_de_suavizado.pdf. [Último acceso: 17 Enero 2021].
- [10] J. Domínguez, Dirección de Operaciones. Aspectos estratégicos en la producción y los servicios, España: McGraw-Hill, 2005.
- [11] R. Ballou, Logística: administración de la cadena de

suministro, México: PEARSON EDUCACIÓN, 2004.

- [12] Departamento Administrativo Nacional de Estadística DANE, «Geoportal DANE,» 1 Diciembre 2019. [En línea]. Available: <https://geoportal.dane.gov.co/geovisores/territorio/consulta-divipola-division-politico-administrativa-de-colombia/>. [Último acceso: 12 Diciembre 2020].
- [13] Departamento Administrativo Nacional de Estadística DANE, «Geovisor de Consulta del Nivel de Referencia de Veredas - 2017,» GeoPortal DANE, 2017. [En línea]. Available: <https://geoportal.dane.gov.co/geovisores/territorio/nivel-de-referencia-de-veredas/>. [Último acceso: 12 Diciembre 2020].