



**Diseño de un Modelo de Distribución para Conservar los Productos Congelados que  
Comercializa la Empresa Alimentos Cárnicos S.A.S.**

**Néstor Enrique Calanche Rodríguez**

**Sandra Lorena Rabón Albino**

**Universidad Ean**

**Facultad de Ingeniería**

**Maestría Gerencia de la Cadena de Abastecimiento**

**Bogotá D.C., Colombia**

**2021**

**Diseño de un Modelo de Distribución Para Conservar los Productos Congelados que  
Comercializa la Empresa Alimentos Cárnicos S.A.S.**

**Néstor Enrique Calanche Rodríguez**

**Sandra Lorena Rabón Albino**

**Trabajo de Grado Presentado como Requisito para Optar al Título de:  
Magister en Gerencia de la Cadena de Suministro**

**Director (a):**

**Daniel Antonio Herrera González**

**Modalidad:**

**Trabajo Dirigido**

**Universidad EAN**

**Facultad de Ingeniería**

**Maestría Gerencia de la Cadena de Suministro**

**Bogotá D.C., Colombia**

**2021**

**Nota de Aceptación**

---

---

---

---

Firma del jurado

---

Firma del jurado

---

Firma del director del trabajo de grado

Bogotá D.C., a los \_\_\_\_ del mes de \_\_\_\_\_ del año \_\_\_\_\_.

**(Dedicatoria o frase. Página opcional)**

Dedicada a todos nuestros colegas logísticos, quienes con su constancia, creatividad e innovación aportan lo mejor en el desarrollo de una mejor sociedad desde nuestra hermosa profesión.

“Los factores en el arte de la guerra son: primero, los cálculos; segundo, las cantidades; tercero, la logística; cuarto, el equilibrio de poder; y quinto, las posibilidades de victoria están basadas el equilibrio de poder”.

“La línea entre el orden y el desorden reside en la logística”.

- **Federico el Grande**

~ V ~

Diseño de un modelo de distribución para la conservación de  
los productos congelados que comercializa la empresa  
Alimentos Cárnicos S.A.S.



## **Agradecimientos**

Queremos agradecer, en primer lugar, a Dios por habernos permitido culminar nuestros estudios de postgrado. En segundo lugar, a nuestros padres por el apoyo incondicional que nos brindaron durante el transcurso de esta etapa de nuestras vidas.

Asimismo, damos agradecimiento especial a la organización en donde laboramos, Alimentos Cárnicos S.A.S., por el apoyo que nos brindaron. Gracias a todos los docentes de la maestría, quienes intervinieron para fortalecer las habilidades y el conocimiento en el área de la cadena de suministro.

## Resumen

En la actualidad, en el mundo se desperdician 1300 millones de toneladas de alimentos (ONU, 2017). Aquella excesiva producción de residuos se debe, principalmente, al proceso de distribuir dentro de la cadena de suministro, puesto que, debido al mal manejo se rompe la cadena de frío. Por lo tanto, este trabajo tiene como objetivo diseñar un modelo de distribución para los productos congelados de la empresa Alimentos Cárnicos S.A.S., así como identificar las diferentes metodologías empleadas en países desarrollados y en vía de desarrollo dentro de la industria.

Adicionalmente, se realizará un diagnóstico comparativo con los modelos empleados actualmente y los que se adaptan a las necesidades de distribución de esta compañía. Dicho análisis evalúa factores como: procesos de almacenamiento, *picking*, *packing*, vehículos de distribución y artículos adicionales como pilas de congelación y neveras isotérmicas que contribuyen para conservar la cadena de frío.

**Palabras claves:** Cadena de frío, distribución, abastecimiento, alimentos cárnicos, operación logística, sostenibilidad.

### **Abstract**

Currently, the world is wasting 1.3 billion tons of food (UN, 2018). This excessive production of waste is mainly due to the distribution process within the supply chain, since due to mishandling, the cold chain is broken. Therefore, this work aims to design a distribution model for the frozen products of the company Alimentos Cárnicos S.A.S, identifying the different methodologies used in developed and developing countries within the industry. Additionally, a comparative diagnosis will be made with the models today used and those that are adapted to the distribution needs of this company. This analysis evaluates factors such as: storage processes, picking, packing, distribution vehicles and additional items such as freezing piles and isothermal refrigerators that contribute to the conservation of the cold chain.

**Keywords:** Cold chain, distribution, supply, meat foods, logistics operation, sustainability.

## Índice

Introducción .....	14
Objetivos .....	16
Objetivo General .....	16
Objetivos específicos.....	16
Justificación.....	17
Marco de Referencia .....	21
1. Contexto del Estudio de Mercado de Productos Congelados en Francia.....	33
2. Canales de Distribución .....	34
3. Esquema de la Distribución.....	35
4. Contexto de la Cadena de Frío en Latinoamérica .....	35
5. Contexto de la Cadena de Frío en Colombia.....	37
6. Situación Actual y Antecedentes.....	39
7. Fundamentación Legal .....	43
Marco Institucional .....	47
Misión .....	47
Visión .....	48
Posición en el Mercado .....	49
Diseño Metodológico .....	51
Metodología de Investigación .....	52
Muestreo.....	55
Población.....	55
Número de Viajes Realizados .....	58



Diagnóstico .....	60
Análisis de Resultados .....	64
Plan de Intervención.....	67
Recomendaciones.....	92
Conclusiones .....	94
Referencias Bibliográficas .....	97

### Lista de Gráficas

Gráfica 1 .....	58
<i>Temperatura Promedio de los Productos</i> .....	58
<b>Gráfica 2</b> .....	60
<i>Temperatura Promedio de Nevera Melform</i> .....	60
Gráfica 3 .....	82
<i>Clasificación Final Topsis</i> .....	82
Gráfica 4 .....	89
<i>Dispersión de Enrutamiento</i> .....	89
Gráfica 5 .....	91
<i>Gráfica de Territorios</i> .....	91

### Lista de Imágenes

Imagen 1 .....	24
Tabla de RI.....	24
Imagen 2.....	27
<i>Proximidad al ideal y anti-ideal</i> .....	27
Imagen 4.....	30
<i>Matriz de decisión TOPSIS</i> .....	30
Imagen 5.....	49
<i>Estructura Organizacional</i> .....	49
Imagen 6.....	50
<i>Posición en el Mercado de Alimentos Cárnicos</i> .....	50
Imagen 7.....	51
<i>Marcas de alimentos cárnicos</i> .....	51
Imagen 8.....	59
<i>Evidencia del Cargue Vehicular</i> .....	59
Imagen 9.....	62
<i>Dispositivos de Pruebas</i> .....	62
Imagen 10.....	71
<i>Proceso de implementación del Modelo</i> .....	71
Imagen 11.....	72
<i>Criterios de Evaluación de proveedor de Frio</i> .....	72
Imagen 12.....	73
<i>Escala de Evaluación</i> .....	73
Imagen 13.....	73
<i>Relación de consistencia</i> .....	73
Imagen 14.....	74
<i>Comparación de Criterios</i> .....	74
Imagen 15.....	74
<i>Evolución del Criterio de Capacidad</i> .....	74
Imagen 16.....	75
<i>Evaluación del Criterio de Temperatura</i> .....	75

Imagen 17.....	75
<i>Evolución del Criterio de vida Útil.....</i>	75
Imagen 18.....	75
<i>Evaluación del Criterio de Costo.....</i>	75
Imagen 19.....	76
<i>Resultado de los Criterio Evaluados.....</i>	76
Imagen 20.....	77
<i>Matriz de comparación de criterios.....</i>	77
Imagen 21.....	77
<i>Construcción matriz de Decisión - Matriz 1.....</i>	77
Imagen 22.....	78
<i>Normalización de la matriz de decisión - Matriz 2.....</i>	78
Imagen 23.....	78
<i>Construcción de la matriz normalizada ponderada - Matriz 3.....</i>	78
Imagen 24.....	79
<i>Determinación de la solución ideal positiva y negativa.....</i>	79
Imagen 25.....	79
<i>Calculo de la solución ideal positiva y negativa - Matriz 5.....</i>	79
Imagen 26.....	80
<i>Calculo de la solución ideal positiva y negativa - Matriz 6.....</i>	80
Imagen 27.....	80
<i>Cálculo de la proximidad relativa de cada alternativa a la solución ideal positiva y negativa.....</i>	80
Imagen 28.....	81
<i>Cálculo de la proximidad relativa de cada alternativa a la solución ideal positiva y negativa.....</i>	81
Imagen 29.....	81
<i>Suma de las raíces calculadas de las matrices 5 y 6.....</i>	81
Imagen 30.....	82
<i>Ordenación de las alternativas de acuerdo a su proximidad relativa.....</i>	82

### Lista de Tablas

Tabla 1.....	20
Desguace Valorizado por Mes .....	20
Tabla 2.....	42
Parámetros de Manejo Establecido para los Productos Alimenticios .....	42
Tabla 3 Normatividad del transporte terrestre de carga.....	44
Tabla 4.....	51
Resultados financieros 2019 .....	51
Tabla 5.....	56
Cantidad de Pruebas Realizadas.....	56
Tabla 6.....	61
Análisis de Causa y Efecto.....	61
Tabla 7.....	63
Clasificación de Vehículos para Distribución.....	63
Tabla 8.....	63
Criterio de evaluación de los dispositivos.....	63
Tabla 11.....	88
Información de enrutamiento .....	88

## Introducción

En Colombia, la cantidad de alimentos que se desperdician es de 1,4 millones de toneladas por año, esto es debido a factores como consumo, que cuenta con una participación del 38 %; distribución con 28 % y procesamiento con un 21% (Bancodealimentos, 2020). Por lo tanto, en los últimos años se han realizado diversos programas, en alianza con el Banco de Alimento, que han permitido disminuir estas cifras; esto ha logrado que los alimentos sean aprovechados al máximo con el fin de ayudar a las comunidades vulnerables. También cabe resaltar que en el proceso de distribución en Colombia (como en otros países en vía de desarrollo), la cadena de frío presenta falencias en tecnología, buenas prácticas de manufactura y calidad, lo cual hace complejo la disminución de los desperdicios.

Adicional al proceso de distribución, se debe agregar que en la cultura de países como Colombia, el consumo de productos con vida útil larga, congelados y enlatados no es algo cotidiano (Alimentos, 2019). Por lo tanto, es correcto afirmar que en nuestro territorio y en otros países de América Latina priman las plazas de mercado y los productos frescos, y, en la mayoría de casos, esto se puede atribuir a que no existen estaciones del año. (Alimenticia, 2014).

Por los motivos expuestos, nuestro trabajo tiene como objetivo estudiar de manera cuantitativa, cualitativa y descriptiva de qué manera las empresas con mayor desarrollo tecnológico y cultural, mundialmente, realizan el proceso de distribución de productos congelados. Asimismo, también se evaluará la cadena de abastecimiento, sus procesos de producción, almacenamiento y separación, ya que, estos son factores influyentes dentro de la conservación de la cadena de frío. Este proceso se estructura en tres partes: primero, diagnóstico metodológico empleado actualmente

por la compañía Alimentos Cárnicos S.A.S.; segundo, investigación de metodologías aplicadas en industrias del mismo sector en Colombia y en otros países. Y, por último, el diseño del modelo metodológico que permita a la organización disminuir los desperdicios de producto congelado por pérdida de la cadena de frío.

## **Objetivos**

### **Objetivo General**

Diseñar un modelo de distribución que conserve la temperatura de los productos congelados que fabrica y entrega la empresa Alimentos Cárnicos S.A.S., de manera que, se oriente tanto al transporte secundario como a los clientes de la ciudad de Bogotá y sus periferias.

#### **1. Objetivos específicos**

- Diagnosticar las condiciones actuales de distribución de los productos congelados.
- Analizar las diferentes metodologías aplicables para el desarrollo del modelo.
- Diseñar el modelo metodológico que se empleará en la distribución de los productos congelados.
- Diseñar un plan con el fin de implementar el modelo de distribución basado en la metodología propuesta.



### **Justificación**

En primer lugar, es importante mencionar que los productos frescos y congelados se deterioran en el tránsito y pueden perder su inocuidad al durar demasiado tiempo dentro de un vehículo de distribución. Para Xiaoqiang, la inocuidad y el deterioro de un producto disminuye si el tiempo de almacenamiento es mayor que su rotación (Xiaoqiang Cai, 2010). A continuación, realizaremos el diagnóstico actual del proceso de distribución de Alimentos Cárnicos S.A.S. y se buscará un modelo que permita conservar la temperatura entre  $-2^{\circ}$  y  $-20^{\circ}$  de los productos congelados que fabrica y distribuye, de esta manera que, se disminuya la destrucción de estos alimentos que retornan al CEDI de Bogotá con una temperatura inferior a la establecida.

Por otro lado, en un estudio realizado por el Consejo Privado de Competitividad (2016), se encontró que en Colombia es necesario reducir los trámites y costos de transporte que fomentan una regulación eficiente y un entorno que propicie el desarrollo empresarial enfocado hacia la cadena de frío. Así pues, es por esto que la organización busca optimizar costos y gastos en abastecimiento, producción y comercialización, así como realizar un proceso de entrega eficaz y poder aplicar esta metodología en todos los centros de distribución que tiene la compañía.

Actualmente, el proceso de distribución que se emplea en esta compañía consiste en:

Primero, la generación de un pedido en SAP por parte del cliente, seguido de la separación y alistamiento de los productos solicitados en equipo de radiofrecuencia por parte del auxiliar; este proceso de separación se lleva a cabo dentro de una cava de congelados para conservar una temperatura mínima de  $-20^{\circ}$ . A continuación, los productos se emban dentro de neveras isotérmicas, estas son cargadas al termo de los vehículos, el cual debió encender el termo mínimo con 15 minutos de anterioridad, el vehículo tiene una ruta establecida de 8 horas en promedio. Así

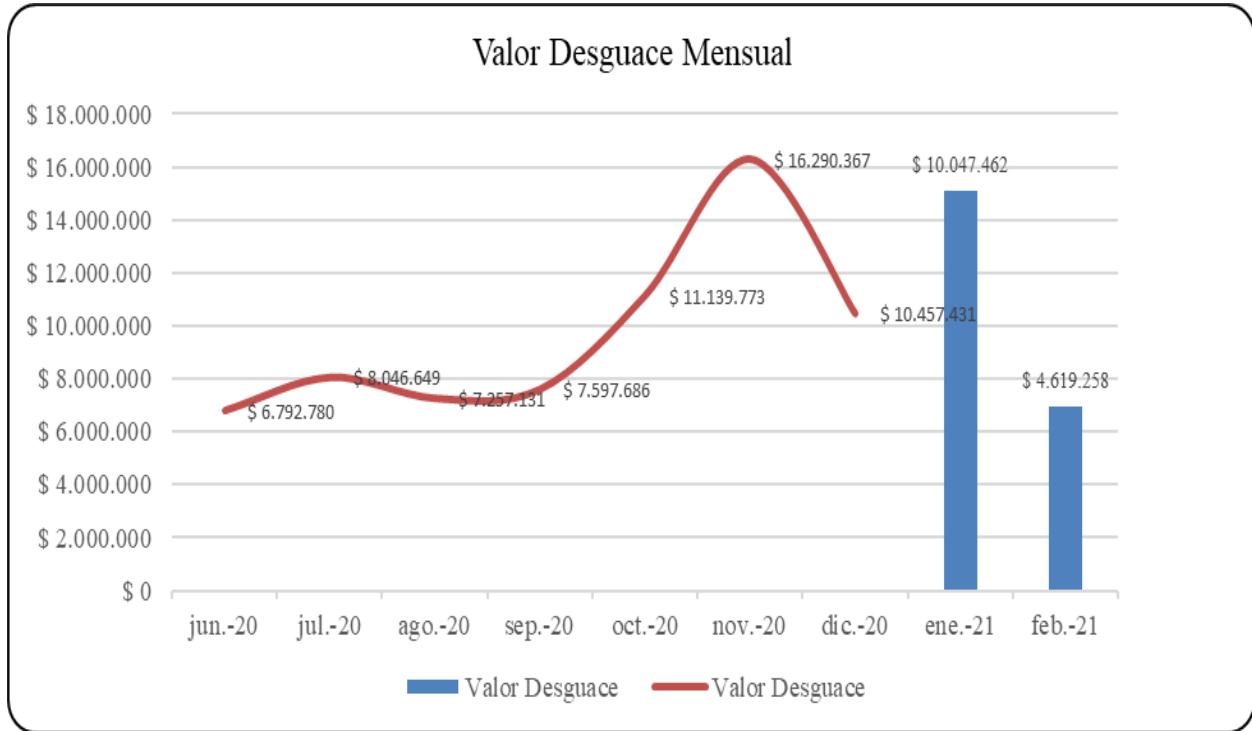
pues, dentro de este proceso de distribución es donde ocurre la ruptura de la cadena de frío, ya sea porque se excede el tiempo de la ruta, se apaga el termo, los productos no van embalados en neveras isotérmicas, o las pilas de gel no resisten el tiempo estimado para conservar la temperatura de las neveras.

Lo recién mencionado representa para la compañía enviar al área de desnaturalización 47 unidades diarias en promedio, estas se desguazan y, en algunos casos, se destruyen. Además, tienen un costo de \$ 455.746 (este valor puede variar con relación al volumen despachado que se realiza), y que llevado a cifras mensuales son \$11.849.404, equivalentes a 5% del desguace mensual de las referencias que se producen en esta organización, estas cifras se toman del sistema SAP empleado por la organización para llevar el registro de cifras contables de inventarios, facturación y logística inversa.

En la gráfica No. 1 se analiza el comportamiento y tendencia del desguace durante el año 2020 en la empresa Alimentos Cárnicos, esto evidencia que los meses con mayor desguace son noviembre, diciembre y enero, este incremento se da debido a que la organización presenta temporada alta en demanda de sus productos y; así mismo, incrementan las devoluciones de estos.

Grafica 1

Desguace de Productos Congelados



Nota. Elaboración Propia.

En la tabla No. 1 se relaciona la valorización del desguace mensual de los productos congelados, tomando como datos históricos 9 meses desde junio del 2020 hasta febrero del 2021.

*Tabla 1*

*Desguace Valorizado por Mes*

<b>No.</b>	<b>Meses</b>	<b>Valor Desguace</b>
1	jun-20	\$ 6.792.780
2	jul-20	\$ 8.046.649
3	ago-20	\$ 7.257.131
4	sep-20	\$ 7.597.686
5	oct-20	\$ 11.139.773
6	nov-20	\$ 16.290.367
7	dic-20	\$ 10.457.431
8	ene-21	\$ 10.047.462
9	feb-21	\$ 4.619.258

Nota. Elaboración Propia.

El presente trabajo se enfocará en identificar y analizar los diferentes escenarios que intervienen en la pérdida de cadena de frío para así diseñar un proceso y metodología de embalaje en la distribución de productos congelados. Así como poder minimizar las pérdidas económicas que tiene actualmente la compañía, por no contar con herramientas y procesos que favorezcan el transporte de estos productos.

### **Marco de Referencia**

“La logística es la parte del proceso de la cadena de suministros que planea, lleva a cabo, controla el flujo de almacenamiento eficiente y efectivo de los bienes y servicios, así como la información relacionada, desde el punto de origen hasta el punto de consumo, con el fin de satisfacer los requerimientos de los clientes” (Ballou, 2004, p.4)<sup>1</sup>. Asimismo, Ballou menciona que la Cadena de Abastecimiento (CA) abarca todas las actividades asociadas con el flujo y transformación de bienes desde el estado de materias primas (durante su extracción primaria) hasta el usuario final, incluyendo también el flujo de información. Ambos, materiales e información en un flujo de ida y regreso en toda la cadena (Ballou; 2004, p.5).

Por otro lado, para Stock y Lambert, la cadena de suministro es la integración de las funciones principales del negocio desde el usuario final a través de proveedores originales que ofrecen productos, servicios e información que agregan valor para los clientes y otros interesados (2001). Así pues, una cadena de suministro está formada por todas aquellas partes involucradas de manera directa o indirecta en la satisfacción del cliente. Incluyendo al fabricante, proveedor, transportes, almacenamiento, vendedores al detalle (o menudeo) e incluso a los mismos clientes. Dentro de cada organización, se abarca todas las funciones que participan en la recepción y el cumplimiento de una petición del cliente. Estas funciones incluyen: la mercadotecnia, operaciones, distribución, finanzas y el servicio al cliente, pero no están limitadas al desarrollo de nuevos productos.

---

<sup>1</sup> De las normas del Consejo de la Dirección Logística, a través de la página Web del CLM <http://www.clml.org>

Dentro de la cadena de suministro encontramos también la cadena de frío que se define como el proceso de conservación de un producto a temperatura adecuada durante el almacenamiento y transporte. Esta tiene como finalidad el mantenimiento de los productos a rangos fijos de temperatura, para que estos no pierdan sus propiedades originales. En adición, manejar este tipo de productos perecederos es conocido como gestión de la cadena de frío (*cold chain management*). CCM se puede definir como el proceso de planificación, implementación y control del flujo y almacenamiento de bienes perecederos, servicios relacionados e información con el fin de mejorar el valor del cliente y asegurar bajos costos. Por ende, gestionar la cadena de frío de productos como alimentos, medicamentos, fruta y productos químicos es un gran desafío para las organizaciones en el mercado volátil actual. La mayoría de estas cadenas de valor no pueden mantener su desempeño debido a las enormes pérdidas y los costos adicionales que ocurren en etapas diferentes (Chen et al., 1992).

### **Esquema del modelo AHP**

El proceso de análisis jerárquico propone ejecutar los siguientes pasos:

- a) Definir los criterios de decisión en forma de objetivos jerárquicos. La jerarquización se estructura en diferentes niveles: iniciándose en el tope con la definición del objetivo principal del proceso de jerarquización, luego se definen los niveles intermedios (criterios y sub-criterios a evaluar) y finalmente, en el nivel más bajo se describen las alternativas a ser comparadas.
- b) Evaluar (pesar) los diferentes criterios, sub-criterios y alternativas en función de su importancia correspondiente en cada nivel. Criterios cualitativos y cuantitativos pueden ser

comparados usando juicios informales para obtener los pesos y las prioridades. Para criterios cualitativos, la técnica AHP utiliza simples comparaciones (apareadas - pairwise) para determinar los pesos y evaluarlos.

Posteriormente, en una matriz de juicios, un vector de prioridad es calculado y usado para pesar (comparar) los elementos de la matriz. (Saaty, 1990), demuestra matemáticamente que el autovector normalizado calculado a partir de la matriz es la mejor aproximación de evaluación de los criterios analizados. En el caso de criterios cuantitativos, es necesario diseñar un método de priorización que permita cuantificar de forma consistente el peso de cada criterio a ser analizado (Wind y Saaty, 1980).

C) La técnica AHP permite al analista evaluar la congruencia de los juicios con el radio de inconsistencia (IR). Antes de determinar una inconsistencia, es necesario estimar el índice de consistencia (CI) de una  $n \times n$  matriz de juicios, donde CI viene definido por:

$$CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1}$$

Donde  $\lambda_{\max}$  es el máximo autovalor de la matriz. De esta forma IR es definido por:

$$I_R = \frac{CI}{RI}$$

Donde RI es el valor aleatorio promedio de CI para una  $n \times n$  matriz. Los valores de RI Son los siguientes:

Imagen 1

Tabla de RI

N	1	2	3	4	5	6	7
RI	0	0	0.52	0.89	1.11	1.25	1.35

d) Jerarquizar las alternativas y tomar las decisiones correspondientes. Para cada alternativa (opciones a jerarquizar), se calcula el nivel de preferencia (jerarquización) sobre una escala entre 0.0000 – 1.000, obteniéndose como resultado alternativas jerarquizadas en función de los criterios de decisión evaluados, ver detalles en (Saaty, 1980).

El método TOPSIS es uno de estos métodos de decisión, y por sus siglas en inglés es la “*Technique for Order Performance by Similarity to Ideal Solution*” (Chen et al., 1992). Comúnmente empleado en logística porque su lógica es racional y entendible, el proceso es sencillo y estructurado en un algoritmo, permitiendo la búsqueda de las mejores alternativas para cada criterio con una fórmula matemática sencilla en el que en el proceso de cálculo se tienen en cuenta los valores de los pesos de cada criterio, así como si el criterio es un coste o una ganancia. TOPSIS evalúa las alternativas sobre cada criterio en función de su distancia de la solución ideal positiva (valor más favorable sobre ese criterio) y solución ideal negativa (valor menos favorable sobre ese criterio). Se define un índice como similitud con el positivo (Chen et al., 1992).

Este método de análisis de decisión multicriterio fue originalmente desarrollado por Hwang y Yoon y se basa en el concepto del ideal y del anti-ideal en la elección de alternativas, ya que en



este método las alternativas elegidas deben tener la distancia geométrica más corta de la solución ideal positiva (ideal) y la distancia geométrica más larga de la solución ideal negativa (anti-ideal). Este método se basa en que es deseable que una determinada alternativa se ubique a la distancia más corta respecto de una solución ideal positiva y a la mayor distancia respecto a una solución ideal negativa. En este método una solución ideal se define como un conjunto de niveles (o puntuaciones) ideal respecto a todos los atributos considerados de un determinado problema, aun cuando la solución ideal usualmente sea imposible o no sea factible de obtener. En consecuencia, desde este punto de vista la racionalidad de la conducta humana consiste en ubicarse lo más cerca posible de tal solución ideal y en alejarse lo más posible de una solución anti-ideal o ideal negativa. En el método TOPSIS se define un índice llamado similaridad o proximidad relativa combinando los valores de la proximidad a la solución ideal positiva y la lejanía respecto a la solución ideal negativa. La idea es seleccionar la alternativa que tenga la máxima similaridad con respecto a la solución ideal positiva.

### **El concepto de Alternativa Ideal**

El concepto de alternativa ideal tiene una larga tradición en diversos campos científicos, especialmente en la literatura psicométrica, en donde se maneja una noción absoluta de ideal. (Zeleny, 1982). Lo impone como pieza central de su propuesta de “solución de compromiso”, en el sentido de la alternativa más próxima a la ideal. Para dicho autor los conceptos de “ideal” y de “solución de compromiso” incluso son una hipótesis sobre la racionalidad subyacente en los procesos humanos de decisión. Es en el método TOPSIS donde se contemplan las sutilezas que el concepto de “ideal” tiene y se construye un método operativo. Conviene, entonces, formalizar algunas definiciones básicas: Dado un conjunto { } de m alternativas de decisión, un conjunto {

} de  $n$  criterios (básicamente en su componente atributo) y una matriz  $V$  cuyos elementos  $v_{ij}$  son las evaluaciones de cada una de las alternativas respecto a cada criterio de decisión normalizados:

Se denomina punto ideal en  $R^n$  al punto o vector:

$A^+ = [A_1^+, \dots, A_M^+]$  donde  $A_i^+$  es el *maxi*  $v_{ij}$  para el caso de los criterios que representan atributos deseables (como beneficios en sentido amplio) y  $A^- = [A_1^-, A_2^-, \dots, A_M^-]$  donde  $A_i^-$  es el *mini*  $v_{ij}$  para el caso de los criterios que representan atributos indeseables (como costos en sentido amplio).

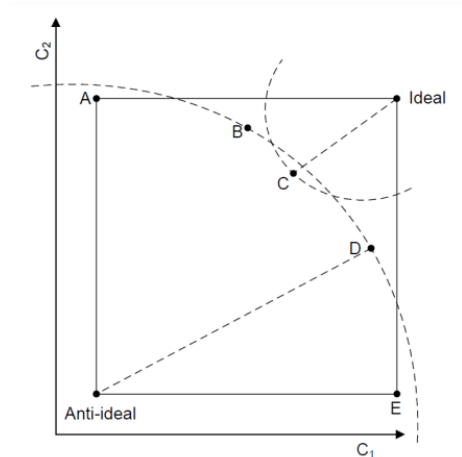
La alternativa  $A^+$  se llama alternativa ideal.

Análogamente, se considera punto anti-ideal en  $R^n$  al punto o vector:  $A^- = [A_1^-, \dots, A_M^-]$  donde  $A_i^-$  es el *minj*  $v_{ij}$  para el caso de los criterios que representan atributos deseables y  $A^+ = [A_1^+, A_2^+, \dots, A_M^+]$  donde  $A_i^+$  es el *maxj*  $v_{ij}$  para el caso de los criterios que representan atributos indeseables.

Se puede concluir que el método TOPSIS trata de acercarse a la menor distancia posible al punto ideal y alejarse del punto anti-ideal. Trabajar con estos dos conceptos puede conducir a resultados diferentes. Véase la Figura 3-1 en la que se representan cinco alternativas (A,B,C,D y E) para un problema con dos criterios (C1 y C2) con su correspondiente punto ideal y anti-idea

Imagen 2

*Proximidad al ideal y anti-ideal*



Nota. Tomado de proyecto fin de carrera.(Ruiz, 2015). Métodos de decisión multicriterio Electre y Topsis aplicados a la elección de un dispositivo móvil

En la imagen 1 se puede observar como la alternativa C es la más próxima al ideal, sin embargo, no es la más lejana al anti-ideal, siendo estos B y D.

TOPSIS resuelve este problema basándose en una idea que Dasarathy aplicó en un contexto de análisis multivariante de datos. El método calcula para cada alternativa, las distancias ponderadas al ideal y al anti-ideal según un a métrica p escogida previamente.

Así:

$A_i = [v_{i1}, v_{i2}, \dots, v_{in}] \forall i = 1, 2, \dots, m$ , se calculan las distancias ponderadas al ideal y al antiideal según la métrica seleccionada. La más utilizada es la métrica de Minkowski entre dos puntos de , que en este caso se define de la siguiente manera:

$$d_p^+(A_i) = \left[ \sum_j w_j^p [v_{ij} - A_j^+]^p \right]^{1/p}$$

$$d_p^-(A_i) = \left[ \sum_j w_j^p [v_{ij} - A_j^-]^p \right]^{1/p}$$

Donde p es el parámetro de distancia. En nuestro caso utilizaremos la distancia elucídela (p=2) de forma que:

$$d^+(A_i) = \sqrt{\sum_j w_j^2 [v_{ij} - A_j^+]^2}$$

$$d^-(A_i) = \sqrt{\sum_j w_j^2 [v_{ij} - A_j^-]^2}$$

Una vez que tenemos las distancias ponderadas al ideal y al anti-ideal, se determina lo que se denomina “ratio de similaridad al ideal”

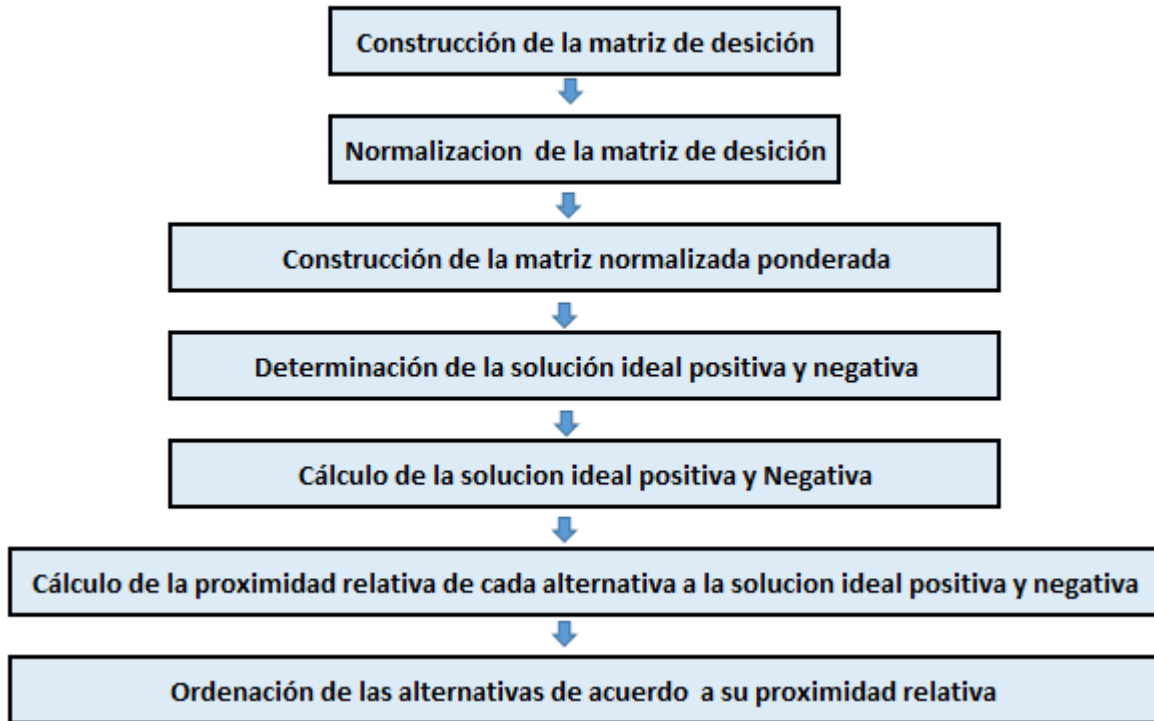
$$RS(A_i) = \frac{d_p^-(A_i)}{d_p^+(A_i) + d_p^-(A_i)}$$

### El algoritmo TOPSIS

A continuación se presenta un esquema en el que se sintetizan los pasos que deben realizarse a la hora de aplicar TOPSIS.

Imagen 3

Esquema TOPSIS



Nota. Tomado de proyecto fin de carrera. (Ruiz, 2015). Métodos de decisión multicriterio Electre y Topsis aplicados a la elección de un dispositivo móvil

Construcción de la matriz de decisión El método TOPSIS evalúa la siguiente matriz de decisión (Tabla X) que se refiere a  $m$  alternativas,  $i = 1, 2, \dots, m$  las cuales son evaluadas según  $n$  criterios  $C_j, j = 1, 2, \dots, n$ , asociando un peso  $w_j$  a cada uno de ellos.  $w_1 w$

Imagen 4

Matriz de decisión TOPSIS

	w <sub>1</sub>	w <sub>2</sub>	...	w <sub>j</sub>	...	w <sub>n</sub>
	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	...	C <sub>j</sub>	...	C <sub>n</sub>
A <sub>1</sub>	r <sub>11</sub>	r <sub>12</sub>		r <sub>1j</sub>		r <sub>1n</sub>
A <sub>2</sub>	r <sub>21</sub>	r <sub>22</sub>		r <sub>2j</sub>		r <sub>2n</sub>
⋮						
A <sub>i</sub>						
⋮						
A <sub>m</sub>	r <sub>m1</sub>	r <sub>m2</sub>		r <sub>mj</sub>		r <sub>mn</sub>

Nota. Tomado de proyecto fin de carrera. (Ruiz, 2015). Métodos de decisión multicriterio Electre y Topsis aplicados a la elección de un dispositivo móvil

Donde  $r_{ij}$  denota la valoración de la  $i$ -ésima alternativa en términos del  $j$ -ésimo criterio. A la hora de seleccionar un vector de pesos que pondere cada una de las alternativas en función de la opinión de los decisores, tendremos varios posibles métodos.

### Normalización de la matriz de decisión

Aunque en el método TOPSIS no se obligue a normalizar según un método concreto, el más habitual es el siguiente:

$$v_{ij} = \frac{r_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m (r_{ij})^2}}, \forall j = 1, 2, \dots, n$$

### Construcción de la matriz de decisión normalizada ponderada

Cada valor normalizado ponderado  $v_{ij}$  de la matriz en cuestión  $V$  se calcula como el producto entre cada  $w_j$  por cada  $v_{ij}$ ,  $j= 1,2,\dots,n$ ;  $i= 1,2,\dots, m$ . Donde  $w_j$  es el peso del  $j$ -ésimo criterio, tal que  $\sum w_j$  puede ser igual a 1, si hablamos del caso general que verifica la igualdad. Es bien conocido que los pesos de los criterios en un problema de decisión no tienen el mismo significado y no todos tienen la misma importancia. Como se comentó anteriormente, en nuestro caso ponderaremos mediante AHP.

Determinación de la solución ideal positiva y la solución anti-ideal o ideal negativa El conjunto de valores ideal positivo  $A^+$  y el conjunto de valores ideal negativo  $A^-$  se determinan como sigue:

$$\overline{A^+} = \{\overline{A_1^+}, \overline{A_2^+}, \dots, \overline{A_n^+}\} = \left\{ \left( \max_i \overline{v_{ij}}, j \in J \right) \left( \min_i \overline{v_{ij}}, j \in J' \right) \right\}; i = 1, 2, \dots, m$$

$$\overline{A^-} = \{\overline{A_1^-}, \overline{A_2^-}, \dots, \overline{A_n^-}\} = \left\{ \left( \min_i \overline{v_{ij}}, j \in J \right) \left( \max_i \overline{v_{ij}}, j \in J' \right) \right\}; i = 1, 2, \dots, m$$

Donde  $J$  está asociado con los criterios que representan atributos deseables y  $J'$  está asociado con los criterios que representan atributos indeseables. Donde  $J$  está asociado con los criterios que representan atributos deseables y  $J'$  está asociado con los criterios que representan atributos indeseables. En nuestro caso, todos los criterios son deseables, ya que el precio (costo) se ha evaluado de manera positiva por los decisores en caso de ser un precio más bajo y negativamente en caso de ser un precio más alto.

### Cálculo de las medidas de distancia

La distancia de cada alternativa de la solución ideal positiva  $A^+$  viene dada como:

$$\bar{d}_i^+ = \sqrt{\sum_j (\bar{v}_{ij} - \bar{A}_j^+)^2}$$

y la correspondiente a la distancia de la solución ideal negativa  $A^-$  se toma como:

$$\bar{d}_i^- = \sqrt{\sum_j (\bar{v}_{ij} - \bar{A}_j^-)^2}$$

Como comentamos anteriormente hemos tomado  $p=2$  para obtener la distancia euclídea multidimensional.

### **Cálculo de la proximidad relativa de cada alternativa a la solución ideal positiva y negativa**

Esto se obtiene, como se dijera, con el ratio de similaridad, que puede expresarse como sigue:

$$\overline{RS}_i = \frac{d_i^-}{d_i^+ + d_i^-}; i = 1, 2, \dots, m$$

Si  $\overline{RS}_i = 1$ ,  $A_i$  entonces es igual a  $A^+$  (Solución Ideal). Si  $\overline{RS}_i = 0$ , entonces  $A_i$  es igual a  $A^-$  (Solución Anti-ideal). Es decir, que cuanto más próximo es el valor del ratio a 1, indica una mayor prioridad de la alternativa  $i$ -ésima.

De acuerdo con ProColombia, los procesos logísticos tales como almacenaje, distribución, embalaje, transporte, carga y descarga, en cuanto a cadena de frío, exigen mantener controlada la



temperatura y humedad relativa, desde la elaboración del producto hasta su llegada al consumidor final (2009). Con base en esto, la cadena de abastecimiento y en especial el transporte de alimentos perecederos que requieren almacenamiento y transporte en frío es un tema que ha cobrado mucha importancia en la logística actual, ya que, las empresas se encuentran en un entorno cada vez más competitivo y los hábitos de consumo de los clientes de este tipo de productos se han vuelto más exigentes. Todo esto con el fin de garantizar que los productos se conserven frescos y seguros para su consumo.

## **2. Contexto del Estudio de Mercado de Productos Congelados en Francia**

De acuerdo con el estudio realizado por (Fenollosa,J. 2012) bajo la supervisión de la Oficina Económica y Comercial de la Embajada de España en París, el mercado francés de los productos congelados agrupa las siguientes categorías de alimentos: verduras, pescado, carne, platos preparados, helados y postres, productos de la patata. Asimismo, afirma que durante los últimos años ha experimentado variaciones en sus tasas de crecimiento. Desde el 2009 en adelante ha conseguido recuperarse de los efectos de la crisis económica; sin embargo, esta recuperación no se ha dado en todas las familias de productos.

En adición, mientras que por un lado productos como los platos cocinados, las verduras congeladas (salvo las pizzas) se encuentran con evoluciones negativas de sus ventas (en valor y en volumen), otros segmentos de productos congelados como las carnes y las pizzas experimentan fuertes tasas de crecimiento. De este modo, el sector de los congelados en Francia supera los 4.000 millones de euros de volumen de negocio (78% de este proveniente de los productos congelados salados, y 22% de los congelados dulces). Para concluir, de acuerdo con los datos obtenidos por

Kantar World Panel, este mercado ha crecido un 3,3% en volumen y 4,3% en valor durante el año 2010.

### 3. Canales de Distribución

En el sector de los productos congelados intervienen numerosos operadores que han ido evolucionando a medida que transcurría el tiempo. En consecuencia, conviene diferenciar la distribución de congelados dependiendo del tipo de consumidor al que se dirija. Por un lado, tenemos los productos congelados consumidos fuera del hogar. En el caso de las empresas que forman parte del mercado de restaurantes, hospitales y demás colectividades similares, la distribución de productos congelados se realiza directamente por el productor o a través de un mayorista especializado.

Por otra parte, para estos productos destacan los siguientes canales de distribución:

- Los hipermercados y supermercados,
- Las cadenas de tiendas especializadas en congelados,
- Las ventas a domicilio.

Como ocurre en otros sectores, la distribución de productos congelados en Francia está dominada por las grandes superficies (en las que incluimos supermercados e hipermercados). A continuación, se situarían las tiendas especializadas en congelados, que en los últimos años han experimentado una tendencia positiva de crecimiento. Y finalmente, tanto la venta directa de congelados por parte de productores y mayoristas, así como las ventas a través de internet son aún minoritarias.

#### **4. Esquema de la Distribución**

Como se ha evidenciado anteriormente, la distribución de congelados en Francia se lleva a cabo principalmente a través de 3 canales de distribución. En adición, los más importantes son aquellos dirigidos al consumidor final, y en especial la gran distribución alimentaria (cadenas de hipermercados, supermercados y *hard-discount*), y las tiendas especializadas. Siendo la venta a domicilio como un canal de distribución menor.

Es conveniente recordar que existen una serie de requisitos que, dadas las características propias de este tipo de productos (conservación de temperatura), son necesarios tener en cuenta. El primero de ellos sería la logística, ya que, los productos congelados deben mantenerse siempre a una temperatura inferior a  $-20^{\circ}\text{C}$ , es decir,  $40^{\circ}\text{C}$  por debajo de la temperatura ambiente. Es por ello que, son necesarios medios de transporte y almacenamiento específicos y algo costosos. Finalmente, se establece el procedimiento de muestreo y el método comunitario de análisis para el control oficial de las temperaturas de los alimentos ultracongelados destinados al consumo.

#### **5. Contexto de la Cadena de Frío en Latinoamérica**

Referente a la cadena de frío, se afirma que el éxito dentro del transporte de productos que requieran manejo de frío está ligado a una adecuada combinación entre la inversión de la tecnología y la rentabilidad que esta puede traerle a la empresa. Por lo tanto, la integración de tecnologías que puedan unirse al eslabón de transporte en la cadena logística es fundamental, ya que contribuiría a minimizar los efectos relativos a la falta de eficiencia. Ejemplo de esto es que en Latinoamérica el transporte para cadenas de frío ha aumentado significativamente, mejorando sus prácticas y condiciones especialmente en México y Sudamérica.

Por otro lado, se observa un mercado muy dividido y fragmentado, lo cual impide las economías de escala para la renovación de las flotas. Tradicionalmente, el sector transportador se ha venido quejando por los costos de los peajes, combustible, primas de seguros, entre otras variables; sin embargo, en el caso del negocio refrigerado es necesario sumar a todo lo anterior, el sobre costo derivado de los equipos de frío, el costo de los furgones isotérmicos y los medidores de control de temperatura. Además, el transporte ha recibido la acusación de ser el principal punto de ruptura de la cadena de frío, pero esta idea está siendo desvirtuada con el paso del tiempo. De hecho, cada vez son menos quienes en un trayecto desconectan el equipo de frío para evitar el ruido o ahorrar combustible, una costumbre que había estado arraigada durante muchos años. También se ha detectado que los puntos de ruptura no se encuentran en las cavas o en los camiones sino en las operaciones de tránsito de la mercancía.

Para finalizar, en cuanto a la infraestructura de estos países, aún se puede ver con un gran desafío ya que las malas carreteras y la inseguridad en las mismas hacen que el equipo se dañe o que el producto sea robado, incurriendo en altos costos de reparaciones de equipos y en seguros de carga. Gobiernos como México, Perú, Colombia y Panamá están haciendo hincapié en la restauración de carreteras, están conscientes que es parte del desarrollo del país y esperan invertir más en este rubro en los próximos años (Alimenticia, 2011).

## 6. Contexto de la Logística Cadena de Frío en Colombia

Pese a los beneficios que genera la logística, Colombia se ubica en la posición 58 entre 160 economías en el índice de desempeño logístico (LPI, por sus siglas en inglés) <sup>2</sup> (Banco Mundial, 2018), con oportunidades de mejora, principalmente, en los componentes de infraestructura y aduanas. Adicionalmente, de acuerdo con la (ENL, 2018), el costo logístico de las empresas del país representa el 13,5 % sobre las ventas, cifra superior a la de países de la región. Los principales componentes del costo logístico son el almacenamiento (46,5 %) y el transporte y distribución (35,2 %). Este costo incluye las actividades relacionadas con la logística que las empresas del país deben desarrollar en el marco de su operación de negocio tanto para el comercio interno como externo. En este sentido se debe aclarar que, de acuerdo con los resultados de la ENL, se estima que el 1,8 % de las empresas encuestadas realizan operaciones de exportación y el 5,5 % de importación. Para estas empresas, el promedio reportado del costo logístico de comercio exterior como porcentaje de las ventas llega al 38,0 %. (Planeacion, 2018).

Inicialmente, el transporte de alimentos que requieren conservación en frío en el país presenta muchas deficiencias, ya que, muchas empresas no cuentan con el músculo financiero para distribuir en vehículos con manejo de frío. Por otro lado, debemos de tener en cuenta que la mayoría no tiene óptimas prácticas logísticas de esta cadena, además, que poseen múltiples disfunciones con las demás áreas como el mercadeo en la cadena de valor. Se ha observado a través

---

<sup>2</sup> El LPI es un análisis comparativo de 160 economías. Se basa en una encuesta aplicada a operadores logísticos, quienes proporcionan su percepción (calificación de 0 a 5) sobre la facilidad logística de los países en los que operan y aquellos con los que comercian en los siguientes seis componentes: (i) aduanas, (ii) infraestructura, (iii) facilidad para hacer envíos, (iv) calidad de los servicios logísticos, (v) trazabilidad y (vi) puntualidad. El índice se midió en 2007 y desde 2010 de manera bienal hasta 2018

de los años que la estrategia de mercadeo y de logística, en algunas empresas, generan disfunciones que duplican esfuerzos y quizá se consideren rivales dentro de la misma organización, lo cual es una oportunidad importante para trabajar en un alineamiento y una armonización de las mencionadas áreas (Ocampo & Ospina, 2016).

También se encontró un plan de negocios desarrollado por dos estudiantes de la Universidad Santo Tomás de la ciudad de Bogotá, en el que realizaron un estudio para una crear una empresa de operación logística en cadena de frío de frutas y verduras, con ubicación en el departamento de Cundinamarca. El Proyecto desarrolla un plan para implementar soluciones integrales en la operación logística de almacenamiento y distribución para el productor de frutas y verduras a nivel departamental, teniendo en cuenta la calidad que debe tener este para la comercialización (Sanabria, Villamizar; 2015).

Finalmente se encontró un artículo en el año 2016, titulado *evaluation of time temperature integrators for shelf-life monitoring of frozen seafood under real cold chain conditions*, que traducido al español significa (Evaluación de los integradores de temperatura de tiempo para el seguimiento de la vida útil de los mariscos congelados en condiciones reales de la cadena de frío). El objetivo de este estudio fue evaluar la instalación de un Integrador de Tiempo-Temperatura (*TTI- Time Temperature Integrator*) en la cadena de frío, en base al seguimiento de la vida útil de los productos del mar congelados, desde la producción hasta el momento del consumo. El TTI es una herramienta, que puede mostrar de una manera medible los cambios de temperatura y tiempo, que se presentan en la historia de lectura de la temperatura de un producto

alimenticio. Se llevó a cabo un plan piloto de estudio con las rebanadas de *Prionace glauca* (tipo de pez). Los resultados confirmaron la aplicabilidad de TTI como indicadores eficaces en la calidad de los productos congelados durante la cadena de frío (Tsironi, Giannoglou, Platakou & Taoukis 2016).

## **7. Situación Actual y Antecedentes**

El buen uso de la cadena de frío en el transporte de alimentos es un proceso clave para la conservación de los productos que requieren refrigeración, pues, permite reducir sustancialmente las pérdidas o desperdicios de alimentos, así como mejorar significativamente la seguridad alimentaria, reduciendo riesgos de contaminación y proliferación de enfermedades. De acuerdo con el Director Operacional de Nutresa, hoy en día alrededor del 50% de los alimentos que se le venden al consumidor han pasado alguna etapa de refrigeración, de otro lado, los sectores hospitalario, farmacéutico y químico también han aumentado sus flujos de operaciones a temperaturas controladas (Lopez, 2013).

Por otro lado, un estudio realizado en el año 2013 por la Universidad Nacional de Colombia y el Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos determina los siguientes factores críticos en la cadena de frío en Colombia actualmente:

1. Existen vacíos legales para el expendio y comercialización de productos refrigerados.
2. La supervisión y vigilancia por parte de las autoridades de salud y los proveedores en los puntos de venta sobre el manejo de dichos productos es deficiente.

3. La refrigeración encontrada en los centros de fabricación y los medios de transporte es medianamente adecuada, depende mucho de la capacidad instalada y del tipo de empresa que haga la producción y comercialización.
4. Existen deficiencias técnicas y de control en más del 90% de los equipos de refrigeración en las áreas de comercialización a nivel nacional.
5. Hay una capacidad deficiente instalada en equipos de refrigeración en los puntos de venta, aspecto que se acentúa con la alta rotación de los productos.
6. La manipulación de los productos en los expendios de venta es inadecuada debido a la alta mezcla y sobrecarga de diversidad de productos, rotura de empaques, pérdidas de vacío, desconocimiento, etc.
7. Como lo define la norma técnica, el tratamiento térmico condiciona al producto para que la calidad sea aceptable, más no garantiza su esterilización.
8. El personal destinado a la manipulación y el control del frío es escaso y poco idóneo.
9. La carga y descarga de los productos es inadecuada debido a los reducidos espacios de las cámaras de refrigeración y al tamaño de las puertas.
10. Más del 90% de los cuartos y neveras carecen de termómetros visibles o estos se encuentran deteriorados.
11. Más del 40% de los expendios de comercialización no tiene capacidad suficiente de refrigeración.



El transporte refrigerado por carretera ha aumentado significativamente; se calcula que el número de vehículos con estas características supera los 50.000. Al igual que con el resto del transporte, se observa un mercado muy dividido y atomizado, lo cual impide las economías de escala para renovar las flotas (López, 2013).

Por otro lado, se recomienda:

- Los contenedores de los vehículos refrigerados deben pre-enfriarse antes de cargar y las puertas deben de permanecer el menor tiempo posible abiertas.
- El furgón del vehículo debe estar bien situado con relación al muelle y tener un abrigo que los una para evitar fugas de frío.
- No repartir las mercancías en vehículos que no sean refrigerados.
- El equipo de frío de los vehículos no debe ser apagado mientras contenga productos.

En la Tabla No. 2 se observan los parámetros que rigen actualmente para la distribución de alimentos en nuestro país, relacionando el empleo de las Buenas Prácticas de Manufactura para el manejo de productos cárnicos y congelados, la temperatura optima de manipulación y de distribución.

Tabla 2

*Parámetros de Manejo Establecido para los Productos Alimenticios*

<b>ALIMENTOS FRESCOS DE ORIGEN ANIMAL</b>				
<b>PRODUCTOS</b>	<b>Duración Máxima Transporte 3 días</b>		<b>Duración Máxima Transporte 4 a 6 días</b>	
	<b>Temp. Máxima a cargar</b>	<b>Temp. De Transp. recomendada</b>	<b>Temp. Máxima a cargar</b>	<b>Temp. Máxima a cargar</b>
Carne, tocino y productos a base de carnes -embutido	6°C	1°C a 6°C	3°C	1°C a 3°C
Carne y embutido en unidades de venta	3°C	1°C a 3°C	Transporte no aconsejable	
Aves, caza y conejo	3°C	1°C a 3°C	1°C	1°C
Huevos	Límites de temperatura admisible de 5 a 8°C			
Pescado sobre hielo y camarones	1°C	1°C	1°C	-1°C
Leche cruda para uso industrial	4°C	0 a 4°C	Transporte no aconsejable	

Nota. Recuperado de Zona Logística. López, 2013.

Alimentos Cárnicos S.A.S, tiene actualmente distribución de productos refrigerados y congelados en Bogotá y poblaciones de Cundinamarca con vehículos que tienen refrigeración de 2° a 4°C, lo que no permite garantizar una temperatura entre -18° y -20°C a los productos congelados que se distribuyen, aunque estos productos son enviados en neveras isotérmicas con geles y/o pilas de congelación. Si por algún motivo no es entregado el pedido, cuando regresan al

centro de distribución no llegan con la temperatura adecuada, y por políticas de calidad del negocio, estos productos no pueden ser distribuidos nuevamente y se deben enviar a destrucción, lo que genera pérdidas a la compañía y daños ambientales, ya que se aumentan los residuos en el proceso de desnaturalización.

## **8. Fundamentación Legal**

Al momento de hablar sobre cadenas de suministro es importante traer a colación el marco legal, este caso de la jurisdicción colombiana. Por lo tanto, encontramos varios decretos y resoluciones que permiten reglamentar la habilitación de las empresas de transporte público terrestre automotores de carga y la prestación por parte de estas, de un servicio eficiente, seguro, oportuno y económico. Todo esto bajo los criterios básicos de cumplimiento de los principios rectores del transporte, como el de la libre competencia y el de la iniciativa privada,

En la tabla 3 observamos cómo el estado colombiano es consciente de la situación del sector de transporte y durante años ha expedido normas, cuyo propósito es autorizar, controlar y regular la prestación del servicio de transporte público automotor de carga, entre las cuales se detallan a continuación:

Tabla 3

*Normatividad del transporte terrestre de carga en Colombia*

<b>Normatividad</b>	<b>Objeto</b>
Resolución 4394 de julio de 1997	“Por la cual se determinan los costos de operación para vehículos de servicio público de transporte terrestre automotor de carga, con base en los estudios elaborados por el Ministerio de Transporte”.
Resolución 1020 de 1998	“Por la cual se fijan los criterios sobre las relaciones económicas entre empresas de transporte y los propietarios y/o conductores de vehículos de carga”.
Resolución 1927 de septiembre de 1999:	“Por la cual se modifica la Resolución 1020 de 1998 y se fijan los criterios en las relaciones económicas”.
Resolución 212 de febrero de 2000	“Por la cual se deroga la Resolución 1020 de 1998 y la Resolución 2008 de 1999 ... “ además se crea un grupo interdisciplinario de trabajo conformado por funcionarios del Ministerio de Transporte, algunos gremios, empresas y demás personas del sector para presentar recomendaciones en cuanto al tema de transporte de carga y, así, el gobierno pueda aplicar lo atinente y mejorar las relaciones entre empresas y propietarios y armonizar los

costos de

operación con el valor de los fletes, y también unificar criterios en la  
asignación de los fletes.

Resolución 2323  
de 2000

“Por la cual se fijan los criterios sobre las relaciones económicas entre  
empresas de transporte y los propietarios y/o conductores de vehículos  
de carga” y se deroga la Resolución 212 de 2000.

Resolución 2500  
de 2002

“Por la cual se fijan los criterios sobre las relaciones económicas entre  
empresas de transporte y los propietarios y/o conductores de vehículos  
de carga”.

Resolución  
3000 de 2003

“Por la cual se fijan los criterios sobre las relaciones económicas entre  
empresas de transporte y los propietarios y/o conductores de vehículos  
de carga” y se deroga la Resolución 2500 de 2002.

Resolución 2004  
de 2004

“Por la cual se fijan los criterios sobre las relaciones económicas entre  
empresas de transporte y los propietarios y/o conductores de vehículos  
de carga”.

Resolución 888  
de 2006

“Por la cual se establecen las relaciones económicas entre remitentes de  
la carga, las empresas de transporte y los propietarios, poseedores o

tenedores de vehículos de servicio público de transporte terrestre  
automotor de carga”.

Resolución 5250 de 2007 “Por la cual se establecen las relaciones económicas entre remitentes de la carga, las empresas de transporte y los propietarios, poseedores o tenedores de vehículos de servicio público de transporte terrestre automotor de carga” y se deroga la Resolución 888 de 2007.

Decreto 1150 de abril de 2007 “Por el cual se fijan criterios sobre las relaciones económicas entre empresas transportadoras y propietarios de vehículos de carga”.

Resolución 3175 de agosto de 2008 “Por la cual se establecen las relaciones económicas...” y se fijan los nuevos valores de fletes para el servicio público de transporte terrestre automotor de carga.

Decreto 2092 de 14 de junio de 2011 “Por el cual se fija la política tarifaria y los criterios que regulan las relaciones económicas entre los actores que regulan el servicio público de transporte terrestre automotor de carga y se establecen otras disposiciones”

Decreto 2228 de 11 de octubre de 2013 “Por el cual se modifican los artículos 1, 3, 4, 5, 11 Y 12 del Decreto 2092 de 2011 y se dictan otras disposiciones”

---

Nota: Elaboración propia a partir de la información tomada del documento del Ministerio de Planeación, (2008), p. 36.

### **Marco Institucional**

Alimentos cárnicos S.A.S. es una compañía colombiana que pertenece al Grupo Nutresa y se clasifica dentro del grupo de los cárnicos. Esta produce y distribuye carnes frías procesadas, carnes maduradas, embutidos, vegetales enlatados, platos listos preparados y champiñones, es líder en la participación de mercado en Colombia y Panamá. Esta empresa en Colombia cuenta con nueve plantas de producción, en Panamá y Venezuela cuentan con solo una.

En Colombia sus principales empresas son:

- Industria de Alimentos Zenú S.A.S.
- Alimentos Cárnicos S.A.S.
- Setas Colombianas S.A.

### **Misión**

La misión de nuestra empresa es la creciente creación de valor, logrando un destacado retorno de las inversiones, superior al costo del capital empleado. Para dar cumplimiento a esta misión Alimentos Cárnicos integra todas las áreas transversales pertenecientes a la cadena de suministro haciendo más eficientes sus procesos de producción y distribución.

## **Visión**

Alimentar al consumidor logrando su preferencia a través de marcas diferenciadas y relevantes en el mercado. Año tras año Alimentos Cárnicos se enfoca en innovar con nuevos productos que generen en el consumidor confianza y resalta la alimentación saludable, por ello ha innovado en productos con mayor vida útil al igual que en línea vegana.

### **1.1 Estructura Organizacional**

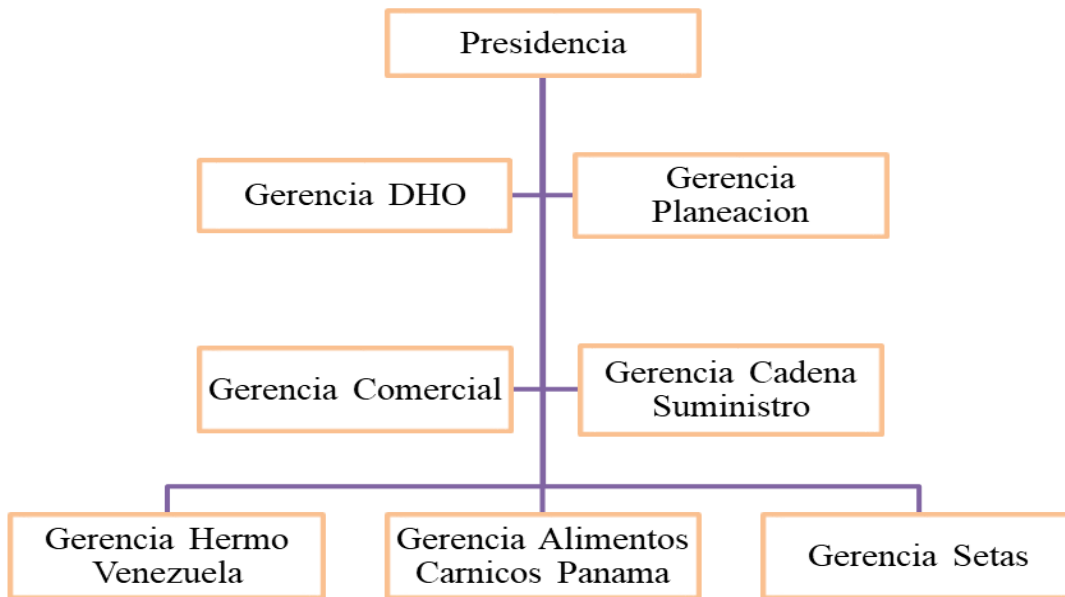
A continuación, se relaciona la estructura organizacional de Alimentos Cárnicos, encabezada por la presidencia del negocio y liderada por 7 gerencias que a su vez cuentan con diferentes grupos de trabajo para el desarrollo de la cadena de suministro de los productos cárnicos.

En la imagen No. 1 Se relaciona la estructura organizacional de la compañía Alimentos Cárnicos, su composición jerárquica la cual se rige dentro del parámetro establecido para las organizaciones del grupo Nutresa.



Imagen 5

*Estructura Organizacional*



Nota. Recuperado de Nutresa, (2019).

**9. Posición en el Mercado**

Como se observa en la Imagen No 2. Alimentos Cárnicos S.A.S. se encuentra en la posición número 10 de empresas que tuvieron los mayores ingresos Operacionales en el año 2019 (Rubio, s.f.), permitiéndole así afianzar sus marcas en el mercado y fidelizar sus clientes con un mejor nivel de servicio.

Imagen 6

*Posición en el Mercado de Alimentos Cárnicos*



Nota. Recuperado de Rubio, s.f.

Para el año 2019 esta compañía tuvo una participación de 71% en el mercado colombiano con sus productos cárnicos, el 34,33% con platos listos y el 66% con sus productos de larga vida, como se puede observar en la Tabla No. 3.

Tabla 4

Resultados financieros 2019

Categoría	Carnes Frías	Platos Preparados	Larga Vida
Ventas	\$ 1.346 MM	\$ 28.7 MM	\$ 131.7 MM
Participación de mercado	71%	34.33%	66%

Nota, Recuperado de la página Web de Nutresa (2019).

En la imagen No. 3 se relacionan los logos de las marcas representativas de la organización, dentro de estas encontramos las Butifarras Cunit, las salchichas como Súper Perro Zenú y Ranchera, las mortadelas de Rica y Jamones de Pietrán.

Imagen 7

Marcas de alimentos cárnicos



Nota. Recuperado de Nutresa (2019).

### Diseño Metodológico

Inicialmente, con el propósito de dar cumplimiento al objetivo general, esta propuesta de diseño busca implementar un modelo dentro de la cadena de frío que permita mantener la temperatura de los productos congelados en el proceso de distribución secundaria de la empresa Alimentos Cárnicos S.A.S. De manera que, se optimicen los costos que se generan por el desguace de los

productos fuera de especificaciones, los costos de redistribución y reposición de los productos que llegan con alta temperatura al cliente final. Así mismo se pretende dar cumplimiento al indicador de nivel de servicio que mide la eficiencia de entrega al cliente.

Este consiste también en evaluar las distancias recorridas dentro de Bogotá y sus periferias, cuantificar el valor de los recorridos y de qué manera es posible optimizar dichos recorridos y recursos implementados dentro de la distribución de los productos congelados. Esto se realizará por medio de un diario de campo en un periodo de 30 días, en el cual se tomen datos de las cantidades despachadas, temperaturas de los vehículos, temperatura de los productos y cantidades que retornan de la distribución como devolución por aumento de temperatura. Dado que es una organización líder en productos cárnicos, el alcance inicial será el centro de distribución de la regional Bogotá, para luego ser implementado en los demás centros de distribución del país; enfatizando en el transporte secundario que son las rutas que realizan las entregas dentro de Bogotá y sus periferias.

### **Metodología de Investigación**

A continuación, se realiza el análisis de diferentes metodologías implementadas dentro de la cadena de suministro para conservar la temperatura de los productos congelados y la aplicación en la oportunidad que presenta Alimentos Cárnicos S.A.S. Se empleará la investigación cualitativa, cuantitativa y descriptiva, es decir, de carácter mixto. Respecto a esta organización, se entiende que la investigación descriptiva, busca definir objetivamente las características y oportunidades que tiene el proceso de distribución en la cadena de abastecimiento de la empresa y el objeto de

estudio según Hernández Fernández y Baptista (2006). También se considera como investigación descriptiva aquella en que se reseñan las características o rasgos de la situación o fenómeno objeto de estudio” (Salkind, 1998, P.11), lo cual será la dinámica que más se aborde en este trabajo.

La investigación cualitativa evita la cuantificación. Los investigadores cualitativos hacen registros narrativos de los fenómenos que son estudiados mediante técnicas como la observación participante y las entrevistas no estructuradas (Abdellah, Levine, 1994). Por lo tanto, la investigación cualitativa trata de identificar la naturaleza profunda de las realidades, su sistema de relaciones y su estructura dinámica. La investigación cuantitativa, por el contrario, trata de determinar la fuerza de asociación o correlación entre variables, la generalización y objetivación de los resultados a través de una muestra para hacer inferencia a una población de la cual toda muestra procede. Tras el estudio de la asociación o correlación pretende, a su vez, hacer inferencia causal que explique por qué las cosas suceden o no de una forma determinada (Hernández 2014).

**Recolección de datos:** Para realizar un acercamiento con la operación bajo techo de logística y distribución en Bogotá, se realizó una visita al CEDI y durante una entrevista con el jefe logístico, él suministró información sobre cómo se lleva a cabo la operación logística, el cual se describirá a continuación:

El almacenamiento de los productos congelados se realiza en una cava de congelación que debe estar continuamente a una temperatura entre  $-18^{\circ}$  y  $-20^{\circ}$  centígrados

- La separación de los pedidos se realiza dentro de la cava de congelados y su embalaje dentro de neveras isotérmicas.

- Estas neveras solo salen de cava de congelación en el momento que el vehículo va a ser cargado.
- El vehículo en el cual se cargarán las neveras isotérmicas debe encender su termo 15 minutos antes del cargue de los productos para que este no esté a temperatura ambiente en el momento que se cargue; este debe estar mínimo a  $-2^{\circ}$ .
- Las neveras isotérmicas deben cargarse al termo estando dentro del vehículo, después se le incluyen las pilas con gel refrigerante para ayudar a mantener la temperatura, ya que, en el resto de carro van los productos refrigerados que deben ir entre  $-2^{\circ}$  y  $4^{\circ}\text{C}$ .
- Para la distribución de sus productos, esta organización cuenta con 81 vehículos, cada localidad de las 20 que hay en Bogotá, tiene asignados entre 3 y 4 vehículos, estos tienen frecuencia diaria de distribución, pero en diferentes puntos del sector. De igual manera, para periferias como Villavicencio, Yopal y Boyacá tiene la asignación de un vehículo con una capacidad de 10 toneladas, pero estos no tienen frecuencia diaria.
- El proceso de distribución dentro de Bogotá debe durar máximo 8 horas y para las periferias máximas 6 horas, las cuales son de desplazamiento. Pues, es durante este tiempo de distribución y desplazamiento donde el producto llega a una temperatura ambiente, el producto se torna blando y pierde su inocuidad para el consumo y al retornar a la compañía en el proceso de logística inversa se envía a desguace.

Una vez realizado el recorrido por el CEDI, más la explicación del jefe logístico se procede a recolectar información de artículos académicos, revistas y publicaciones referentes a la cadena de frío y su proceso logístico, que permitirá identificar el estado actual de la normas, procesos y requisitos, además, la fase de cumplimiento se encuentra este centro de distribución.

Trabajo de Campo: Para llevar a cabo esta investigación se realizaron entrevistas al jefe logístico, coordinadores de procesos, jefe de Operar Colombia y auxiliares de distribución, recolectando información de primera mano de cómo lleva a cabo la separación, distribución y entrega de los productos congelados al consumidor final.

## **10. Población**

En la actualidad, Operar Colombia es la organización filial que presta el servicio de distribución de los productos que fabrica Alimentos Cárnicos, cuenta con 81 vehículos de transporte secundario que realizan la distribución y entrega de los pedidos en Bogotá. De acuerdo con la información suministrada por esta organización, en promedio 4 vehículos hacen entrega diaria en localidades sectorizadas por barrios, en los cuales, se realizaron las pruebas de distribución de una ruta por localidad con neveras y pilas que ayudaron a conservar y a alcanzar la temperatura de los productos congelados que se transportan en los vehículos.

## **11. Muestreo**

Para este ejercicio se aplicó la toma de muestra no probabilísticas, dadas la naturaleza de la información y el objetivo buscado con estas. Siendo un procedimiento orientado por las características de la investigación más que por un criterio estadístico de generalización, tomando individuos o casos típicos sin importar que sean estadísticamente representativos en una población determinada (Hernández 2014). Como muestra no probabilística se identifica una desventaja y es que no es posible calcular la precisión del error estándar, es decir, el nivel de confianza de la estimación es bajo, como ventajas se determina que el enfoque cualitativo es útil para determinar diseños de estudio que no requieran tanta representatividad de un elemento o

población, establecer diferentes etapas de selección de muestra, identificar sujetos que cuenten con el fenómeno en general (Izquierdo, 2015).

Después de determinar el tipo de muestreo, se evalúa el uso de neveras térmicas que permitan una solución para la distribución de productos congelados realizando varias pruebas que permitieron identificar cuál de los dispositivos conserva la temperatura de los alimentos transportados en las rutas de distribución. De acuerdo con el muestreo, por conveniencia se tomaron 20 vehículos de las rutas que realizan distribución en Bogotá, se enviaron aleatoriamente durante varios días por 4 semanas, tomando las rutas con mayores pedidos de productos congelados. Estas se relacionan en la siguiente imagen, allí se evidencian las neveras de Melform con 4 canastas en cada nevera.

En la Tabla No. 5 se relaciona la cantidad de muestreo realizado, tomando una ruta por localidad, nombre con que se identifica, temperatura promedio que tuvo durante el recorrido de distribución y cantidad de veces que realizó el recorrido.

#### *Tabla 5*

##### *Cantidad de Pruebas Realizadas*



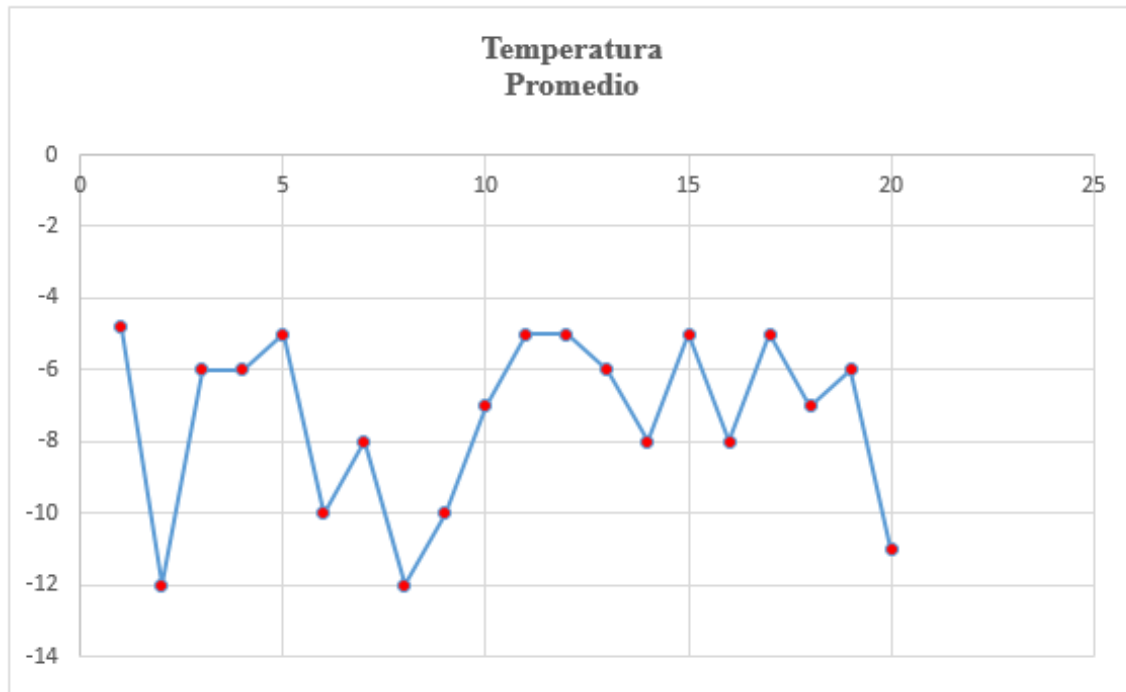
Localidad		Ruta	Temperatura Promedio	Cantidad de Pruebas
Engativa	10	BOL066	-4,8	4
Bosa	7	BOL035	-12	1
Usaquen	1	BOL054	-6	2
Chapinero	2	BOL048	-6	3
San Cristobal	4	BOL018	-5	2
Santa Fe	3	BOL036	-10	2
Tunjuelito	6	BOL015	-8	1
Kenedy	8	BOL020	-12	1
Fontibon	9	BOL042	-10	3
Suba	11	BOL060	-7	1
Barrio Unidos	12	BOL048	-5	1
Teusaquillo	13	BOL046	-5	2
Los Matires	14	BOL046	-6	4
Antonio Nariño	15	BOL019	-8	4
Puente Aranda	16	BOL025	-5	4
Candelaria	17	BOL014	-8	1
Rafael U.U	18	BOL016	-5	4
Ciudad Bolivar	19	BOL017	-7	1
Sumapaz	20	BOL024	-6	3
Usme	5	BOL049	-11	3

Nota. Elaboración propia.

En seguida, en la gráfica No. 2 se relaciona la temperatura promedio de los productos congelados durante el recorrido de las rutas; como se observa solo 5 vehículos de los 20 que se tomaron para las pruebas lograron conservar la temperatura de la nevera en  $-10^{\circ}$  o por debajo. La duración de estas neveras en los vehículos fue de máximo 8 horas, evidenciando así que estas no conservan la temperatura esperada o logran disminuirla al objetivo que es de  $-20^{\circ}$ . Así pues, se evidencia que conlleva a la alteración de la textura e inocuidad del producto.

Gráfica 1

*Temperatura Promedio de los Productos*



Nota. Elaboración propia.

## 12. Número de Viajes Realizados

El total de viajes realizados fue de 47, por un periodo de 4 semanas comprendidas entre el 1 y el 28 de febrero de 2021. Una ruta por localidad transportó una nevera de congelación de Melform, la cual tiene capacidad para 4 canastillas de producto congelados, cada una de estas rutas llevaba un Datalogger, marca Novus, que medía el comportamiento de la temperatura durante el proceso de distribución en el transcurso de 8 horas.

Las pruebas se realizaron bajo las siguientes condiciones de alistamiento, cargue y manipulación durante el proceso de distribuir para todas las 20 rutas, tal como se observa en la imagen No. 4, empleando las neveras y el material de embalaje adecuado para conservar el producto congelado.

Imagen 8

*Evidencia del Cargue Vehicular*



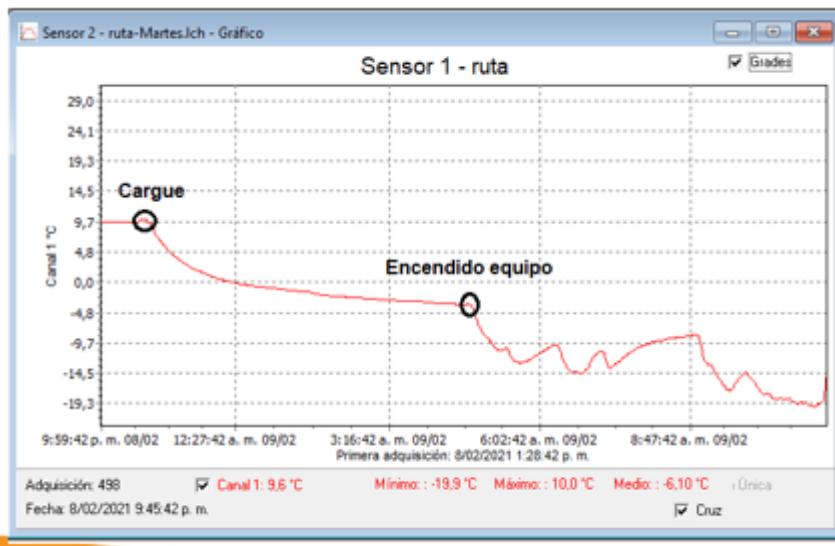
Nota. Recuperado de Alimentos Cárnicos, 2021.

- Las canastas de prueba se cargaron a las 11 p.m. del día anterior a la distribución.
- El equipo se encendía por primera vez a las 4:30 am del día de distribución.
- Tiempo total apagado en recorrido: 2 horas.
- Duración del recorrido: 8 horas.
- Desempeño: Temperatura promedio del recorrido  $-14,5^{\circ}\text{C}$ .

Las muestras tomadas por el Datalogger de la temperatura de los vehículos tienen una tendencia al aumento durante las últimas 4 horas de los recorridos realizados, como se observa en la gráfica No. 2.

## Gráfica 2

### Temperatura Promedio de Nevera Melform



Nota. Recuperado de Alimentos Cárnicos S.A.S., 2021.

## Diagnóstico

Para la distribución de sus productos congelados a las periferias de la capital, Alimentos Cárnicos S.A.S. cuenta con vehículos con termoking o isotérmicos, el producto se embala dentro de neveras de icopor o thermal box, con pilas de gel congelado para mantener la temperatura de estos productos entre  $-2^{\circ}$  y  $-20^{\circ}$  grados. Aun cuando se realiza este procedimiento, los productos en algunas ocasiones llegan a los clientes con pérdida de cadena de frío, o al retornar como devolución dentro del proceso también regresan con una temperatura elevada, motivo por el cual este producto debe ser enviado a desguace. En la actualidad, la planta de Bogotá realiza desguaces

por un valor aproximado de 142 millones de pesos anuales, lo que equivale a alrededor 4.368 unidades de producto. De acuerdo con estas cifras, un 3,4% de la producción total de los productos congelados son desguazados por pérdida de cadena de frío.

Se realizó el análisis de causa y efecto de los desguaces generados durante la manipulación, distribución y logística inversa de los productos congelados que distribuye Alimentos Cárnicos, y como se observa en la Tabla 5, estas causas no solo están asociadas a la distribución si no también se presentan durante el alistamiento de los pedidos y después del recorrido realizado por el auxiliar de distribución.

Tabla 6

*Análisis de Causa y Efecto*

<b>Desguace de Productos Congelados</b>	
<b>Causa</b>	<b>Efecto</b>
Perdida de cadena de Frio durante el proceso de separación	Producto no inocuo para el consumo
Manipulación inadecuada dentro del proceso de distribución	Perdida del producto
No encender el termo dentro del proceso de distribución	Aumento de desguace de producto
Devolución de los clientes	Se eleva la tempera del producto

Nota. Elaboración Propia.

A continuación, en la Imagen No. 6 se realizará una breve descripción de los dispositivos empleados para las pruebas realizadas, dentro del transporte primario y secundario.

Imagen 9

*Dispositivos de Pruebas*

Variables	Olivo 220	Olivo 370	Olivo 900	Indafre Refrigerados	Icecube	Nevera icopor (Solución actual)
<b>Temperatura</b> (Max- Min)	Pilas PCM (-26°C, -21°C, -17°C)			(0°C a 4°C)	Pilas PCM (-26°C, -21°C, -17°C)	Pilas Gel (-18°C)
<b>Peso Vacío (Kg)</b>	60	80	132	77	68.5	3 Kg
<b>Dimensión (Cm)</b> Exterior (L x An x Al) Interior (L x An x Al)	60 x 80 x 113 43 x 62 x 83	80 x 60 x 167 62 x 43 x 137	80 x 120 x 186 61 x 100 x 149.3	175 x 79.2 x 80.7	155 x 81 x 94 121 x 58 x 60	54 x 54 x 82 43 x 43 x 67
<b>Capacidad Teórica (Lts)</b>	221	365	910	360	390	112
<b>Tiempo preparación antes de cargue (Con pilas cargadas/Baterías cargadas)</b>	Inmediato	Inmediato	Inmediato	45 Min	Inmediato	Inmediato
<b>Autonomía</b>	En función del número de pilas			≥ 12 Horas	En función del número de pilas	En función del número de pilas
<b>Vida útil Dispositivo</b>	9 -12 años			10 años	10 años	3 meses
<b>Vida útil Pilas / Baterías</b>	PCM 10 años			5 años	PCM 10 Años	Gel eutéctico 3 años
<b>Sostenibilidad</b> Consumo Energía Consumo Agua	1,16 KWhr / Pila PCM 9 Lt 69,3 Lt/mes			0,96 KWhr 69,3 Lt/mes	1,16 KWhr / Pila PCM 9 Lt 69,3 Lt/mes	0,189 KWhr / Pila PCM 1 Lt 0,188 KWhr / Pila Gel 2 Lt N/A
<b>Tipo Proveedor</b> Experiencia Grupo	Internacional Opperar Colombia			Nacional Novaventa	Nacional Meals (Fabricante Tilines)	Nacional Meals, Cárnicos, La Recetta, Novaventa

Nota. Recuperado de Especificaciones técnicas de dispositivos evaluados, Imagen, 2019.

Para mayor asociación con el tipo de transporte empleado por Alimento Cárnicos se realiza la clasificación en la Tabla No. 7 de los vehículos en los cuales se realiza la distribución de sus productos terminados a los diferentes CEDIS de Bogotá y sus periferias.

Tabla 7

*Clasificación de Vehículos para Distribución*

Clasificación de vehículos			
Vehículo	Capacidad En Kilos o Toneladas	Capacidad En Canasta	Empleo
Tracto Mula	28 Ton	1450	Transporte Primario
Sencillo	8 Ton	500	Transporte Primario
NPR	3,5 Ton	250	Transporte Secundario
NHR	1 Ton	120	Transporte Secundario

Nota. Elaboración Propia.

En la tabla No. 8 se relacionan los criterios de evaluación que se tuvieron en cuenta dentro de las pruebas realizadas en la distribución secundaria de los productos congelados.

Tabla 8

*Criterio de evaluación de los dispositivos*

Aspecto Evaluado	Olivo 370	Icecube	Nevera Icopor
<b>Calidad</b>	Satisfactorio	Satisfactorio	No Satisfactorio
Inocuidad/ Asepsia			
<b>Sostenibilidad</b>	Recicla – Incinera - Certifica	Recicla – Incinera - Certifica	Proceso complejo de reciclaje No es biodegradable
<b>Autonomía</b>	Cumple	Cumple	Cumple
≥ 10 horas	10 pilas PCM - 21° 9Lt	8 pilas PCM -21° 9 Lt	10 pilas de PCM 1 Lt
<b>Capacidad Probada</b>	(5) 288 Lt	(4) 230 Lt	112 Lt
Canastas Alpina	(7) 302 Lt	(4) 173 Lt	
Canastas Cárnicos			
<b>Temperatura</b>			
- 18 °C	Cumple	Cumple	Cumple
<b>Vida Útil</b>			
≥ 10 años	Satisfactoria	Satisfactoria	No Satisfactoria
<b>Funcionalidad</b>	Difícil porque es necesario cubrir las 6 caras interiores con pilas.	Difícil porque es necesario cubrir las 6 caras interiores con pilas.	Difícil porque es necesario cubrir las 6 caras interiores con pilas.
Picking ruta	Apertura Frontal	Apertura Superior	Apertura Superior
<b>Balance</b>			
<b>Cumplimiento</b>	6/7	6/7	3/7
<b>Costo</b>	\$ 6'800.000	\$ 5'060.000	\$ 7'316.000
Dispositivo	\$ 3'600.000	\$ 2'500.000	\$ 60.000 (7'200.000 a 10 años)
Pila 1 Lt PCM \$ 11.600	\$ 3'200.000		\$116.000
Pila 9 Lt PCM \$320.000		\$ 2'560.000	

Nota. Recuperado de Especificaciones técnicas de dispositivos evaluados, [Diapositiva del Equipo de Desarrollo Logístico de Alimentos Cárnicos].

### **Análisis de Resultados**

La metodología implementada para la ejecución de las pruebas y obtener resultados fue la siguiente:

1. Se seleccionaron diferentes proveedores que manejaban sistemas o equipo para transportar productos que requieren conservación de frío
2. Se contactaron a los proveedores de servicio que tenían operación en Colombia, quienes a su vez entregaron fichas técnicas de los equipos y como estos se podían adaptar a la flota de vehículos que se maneja actualmente.
3. A partir de una revisión bibliográfica se identificaron las normativas aplicables al transporte de productos que requieren cadena de frío utilizando estos equipos, y posteriormente se determinaron los parámetros funcionales que se deben cumplir en los diferentes procesos o eslabones de la distribución correspondientes, con base en dichas normas y las especificaciones técnicas de los sistemas de refrigeración utilizado. Se desarrolló la caracterización del proceso de cargue, entrega a clientes y en caso de no entregar el despacho, su devolución al área de logística Inversa
4. La evaluación técnica se centró en tres aspectos fundamentales: a) proceso actual, b) Capacidad de flota de vehículos y c) desempeño de los equipos.
5. Las soluciones de rutas con un único ambiente, así como los vehículos multiambiente, no fueron contempladas en estas pruebas, debido a sus conocidos costos operativos y/o



inversión inicial elevados, pues ya son utilizados actualmente en algunas de las empresas del Grupo Nutresa

6. Existen dos tipos de tecnología aplicables para la necesidad de distribución multiambiente con pequeños volúmenes de producto refrigerado y/o congelado:

- a. Sistemas de refrigeración tradicional con baterías eléctricas (Indafre).
- b. Contenedores aislados con pilas de frío (Olivo, Ice Cube, Neveras de icopor, etc.)

A continuación se detalla la forma de cómo se realizaron las pruebas con los diferentes equipos y los resultados que se obtuvieron con estos, utilizando un volumen de despacho de productos en una unidad mínima inferior a 6 canastas en transporte secundario, y los resultados fueron los siguientes:

**Olivo:** La organización Olivo suministra un equipo de ultra congelación para poder realizar pruebas con pilas congeladas. Se validó que el equipo congelara las pilas; la promesa del proveedor es enfriamiento completo en 4 horas. Estas pruebas realizadas se llevaron a cabo con pilas de -26 grados C. Igualmente, el 11 de abril del año 2020 se realizó una prueba en ruta con las pilas (2) utilizadas por el equipo de ultra congelación con producto dentro de una nevera Olivo y con acompañamiento del equipo de CI+D (Centro de Investigación y Desarrollo).

**Indafre:** Se realizaron pruebas con el prototipo de congelación y se pudo evidenciar que no se superó los -14 grados en la cámara interna de la nevera; por ende, se realizará una nueva prueba con un prototipo modificado por el proveedor.

**Neveras de Icopor:** Debido al proyecto de ley que busca eliminar el icopor para el transporte de alimentos, estas pruebas se descartaron dentro del proceso de distribución

**Carpas (con capacidad de 7 Canastas):** Esta prueba se llevó a cabo con y sin pilas (en una carpa con capacidad para 7 canastas). Las conclusiones son:

- Sin pilas en una ruta dentro de Bogotá, cargando el producto a una temperatura de -16 grados durante 8 horas y a una temperatura inicial de -6 grados del vehículo, el producto congelado se entrega a -8 grados.
- Con 1 pila de PCM en una ruta dentro de Bogotá, cargando el producto a una temperatura de -17 grados durante 8 horas y a una temperatura inicial de -6 grados del vehículo, el producto congelado se entrega a -12 grados.
- Se concluye que, para disminuir más la temperatura la carpa debe de estar acompañada de una mayor cantidad de pilas, lo que requiere un posible cambio en el diseño de la carpa.

Para Volúmenes mayores a 7 y menores a 60 canastillas en transporte primario y secundario el resultado arrojado fue el siguiente:

**Olivo:** El área de infraestructura de Alimentos Cárnicos suministró un equipo de ultracongelación para poder realizar pruebas con las pilas de Olivo. Una vez se valide que el equipo congele las pilas, la promesa del proveedor es congelación en 4 horas. Junto al equipo de Meals se llevaron a cabo pruebas con pilas de -26 grados con dos de estas pilas dentro de una nevera suministrada por Olivo y con producto congelado de la compañía, y además con acompañamiento del equipo de CI+D.

**Mampara con Ducto:** A partir de las pruebas se evidenció que el producto congelado se mantuvo a -18 grados y el área de refrigerado se mantiene alrededor de los 4 grados. Este equipo cuenta con sensores que cuando el panel de refrigerado se sube a más de 4 grados se encienden los moto-ventiladores, los cuales llevan el frío del área congelada al área de refrigerado garantizando que se siga cumpliendo la temperatura. El uso de esta mampara es adecuado dentro de las tractomulas que se catalogan multiambiente.

Para volúmenes entre 60 canastas (1 estiba) hasta 400 canastillas y catalogado como transporte primario (tractomulas) los resultados arrojados fueron los siguientes:

- **Doble Termo:** Se evidencia que la temperatura inicial con la que se carga el producto en la tractomula (-18°) se conserva hasta la ciudad destino del producto.
- **Mampara con Ducto:** La temperatura inicial con la que se carga el producto en la tractomula (-18°) se conserva hasta la ciudad destino del producto, lo cual evidencia que, en una de las dos pruebas realizadas el producto refrigerado llega congelado a la ciudad destino.

### **Plan de Intervención**

Después de diagnosticar la situación actual del proceso de distribución de productos congelados que comercializa la empresa Alimentos Cárnicos S.A.S. Y de analizar las diferentes metodologías empleadas dentro de su proceso logístico, se planteara un modelo que permita tomar una decisión a la organización sobre la mejor opción para poder conservar la cadena de frío, mitigar el desguace de los productos congelados y mejorar sus indicadores. Para lo cual lo realizaremos en 6 etapas, que se describen a continuación:

## **Modelo a implementar**

### **Etapa 1:**

#### **Selección proceso a mejorar (Distribución y Comercialización de productos congelados)**

En esta etapa se debe revisar, estudiar y analizar el proceso, teniendo en cuenta que sea de gran impacto. Y para esto existen una serie de consideraciones que se deben tener en cuenta:

#### **Consideraciones económicas**

Analizar y diagnosticar el impacto económico de lo que se pretende mejorar, para este trabajo las implicaciones económicas repercutía en el transporte, ya que no se garantizaba la cadena de congelación en su distribución, por lo que el producto perdía su estado de congelación y era devuelto al centro de distribución para ser desguazado, generando pérdidas para la empresa

#### Consideraciones técnicas o tecnológicas

Analizar si con un cambio en la tecnología mejora la relación costo – beneficio

#### Consideraciones humanas

Revisar las competencias del personal encargado del proceso

### **Etapa 2:**

#### **Registro de información por observación directa e indirecta**

En esta etapa se deben registrar todos los hechos del método existente o la forma como se ejecuta actualmente el proceso, para lo cual se debe documentar utilizando las diferentes herramientas existentes como flujogramas, diagramas de hilo, gráficos de trayectorias, diagramas de actividades múltiples o diagrama bimanual los registros de todo lo relativo al trabajo que observamos,

De acuerdo al tipo de observación utilizada, se sugiere realizar acompañamiento al área intervenida, buscando conocer y familiarizarse con el proceso, identificando además falencias e intercambiando ideas con el personal que lo lleva a cabo en la operación.

### **Etapa 3:**

#### **Análisis de la información registrada y/o documentada**

Con el registro de las actividades que se realizan en el proceso a mejorar se obtiene una visual inicial del proceso o trabajo intervenido y en esta etapa es importante no caer en supuesto como:

- 1) Aceptar el método actual como la mejor forma de hacer las cosas y
- 2) Encontrar la razón lógica por la cual, las cosas se hacen así como se documentó.

Para esto, se han creado varias formas de profundizar en lo registrado, dentro de las cuales tenemos; la técnica del interrogatorio, que no es más que una serie de preguntas hechas de forma sistemática sobre las actividades de un proceso ya registrado.

Esta técnica nos ayudará a comprender qué actividades agregan valor y qué actividades no, o dicho de otra forma, nos ayudará a separar actividades productivas de las no productivas, una vez diagnosticado y analizada las condiciones del proceso el cual se busca intervenir, se define el objetivo principal del modelo a aplicar, este debe contener implicación de costos, tiempo y utilidad.

### **Etapa 4:**

#### **Establecer metodologías**

En esta etapa nos apoyamos en metodologías existentes y que tienen evidencias de éxito comprobado mediante su aplicación, para este trabajo nos basamos en los métodos AHP y

TOPSIS, que nos permitirán establecer la mejor opción dentro de una serie de alternativas que nos ofrecen los proveedores.

En este paso además involucramos a todo el personal pertinente para idear o establecer el método que va a mejorar el trabajo o proceso que se eligió y por lo tanto, las preguntas a emplear son:

- Qué se debe hacer
- Dónde se debe hacer
- Cuándo se debe hacer
- Quién lo debe hacer

Cómo lo debe hacer

#### **Etapa 5:**

##### **Evaluar metodologías propuestas**

En esta etapa se toman los datos recolectados de las pruebas realizadas a las alternativas que se utilizaron, y se toma el método ideado, lo evaluamos con las herramientas que usamos en la etapa 2. Con el fin de comparar a través de diferentes herramientas si el método propuesto genera mejores resultados que el método actual.

Evaluar si es posible hacer el estudio del método propuesto, siempre y cuando el escenario así lo permita o revisar si se puede hacer a pequeña escala o en último caso estimar las mejoras que se pueden obtener a través de métodos cuantitativos como ponderaciones

#### **Etapa 6:**

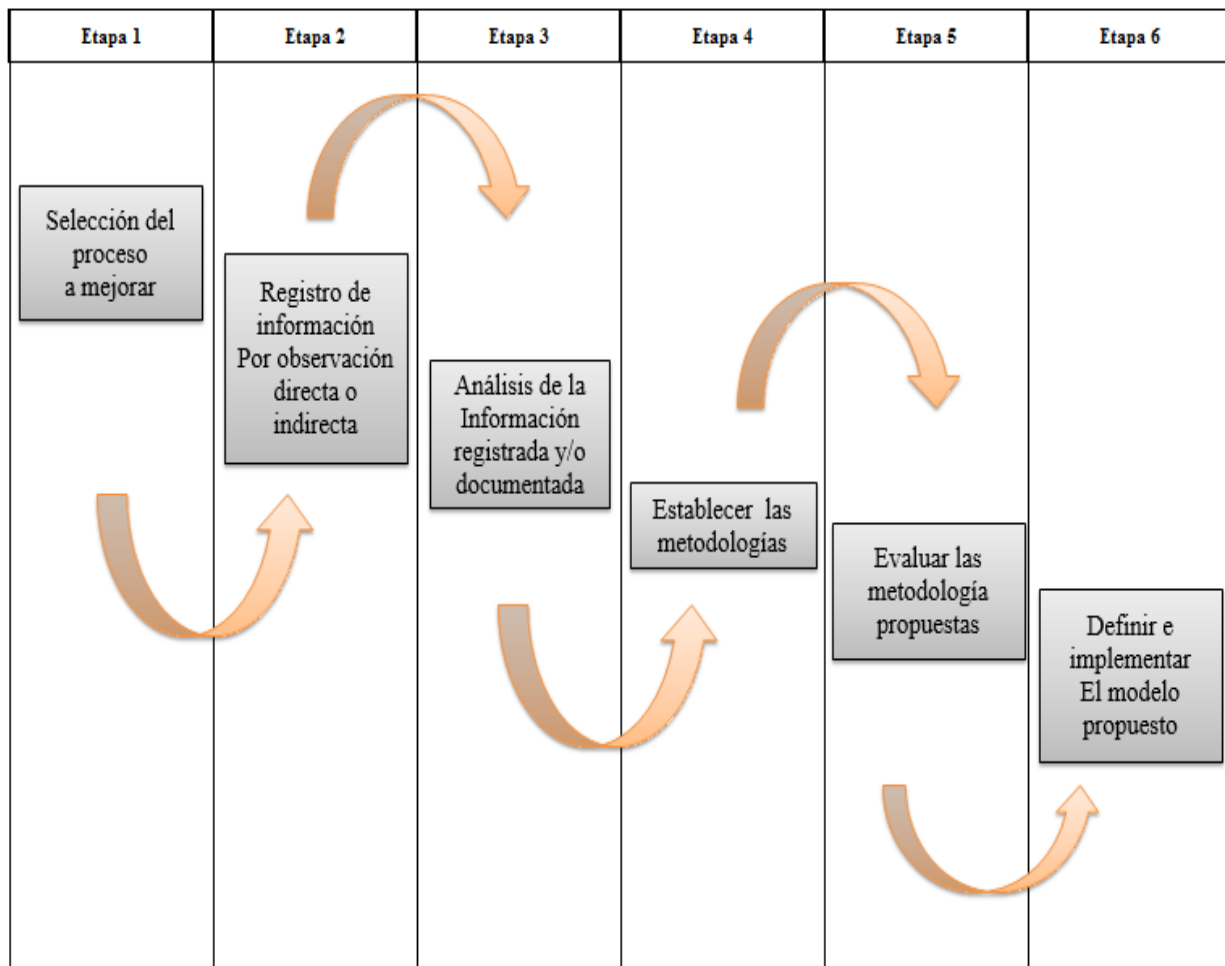
##### **Definir e implementar el método propuesto**

En esta etapa, una vez evaluada la mejor alternativa para el proceso a intervenir, se debe divulgar a los procesos que intervienen para conocimiento y alineación con el objetivo de este.

Cuando se haya implementado el modelo en el proceso, se gestiona la creación de un índice de medición que permita determinar el cumplimiento del objetivo del modelo y los posibles ajustes que se puedan llevar a cabo.

Imagen 10

*Proceso de implementación del Modelo*



Nota: Elaboración Propia

**Con los pasos del modelo a implementar, a continuación se relacionara el ejemplo realizado con los procesos de distribución de Alimentos Cárnicos y Males de Colombia.**

### **Aplicación del Modelo de distribución**

Luego de Diagnosticar las condiciones del proceso logístico y evaluar las diferentes metodologías empleadas para la distribución de alimentos congelados a nivel general, se planteara el diseño metodológico que le permita a Alimentos Cárnicos S.A.S. conservar la temperatura de sus productos durante el proceso de distribución, llevando el indicador de desguace a un menor porcentaje de estas referencias, alineándose también con el plan estratégico para el 2030 de la organización- Allí se contempla una creciente cadena de valor por medio de rentabilidad, expansión internacional, desarrollo del colaborador, crecimiento, liderazgo de mercados y satisfacción del cliente.

A continuación se aplicara el método AHP y TOPSIS a las alternativas con las que cuentan Alimentos Cárnicos, para conservar la temperatura de los productos congelados y los criterios evaluados para determinar cuál de ellos cumple con las características requeridas.

### **-Aplicación método AHP**

Imagen 11

#### *Criterios de Evaluación de proveedor de Frio*

<b>Proveedor</b>	<b>Capacidad</b>	<b>Temperatura</b>	<b>Vida Útil En años</b>	<b>Costo</b>
<b>Olivo 370</b>	7	-18°	>= 10	\$6.800.000
<b>Ice Cube</b>	4	-18°	>= 10	\$5.060.000
<b>Nevera de Icopor</b>	3	-15°	>= 10	\$7.316.000
<b>Meals de Colombia</b>	945	-20° a 24°	Superior a 10 años	\$9.800.000



Nota. Elaboración propia

Imagen 12

*Escala de Evaluación*

Escala de evaluación	Descripción	Explicación
1	Igualmente Importante	Dos elementos contribuyen en igual medida al objetivo
3	Moderadamente Importante	Preferencia leve de un elemento sobre otro
5	Fuertemente Importante	Preferencia fuerte de un elemento sobre otro
7	Importancia muy fuerte o Demostrada	Mucho mas preferencia de un elemento sobre otro predominancia demostrativa
9	Importancia extremadamente Fuerte	Preferencia clara y absoluta de un elemento sobre otro
2,4,6,8		Intermedio de los valores anteriores

Nota. Elaboración propia

En la Imagen No 9, se hallara la relación de consistencia multiplicando la matriz inicial por la ponderación, se multiplicara matriz de la imagen 10 por la ponderación, hallando el índice de consistencia que es 0,037, la consistencia aleatoria que es de 0,99 y por último la relación de consistencia que es de 0,03 dado que la relación de consistencia es menor a 0,1 se determina que pondero razonablemente.

Imagen 13

*Relación de consistencia*

Axp		
1,135	$CI=(nmax-n)/(n-1)$	0,037
0,135	$RI=1,98*(n-2)/n$	0,990
0,357	$CR=C/RI$	0,038
2,485		
4,112		

Nota. Elaboración propia

En la Imagen No 10 se relacionan los Criterios a evaluar para la selección del proveedor más conveniente, ponderando la matriz normalizada resultante.

Imagen 14

*Comparación de Criterios*

Matriz de Comparación de Criterios									
	Capacidad	Temperatura	Vida Útil En años	Costo	Matriz Normalizada				Ponderación
Capacidad	1	8	6	0,2	0,1589404	0,36	0,42	0,01	0,24
Temperatura	0,13	1	0,1	0,2	0,01986755	0,05	0,01	0,01	0,02
Vida Útil En años	0,17	7	1	0,1	0,02649007	0,32	0,07	0,01	0,11
Costo	5	6	7	1	0,79470199	0,27	0,49	0,07	0,41
<b>Total</b>	6	22	14	2					

Nota. Elaboración propia

De la gráfica 11 a la 14 se evalúan todos los criterios establecidos por el proceso para determinar el proveedor que más se ajusta a la necesidad de la operación y al proceso de distribución.

Imagen 15.

*Evolución del Criterio de Capacidad*

Criterio : Capacidad									
	Olivo 370	Ice Cube	Nevera de Icopor	Meals de Colombia	Matriz Normalizada				Ponderación
Olivo 370	1	0,1	0,2	0,1	0,05	0,01	0,02	0,09	0,04
Ice Cube	7	1	0,2	0,1	0,33	0,07	0,02	0,10	0,13
Nevera de Icopor	5	6	1	0,1	0,24	0,42	0,10	0,08	0,21
Meals de Colombia	8	7	9	1	0,38	0,49	0,87	0,73	0,62
<b>Total</b>	21	14	10	1					

Nota. Elaboración propia

Imagen 16

*Evaluación del Criterio de Temperatura*

Criterio : Temperatura									
	Olivo 370	Ice Cube	Nevera de Icopor	Meals de Colombia	Matriz Normalizada				Ponderación
<b>Olivo 370</b>	1	0,2	0,3	0,1	0,06	0,02	0,03	0,10	0,05
<b>Ice Cube</b>	5	1	0,3	0,2	0,31	0,11	0,03	0,14	0,15
<b>Nevera de Icopor</b>	3	3	1	0,1	0,19	0,33	0,09	0,08	0,17
<b>Meals de Colombia</b>	7	5	9	1	0,44	0,54	0,84	0,69	0,63
<b>Total</b>	16	9	11	1					

Nota. Elaboración propia

Imagen 17

*Evolución del Criterio de vida Útil*

Criterio : Vida Útil									
	Olivo 370	Ice Cube	Nevera de Icopor	Meals de Colombia	Matriz Normalizada				Ponderación
<b>Olivo 370</b>	1	0,1	0,1	0,2	0,05	0,01	0,02	0,20	0,07
<b>Ice Cube</b>	9	1	0,2	0,3	0,56	0,11	0,03	0,33	0,26
<b>Nevera de Icopor</b>	7	5	1	0,1	0,44	0,55	0,14	0,14	0,32
<b>Meals de Colombia</b>	5	3	7	1	0,31	0,33	1,00	1,00	0,66
<b>Total</b>	22	9	8	2					

Nota. Elaboración propia

Imagen 18

*Evaluación del Criterio de Costo*

Criterio : Costo									
	Olivo 370	Ice Cube	Nevera de Icopor	Meals de Colombia	Matriz Normalizada				Ponderación
<b>Olivo 370</b>	1	0,1	0,2	0,3	0,06	0,01	0,03	0,20	0,08
<b>Ice Cube</b>	7	1	0,2	0,1	0,44	0,08	0,03	0,09	0,16
<b>Nevera de Icopor</b>	5	5	1	0,2	0,31	0,38	0,16	0,12	0,24
<b>Meals de Colombia</b>	3	7	5	1	0,19	0,53	0,78	0,60	0,52
<b>Total</b>	16	13	6	2					

Nota. Elaboración propia

En la imagen No 15, se realiza la sumatoria de las ponderaciones realizadas, determinado así cual es proveedor que cumple con las características requeridas, en este caso para Alimentos Cárnicos el proveedor que mayor puntaje obtuvo de acuerdo a los criterios evaluados fue Meals de Colombia, con un total de 0,46 siendo este el mayor puntaje obtenido en la evaluación de los criterios.

Imagen 19

*Resultado de los Criterio Evaluados.*

<b>Proveedor</b>	<b>Capacidad</b>	<b>Temperatura</b>	<b>Vida Útil En años</b>	<b>Costo</b>	<b>Priorización</b>
<b>Olivo 370</b>	0,04	0,05	0,07	0,08	0,06
<b>Ice Cube</b>	0,13	0,15	0,26	0,16	0,15
<b>Nevera de Icopor</b>	0,21	0,17	0,32	0,24	0,20
<b>Meals de Colombia</b>	0,62	0,63	0,66	0,52	0,46
<b>Ponderación</b>	0,03	0,13	0,23	0,41	

Nota. Elaboración propia

### **Aplicación del método TOPSIS**

Los tres primeros criterios son de orden creciente, es decir entre mayor el número, mejor el criterio, y el costo es decreciente, es decir a menor valor mejor la opción

Imagen 20

*Matriz de comparación de criterios*

<b>Matriz de comparación de criterios</b>				
<b>Ponderación</b>	<b>0,1</b>	<b>0,2</b>	<b>0,4</b>	<b>0,3</b>
<b>Proveedor</b>	<b>Capacidad</b>	<b>Vida Util En años</b>	<b>Temperatura</b>	<b>Costo</b>
<b>Olivo 370</b>	7	>= 10	-18°	\$ 6.800.000
<b>Ice Cube</b>	4	>= 10	-18°	\$ 5.060.000
<b>Nevera de Icopor</b>	3	>= 10	-15°	\$ 7.316.000
<b>Meals de Colombia</b>	945	Superior a 10 años	-20° a 24°	\$ 9.800.000

Nota. Elaboración propia

### **Construcción de la matriz de decisión**

Imagen 21

*Construcción matriz de Decisión - Matriz 1*

<b>Construcción matriz de Decisión - Matriz 1</b>				
<b>Ponderación</b>	<b>0,1</b>	<b>0,2</b>	<b>0,4</b>	<b>0,3</b>
<b>Proveedor</b>	<b>Capacidad</b>	<b>Vida Util En años</b>	<b>Temperatura</b>	<b>Costo</b>
<b>Olivo 370</b>	5	6	8	7
<b>Ice Cube</b>	4	5	7	9
<b>Nevera de Icopor</b>	3	4	5	8
<b>Meals de Colombia</b>	9	8	9	5

Nota. Elaboración propia

### **Normalización de la matriz de decisión**

Utilizando la función potencia de Excel, elevamos cada valor al cuadrado y se suman las cantidades por columna y calculamos la raíz cuadrada del total

Imagen 22

Normalización de la matriz de decisión - Matriz 2

<b>Normalización de la matriz de decisión - Matriz 2</b>				
<b>Ponderación</b>	<b>0,1</b>	<b>0,2</b>	<b>0,4</b>	<b>0,3</b>
<b>Proveedor</b>	<b>Capacidad</b>	<b>Vida Util En años</b>	<b>Temperatura</b>	<b>Costo</b>
<b>Olivo 370</b>	25	36	64	49
<b>Ice Cube</b>	16	25	49	81
<b>Nevera de Icopor</b>	9	16	25	64
<b>Meals de Colombia</b>	81	64	81	25
<b>Total</b>	131	141	219	219
<b>Raiz cuadrada</b>	11,44552314	11,87434209	14,79864859	14,79864859

Nota. Elaboración propia

### Construcción de la matriz normalizada ponderada

Se divide cada elemento de la matriz 1 entre la raíz de la sumatoria, para calcular la matriz 3

Imagen 23

Construcción de la matriz normalizada ponderada - Matriz 3

<b>Construcción de la matriz normalizada ponderada - Matriz 3</b>				
<b>Ponderación</b>	<b>0,1</b>	<b>0,2</b>	<b>0,4</b>	<b>0,3</b>
<b>Proveedor</b>	<b>Capacidad</b>	<b>Vida Util En años</b>	<b>Temperatura</b>	<b>Costo</b>
<b>Olivo 370</b>	9,895285073	0,505291153	0,540589903	0,473016165
<b>Ice Cube</b>	1,397926491	2,105379803	3,311113154	5,473472765
<b>Nevera de Icopor</b>	0,786333651	1,347443074	1,689343446	4,324719222
<b>Meals de Colombia</b>	7,077002859	5,389772295	5,473472765	1,689343446

Nota. Elaboración Propia

### Determinación de la solución ideal positiva y negativa

Multiplicamos cada elemento de la matriz 3 por el respectivo ponderador para obtener la matriz 4, y se identifica el valor más alto como A+ y el valor más bajo, como A-, según los criterios crecientes y decrecientes elegidos

Imagen 24

*Determinación de la solución ideal positiva y negativa*

<b>Determinación de la solución ideal positiva y negativa - Matriz 4</b>				
<b>Ponderación</b>	<b>0,1</b>	<b>0,2</b>	<b>0,4</b>	<b>0,3</b>
<b>Proveedor</b>	<b>Capacidad</b>	<b>Vida Util En años</b>	<b>Temperatura</b>	<b>Costo</b>
<b>Olivo 370</b>	0,989528507	0,101058231	0,216235961	0,141904849
<b>Ice Cube</b>	0,139792649	0,421075961	1,324445262	1,64204183
<b>Nevera de Icopor</b>	0,078633365	0,269488615	0,675737378	1,297415767
<b>Meals de Colombia</b>	0,707700286	1,077954459	2,189389106	0,506803034
<b>A+</b>	0,989528507	1,077954459	2,189389106	0,141904849
<b>A-</b>	0,078633365	0,101058231	0,216235961	1,64204183

Nota. Elaboración propia

### **Cálculo de la solución ideal positiva y negativa**

Calculamos la distancia, restándole a cada cantidad por columna, el valor ideal para después elevarla al cuadrado y así obtener la matriz 5

Imagen 25

*Calculo de la solución ideal positiva y negativa - Matriz 5*

<b>Cálculo de la solución ideal positiva y negativa -Matriz 5</b>				
<b>Ponderación</b>	<b>0,1</b>	<b>0,2</b>	<b>0,4</b>	<b>0,3</b>
<b>Proveedor</b>	<b>Capacidad</b>	<b>Vida Util En años</b>	<b>Temperatura</b>	<b>Costo</b>
<b>Olivo 370</b>	0,0000000000	0,9543262411	3,8933333333	0,0000000000
<b>Ice Cube</b>	0,7220510287	0,4314893617	0,7481278539	2,2504109589
<b>Nevera de Icopor</b>	0,8297299600	0,6536170213	2,2911415525	1,3352054795
<b>Meals de Colombia</b>	0,0794271464	0,0000000000	0,0000000000	0,1331506849

Nota. Elaboración Propia

Se calcula la distancia, restándole a cada cantidad por columna, el peor valor ideal para después elevarla al cuadrado y así obtener la matriz 6

Imagen 26

*Cálculo de la solución ideal positiva y negativa - Matriz 6*

<b>Cálculo de la solución ideal positiva y negativa - Matriz 6</b>				
<b>Ponderación</b>	<b>0,1</b>	<b>0,2</b>	<b>0,4</b>	<b>0,3</b>
<b>Proveedor</b>	<b>Capacidad</b>	<b>Vida Útil En años</b>	<b>Temperatura</b>	<b>Costo</b>
<b>Olivo 370</b>	0,82972996	0	0	2,250410959
<b>Ice Cube</b>	0,003740458	0,102411348	1,228127854	0
<b>Nevera de Icopor</b>	0	0,028368794	0,211141553	0,118767123
<b>Meals de Colombia</b>	0,395725191	0,954326241	3,893333333	1,288767123

Nota. Elaboración Propia

**Cálculo de la proximidad relativa de cada alternativa a la solución ideal positiva y negativa**

Se suman las cantidades de la matriz 5 horizontalmente y al total se le saca la raíz cuadrada

Imagen 27

*Cálculo de la proximidad relativa de cada alternativa a la solución ideal positiva y negativa*

<b>Cálculo de la proximidad relativa de cada alternativa a la solución ideal positiva y negativa - Matriz 5</b>					<b>Sumatoria</b>	<b>Raiz Cuadrada</b>
<b>Ponderación</b>	<b>0,1</b>	<b>0,2</b>	<b>0,4</b>	<b>0,3</b>		
<b>Proveedor</b>	<b>Capacidad</b>	<b>Vida Útil En años</b>	<b>Temperatura</b>	<b>Costo</b>		
Olivo 370	0	0,954326241	3,893333333	0	4,847659574	2,201740124
Ice Cube	0,722051029	0,431489362	0,748127854	2,250410959	4,152079203	2,037665135
Nevera de Icopor	0,82972996	0,653617021	2,291141553	1,335205479	5,109694013	2,26046323
Meals de Colombia	0,079427146	0	0	0,133150685	0,212577831	0,461061635



Nota. Elaboración propia

Se suman las cantidades de la matriz 6 horizontalmente y al total se le saca raíz cuadrada

Imagen 28

*Cálculo de la proximidad relativa de cada alternativa a la solución ideal positiva y negativa*

Cálculo de la proximidad relativa de cada alternativa a la solución ideal positiva y negativa - Matriz 6					Sumatoria	Raiz Cuadrada
Ponderación	0,1	0,2	0,4	0,3		
Proveedor	Capacidad	Vida Útil En años	Temperatura	Costo		
Olivo 370	0,82972996	0	0	2	3	1,755033025
Ice Cube	0,003740458	0,102411348	1,228127854	0	1	1,155110237
Nevera de Icopor	0	0,028368794	0,211141553	0	0	0,598562837
Meals de Colombia	0,395725191	0,954326241	3,893333333	1	7	2,555807483

Nota. Elaboración Propia

Se suman las raíces calculadas de las matrices 5 y 6

Imagen 29

*Suma de las raíces calculadas de las matrices 5 y 6*

Raiz Cuadrada M5	Raiz Cuadrada M6	Sumatoria
2,201740124	1,755033025	3,956773149
2,037665135	1,155110237	3,192775372
2,26046323	0,598562837	2,859026067
0,461061635	2,555807483	3,016869118

Nota. Elaboración Propia

### Ordenación de las alternativas de acuerdo a su proximidad relativa

Finalmente se divide la raíz de la matriz 6 entre el total

Imagen 30

*Ordenación de las alternativas de acuerdo a su proximidad relativa*

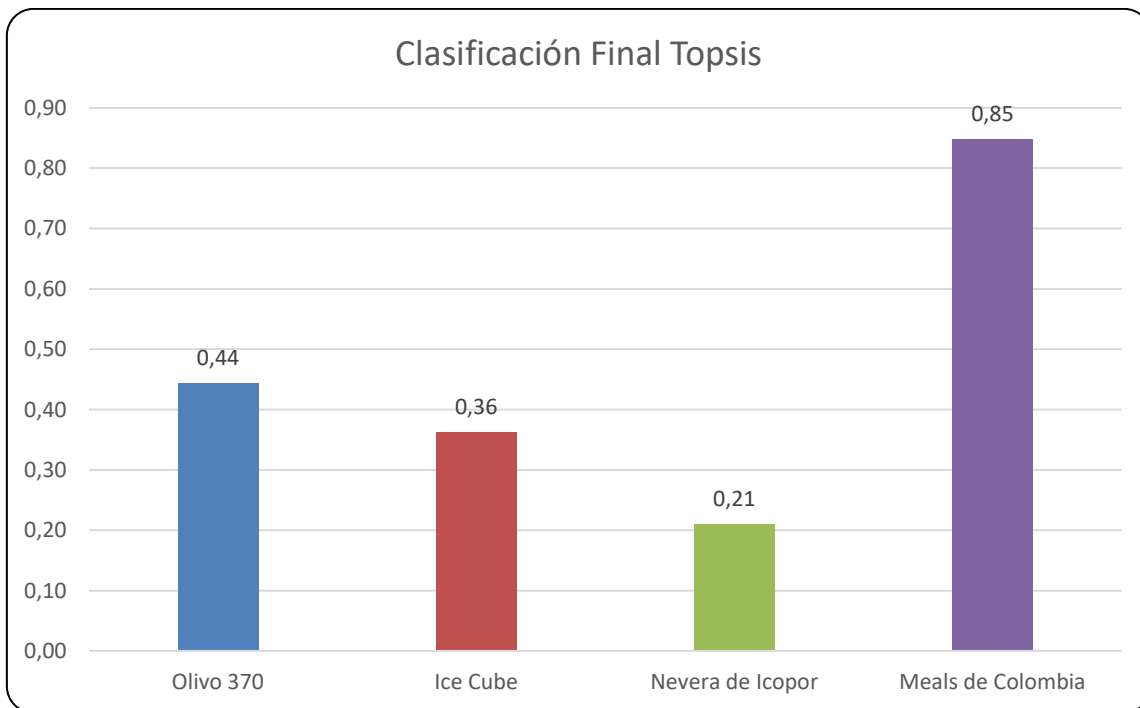
<b>Raiz Cuadrada M6</b>	<b>Total Sumatoria</b>	<b>M6/Total</b>	
1,755033025	3,956773149	0,443551591	Olivo 370
1,155110237	3,192775372	0,361788758	Ice Cube
0,598562837	2,859026067	0,209359	Nevera de Icopor
2,555807483	3,016869118	0,847172145	Meals de Colombia

Nota. Elaboración propia

A continuación mostramos una imagen que permiten evaluar estos datos desde una perspectiva gráfica

Grafica 3

*Clasificación Final Topsis*



Nota. Elaboración Propia

### **Análisis de resultados**

Como se puede observar en la gráfica, después de desarrollar el método Topsis, con los criterios de capacidad, vida útil en años, temperatura y costo de las diferentes alternativas de los proveedores, la mejor opción es Meals, de Colombia, ya que brinda, mayor capacidad en sus vehículos, la vida útil de sus cavas de refrigeración y de los vehículos con termos de congelación superan los 10 años y el costo que se debe invertir al hacer la comparación por año, es mucho más viable, que las demás alternativas

Por otro lado la peor alternativa es utilizar neveras de icopor, ya que su vida útil es más corta y esto implica el remplazo periódico cada vez que se deterioran y se consideran que no cumplen con los criterios de calidad, lo que aumenta los costos anuales.

Aplicadas la metodologías se procede a evaluar lo aspecto requerido para plantear **un modelo de Sinergia con Meals de Colombia** ya que esta organización pertenece al grupo Nutresa, se evidencia que las condiciones de su operación, almacenamiento proceso de distribución y capacidad son similares a las de Alimentos Cárnicos.

De acuerdo con la definición dada por (Hitt, Ireland y Hoskisson, 2008) una Sinergia se define como un ingrediente esencial para crear valor económico cuando se hacen fusiones o reestructuraciones de empresas. Esto con el fin de incentivar economías de alcance a partir de la eficiencia operativa con economías de escala y alcance, que permiten así la transferencia de habilidades y un mayor poder de negociación en el mercado.

Estas organizaciones fabrican y distribuyen productos que requieren una temperatura constante entre -2 y -18 grados. Pues, Meals de Colombia tiene la marca Crem Helados y, por otro lado, se

encuentra Alimentos Cárnicos con su línea de productos para cocinar hamburguesas, pizzas, lasañas y pastas. De igual manera, al evaluar los recursos tangibles que comparten estas organizaciones (los activos fijos entre organizaciones como la capacidad instalada) surge otra estrategia aplicada: la integración vertical. Esta nueva idea se basa en la coordinación del flujo de productos congelados y la reducción de los costos tanto del desguace como de los inventarios.

Ahora bien, el portafolio de productos actual de Alimentos Cárnicos se compone de 288 referencias o SKU's, de las cuales 33 son productos congelados. Asimismo, sus ventas diarias promedio son de 1400 millones de pesos, de los cuales, de acuerdo con la información suministrada del informe diario de ventas de esta regional, 37 millones se producen gracias a la venta de productos congelados, siendo del 3% su porcentaje de participación. En cuanto a la distribución y entrega del producto congelado, que se lleva a cabo a través de la logística de Meals de Colombia, así como el almacenamiento, el *picking* de transporte primario y secundario se tendrá en cuenta factores presentados a continuación:

**Capacidad Instalada:** Alimentos cárnicos cuenta con una cava de congelados con capacidad para almacenar 3780 canastas del producto congelado, al igual que con una estantería de 234 ubicaciones. En aproximadamente 11 de los 12 meses del año, la ocupación de esta cava es de un 62% y en los meses de temporadas llega al máximo de su capacidad. Ahora bien, Meals de Colombia analiza su capacidad instalada para almacenar 3780 canastas de producto congelado y para realizar el proceso de *picking* y separación de pedidos en línea.

**Personal requerido:** Se analiza la mano de obra necesaria para llevar a cabo la operación logística de administrar los inventarios, realizar la separación de pedidos y el cargue de

vehículos. El tiempo adecuado para la adaptación y capacitación del personal es de 2 meses por persona aproximadamente.

En la tabla No. 9 se relaciona la cantidad de personal que la organización requiere para llevar a cabo la administración de inventario dentro de la instalación de Meals en Colombia.

Tabla 1

*Personal Requerido*

Cargo	No de Personas
Administración de inventarios	3

Nota. Elaboración Propia.

Cantidad de vehículos adicionales solicitados para la distribución de los productos

En la Tabla No. 10 se relacionan la cantidad de vehículos adicionales que se requieren para llevar a cabo la distribución de los productos congelados.

Tabla 2

*Vehículos Solicitados*

Tipo de Transporte	No de Vehiculos
Primario	5
Secundario	20
Periferias	3

Fuente: Elaboración Propia.

***Evaluar la Factibilidad de la Sinergia:*** Inicialmente, se debe realizar una inversión económica en el transporte del inventario existente, en la contratación del personal, en las capacitaciones, de tiempo y en una curva de aprendizaje para la recepción, almacenamiento, separación y distribución del producto.

***Alcance del proyecto:*** Mantener la cadena de frío del producto terminado y minimizar los desgaces generados para Alimentos Cárnicos S.A.S. son algunos de los retos principales que tiene la organización. A fin de lo anterior, el proyecto propuesto tiene que ver con optimizar la distribución de los congelados, para lo cual se estudiaron y se colocaron en práctica varios modelos. Así pues, con el análisis profundo de uno de ellos se determinó un modelo que busca consolidar la distribución de los congelados del Negocio Cárnico, aprovechando las capacidades de la red de congelación del Negocio Helados (Meals).

De esta manera, se propone que la empresa Meals, perteneciente al grupo Nutresa, asuma la operación bajo techo y la distribución secundaria de los congelados del Negocio Cárnico, inicialmente en la ciudad de Bogotá como piloto.

- Meals y el Negocio Cárnico comparten las mismas características de almacenamiento y distribución en logística secundaria.
- Meals y el Negocio Cárnico cuentan con el mismo operador logístico de transporte secundario (Operar).
- Existe representatividad de clientes que están en todos los canales.

- Por los años que llevan en el mercado, ambas empresas tienen madurez en las operaciones y hay capacidad disponible (técnica y talento humano).
- El Negocio Cárnico se encarga de la logística de reversa para Meals, lo que ocasiona un proceso compartido entre ambos equipos.

**Los beneficios de este modelo son:**

- Garantizar la temperatura de congelación y la excelente calidad de los productos congelados.
- Lograr una llegada al mercado eficiente.
- Aprovechar las capacidades de congelación de Grupo Nutresa.
- Optimizar la red de distribución y fortalecer el relacionamiento con clientes.
- Continuar mejorando la calidad de los productos cada día, además del servicio a sus clientes, y buscar permanentemente nuevas y mejores formas de llegar al mercado.

En la Tabla No. 11 se toman 30 clientes de una localidad de Bogotá, con el fin de georreferenciar, mediante un programa que proporciona los mejores resultados en cuanto a tiempo de recorrido por hora en la ciudad.

Tabla 11

Información de enrutamiento

Cliente	x	y	Kilos (Drop)	Ventas \$ (Drop)	Frecuencia (1)	Nombre	Tx Cliente (m)	Revisado
10035205	-74,070228	4,657631	1	\$ 1	1	HUEVOS SAN ROQUE	25,0	Sí
10059846	-74,10509515	4,60786653	1	\$ 1	1	SUPERTIENDAS LTDA	25,0	Sí
10061202	-74,079882	4,667769	1	\$ 1	1	TIENDAS OLIMPICA M	25,0	Sí
10061228	-74,046512	4,737615	1	\$ 1	1	S OLIMPICA VILLA MA	25,0	Sí
10061237	-74,044423	4,679782	1	\$ 1	1	YICA - CHICO AUTOSE	25,0	Sí
10061238	-74,09316	4,630427	1	\$ 1	1	CENTRO NARIÑO AUT	25,0	Sí
10061241	-74,106307	4,671331	1	\$ 1	1	OLIMPICA NORMAN	25,0	Sí
10061244	-74,064449	4,728141	1	\$ 1	1	LIMPICA COLINA CAM	25,0	Sí
10069462	-74,052862	4,728322	1	\$ 1	1	ADO LO NUESTRO PRA	25,0	Sí
10076295	-74,061861	4,750226	1	\$ 1	1	RCADO LO NUESTRO I	25,0	Sí
10151368	-74,053854	4,749028	1	\$ 1	1	ADO LO NUESTRO SA	25,0	Sí
10201129	-74,144593	4,675755	1	\$ 1	1	DISTRIBUIDORA J E	25,0	Sí
10272899	-74,120747	4,666877	1	\$ 1	1	RCAFAM LTDA MODE	25,0	Sí
10281074	-74,136444	4,666051	1	\$ 1	1	COORATIENDAS	25,0	Sí
10307307	-74,146562	4,628339	1	\$ 1	1	MERCADO ECO SAS MA	25,0	Sí
10318896	-74,155972	4,592268	1	\$ 1	1	DRES D COMIDAS RAP	25,0	Sí
10343496	-74,108272	4,631416	1	\$ 1	1	IONES PLAZA WILCHE	25,0	Sí
10379942	-74,094958	4,633758	1	\$ 1	1	DOS DELTA QUINTA P	25,0	Sí
10418955	-74,065238	4,683626	1	\$ 1	1	COMIDA RAPIDAS	25,0	Sí
10561617	-74,147047	4,638968	1	\$ 1	1	ADOS ZAPATOCA SEN	25,0	Sí
10561749	-74,10191	4,639817	1	\$ 1	1	MERCADO COLSUBSIDIC	25,0	Sí
10602316	-74,051184	4,7321	1	\$ 1	1	CARNES JIRETH	25,0	Sí
10641524	-74,100186	4,756913	1	\$ 1	1	MERCADOS ALCOSTO	25,0	Sí
10668400	-74,057639	4,749745	1	\$ 1	1	LIDER SANCIPRIANO	25,0	Sí
10685343	-74,133376	4,724685	1	\$ 1	1	ECO ALAMEDA	25,0	Sí
10703445	-74,082884	4,6797	1	\$ 1	1	STO 627 METROPOLIS	25,0	Sí
10712554	-74,030894	4,738636	1	\$ 1	1	ADOS BOYACA MERCA	25,0	Sí
10751503	-74,148292	4,672247	1	\$ 1	1	D EMPRESARIAL DURC	25,0	Sí
10776381	-74,092874	4,752743	1	\$ 1	1	RCADOS ZAPATOCA S	25,0	Sí
10812115	-74,069559	4,657026	1	\$ 1	1	EMILAR SAS	25,0	Sí

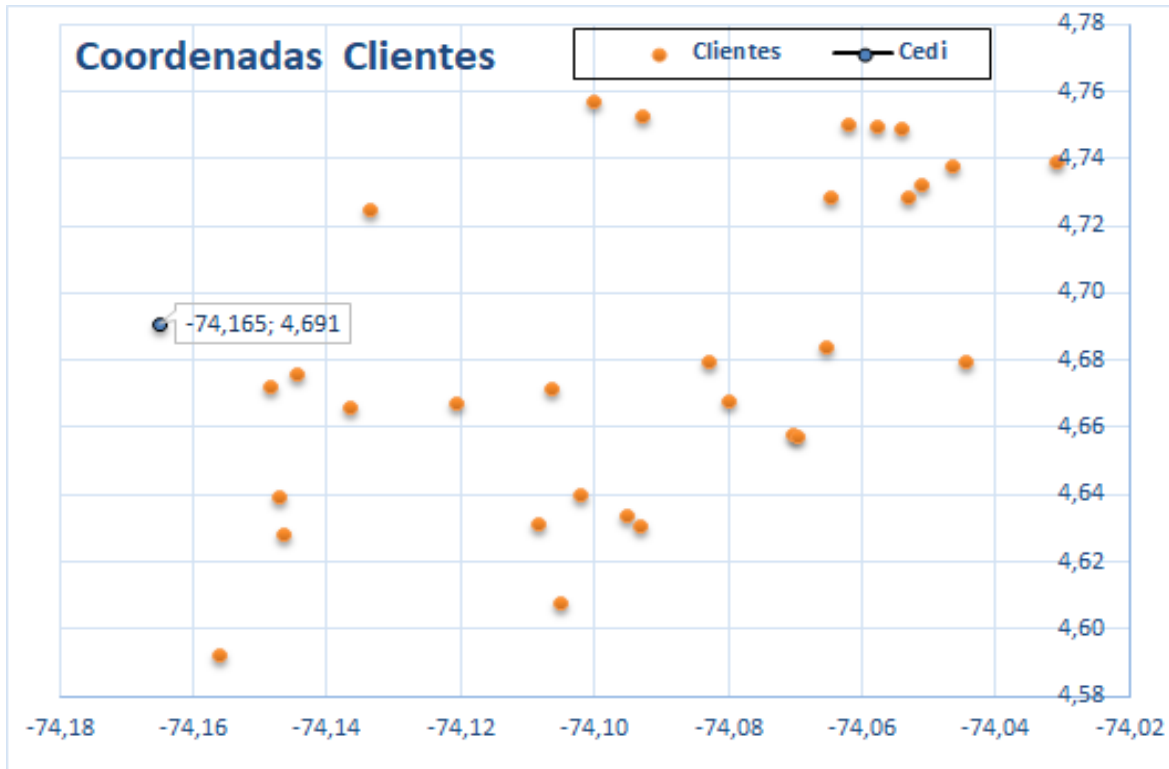
Nota. Elaboración Propia.

De acuerdo a las coordenadas del centro de distribución y los clientes que se ingresaron en el programa, la gráfica No. 4 muestra cual puede ser el recorrido más corto, lo que significa un ahorro en los tiempos de entrega y eficiencia en los procesos.



Gráfica 4

*Dispersión de Enrutamiento*



Nota. Elaboración Propia.

En la tabla No. 12 el programa ubica con base a la información ingresada los dos mejores tiempos en recorrido en cuanto a la localidad escogida. Muestra, además, el total en minutos de desplazamiento, el tiempo total por todos los clientes y sugiere el tipo de vehículo de acuerdo a su capacidad y al peso del despacho promedio.

Tabla 3

*Información de Territorios*

Promedio tiempo en Ruta (min)	590	Jornada Máxima	596	Jornada Mínima	583
Desviación (min)	7				

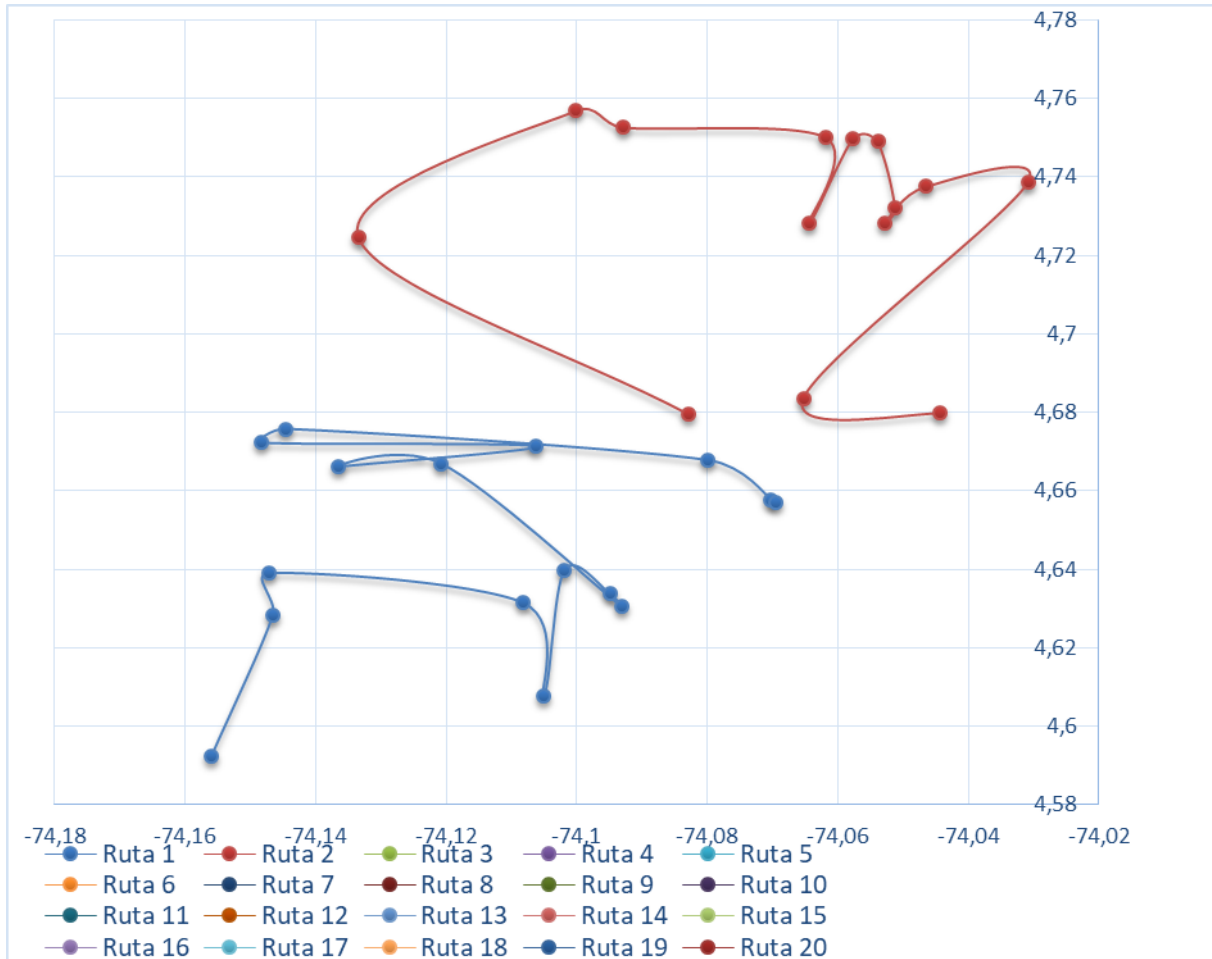
RUTA	Tiempo (min) Desplazamiento	Tiempo en Clientes (min)	Tiempo en Ruta (min)	N° Clientes	Venta	Kilos	Vehículo Recomendado
Ruta 1	196	400	596	16	\$ 16	16	NHR
Ruta 2	233	350	583	14	\$ 14	14	NHR

Nota. Elaboración Propia.

Por último, la gráfica No. 5 se evidencia a nivel general en la ciudad de Bogotá, las coordenadas de las 20 localidades, permitiendo tomar decisiones en caso de contingencia como ausencia de conductores, daños mecánicos de vehículos, reaccionar rápidamente y ubicar dos rutas en un solo vehículo. Cabe anotar que para esto se debe tener claro el volumen del despacho y la capacidad de los vehículos disponibles

Gráfica 5

Gráfica de Territorios



Nota. Elaboración propia.

### Recomendaciones

- De acuerdo con las pruebas realizadas donde se utilizaron los diferentes dispositivos que se encuentran en el mercado colombiano, se comprobó que los costos al adquirir estos equipos, se ajustan a la necesidad del negocio; sin embargo, los dispositivos no cumplen con las características de temperatura esperada. Lo anterior ocasiona que la empresa no opte por tales alternativas y que se plantee como propuesta final realizar una sinergia con Meals de Colombia S.A.S, organización que también pertenece al Grupo Nutresa y se dedica a la producción y comercialización de productos congelados. Esta empresa tiene la infraestructura para almacenar producto congelado, cuenta con flota vehicular y termos de congelación que garantizan la cadena de congelación en la distribución.
- Para lograr éxito en la sinergia propuesta es importante capacitar al personal necesario, también, unificar las herramientas tecnológicas que se emplean en ambos negocios, como: SAP -ERP, WA y el uso de radio frecuencias, con el fin de tener los controles requeridos para una adecuada planeación y trazabilidad de los inventarios y la demanda.
- Se requiere que el personal contratado para el manejo de los productos tome los cursos respetivos de las buenas prácticas de manufactura, las formaciones y los protocolos para el manejo eficiente de la cadena de frío. En efecto, es importante evaluar la importancia de que todos los involucrados conozcan los estándares, ya que se puede convertir en un factor de riesgo importante.

- Planear y llevar a cabo auditorias que permitan mantener el control de temperatura y que garanticen la conservación de los productos durante toda la cadena de suministros.
- Implementar revisiones periódicas a los vehículos que transportan este tipo de productos, con el fin de evitar daños en los vehículos y en sus sistemas de frío y que, por ende, puedan afectar la inocuidad de los productos que se distribuyen.
- Mantener y actualizar frecuentemente herramientas de medición de temperatura (termómetros) tanto para los procesos de cargue como para el recorrido que hace el transportador.

### Conclusiones

- Al realizar el diagnóstico del proceso actual de distribución que maneja Alimentos Cárnicos S.A.S. Se evidencio que era necesario encontrar un modelo de distribución que permitiera conservar la temperatura entre  $-2^{\circ}$  y  $-20^{\circ}$  de los productos congelados que fabrica y distribuye y de esta manera, poder disminuir la destrucción de estos productos que retornan al CEDI de Bogotá con una temperatura inferior a la establecida
- Se analizaron diferentes metodologías aplicables para el desarrollo del modelo, dentro de las cuales se tuvieron en cuenta los vehículos con *termoking* o isotérmicos que se manejan actualmente, y donde el producto se embala dentro de neveras de icopor o *thermal box*, con pilas de gel congelado que ayudan a mantener la temperatura de estos productos entre  $-2^{\circ}$  y  $-20^{\circ}$  grados. Pero en los diferentes sistemas o equipos que se probaron, no se pudo garantizar mantener una temperatura de congelación a los productos que se despachan
- Con todas las pruebas fallidas que se obtuvieron con los diferentes sistemas o equipos que se emplearon, se hizo necesario evaluar el diseño de un modelo metodológico que se pudiese emplear en la distribución de los productos congelados y para esto tuvimos en cuenta la empresa (Meals, perteneciente al grupo Nutresa), que se especializa en la distribución de productos congelados
- Concluimos que la mejor opción era diseñar un plan con el fin de implementar el modelo de distribución basado en una sinergia multinegocio, ya que al pasar la distribución de los productos congelados a esta empresa (Meals – Crem helado), no afecta la distribución de

sus productos, ya que la capacidad de sus despachos en los vehículos no supera el 60% y se atienden los mismos clientes dentro de la ciudad, como en las periferias

- Por otro lado para efectos de disminuir el porcentaje de riesgo en averías de producto congelado es necesario que la flota de transporte actual garantice la cadena de frío o congelación durante el transporte y la distribución.
- Se pudo identificar que en la cadena de suministros se rompe la cadena de frío en el transporte y distribución. Pues, cabe resaltar que solo 2 vehículos tipo FVR con capacidad para 10 toneladas cumplen con las condiciones adecuadas para el transporte de productos congelados. Dichos vehículos son utilizados para los despachos de grandes cadenas.
- De acuerdo con las pruebas y la metodología cualitativa y descriptiva que se utilizó en el desarrollo de este trabajo se evidenció que en este momento el volumen de despacho de productos congelados que maneja la empresa Alimentos Cárnicos S.A.S., para los canales de distribución tradicional, directos e indirectos es muy bajo. Debido a lo anterior, no se justifica realizar una inversión en cambio de vehículo con termos de congelación, dado que este tipo de vehículos tienen un valor más costoso, Por otro lado, toda la flota que maneja esta empresa está en la modalidad de *renting*.
- Como plan alternativo es necesario mantener un stock de seguridad de pilas con características PCM (material de cambio de fase). Ya que ante cualquier eventualidad con la cadena de congelación, estas nos garantizan a mantener por más tiempo la congelación de los productos.

- El dispositivo con sistema de refrigeración tradicional, con baterías eléctricas (Indafre), para producto congelado aún se encuentra en desarrollo, por lo cual esta tecnología solo está aprobada para producto refrigerado.
- Al realizar el análisis costo –beneficio se concluye que, en este momento el valor económico de los productos que se despacharon y que regresan al área de logística inversa para su desguace no compensan con el costo que se genera al contratar vehículos con termo de congelación.



### Referencias Bibliográficas

- Alimentos, E. (2019). Congelados, un mercado auno por desarrollarse. *Revista Alimentos*.
- Apte, UM y Viswanathan, S. (2000). Cross-docking eficaz para mejorar eficiencias de distribución. *Revista Internacional de logística*, 3, 291-302.
- Bancodealimentos. (2020). Informe de Gestiiion 2020. Bogotá.
- Banco Mundial. (2018). LPI. Obtenido de Banco Mundial: <https://lpi.worldbank.org/>
- Ballou, R. (2004). *Logística. Administración de la Cadena de Suministro*. México: Pearson Prentice Hall. Quinta edición.
- BIBLIOGRAPHY \l 9226 Fenollosa, J. (2012). El mercado de productos Congelados en Francia. *Estudios de Mercado*.
- BIBLIOGRAPHY \l 9226 Transporte, M. d. (5 de 02 de 2001). Decreto 173. *Diario Oficial* No 44.318.
- Calderon, R. (10 de 12 de 2019). Envirotainer. Obtenido de <https://www.envirotainer.com/resources/industry-insights/2019/the-keys-to-succeed-with-pharma-cold-chain-transportation-from-mexico/>
- Cai, X., Chen, J., Xiao, Y., & Xu, X. (2010). Optimization and coordination of fresh product supply chains with freshness-keeping effort. *Production and Operations Management*, 19(3), 261–278. <https://doi.org/10.3401/poms.1080.01096>
- Consejo Privado de Competitividad. (2016). Informe Nacional de Competitividad 2015-2016. Bogotá: Puntoaparte bookvertising. Obtenido de <http://www.compitem.com.co/site/wp-content/uploads/2015/11/INC-2015-2016.pdf>

- Departamento Nacional de Planeación. (2018). Encuesta Nacional Logística. Bogotá
- Guevara, E. G. (2018). Identificación de prácticas en la gestión de la Cadena de Suministro Sostenible Para la Industria Alimentaria.
- Gumus, M. y Bookbinder, JH (2004). Cross-docking y sus implicaciones en sistemas de ubicación-distribución. *Journal of Business Logistics*, 25, 199–299.
- Hernández, R. H., Collado, C. F., & Baptista, M. d. (2014). Metodología de la Investigación Sexta Edición. Mexico: Mc Graw Hill.
- Hitt, M., Ireland, R., & Hoskisson, R. (2008). Administración Estratégica: competitividad y globalización. México: Thomson Editores S.A.
- Industria Alimenticia. (2014). Desafíos en la industria del transporte refrigerado al rededor del mundo. pp.48-53.
- Izquierdo, G. M. (2015). Informantes y muestreo en investigación cualitativa. *Investigaciones Andina* Vol.17, 1148 -1150.
- Kreng, VB y Chen, FT. (2008). Los beneficios de una estrategia de entrega de cross-docking: A enfoque de colaboración en la cadena de suministro. *Planificación y control de la producción*, 19, 229–241.
- Latín Trade. (2014). Inteligencia en Logística. p.36.
- Lopez, H. N. (13 de 08 de 2013). Zona Logística. Obtenido de <https://zonalogistica.com/la-logistica-de-la-cadena-de-frio/>

- Manoj, UV, Gupta, JND, Gupta, SK y Sriskandarajah, C. (2008). Programación de la cadena de suministro: justo a tiempo ambiente. *Annals of Operations Research* , 161 (1), 53–86.
- Neil J. Salkind “Métodos de Investigación”, Prentice Hall, México, 1998
- Nutresa, G. (2019). Alimentos Carnicos. [Gráfica e información] Obtenido de [HYPERLINK "https://gruponutresa.com/grupo-de-alimentos/carnicos/"](https://gruponutresa.com/grupo-de-alimentos/carnicos/)  
<https://gruponutresa.com/grupo-de-alimentos/carnicos/>.
- Ocampo, P.C., Rodríguez, L. (2016) Estrategias de mejoramiento de la logística de cadena de frío, para productos farmacéuticos. *Contexto* 5, 105-11.
- Oficina Económica y Comercial de la Embajada de España en París (ICEX, 2012, p.23).
- ONU. (2017). Unos 815 millones de personas en el mundo sufren hambre, revela informe de la ONU.
- (Pallarés, MÉTODOS DE DECISIÓN MULTICRITERIO, 2015)
- ProColombia (2014). Logística de perecederos y cadena de frío en Colombia.
- República de Colombia. Ministerio de Transporte. Oficina de Asesora de Planeación. (2008). Diagnóstico del sector transporte. Recuperado de <https://www.mintransporte.gov.co/descargar.php?idFile=4305>
- Rubio, P. A. (s.f.). La Republica. [Gráfica] Obtenido de [HYPERLINK "https://www.larepublica.co/especiales/las-1000-empresas-mas-grandes-de-2018/grupo-nutresa-la-mas-grande-del-sector-con-ingresos-de-9-billones-2863924"](https://www.larepublica.co/especiales/las-1000-empresas-mas-grandes-de-2018/grupo-nutresa-la-mas-grande-del-sector-con-ingresos-de-9-billones-2863924)  
<https://www.larepublica.co/especiales/las-1000-empresas-mas-grandes-de-2018/grupo-nutresa-la-mas-grande-del-sector-con-ingresos-de-9-billones-2863924>.

- Rodríguez, A. (2020). Revisión Integral Temperatura de Congelados [Diapositivas de Power Paint].
- Sanabria, L & Villamizar, R (2015). Plan de Negocio Empresa Logística en Cadena de Frío (Trabajo de Grado). Facultad de ingeniería mecánica, Universidad Santo Tomás, Bogotá
- Saaty, T. (1990). Toma de decisiones para líderes: el proceso de jerarquía analítica para decisiones en un mundo complejo.
- Stock, J.R. & Lambert, D.M. (2001). Strategic Logistics Management. McGraw-Hill: Boston, MA.).
- Tsironi, T., Giannoglou, M., Platakou, E., & Taoukis, P. (2016). Evaluation of Time Temperature Integrators for shelf-life monitoring of frozen seafood under real cold chain conditions. Food Packaging and Shelf Life, (10), 46 - 53.
- Universidad Nacional De Colombia. (s.f.). Estudio Estado Actual de Cadena de Frío en Colombia. Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos.
- Zeleny M. 1982. Multiple Criteria Decision Making. McGraw-Hill: New York.