



**UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA**

**DIAGNÓSTICO DE LAS OPERACIONES DE DISTRIBUCIÓN DE
UNA EMPRESA COMERCIALIZADORA DE ALIMENTOS EN LA
ZONA NOROCCIDENTAL DE COLOMBIA**

Viviana Rondón Berrío

Carolina Ríos Grajales

Universidad de Antioquia

Facultad de Ingeniería

Medellín, Colombia

2020



DIAGNÓSTICO DE LAS OPERACIONES DE DISTRIBUCIÓN DE UNA EMPRESA
COMERCIALIZADORA DE ALIMENTOS EN LA ZONA NOROCCIDENTAL DE
COLOMBIA.

Viviana Rondón Berrío

Carolina Ríos Grajales

Tesis o trabajo de investigación presentada(o) como requisito parcial para optar al título de:

Especialista en Logística Integral.

Asesores (a):

Ph.D Pablo Andrés Maya Duque

Profesor Asociado Universidad de Antioquia

Gloria Milena Osorno Osorio

Magister en Ingeniera Profesora Universidad de Antioquia

Universidad de Antioquia

Facultad de Ingeniería.

Departamento académico de Ingeniería Industrial.

Medellín, Colombia.

2020

DIAGNÓSTICO DE LAS OPERACIONES DE DISTRIBUCIÓN DE UNA EMPRESA COMERCIALIZADORA DE ALIMENTOS EN LA ZONA NOROCCIDENTAL DE COLOMBIA ¹

Carolina Ríos Grajales ², Viviana Rondón Berrio ³

Resumen:

Toda compañía necesita establecer políticas respecto a su red de distribución, dado que esta debe ser acorde a su mercado y óptima en capacidad de respuesta para mitigar las fluctuaciones de la demanda. La complejidad de las decisiones respecto al diseño de la red de distribución es tal, que requiere de la combinación precisa de instalaciones, modalidades de transporte y estrategias.

En busca de operar de manera óptima, una empresa comercializadora de alimentos se ha embarcado desde 2015 en el análisis detallado de sus operaciones con el fin de perfilar estratégicamente sus puntos de operación alrededor del país a través de la búsqueda de eficiencias y a su vez cuidando su promesa de servicio para así generar valor continuamente a la compañía. Al analizar el costo por servir en la zona noroccidental de Colombia se hayan claras oportunidades de mejora al encontrarse entre uno de los más altos del país, por esta razón el presente trabajo buscará definir alternativas de optimización del costo por servir de la zona buscando ser más eficientes y rentables a través de modelos y escenarios que planteen soluciones a las operaciones actuales en función de la localización, número de nodos de distribución y vocación de cada centro de operación. Se

¹ Monografía Especialización en Logística Integral. Facultad de Ingeniería. Universidad de Antioquia.

Asesor Temático: Pablo Andrés Maya. Profesor, Departamento de Ingeniería Industrial, Universidad de Antioquia

Asesor Metodológico: Gloria Osorno. Profesora, Departamento de Ingeniería Industrial, Universidad de Antioquia

² Especialista en Logística Integral. Facultad de Ingeniería. Universidad de Antioquia.

³ Especialista en Logística Integral. Facultad de Ingeniería. Universidad de Antioquia.

pretende estudiar entonces la viabilidad operativa y financiera de cada escenario alineándolo a su vez con la estrategia de la compañía.

Palabras Clave: Modelo de Localización, costo por servir, ubicación CEDI, optimización de Operaciones.

1. **Introducción**

Con el fin de buscar la optimización del costo logístico de distribución y almacenamiento se hace necesaria con las constantes variaciones del mercado que las empresas reevalúen su cadena logística y busquen redefiniciones en cuanto a locación, procedimientos, razón de ser y estrategias que garanticen la sostenibilidad y mejora continua de la compañía [1].

Para el año 2010 la organización inició con 39 operaciones, actualmente cuenta con 27 entre Operadores Logísticos y CEDI Propios, distribuidos en 7 regiones principales del país convirtiéndola en la red de distribución y ventas más amplia de Colombia. Como se evidencia en la Ilustración 1 Distribución Regionales. El modelo logístico actual corresponde a la estrategia comercial definida por la compañía, la cual acordó un modelo corto de atención a los canales, a diferencia de otras compañías de consumo masivo que cuentan exclusivamente con un centro de distribución para atender toda su demanda, teniendo un modelo de entrega diferente al utilizar grandes distribuidores asociados a ellos. La empresa definió el canal corto (atención directa y en el menor tiempo posible a sus clientes), traducándose esto en una gran red de distribución que soporta el modelo comercial.



Ilustración 1 Distribución Regionales

En 2015 un estudio de localización y número de nodos de distribución arrojó información sobre la cantidad, ubicación y vocación de los nodos necesarios para operar de manera óptima la organización. El objetivo principal de este estudio fue generar eficiencias y sinergias a partir de la consolidación, transformación y cierre de operaciones en las 7 regionales principales. A raíz de este análisis entre el año 2010 y 2019 se cerraron 11 operaciones en la compañía.

Actualmente por las cambiantes condiciones de mercado y la constante competencia ha surgido la necesidad de evaluar los nodos de operación, sectorizando el país y analizando todas las zonas geográficas que por su alto costo de operación y gran dispersión de clientes en las regiones deben ser reevaluadas; se analizaron las regiones Centro oeste del país, con centros de distribución en ciudades como Pitalito, Florencia, Pasto y Neiva, sector Oriente con operaciones en Cúcuta Aguachica y Bucaramanga, quedando pendiente por evaluar las operaciones de Cartagena, Montería, Sincelejo, Valledupar y Urabá ubicadas en la zona Noroccidental del país. Cabe aclarar que las operaciones de Santa Marta y Barranquilla fueron evaluadas de forma independiente por estar concentradas en una pequeña área geográfica con un alto volumen de ventas, lo que hace que esta zona sea excluida del análisis en este sector del país.

Por otra parte la zona Noroccidental se caracteriza por tener un gran potencial de crecimiento, principalmente la región de Córdoba, pues cuenta con una cantidad significativa de poblaciones por atender que se vuelven muy relevantes para la operación de esta empresa de alimentos, adicional a esto se evidencia que la inversión en vías que está haciendo el gobierno está proyectando a esta zona “como centro logístico de alta capacidad “ ya que reduce el tiempo de tránsito de Córdoba a la región costera y le da una ventaja competitiva al estar próximo a mejoras importantes de la región como lo es puerto Antioquia, obra que seguramente traerá consigo desarrollo económico para la población e infraestructura que facilite el desarrollo de procedimientos logísticos que hagan más eficientes las operaciones de las empresas [2]

Al realizar un análisis de ventas de la región, las sedes con mayor porcentaje de participación, excluyendo Barranquilla OP (Operación propia), Barranquilla OL (Operador Logístico) y Santa Marta, son Valledupar, Cartagena y Montería, como se puede ver en la Ilustración 2. Porcentaje de ventas sedes zona Noroccidental, lo cual las hace focos de análisis para el proyecto.

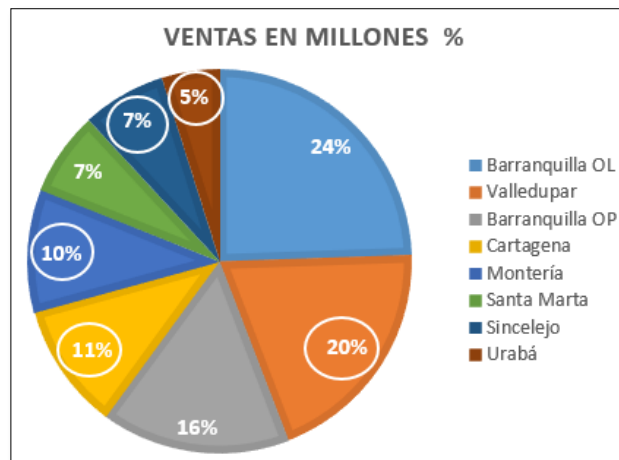


Ilustración 2. Porcentaje de ventas sedes zona Noroccidental

Por otro lado encontramos que las sedes con mayores poblaciones a atender son Montería con 37, Sincelejo con 32 y Valledupar con 29 lo que indica una relación directamente proporcional entre el volumen de ventas vs el volumen de poblaciones a atender. Ver Tabla 1 Sedes y poblaciones

Tabla 1 Sedes y poblaciones

<i>Sede</i>	<i>Poblaciones</i>	<i>% Participación</i>
<i>Barranquilla OL</i>	<i>28</i>	<i>11%</i>
<i>Barranquilla OP</i>	<i>28</i>	<i>14%</i>
<i>Cartagena</i>	<i>19</i>	<i>10%</i>
<i>Montería</i>	<i>37</i>	<i>19%</i>
<i>San Andrés</i>	<i>6</i>	<i>3%</i>
<i>Santa Marta</i>	<i>14</i>	<i>7%</i>
<i>Sincelejo</i>	<i>32</i>	<i>16%</i>
<i>Valledupar</i>	<i>29</i>	<i>15%</i>
<i>Urabá</i>	<i>11</i>	<i>6%</i>
<i>Total</i>	<i>198</i>	<i>100%</i>

Desde un estudio del Costo por servir (CxS) del país, se categorizan en un mapa de calor los costos asociados a la operación logística de cada sede, ver Ilustración 3-Escala de color costos por servir país. creando una escala de color que indica el porcentaje del costo asociado a la venta para cada una, al ubicar las sedes en cuestión, se evidencia que se encuentran en el rango de 25-30% sobre la venta, estando por encima de la meta del 22% de compañía demostrando que la zona Noroccidental de Colombia cuenta con operaciones que se encuentran dentro de los costos por servir más altos

de la red de la compañía ya que en esta región se presenta una gran dispersión en el número de poblaciones y clientes, de la misma manera se tiene el mayor número de operaciones cercanas entre si y la mayor cantidad de municipios por atender; por esto se ha detectado en la compañía la necesidad de evaluar el costo, la ubicación y la operación de los nodos en esta zona del país, ver Ilustración 4-Ubicación nodos de operación.

	% Ventas	% Costo	Municipios	
Municipios menos costosos	<10%	4,9%	1,9%	123
	10 - 15 %	10,6%	6,6%	291
	15 - 18 %	8,2%	6,3%	198
	18 - 22 %	21,4%	20,4%	145
	22 - 25 %	34,9%	38,6%	104
	25 - 30 %	16,1%	20,5%	69
Municipios más costosos	> 30 %	3,9%	5,7%	39

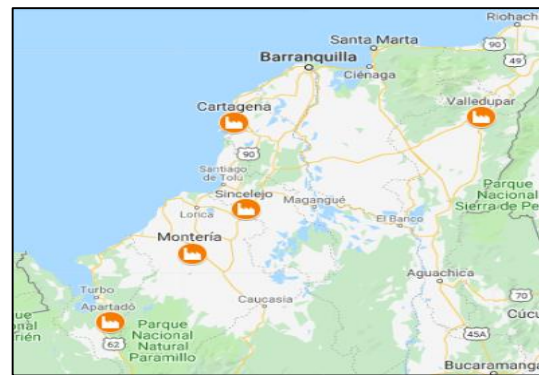


Ilustración 3-Escala de color costos por

Ilustración 4-Ubicación nodos de

El nivel de servicio meta de la compañía es del 97,9%, apuntando a un tiempo de entrega desde 24 hasta 78 horas. La empresa ha trabajado fuertemente en atender de la mejor manera a sus clientes donde no es negociable disminuir costos logísticos si eso indefectiblemente implica sacrificar cumplimiento, sin embargo, se plantea la posibilidad de encontrar una manera de hacer más eficiente la operación en costos y tiempo teniendo en cuenta la alta dispersión en las poblaciones y sin afectar el nivel de servicio el cual es insignia para la empresa.

En este orden de ideas se busca realizar un diagnóstico de las operaciones de la zona que presente información relevante que permita evaluar el estado actual de las sucursales mencionadas y permita definir oportunidades de mejora, así como modelar posibles escenarios que vayan en coherencia con la meta de la compañía en su costo por servir, para esto se propone estructurar y definir

alternativas para mejorar el costo logístico y el modelo de atención de dicha zona en línea con el propósito común de la organización, de tener operaciones eficientes y rentables.

Se diagnosticó entonces la situación actual de los nodos de distribución de la empresa buscando potenciales oportunidades de mejora para posteriormente definir los escenarios posibles de operación logística que impliquen una mejora en el costo por servir logístico y así analizar su viabilidad financiera y operativa.

Este proyecto propone alternativas para mejorar el costo por servir mediante la búsqueda de optimizaciones operativas en la red de distribución, teniendo en cuenta que la zona de objeto de estudio ha sido categorizada como foco clave de análisis por su alto costo de atención, se espera entregar un escenario viable y factible que impacte positivamente la eficiencia de la operación en la zona.

El presente documento está comprendido por 4 secciones, las cuales abordan el trabajo dividiéndolo en Marco teórico el cual presenta la literatura existente sobre las teorías de ubicación de instalaciones, la metodología la cual contiene la información relevante para el modelo, el modelo matemático creado y los escenarios a simular y finalmente el análisis de resultados con las respectivas conclusiones de cada escenario.

2. Marco Teórico

Toda compañía necesita establecer políticas respecto a su red de distribución, dado que esta debe ser acorde a su mercado y óptima en capacidad de respuesta para mitigar las fluctuaciones de su demanda. La complejidad de las decisiones respecto al diseño de la red de distribución es tal, que requiere de la combinación precisa de instalaciones, modalidades de transporte y estrategias. El

Diseño de una red de Distribución es la planificación y ubicación estratégica de los almacenes y centros de distribución de manera que permitan gestionar el flujo de productos desde uno o más orígenes hasta el cliente, este aspecto se sitúa dentro de lo que muchos autores han catalogado como *Facility Location Problem* o problema de ubicación de instalaciones una de las decisiones más estratégicas con las que las empresas deben lidiar y que ha sido estudiada debido a su importancia práctica y su dificultad para encontrar soluciones óptimas debido a su complejidad [3]. Este problema aborda los elementos espaciales de las operaciones y analiza los efectos de la ubicación de los centros de distribución o bodegas sobre factores como costo, servicio y tiempo de respuesta, buscando así la configuración de la red de distribución más idónea de acuerdo a los objetivos específicos en algunos casos máxima cobertura, en otros tiempos de respuesta para operaciones con alta sensibilidad a tiempos de entrega o como se pretende en este análisis una red que implique menores costos pero a su vez mayores eficiencias en tiempos de respuesta. [4]

Desarrollar una adecuada red de almacenes para la compañía y los clientes requiere considerar una cantidad significativa de elementos: Número de almacenes, las ubicaciones, la propiedad de la gestión o el tamaño de los mismos; El reto es decidir dentro de un subconjunto de Centros de Distribución existentes la forma de operación de estos, si puede cambiar su naturaleza a bodega y que comunidades o nodos van a ser atendidas por cada CEDI. Reducir la infraestructura de la cadena de abastecimiento, pero con una mejor disposición de los recursos que se tienen aporta una oportunidad única para disminuir costos operacionales y así mejorar la eficiencia de la misma al mantener un nivel de servicio utilizando menos recursos [3].

Tras tener identificadas las necesidades de distribución y almacenamiento, la compañía debe decidir qué tipos de almacenes y centros de distribución se ajustan a sus necesidades de

manera más eficiente, el rediseño de la red de distribución debe ir tras dos objetivos que usualmente están en conflicto entre ellos nivel de servicio versus costo logístico, indicador clave de rentabilidad para las empresas en la actualidad. [5]

El costo Logístico como indicador de gestión se ha convertido en uno de los más valiosos y más usual en ser objeto de análisis para las empresas, esto por su facilidad de medición debido a su naturaleza cuantificable, este indicador muestra el costo de los recursos asociados para poner a disposición de un cliente final un bien o un servicio en materia de gerencia de transporte y almacenamiento; algunas empresas incluyen costos asociados a administración de la demanda y de abastecimiento, la composición de este costo dependerá del enfoque que cada compañía quiera darle. A razón de lo anterior, los costos logísticos se convierten en objeto de análisis relevante pues entre mayor eficiencia se consiga en su búsqueda de optimización y disminución, en términos de tiempo, calidad y servicio, mayor ventaja competitiva tendrá la compañía, enmarcándose siempre en la agregación de valor para el cliente final. Como estrategia de reducción de costos en la red logística, son comunes en el sector los análisis y diseños de redes de almacenamiento y distribución de producto de consumo masivo, buscando con estos análisis rediseñar las organizaciones en función de la disminución de costos en temas de transporte y almacenamiento. El análisis realizado en 2015 que estudio la localización y número de nodos de distribución en la red arrojó información sobre la cantidad, ubicación y vocación de los nodos necesarios para operar de manera óptima la organización, se realizaron análisis de ventas, diseños geográficos, evaluaciones financieras y operacionales que arrojaron resultados de eficiencias y sinergias a partir de la consolidación, transformación y cierre de centros de distribución. A hoy la red y el mercado

han evolucionado a tal punto de evidenciarse la necesidad de evaluar nuevamente la red buscando optimizaciones en su funcionamiento logístico.

3. Metodología

Tener claridad sobre las características actuales de las operaciones de dicha Industria de alimentos en la zona norte de Colombia es un punto de inicio clave para evaluar los escenarios que buscarán solucionar la problemática identificada, así pues, el proyecto se divide en tres etapas claves que darán pie a las propuestas de solución.

La primera etapa está compuesta de una recolección de información y análisis detallado del comportamiento de ventas, operaciones de transporte y almacenamiento de cada centro de distribución en los cuales se enfocarán los escenarios, con esto se pretende entender la magnitud y composición comercial y operativa de cada nodo de operación. En este análisis se podrá conocer el costo actual de operación de cada nodo, siendo base comparativa para los análisis de viabilidad financiera posteriores. La segunda etapa busca definir el modelo matemático que permitirá evaluar el comportamiento de nuevos nodos de operación organizados estratégicamente desde la factibilidad operacional, donde se evaluará viabilidad financiera y operativa a partir de la consolidación, cierre o modificación vocacional de los centros de distribución analizados.

Finalmente se tiene una última etapa en la cual se definirán los escenarios viables y factibles para ser analizados desde la estrategia organizacional, se presentarán los escenarios que arrojen mejores resultados desde el punto de vista económico, social y ambiental, siempre en línea con las estrategias de la organización.

3.1 Información relevante para la simulación del modelo matemático.

Al definir conceptualmente el modelo que se pretende elaborar, se realiza un levantamiento inicial de información pertinente para los análisis, esta información es fundamental para las definiciones posteriores de cara a los objetivos planteados y a la posible implementación de este proyecto en la realidad.

El primer paso es identificar la capacidad en posiciones de estiba para los centros de distribución implicados en el modelo, Cartagena, Montería, Sincelejo, Valledupar y Urabá, estos centros en el modelo son llamados localizaciones, con esto se pretende conocer el tope máximo en capacidad asociado a cada localización para atender las demandas de los clientes, ver ***Tabla 2 Capacidad actual por sede***

Tabla 2 Capacidad actual por sede

<i>Sede</i>	<i>Capacidad</i>	<i>Porcentaje</i>
<i>Cartagena</i>	<i>1.590</i>	<i>31%</i>
<i>Montería</i>	<i>906</i>	<i>18%</i>
<i>Sincelejo</i>	<i>500</i>	<i>10%</i>
<i>Valledupar</i>	<i>1.644</i>	<i>32%</i>
<i>Urabá</i>	<i>494</i>	<i>10%</i>
<i>Total</i>	<i>5.134</i>	<i>100%</i>

Como segundo paso se identifican las poblaciones asociadas a cada uno de estos centros de distribución y sus demandas en estibas, fueron un total de 90 poblaciones que en el modelo de

simulación son llamadas clientes, esta información permite dimensionar los posibles escenarios y la viabilidad en términos de capacidad de cada centro de distribución para la atención comercial de estas poblaciones, el listado de poblaciones por centro de distribución y sus demandas se encuentran en el anexo llamado 9. Demandas poblaciones.

Posterior a esto se construye una matriz de distancias entre los clientes y las localizaciones, esta matriz tiene en cuenta las distancias reales en Kilómetros entre cada cliente y cada localización, las cifras permiten modelar las posibles combinaciones para cada escenario, es decir se convierte en un criterio de asignación clave de un cliente a una localización, es entonces información relevante en la búsqueda de los escenarios óptimos, pues se asocia un valor cuantitativo a cada cliente, esta matriz se presenta en el anexo 10. Matriz Distancias en Kilómetros.

Finalmente, para completar el modelo de optimización, es importante detallar los costos de operar cada CEDI como valores fijos asociados al funcionamiento de cada localización, el total de cada centro de distribución obedece a la suma de costos fijos como: Servicios públicos, alquileres, vigilancia, depreciaciones, seguros de vida, dotación y nómina, ver Tabla 3. Costos fijos de operación

Tabla 3. Costos fijos de operación

<i>(Miles de Millones)</i>				
Cartagena	Montería	Sincelejo	Valledupar	Urabá
\$2.016	\$1.629	\$1.113	\$4.097	\$726

3.2 Modelo matemático de Optimización.

La modelación matemática corresponde al conjunto de decisiones, restricciones y objetivos que buscan estudiar e interpretar la realidad de sistema complejo, por medio de un modelo matemático se busca en este trabajo encontrar los escenarios óptimos de operación de los centros de distribución de una empresa comercializadora de alimentos en el noroccidente de Colombia, desde el punto de vista financiero y operacional, apoyados en el software de optimización FICO® Xpress Optimization.

A continuación, se describe el modelo matemático utilizado para la simulación.

1) Conjuntos

L = Localizaciones (Centros de distribución)

C = Clientes (Poblaciones)

2) Parámetros

D_i = Demanda del cliente i

C_{ij} = Costo de abastecer al cliente i desde la localización j

F_j = Costo fijo de operación/apertura de la localización j

K_j = Capacidad de la localización j

A = Factor de ampliación de capacidad en porcentaje de metros cuadrados

C_j = Costo de ampliar la localización j

3) Decisiones

$$X_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{Si el cliente i se atiende desde la localización j} \\ 0 & \text{de lo contrario} \end{cases}$$

$$Y_j = \begin{cases} 1 & \text{Si se abre la localización } j \\ 0 & \text{de lo contrario} \end{cases}$$

$$Z_j = \begin{cases} 1 & \text{Si se incrementa la capacidad de localización } j \\ 0 & \text{de lo contrario} \end{cases}$$

4) Función objetivo

Minimizar el costo total de operación

$$MIN \sum_{i \in C} \sum_{j \in L} C_{ij} * D_i * X_{ij} + \sum_{j \in L} F_j * Y_j + \sum_{j \in L} C_j * Z_j \quad (1)$$

5) Restricciones

- **Restricción de asignación:** Cada cliente se asigna a una localización

$$\sum_{j \in L} X_{ij} = 1 \quad \forall i \in C \quad (2)$$

- **Restricción de capacidad:** No se debe sobrepasar la capacidad de localización

$$\sum_{i \in C} D_i * X_{ij} \leq K_j * Y_j + A * K_j * Z_j \quad (3)$$

- **Restricción de ampliación:** Se amplía siempre y cuando la necesidad sobrepase la capacidad de la localización.

$$Y_j \geq Z_j \quad \forall j \in L \quad (4)$$

- **Restricción de operación:** Valledupar no puede ser cerrada

(5)

$$Y(\text{Valledupar}) = 1$$

- **Restricción de ampliación:** Valledupar no puede ser ampliada

(6)

$$Z(\text{Valledupar}) = 0$$

Para la ejecución del modelo se definen las poblaciones o clientes a atender (C) junto con las Localizaciones con las que actualmente cuenta la red para servir (L). Se establecen los parámetros que determinan las posibles decisiones a abordar: la demanda del cliente dado en número de estibas (D_i), el costo de abastecer a un cliente desde una localización dada (C_{ij}), el costo fijo de operación o apertura de la localización (F_j), la capacidad de la localización (k_j) y un factor de ampliación de capacidad en caso de que aplique (A). Posteriormente se detallan las variables de decisión las cuales son todas binarias, si se atiende un cliente desde cierta localización (X_{ij}), Si se abre una localización (Y_j) y si se incrementa la capacidad de la localización (z_j).

Lo cual lleva a la función objetivo la cual busca minimizar el costo total de operación (costo variable y costo fijo) donde se evalúa dentro de un conjunto de clientes i y un conjunto de localizaciones j el costo por servir total de la demanda al cliente desde una localización dada más el costo fijo de operación más el costo de ampliación para los casos que aplique.

Esta función objetivo debe tener en cuenta para un mejor resultado las siguientes restricciones:

- Restricción de asignación que indica que un cliente puede ser asignado solo a una localización.
- Restricción de capacidad que sugiere que la sumatoria de las demandas asignada a un CEDI no debe superar su capacidad
- La restricción de ampliación que apunta a ampliar la localización siempre y cuando la demanda exceda la capacidad.
- Valledupar siempre debe operar y no se modifica ya que es una sede nueva por lo cual no es viable analizar un posible cierre.
- Solo se pueden modificar las sedes de Cartagena, Sincelejo, Urabá y Montería.

3.3 Escenarios a simular:

Se definieron 5 escenarios a simular en los cuales se modificaban parámetros claves como la demanda de los clientes, los costos fijos de operar actualmente en las localizaciones y los costos de atención de cada localización a cada cliente, con estos escenarios se esperaban reorganizaciones de la red de clientes y aperturas o cierres de las localizaciones actuales.

Los escenarios simulados fueron los siguientes:

1. Aumento de la demanda actual en los clientes de la Región de Urabá en un 15%, esto debido al desarrollo económico a raíz de la inversión en infraestructura portuaria de la región. Se modifica en el modelo el parámetro de demanda (D_i), para los clientes asociados a esta región, los demás parámetros no son modificados.
2. Aumento del costo fijo de operación de Urabá a raíz del mismo desarrollo industrial de la zona, esto modifica el parámetro de (F_j) en un 40% de su valor actual.
3. Disminución del 20% en el Costo por kilómetro actual por mejoramiento de vías con el proyecto 4G de regiones de Montería y Urabá, esto implica una disminución en el costo variable de abastecer un cliente i desde una localización j (C_{ij}).

4. El costo de ampliar sedes de Montería y Urabá se incrementa en un 50% de su valor original por desarrollo económico de la zona, esto implica la modificación del parámetro de costo de ampliación (C_j).
5. Aumento en un 20% de la demanda de la Región atendida por la localización Cartagena, por incrementos turísticos del sector y crecimiento anual. Se modifica la demanda (D_i) para los clientes de la Región que hoy son atendidos desde esa localización.

4. Análisis de resultados

4.1 Propuesta óptima para la red de distribución actual

La red de distribución real con la que cuenta la compañía en la zona noroccidental tiene como foco de estudio 5 centros de

distribución, los cuales hoy atienden un total de 90 poblaciones con una demanda de 4.262 estibas semanales y capacidad total de almacenamiento de 5.134 posiciones distribuidas en 10.236 Mt²; esta estructura implica para su ejecución un costo total \$13.222 MM anuales.

Por su lado el modelo matemático planteado busca la configuración y distribución óptima de la red, con los recursos actuales y con el propósito de minimizar sus costos totales, se propone entonces una redistribución significativa de las poblaciones atendidas por cada localización, el cierre del centro de distribución de Sincelejo y la ampliación de centros de Montería y Urabá.

Tabla 4 Comparativo poblaciones Esc. Real Vs. Esc. Base

<i>Localización</i>	<i>Escenario Real</i>			<i>Escenario Base</i>		
	<i>Demanda Estibas</i>	<i>% Atención</i>	<i># Poblaciones</i>	<i>Demanda Estibas</i>	<i>% Atención</i>	<i># Poblaciones</i>
<i>Cartagena</i>	1313	31%	11	1474	35%	22
<i>Montería</i>	1124	26%	27	1174	28%	32
<i>Valledupar</i>	975	23%	21	1034	24%	29
<i>Urabá</i>	572	13%	6	580	14%	7
<i>Sincelejo</i>	277	7%	25			
<i>Total general</i>	4262	100%	90	4262	100%	90

En total 32 poblaciones fueron reasignadas a otros Centros de distribución de las cuales 25 corresponden a las poblaciones atendidas por la sede de Sincelejo, su demanda fue asignada a Cartagena, Valledupar y Montería distribuidas en un 46%, 38% y 16% respectivamente. Cartagena muestra un cambio importante en número de poblaciones, pasa de atender 11 a 22, sin embargo, el porcentaje de la demanda que absorbe solo incrementa en un 4% la demanda actual, seguido de Montería con 2%, Valledupar y Urabá con 1% de incremento. Ver Tabla 4 Comparativo poblaciones Esc. Real Vs. Esc. Base

Se hace necesario analizar las capacidades de cada centro con esta nueva reasignación de demandas, podemos encontrar que hoy tanto Montería como Urabá son centros que están trabajando por encima de su capacidad al 124% y 116% lo cual explica la propuesta de ampliación del modelo para estos centros; Cartagena opera al 83% y Valledupar al 59% las cuales pueden afrontar un incremento importante de la demanda a atender sin necesidad de hacer modificaciones en su manera de operar y así mismo optimizar el uso de su capacidad instalada. Ver

Tabla 5 Comparativo demandas Esc. Real Vs. Esc. Base

Tabla 5 Comparativo demandas Esc. Real Vs. Esc. Base

<i>Localizaciones</i>	<i>Escenario Real</i>				<i>Escenario Base</i>		
	<i>Capacidad Estibas</i>	<i>Demanda Estibas</i>	<i>% Utilización</i>	<i>Disponibile</i>	<i>Capacidad Estibas</i>	<i>Demanda Estibas</i>	<i>% Utilización</i>
<i>Cartagena</i>	1590	1313	83%	17%	1590	1474	93%
<i>Montería</i>	906	1124	124%	-24%	1178	1174	100%
<i>Sincelejo</i>	500	277	55%	45%	-	-	-
<i>Valledupar</i>	1644	975	59%	41%	1644	1034	63%
<i>Urabá</i>	494	572	116%	-16%	642	580	90%

En cuanto a costos se puede encontrar que el modelo propone el cierre de Sincelejo lo cual eliminaría los costos fijos de operación de este centro, logrando disminuir los costos totales de la red en un 12%, incrementa el costo variable en 4% al hacer una reasignación de las poblaciones y generar un nuevo costo de ampliación para Montería y Urabá. Ver

Tabla 6 Comparativo Costos Esc. Real Vs. Esc. Base

Tabla 6 Comparativo Costos Esc. Real Vs. Esc. Base

	<i>Esc. Real</i>	<i>Esc.Base</i>	<i>Variación</i>
<i>Costos fijos</i>	\$9,581	\$8,468	-12%
<i>Costos variables</i>	\$3,641	\$3,783	4%
<i>Costo de ampliar</i>		\$154	
<i>Costo Total</i>	<i>\$13,222</i>	<i>\$12,406</i>	<i>-6%</i>

Se halla entonces la solución óptima de la red actual a través de la atención de las 90 poblaciones desde la atención de 4 centros de distribución, y la ampliación de dos de ellos; esta propuesta le presenta a la compañía la oportunidad de atender la misma demanda de 4.262 estibas semanales con una capacidad total de 5.054 posiciones distribuidas en 11.014 mts² con un costo total de operación anual de \$12.406 Millones, es decir un ahorro de 6% en la operación.

4.2 Escenario # 1

Aumento de la demanda actual en la Región de Urabá en un 15% por desarrollo económico del sector gracias a la construcción de puertos.

En este escenario en el cual se le apuesta a un incremento en la demanda de Urabá debido a la construcción de puerto Antioquia el centro pasaría a atender 658 estibas semanales, este centro solo cuenta con una capacidad de 494 por lo cual el modelo sugiere ampliar su capacidad en un factor de 30% que es lo que se determina viable de acuerdo a la disponibilidad de espacio en las bodegas

actuales y entrega dos de sus poblaciones Necoclí y Mutatá a la localización más cercana que es Montería, conservando las poblaciones con demandas más altas y más cercanas al centro de Urabá, de esta manera quedaría operando al 99,81% pues contaría con una capacidad luego de ampliado de 642 estibas y la demanda estaría en 641.

Adicionalmente este centro que empezaría a operar con un 15% por ciento más de demanda, pero incrementa su costo por servir solo en un 5%.

A nivel general la red presentaría características muy similares al diagnóstico que el modelo propone con las condiciones actuales de la compañía y que fueron explicadas en el apartado anterior, se cierra la sede de Sincelejo lo cual disminuye costos de operación totales en un 12% y distribuye estas poblaciones a Cartagena, Valledupar y Montería. Propone la ampliación no solo de Urabá sino también de Montería y operaria con un costo total de \$ 12.454 MM.

4.3 Escenario # 2

Aumento del costo fijo de operación de Urabá a raíz del desarrollo industrial de la zona

Al realizar el análisis de este escenario se modifica el parámetro de Costo fijo de operación aumentándolo en un 40%, pasando de \$736Millones de costo fijo anual para operar el centro de distribución de Urabá, a \$799Millones. Al realizar este cambio, el modelo evalúa nuevamente la red óptima y los costos asociados a cada nodo de operación para rediseñar la red y definir cierre o ampliaciones de algunas localizaciones.

Al revisarse los resultados de este Escenario se observa que la red no cambia su distribución en poblaciones frente al modelo propuesto como escenario base, esto permite concluir que el diseño del modelo no es sensible al costo fijo de esta localización y así sea más alto opta por abrirla.

Al comparar los costos con el escenario base, se puede ver un incremento del 0,5% al pasar de \$12.406 Mill, a \$12.477Mill, generado por el incremento en el 40% del costo fijo de una de las sedes, en conclusión, es una localización con unos costos fijos bajos y parámetros que al modificarlos no generan grandes cambios en el modelo.

4.4 Escenario # 3

Disminución de Costo por kilómetro por mejoramiento de vías proyecto 4G de regiones de Montería y Urabá.

Este escenario pretende desarrollarse en unas condiciones que propicien la reducción del costo por kilómetro de la empresa en un 20% esto debido a la construcción de las vías 4G en las cuales el gobierno viene trabajando fuertemente durante el último año por lo que se prevé una mejor infraestructura vial sobre la cual operar.

De la misma manera el modelo sugiere cerrar la sede de Sincelejo y ampliar Montería y Urabá, se atienden las poblaciones de forma similar, el cambio más significativo se puede evidenciar en el costo variable total de la red que disminuye en un 4% comparado con los otros escenarios, estos por su lado evidencian un incremento en el costo variable debido a que el modelo propone operar de manera óptima redistribuyendo poblaciones, también al cerrar Sincelejo se disminuyen los costos fijos, sin embargo en este escenario la reducción en costo por kilómetro se hace evidente al ser el único que refleja esta disminución en el costo total de la operación, y adicional también se tiene una disminución por el cierre de Sincelejo, finalmente encontramos que el costo total es de \$12.134MM.

4.5 Escenario # 4

El costo de ampliar sedes de Montería y Urabá se incrementa en un 50% de su valor original por desarrollo económico de la zona

Al evaluar este escenario, se modifica el parámetro de costo de ampliación para las sedes de Montería y Urabá, la ampliación de una localización se realiza por el 30% de su medida en metros cuadrados, en este escenario la red se conserva tal cual en el escenario #2, aun incrementando los costos asociados a la ampliación de las dos localizaciones, el modelo genera esta solución como resultado óptimo, al compararse con los costos de ampliar sedes como Cartagena, siguen siendo valores inferiores y posibles para una solución optimizada, el costo total en la función objetivo aumenta un 0,6% frente al costo total del escenario base, pasando de \$12.406Millones a \$12.482Millones, esto refleja que el modelo base sigue siendo robusto y poco sensible a cambios, esta vez de parámetros asociados a los costos de ampliación. Ver

Tabla 7 Comparativos Costos de ampliación Esc. Base Vs. Esc. 4.

Tabla 7 Comparativos Costos de ampliación Esc. Base Vs. Esc. 4

<i>Sede</i>	<i>Escenario Base</i>		<i>Escenario 4</i>	
	<i>Mts 2</i>	<i>\$ Ampliar</i>	<i>Mts 2</i>	<i>\$ Ampliar</i>
<i>Montería</i>	<i>1.670</i>	<i>\$ 99.741.004</i>	<i>2.171</i>	<i>\$149.611.506</i>
<i>Sincelejo</i>	<i>1.045</i>	<i>\$ 54.215.815</i>	<i>1.359</i>	<i>\$ 81.323.722</i>

4.6 Escenario # 5

Aumento en un 20% de la demanda de la Región atendida por la localización Cartagena, por incrementos turísticos del sector y crecimiento anual.

Para este escenario se modifican las demandas de los clientes que hoy son atendidos desde Cartagena, como resultado el modelo arrojó una solución óptima que contempla lo siguiente:

Se cierran las localizaciones de Cartagena y Urabá, disminuyendo los costos de la función objetivo de estas dos localizaciones.

Se reasignan las poblaciones de Cartagena (11) y Urabá (6) a las demás localizaciones de la región, incrementando la demanda para algunas de las localizaciones y reorganizando los clientes en todas, el mayor incremento de la demanda se evidencia en Sincelejo con una participación en el escenario real del 7% del total de la demanda de la región , frente a un 44% en el escenario evaluado, este incremento puede darse al ampliar la localización, Sincelejo entonces pasa de atender 25 clientes a atender 38 de las 90 del total.

Otro incremento considerable se produce en la localización de Valledupar, la cual incrementa su demanda en 314 estibas semanales, sin embargo, la cantidad de clientes disminuye de 21 a 15, reflejando esto la distribución de clientes frente al escenario real.

Por otra parte, Montería, pasa de atender 27 clientes a 37, los cuales le generan una disminución de la demanda de 1124 estibas semanales a 1087, esto evidencia de la misma forma una redistribución de clientes en la región entre las tres sedes, generando una tendencia de alto crecimiento en demanda para la sede de Sincelejo. Ver Tabla 8 Comparativo Demandas Esc. Real Vs. Esc. 5.

Tabla 8 Comparativo Demandas Esc. Real Vs. Esc. 5

<i>Localización</i>	<i>Escenario Real</i>			<i>Escenario 5</i>		
	<i>Demanda Estibas</i>	<i>% Atención</i>	<i># Poblaciones</i>	<i>Demanda Estibas</i>	<i>% Atención</i>	<i># Poblaciones</i>
<i>Cartagena</i>	1313	31%	11			
<i>Montería</i>	1124	26%	27	1087	26%	37
<i>Valledupar</i>	975	23%	21	1289	30%	15
<i>Urabá</i>	572	13%	6			
<i>Sincelejo</i>	277	7%	25	1886	44%	38
<i>Total general</i>	4262	100%	90	4226	100%	90

El modelo amplía las localizaciones de Montería y Sincelejo, incrementando la capacidad de la Región a tal punto de cerrar y optimizar la sede de Cartagena con una función objetivo inferior al costo actual de operación reducida un 0,61%, pasando de \$13.222 a \$13.142Millones.

5. Conclusiones

1. Se evalúa la red actual con el modelo, el cual arroja un diagnóstico que permite ver una red de distribución robusta y poco susceptible a los cambios que puedan generarse en sus parámetros, así entonces arroja un escenario óptimo en el cual se define el cierre de una localización y la reacomodación de sus poblaciones, este escenario nos muestra un costo logístico más rentable para la compañía que el costo actual.
2. En busca de una reconfiguración óptima para operar con las condiciones actuales de la red el modelo logra demostrar que reducir la infraestructura de la cadena de abastecimiento pero con una mejor disposición de los recursos que se tienen brinda una gran oportunidad para la compañía de reducir sus costos de operación, el cierre de Sincelejo representa una disminución del 12% en los costos fijos y un 6% en el costo total de la operación, se consigue evidenciar entonces como las empresas a razón de brindar un mejor nivel de servicio pueden incurrir en costos adicionales para garantizar una mayor cobertura sin embargo es posible operar de una manera eficiente con menos recursos y obteniendo un resultado óptimo que le apunte a los objetivos de la compañía.

3. Se crean escenarios cercanos a la realidad los cuales arrojan resultados con cambios potenciales para la red, implicando un mejor costo logístico y una viabilidad operacional óptima.

6. Agradecimientos

A la empresa evaluada por la disponibilidad, facilidad y el acceso a la información.

A nuestros asesores metodológicos y temáticos por su acompañamiento y orientación

7. Referencias

- 1] O. A. Torres Rojas, C. A. Castaño Cuartas y L. M. Posada Mesa, «NUEVO CENTRO DE DISTRIBUCION COMERCIAL NUTRESA-REGIONAL ANTIOQUIA,» Medellín, 2015.
- 2] El Universal, «El Universal,» 07 Septiembre 2019. [En línea]. Available: <https://www.eluniversal.com.co/regional/inversion-en-vias-perfilan-a-cordoba-como-centro-logistico-de-alta-capacidad-JK1693902>. [Último acceso: Octubre 2019].
- 3] J. G. Villegas, F. Palacios y A. L. Medaglia, «Solution methods for the bi-objective (cost-coverage) unconstrained facility location problem with an illustrative example,» *Ann Oper Res*, pp. 109-141, 2006.
- 4] M. A. Gutierrez y P. Keskinocak, «Pre-Prepositioning of Emergency Items for CARE International,» *Interfaces*, pp. 223-237, 2011.
- 5] 3. A. S. Lopez, «Logística y Abastecimiento,» [En línea]. Available: [https://logisticayabastecimiento.jimdo.com/almacenamiento/..](https://logisticayabastecimiento.jimdo.com/almacenamiento/) [Último acceso: 11 10 2019].
- 6] Revista Zona Logística, «¿Qué es un centro de distribución?,» 2019.
- 7] MBA SKOOL, «MBA SKOOL Posted in Operations and Supply Chain Terms,» [En línea]. Available: <https://www.mbaskool.com/business-concepts/operations-logistics-supply-chain-terms/14446-logistics-costs.html>. [Último acceso: 10 11 2019].

- 8] B. A. S. Lopez, «Logística y Abastecimiento,» [En línea]. Available: <https://logisticayabastecimiento.jimdo.com/almacenamiento/>. [Último acceso: 10 11 2019].
- 9] Decreto 3075 de 1997, «Por el cual se reglamenta parcialmente la Ley 09 de 1979 y se dictan otras disposiciones,» [En línea]. Available: https://docs.supersalud.gov.co/PortalWeb/Juridica/Decretos/D3075_97.pdf. [Último acceso: 10 11 2019].
- 10] Grupo Nutresa, «Informe anual y de sostenibilidad 2013,» 2013. [En línea]. Available: <https://informe2013.gruponutresa.com/crecimiento-y-liderazgo-del-mercado/redes-y-distribucion/colombia/>. [Último acceso: 10 Septiembre 2019].

8. Anexos

9. Demandas poblaciones

<i>Poblaciones</i>	<i>Demandas</i>	<i>Poblaciones</i>	<i>Demandas</i>
<i>Cartagena</i>	1061	<i>Sincé</i>	5
<i>San Juan Nepomuceno</i>	20	<i>San Sebastián de Buenavista</i>	20
<i>María la Baja</i>	9	<i>Guamal</i>	24
<i>Turbaco</i>	64	<i>San Fernando</i>	2
<i>Villanueva</i>	6	<i>Margarita</i>	0
<i>Mahates</i>	6	<i>Cicuco</i>	3
<i>San Jacinto</i>	9	<i>Santa Ana</i>	14
<i>Arjona</i>	26	<i>Santa Bárbara Pinto</i>	6
<i>San Estanislao</i>	8	<i>Carmen de Bolívar</i>	26
<i>Santa Rosa</i>	4	<i>San Onofre</i>	14
<i>San Andrés</i>	101	<i>Coveñas</i>	6
<i>Montería</i>	476	<i>Toluviejo</i>	1
<i>Caucasia</i>	194	<i>Santiago de Tolú</i>	5
<i>El Bague</i>	41	<i>Morroa</i>	2
<i>San Pedro de Urabá</i>	8	<i>Talaigua Nuevo</i>	5
<i>Valencia</i>	5	<i>San Zenón</i>	1
<i>San Marcos</i>	22	<i>Pijiño del Carmen</i>	5
<i>Pueblo Nuevo</i>	7	<i>Ovejas</i>	7
<i>Planeta Rica</i>	11	<i>Los Palmitos</i>	0

<i>Buenavista</i>	5	<i>El Copey</i>	31
<i>Sahagún</i>	47	<i>Ariguaní El Difícil</i>	28
<i>Montelíbano</i>	51	<i>Riohacha</i>	180
<i>Tarazá</i>	12	<i>San Juan del Cesar</i>	19
<i>Cáceres</i>	3	<i>Nueva Granada</i>	19
<i>Ciénaga de Oro</i>	4	<i>Maicao</i>	382
<i>Cereté</i>	47	<i>Uribia</i>	97
<i>Arboletes</i>	16	<i>La Paz</i>	4
<i>San Juan de Urabá</i>	7	<i>Becerril</i>	9
<i>Lorica</i>	60	<i>Plato</i>	31
<i>San Antero</i>	6	<i>Bosconia</i>	46
<i>Zaragoza</i>	25	<i>Manaure</i>	6
<i>Chinú</i>	10	<i>Agustín Codazzi</i>	26
<i>Tierralta</i>	24	<i>Chibolo</i>	19
<i>Majagual</i>	16	<i>Fonseca</i>	20
<i>Ayapel</i>	21	<i>San Diego</i>	3
<i>La Apartada</i>	1	<i>Barrancas</i>	12
<i>San Andrés Sotavento</i>	6	<i>Zambrano</i>	2
<i>Tuchín</i>	2	<i>La Jagua de Ibirico</i>	28
<i>Carepa</i>	35	<i>Algarrobo</i>	5
<i>Sampués</i>	2	<i>Sabanas de San Angel</i>	8
<i>Mompos</i>	25	<i>Apartadó</i>	372
<i>Corozal</i>	27	<i>Turbo</i>	84
<i>Magangue</i>	69	<i>Chigorodó</i>	66
<i>San Pedro</i>	5	<i>Necoclí</i>	13
<i>San Juan de Betulia</i>	3	<i>Mutatá</i>	2

10. Matriz Distancias en Kilómetros

<i>Localizaciones</i>	<i>Cartagena</i>	<i>Montería</i>	<i>Sincelejo</i>	<i>Valledupar</i>	<i>Urabá</i>
<i>Cartagena</i>	0	245	163	361	484
<i>San Juan Nepomuceno</i>	94	215	99	280	458
<i>María la Baja</i>	78	185	103	342	417
<i>Turbaco</i>	11	234	153	351	466

Especialización en Logística Integral- Universidad de Antioquia/

<i>Villanueva</i>	27	276	177	376	519
<i>Mahates</i>	70	217	135	327	449
<i>San Jacinto</i>	108	200	84	264	443
<i>Arjona</i>	63	234	152	350	466
<i>San Estanislao</i>	44	253	171	359	497
<i>Santa Rosa</i>	175	116	7	333	363
<i>San Andrés</i>	723	765	779	950	931
<i>Montería</i>	260	0	122	436	248
<i>Caucasia</i>	379	158	187	502	401
<i>El Bagre</i>	434	234	264	578	477
<i>San Pedro de Urabá</i>	379	113	238	549	113
<i>Valencia</i>	347	407	291	27	651
<i>San Marcos</i>	266	120	96	410	363
<i>Pueblo Nuevo</i>	276	90	105	420	333
<i>Planeta Rica</i>	291	91	121	435	335
<i>Buenavista</i>	206	186	70	279	429
<i>Sahagún</i>	219	87	48	363	330
<i>Montelíbano</i>	352	152	182	496	395
<i>Tarazá</i>	419	219	249	563	428
<i>Cáceres</i>	414	214	244	558	457
<i>Ciénaga de Oro</i>	253	37	82	397	281
<i>Cereté</i>	239	19	101	415	262
<i>Arboletes</i>	311	69	170	500	176
<i>San Juan de Urabá</i>	366	97	203	517	160
<i>Lorica</i>	196	60	56	383	292
<i>San Antero</i>	178	80	69	396	312
<i>Zaragoza</i>	444	206	273	588	451
<i>Chinú</i>	199	91	28	343	334
<i>Tierralta</i>	364	82	193	508	160
<i>Majagual</i>	352	205	181	496	449
<i>Ayapel</i>	397	142	209	523	387
<i>La Apartada</i>	340	103	368	484	348
<i>San Andrés Sotavento</i>	212	86	42	356	329
<i>Tuchín</i>	315	33	145	459	278
<i>Carepa</i>	473	231	347	661	11
<i>Sampués</i>	215	102	17	354	361
<i>Mompos</i>	311	264	148	245	507
<i>Corozal</i>	191	128	12	305	372
<i>Magangue</i>	228	208	92	294	451

Especialización en Logística Integral- Universidad de Antioquia/

<i>San Pedro</i>	187	168	225	540	493
<i>San Juan de Betulia</i>	199	137	21	314	380
<i>Sincé</i>	206	152	33	304	388
<i>San Sebastián de Buenavista</i>	302	287	168	236	523
<i>Guamal</i>	350	297	180	221	537
<i>San Fernando</i>	285	279	160	258	515
<i>Margarita</i>	313	299	182	248	539
<i>Cicuco</i>	237	231	112	227	467
<i>Santa Ana</i>	251	245	126	216	483
<i>Santa Bárbara Pinto</i>	273	267	148	238	503
<i>Carmen de Bolívar</i>	172	211	92	225	447
<i>San Onofre</i>	103	146	60	321	384
<i>Coveñas</i>	163	93	58	351	316
<i>Toluviejo</i>	148	139	22	315	376
<i>Santiago de Tolú</i>	145	113	40	333	336
<i>Morroa</i>	192	130	11	307	366
<i>Talaigua Nuevo</i>	253	240	122	219	476
<i>San Zenón</i>	272	259	140	223	495
<i>Pijiño del Carmen</i>	275	261	142	209	497
<i>Ovejas</i>	139	161	42	276	397
<i>Los Palmitos</i>	160	139	20	297	375
<i>El Copey</i>	317	361	244	117	599
<i>Ariguaní El Difícil</i>	224	299	180	137	535
<i>Riohacha</i>	399	605	487	159	841
<i>San Juan del Cesar</i>	415	490	371	56	726
<i>Nueva Granada</i>	206	168	49	320	406
<i>Maicao</i>	477	614	495	180	850
<i>Uribia</i>	496	642	524	208	879
<i>La Paz</i>	404	479	360	48	715
<i>Becerril</i>	370	445	326	100	681
<i>Plato</i>	133	360	241	305	596
<i>Bosconia</i>	266	340	222	96	576
<i>Manaure</i>	392	466	348	36	702
<i>Agustín Codazzi</i>	364	439	321	63	675
<i>Chibolo</i>	205	280	162	202	516
<i>Fonseca</i>	457	532	413	98	768
<i>San Diego</i>	380	455	336	24	691
<i>Barrancas</i>	460	524	405	90	760
<i>Zambrano</i>	151	226	107	220	462

Especialización en Logística Integral- Universidad de Antioquia/

<i>La Jagua de Ibirico</i>	<i>355</i>	<i>429</i>	<i>311</i>	<i>118</i>	<i>665</i>
<i>Algarrobo</i>	<i>311</i>	<i>380</i>	<i>262</i>	<i>134</i>	<i>616</i>
<i>Sabanas de San Angel</i>	<i>266</i>	<i>341</i>	<i>222</i>	<i>147</i>	<i>577</i>
<i>Apartadó</i>	<i>460</i>	<i>219</i>	<i>333</i>	<i>649</i>	<i>27</i>
<i>Turbo</i>	<i>435</i>	<i>193</i>	<i>308</i>	<i>623</i>	<i>56</i>
<i>Chigorodó</i>	<i>489</i>	<i>259</i>	<i>373</i>	<i>677</i>	<i>12</i>
<i>Necoclí</i>	<i>389</i>	<i>148</i>	<i>262</i>	<i>578</i>	<i>96</i>
<i>Mutató</i>	<i>546</i>	<i>304</i>	<i>419</i>	<i>734</i>	<i>58</i>