



FACULTAD DE POSGRADOS

PROPUESTA DE MEJORA DEL SISTEMA LOGÍSTICO PRIMARIO DE LA PLANTA QUITO DE LA EMPRESA ARCACONTINENTAL ECUADOR MEDIANTE UN MODELO DE OPTIMIZACIÓN QUE PERMITA LA COMBINACIÓN IDEAL DE TRANSPORTE INTERNO Y EXTERNO, Y LA REDUCCIÓN DEL COSTO ACTUAL DEL TRANSPORTE PRIMARIO.

Autor

Fausto Fernando Paredes Aldaz

Año  
2018



FACULTAD DE POSGRADOS

PROPUESTA DE MEJORA DEL SISTEMA LOGÍSTICO PRIMARIO DE LA PLANTA QUITO DE LA EMPRESA ARCACONTINENTAL ECUADOR MEDIANTE UN MODELO DE OPTIMIZACIÓN QUE PERMITA LA COMBINACIÓN IDEAL DE TRANSPORTE INTERNO Y EXTERNO, Y LA REDUCCIÓN DEL COSTO ACTUAL DEL TRANSPORTE PRIMARIO.

Trabajo de titulación presentado en conformidad con los requisitos establecidos para optar por el título de Magister en Dirección de Operaciones y Seguridad Industrial.

Profesor guía:

MSc. Juan Pablo Villalva Chávez

Autor:

Fausto Fernando Paredes Aldaz

Año

2018

## **DECLARACIÓN DEL PROFESOR GUÍA**

Declaro haber dirigido este trabajo, Propuesta de Mejora del Sistema Logístico Primario de la Planta Quito de la Empresa ArcaContinental Ecuador mediante un Modelo de Optimización que permita la combinación ideal de transporte interno y externo, y la reducción del costo actual del transporte primario, en el semestre 2018-2, a través de reuniones periódicas con el estudiante, orientando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema escogido y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación.

---

Juan Pablo Villalva Chávez  
Master of Science in Supply Chain Engineering  
C.C.: 1716987795

## **DECLARACIÓN DEL PROFESOR CORRECTOR**

Declaro haber revisado este trabajo, Propuesta de Mejora del Sistema Logístico Primario de la Planta Quito de la Empresa ArcaContinental Ecuador mediante un Modelo de Optimización que permita la combinación ideal de transporte interno y externo, y la reducción del costo actual del transporte primario, en el semestre 2018-2, dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación.

---

Javier Alejandro Sosa Zambrano  
Magister en Dirección de Operaciones y Seguridad Industrial  
C.C.: 1714137898

## **DECLARACIÓN DE AUTORÍA DEL ESTUDIANTE**

Declaro que este trabajo es original, de mi autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes.

---

Fausto Fernando Paredes Aldaz  
C.C.: 1711463842

## AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por haber hecho posible que realice este trabajo, a mi familia por apoyarme siempre durante mi vida, en mis proyectos, emprendimientos y a alcanzar mis sueños.

Cada día es un reto diferente y mi familia, es mi fortaleza y el motor para continuar y seguir luchando para lograr mis objetivos.

Gracias por ser parte de este proyecto.

## DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado a mis padres, Fausto y Rosa. A ellos les debo lo que soy, gracias a su guía y apoyo incondicional, he logrado llegar donde estoy.

A mi hermana Mónica, que siempre me ha sido un ejemplo para mí.

A mi esposa, María de los Ángeles, por su amor y por motivarme siempre a seguir adelante.

A mis hijos, María Virginia y Juan Fernando, quienes me motivan a ser mejor cada día, para poder ser el mejor ejemplo que ellos puedan tener.

## RESUMEN

ArcaContinental Ecuador se dedica a la producción y comercialización de bebidas no alcohólicas, y posee tres plantas de producción en Guayaquil, Quito y Santo Domingo.

La Planta de Quito se encuentra ubicada en la ciudad de Quito, y desde aquí se distribuye el producto terminado hacia los doce Centros de Distribución de la zona norte: Calderón, Quito Sur, Tulcán, Ibarra, Cayambe, Latacunga, Ambato, Riobamba, Puyo, Tena, Lago Agrio, El Coca.

La Planta de Quito se encuentra dentro de la parte urbana de la capital, lo cual presenta dificultades con la comunidad, restricciones de acceso y frecuencias de entrada y salida de los vehículos de distribución primaria.

La logística primaria está conformada por cuarenta y cuatro vehículos: diez vehículos internos, y treinta y cuatro vehículos externos. En 2016 el transporte externo movilizó el 57% del producto mientras que el transporte interno el 43%.

En 2016 el costo por caja movilizada por transporte interno fue menor que el realizado por transporte externo, teniendo un costo total por caja movilizada en de \$ 0,085 dólares.

Todos los viajes no pueden ser asignados a personal propio por la limitación de unidades, por esta razón, es necesario encontrar un modelo de optimización para determinar a dónde se debe usar el transporte interno y externo, y de esta manera, reducir el costo por caja movilizada y minimizar el costo de distribución primaria.

El modelo de optimización planteado consideró la disponibilidad de vehículos, su capacidad de carga, la demanda requerida por cada centro de distribución y fue resuelto mediante el Solver de Excel.

En la comparación realizada con el año 2016, el modelo de optimización planteado fue capaz de reducir el costo por caja movilizada de \$ 0,085 a \$ 0,078 dólares.



## **ABSTRACT**

ArcaContinental Ecuador is dedicated to the production and distribution of non-alcoholic beverages, and has three production factories in Guayaquil, Quito and Santo Domingo.

The Quito Plant is located in the city of Quito, and from here, the finished product is distributed to the twelve distribution centers in the north: Calderón, Quito Sur, Tulcán, Ibarra, Cayambe, Latacunga, Ambato, Riobamba, Tena, Puyo, Lago Agrio, El Coca.

The Quito Plant is located within the urban part of the capital, which presents difficulties with the community, access restrictions and frequencies of primary distribution vehicles.

The primary logistics is composed of forty-four vehicles: ten internal vehicles, and thirty-four external vehicles. In 2016, external transport mobilized 57% of the product while internal transport 43%.

In 2016, the cost per case mobilized by internal transport was less than that made by external transport, with a total cost per case mobilized of \$ 0,085 dollars.

All trips cannot be assigned to own transport due to the limitation of units, for this reason, it is necessary to find an optimization model to determine where the internal and external transport should be used, and in this way, reduce the cost per case mobilized and minimize the cost of primary distribution.

The proposed optimization model considered the availability of vehicles, their load capacity, the demand required by each distribution center and it was solved using the Excel Solver.

In the comparison made with the year 2016, the optimization model proposed was able to reduce the cost per mobilized case from \$ 0,085 to \$ 0,078 dollars.

# INDICE

1. CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Antecedentes.....	1
1.1.1. Análisis de la industria de bebidas no alcohólicas.....	1
1.1.2. Análisis de la empresa y su entorno social.....	8
1.1.2.1. Historia .....	8
1.1.2.2. Entorno social.....	8
1.1.2.3. Cultura Organizacional .....	10
1.1.2.4. Cadena de Valor.....	12
1.2. Planteamiento y formulación del problema .....	12
1.2.1. Formulación del problema .....	15
1.3. Objetivos.....	15
1.3.1. Objetivo general .....	15
1.3.2. Objetivos específicos.....	16
1.4. Planteamiento de la hipótesis.....	16
1.5. Marco metodológico de la investigación .....	16
1.5.1. Nivel de la Investigación .....	16
1.5.1.1 Investigación Exploratoria .....	16
1.5.1.2 Investigación Descriptiva.....	16
1.5.1.3 Investigación Documental .....	17
1.5.1.4 Investigación Explicativa .....	17
1.5.2. Modalidad de Investigación .....	17
1.5.3. Población y Muestra .....	18
2. CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	19
2.1. Logística .....	19
2.2. Logística como ventaja competitiva .....	20
2.3. Planificación de los requerimientos de distribución.....	21
2.4. Centros de Distribución.....	22
2.5. Transporte .....	23

2.6. Costos de transporte .....	24
2.7. Optimización .....	25
2.8. Programación Lineal.....	26
2.9. Aplicación del Solver de Excel para Programación Lineal ...	28
<b>3. CAPÍTULO III: SITUACIÓN ACTUAL</b>	
<b>DE LA EMPRESA.....</b>	<b>29</b>
3.1. Análisis del proceso de distribución primaria.....	29
3.1.1. Administrar flota.....	29
3.1.2. Despachar producto terminado .....	30
3.2. Centros de Distribución.....	32
3.3. Composición de Transporte .....	34
3.3.1. Transporte Interno .....	35
3.3.2. Transporte Externo.....	35
3.4. Análisis de Transporte Primario .....	37
3.4.1. Utilización Transporte Primario .....	37
3.4.1.1. Análisis Enero.....	37
3.4.1.2. Análisis Febrero.....	39
3.4.1.3. Análisis Marzo .....	41
3.4.1.4. Análisis Abril .....	44
3.4.1.5. Análisis Mayo .....	46
3.4.1.6. Análisis Junio.....	48
3.4.1.7. Análisis Julio.....	50
3.4.1.8. Análisis Agosto .....	52
3.4.1.9. Análisis Septiembre.....	54
3.4.1.10. Análisis Octubre .....	56
3.4.1.11. Análisis Noviembre .....	58
3.4.1.12. Análisis Diciembre .....	60
3.4.1.13. Análisis Año 2016.....	62
3.6. Análisis Causa-Raíz.....	66
3.6.1. Lluvia de ideas.....	66

3.6.2. Identificación de la Causa Raíz .....	67
3.6.3. Plan de Acción.....	67

#### 4. CAPÍTULO IV: RESOLUCIÓN TÉCNICA Y FINANCIERA A SOLUCIONAR LA

PROBLEMÁTICA PLANTEADA .....	68
4.1. Capacidades y Demandas .....	68
4.1.1. Disponibilidad de vehículos .....	68
4.1.2. Capacidad de vehículos .....	69
4.1.3. Demanda mensual promedio por CeDis.....	69
4.1.4. Requerimiento de viajes por tipo de vehículo .....	70
4.1.5. Capacidad mensual por tipo de vehículo.....	70
4.1.6. Capacidad total mensual por tipo de vehículo .....	72
4.2. Formulación del Modelo de Optimización.....	72
4.2.1. Función Objetivo.....	73
4.2.2. Constantes .....	74
4.2.3. Variables de decisión .....	75
4.2.4. Formulación Matemática .....	76
4.3. Restricciones .....	76
4.3.1. Cumplir con el abastecimiento requerido por cada Cedis .....	77
4.3.2. Satisfacer la demanda por CeDis .....	78
4.3.3. Cumplir con la disponibilidad de viajes por tipo de vehículo a CeDis .....	79
4.3.4. Cumplir con el uso de unidades existentes .....	80
4.4. Resultados .....	81
4.5. Análisis Económico del Modelo Propuesto .....	82
4.5.1. Análisis Enero con el Modelo de Optimización.....	83
4.5.2. Análisis Febrero con el Modelo de Optimización.....	85
4.5.3. Análisis Marzo con el Modelo de Optimización .....	87
4.5.4. Análisis Abril con el Modelo de Optimización .....	89
4.5.5. Análisis Mayo con el Modelo de Optimización .....	91

4.5.6. Análisis Junio con el Modelo de Optimización.....	93
4.5.7. Análisis Julio con el Modelo de Optimización .....	95
4.5.8. Análisis Agosto con el Modelo de Optimización .....	97
4.5.9. Análisis Septiembre con el Modelo de Optimización.....	99
4.5.10. Análisis Octubre con el Modelo de Optimización.....	101
4.5.11. Análisis Noviembre con el Modelo de Optimización .....	103
4.5.12. Análisis Diciembre con el Modelo de Optimización .....	105
4.5.13. Análisis Año 2016 con el Modelo de Optimización .....	107
4.6. Análisis de costo por caja movilizada con el Modelo de Optimización.....	109
<b>5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>111</b>
5.1. Conclusiones .....	111
5.2. Recomendaciones.....	112
<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>113</b>

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Producto movilizado por vehículos 3S2 en 2016.....	15
Tabla 2. Detalle Centros de Distribución .....	33
Tabla 3. Distancias a los CeDis.....	33
Tabla 4. Detalle Vehículos Internos.....	35
Tabla 5. Detalle Vehículos Externos .....	36
Tabla 6. Detalle cajas movilizadas en 2016 .....	65
Tabla 7. Costo por caja movilizada en 2016.....	66
Tabla 8. Disponibilidad de vehículos .....	68
Tabla 9. Disponibilidad de vehículos .....	69
Tabla 10. Demanda mensual promedio por CeDis.....	69
Tabla 11. Requerimiento en viajes por tipo de vehículo .....	70
Tabla 12. Capacidad mensual por vehículo .....	71
Tabla 13. Capacidad total mensual por tipo de vehículo .....	72
Tabla 14. Número de viajes sugerido por el Modelo de Optimización.....	81
Tabla 15. Cantidad de cajas sugerido por el Modelo de Optimización.....	81
Tabla 16. Cumplimiento de Demanda de CeDis .....	82
Tabla 17. Comparación cajas movilizadas Enero 2016 vs. Modelo Optimización.....	83
Tabla 18. Comparación cajas movilizadas Febrero 2016 vs. Modelo Optimización.....	85
Tabla 19. Comparación cajas movilizadas Marzo 2016 vs. Modelo Optimización.....	87
Tabla 20. Comparación cajas movilizadas Abril 2016 vs. Modelo Optimización.....	89
Tabla 21. Comparación cajas movilizadas Mayo 2016 vs. Modelo Optimización.....	91
Tabla 22. Comparación cajas movilizadas Junio 2016 vs. Modelo Optimización.....	93
Tabla 23. Comparación cajas movilizadas Julio 2016 vs. Modelo Optimización.....	95

Tabla 24. Comparación cajas movilizadas Agosto 2016 vs. Modelo Optimización.....	97
Tabla 25. Comparación cajas movilizadas Septiembre 2016 vs. Modelo Optimización.....	99
Tabla 26. Comparación cajas movilizadas Octubre 2016 vs. Modelo Optimización.....	101
Tabla 27. Comparación cajas movilizadas Noviembre 2016 vs. Modelo Optimización.....	103
Tabla 28. Comparación cajas movilizadas Diciembre 2016 vs. Modelo Optimización.....	105
Tabla 29. Comparación cajas movilizadas en 2016 vs. Modelo Optimización.....	107
Tabla 30. Ahorros propuestos con el Modelo de Optimización .....	109
Tabla 31. Detalle cajas movilizadas con el Modelo de Optimización propuesto .....	110
Tabla 32. Costo por caja movilizada en 2016.....	110

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Composición de la Industria Manufacturera por actividad 2016.....	1
Figura 2. Composición del PIB de la industria de alimentos (2015). .....	2
Figura 3: Elaboración bebidas no alcohólicas / PIB 2010 2015.....	2
Figura 4. Estructura de la Industria, las 5 fuerzas .....	3
Figura 5. Top Marcas 2016 Categoría Bebidas Gaseosas.....	5
Figura 6. Fuerzas Competitivas.....	7
Figura 7. Cadena de Valor .....	12
Figura 8. Composición Transporte .....	13
Figura 9. Producto Movilizado por Tipo de Transporte.....	13
Figura 10. Utilización de Transporte Primario por CeDis .....	14
Figura 11. Desarrollo de la Investigación .....	18
Figura 12. Esquema Logística Primaria y Secundaria.....	20
Figura 13. Tipos de vehículos que usa la empresa .....	24
Figura 14. Diagrama de Proceso Logística Primaria .....	32
Figura 15. Ubicación de CeDis.....	34
Figura 16. Comparación Uso de Transporte CeDis Enero 2016 .....	37
Figura 17. Transporte Externo por tipo de vehículo Enero 2016 .....	38
Figura 18. Abastecimiento Transporte Interno por CeDis Enero 2016 .....	38
Figura 19. Abastecimiento Transporte Externo por CeDis Enero 2016.....	39
Figura 20. Comparación Uso de Transporte CeDis Febrero 2016 .....	39
Figura 21. Transporte Externo por tipo de vehículo Febrero 2016 .....	40
Figura 22. Abastecimiento Transporte Interno por CeDis Febrero 2016 .....	40
Figura 23. Abastecimiento Transporte Externo por CeDis Febrero 2016.....	41
Figura 24. Comparación Uso de Transporte CeDis Marzo 2016.....	42
Figura 25. Transporte Externo por tipo de vehículo Marzo 2016.....	42
Figura 26. Abastecimiento Transporte Interno por CeDis Marzo 2016.....	43
Figura 27. Abastecimiento Transporte Externo por CeDis Marzo 2016 .....	43
Figura 28. Comparación Uso de Transporte CeDis Abril 2016.....	44
Figura 29. Transporte Externo por tipo de vehículo Abril 2016 .....	44
Figura 30. Abastecimiento Transporte Interno por CeDis Abril 2016 .....	45
Figura 31. Abastecimiento Transporte Externo por CeDis Abril 2016 .....	45



Figura 32. Comparación Uso de Transporte CeDis Mayo 2016.....	46
Figura 33. Transporte Externo por tipo de vehículo Mayo 2016.....	46
Figura 34. Abastecimiento Transporte Interno por CeDis Mayo 2016.....	47
Figura 35. Abastecimiento Transporte Externo por CeDis Mayo 2016.....	47
Figura 36. Comparación Uso de Transporte CeDis Junio 2016 .....	48
Figura 37. Transporte Externo por tipo de vehículo Junio 2016 .....	48
Figura 38. Abastecimiento Transporte Interno por CeDis Junio 2016 .....	49
Figura 39. Abastecimiento Transporte Externo por CeDis Junio 2016.....	49
Figura 40. Comparación Uso de Transporte CeDis Julio 2016 .....	50
Figura 41. Transporte Externo por tipo de vehículo Julio 2016 .....	50
Figura 42. Abastecimiento Transporte Interno por CeDis Julio 2016 .....	51
Figura 43. Abastecimiento Transporte Externo por CeDis Julio 2016.....	51
Figura 44. Comparación Uso de Transporte CeDis Agosto 2016.....	52
Figura 45. Transporte Externo por tipo de vehículo Agosto 2016 .....	52
Figura 46. Abastecimiento Transporte Interno por CeDis Agosto 2016 .....	53
Figura 47. Abastecimiento Transporte Externo por CeDis Agosto 2016 .....	53
Figura 48. Comparación Uso de Transporte CeDis Septiembre 2016 .....	54
Figura 49. Transporte Externo por tipo de vehículo Septiembre 2016 .....	54
Figura 50. Abastecimiento Transporte Interno por CeDis Septiembre 2016 ....	55
Figura 51. Abastecimiento Transporte Externo por CeDis Septiembre 2016 ...	55
Figura 52. Comparación Uso de Transporte CeDis Octubre 2016.....	56
Figura 53. Transporte Externo por tipo de vehículo Octubre 2016.....	56
Figura 54. Abastecimiento Transporte Interno por CeDis Octubre 2016.....	57
Figura 55. Abastecimiento Transporte Externo por CeDis Octubre 2016.....	57
Figura 56. Comparación Uso de Transporte CeDis Noviembre 2016 .....	58
Figura 57. Transporte Externo por tipo de vehículo Noviembre 2016 .....	58
Figura 58. Abastecimiento Transporte Interno por CeDis Noviembre 2016 .....	59
Figura 59. Abastecimiento Transporte Externo por CeDis Noviembre 2016 ....	59
Figura 60. Comparación Uso de Transporte CeDis Diciembre 2016.....	60
Figura 61. Transporte Externo por tipo de vehículo Diciembre 2016 .....	60
Figura 62. Abastecimiento Transporte Interno por CeDis Diciembre 2016 .....	61
Figura 63. Abastecimiento Transporte Externo por CeDis Diciembre 2016 .....	61

Figura 64. Cajas Movilizadas por Transporte Primario en 2016.....	62
Figura 65. Comparación Uso de Transporte CeDis 2016.....	62
Figura 66. Transporte Externo por tipo de vehículo 2016 .....	63
Figura 67. Abastecimiento Transporte Interno por CeDis 2016.....	63
Figura 68. Abastecimiento Transporte Externo por CeDis 2016 .....	64
Figura 69. Comparación Cajas Movilizadas Real 2016 vs Modelo Optimización Enero .....	84
Figura 70. Comparación Cajas Movilizadas Real 2016 vs Modelo Optimización Total Enero .....	84
Figura 71. Comparación Cajas Movilizadas Real 2016 vs Modelo Optimización Febrero .....	86
Figura 72. Comparación Cajas Movilizadas Real 2016 vs Modelo Optimización Total Febrero .....	86
Figura 73. Comparación Cajas Movilizadas Real 2016 vs Modelo Optimización Marzo.....	88
Figura 74. Comparación Cajas Movilizadas Real 2016 vs Modelo Optimización Total Marzo.....	88
Figura 75. Comparación Cajas Movilizadas Real 2016 vs Modelo Optimización Abril .....	90
Figura 76. Comparación Cajas Movilizadas Real 2016 vs Modelo Optimización Total Abril .....	90
Figura 77. Comparación Cajas Movilizadas Real 2016 vs Modelo Optimización Mayo.....	92
Figura 78. Comparación Cajas Movilizadas Real 2016 vs Modelo Optimización Total Mayo.....	92
Figura 79. Comparación Cajas Movilizadas Real 2016 vs Modelo Optimización Junio .....	94
Figura 80. Comparación Cajas Movilizadas Real 2016 vs Modelo Optimización Total Junio .....	94
Figura 81. Comparación Cajas Movilizadas Real 2016 vs Modelo Optimización Julio .....	96
Figura 82. Comparación Cajas Movilizadas Real 2016 vs Modelo	

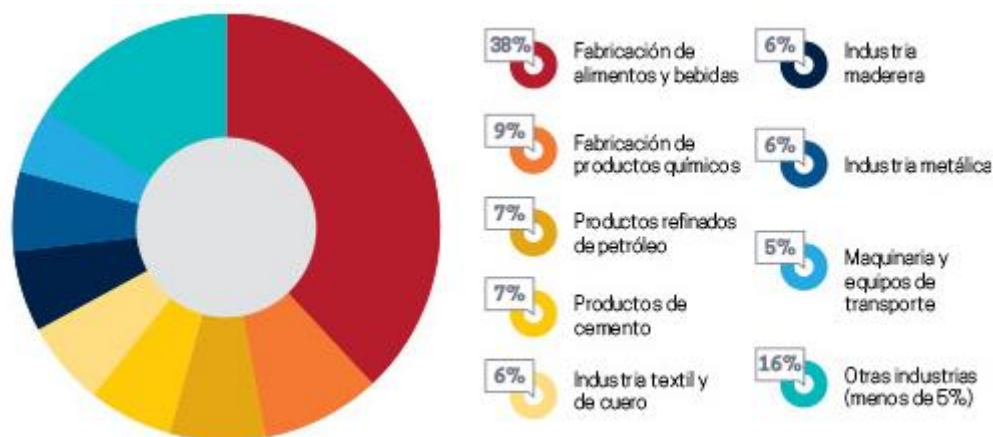
Optimización Total Julio .....	96
Figura 83. Comparación Cajas Movilizadas Real 2016 vs Modelo	
Optimización Agosto .....	98
Figura 84. Comparación Cajas Movilizadas Real 2016 vs Modelo	
Optimización Total Agosto.....	98
Figura 85. Comparación Cajas Movilizadas Real 2016 vs Modelo	
Optimización Septiembre .....	100
Figura 86. Comparación Cajas Movilizadas Real 2016 vs Modelo	
Optimización Total Septiembre .....	100
Figura 87. Comparación Cajas Movilizadas Real 2016 vs Modelo	
Optimización Octubre .....	102
Figura 88. Comparación Cajas Movilizadas Real 2016 vs Modelo	
Optimización Total Octubre .....	102
Figura 89. Comparación Cajas Movilizadas Real 2016 vs Modelo	
Optimización Noviembre .....	104
Figura 90. Comparación Cajas Movilizadas Real 2016 vs Modelo	
Optimización Total Noviembre .....	104
Figura 91. Comparación Cajas Movilizadas Real 2016 vs Modelo	
Optimización Diciembre .....	106
Figura 92. Comparación Cajas Movilizadas Real 2016 vs Modelo	
Optimización Total Diciembre.....	106
Figura 93. Comparación Cajas Movilizadas Real 2016 vs Modelo	
Optimización 2016.....	108
Figura 94. Comparación Total Cajas Movilizadas Real 2016 vs Modelo Optimización Total .....	108

## 1. CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Antecedentes

#### 1.1.1. Análisis de la industria de bebidas no alcohólicas

En Ecuador, el sector que más ha crecido año tras año, es la industria de alimentos y bebidas. Según el Banco Central del Ecuador en 2016, esta industria representó el 38% del total de la producción industrial. (Ekos, 2018)



*Figura 1. Composición de la Industria Manufacturera por actividad 2016*

*Tomado de BCE, 2016*

La industria de bebidas no alcohólicas ha sido dinámica y a pesar de los nuevos impuestos, ha tenido un importante crecimiento en los años 2013, 2014 y 2015. En 2015, la producción de bebidas tuvo una participación del 26% de toda la industria de alimentos. (Ekos, 2017)

En 2016 el sector de bebidas tuvo una situación menos favorable, debido a que se vio afectado por el impuesto a las bebidas azucaradas de dieciocho centavos de dólar por cada cien gramos de azúcar en cada litro de bebida. (Negocios, 2016)

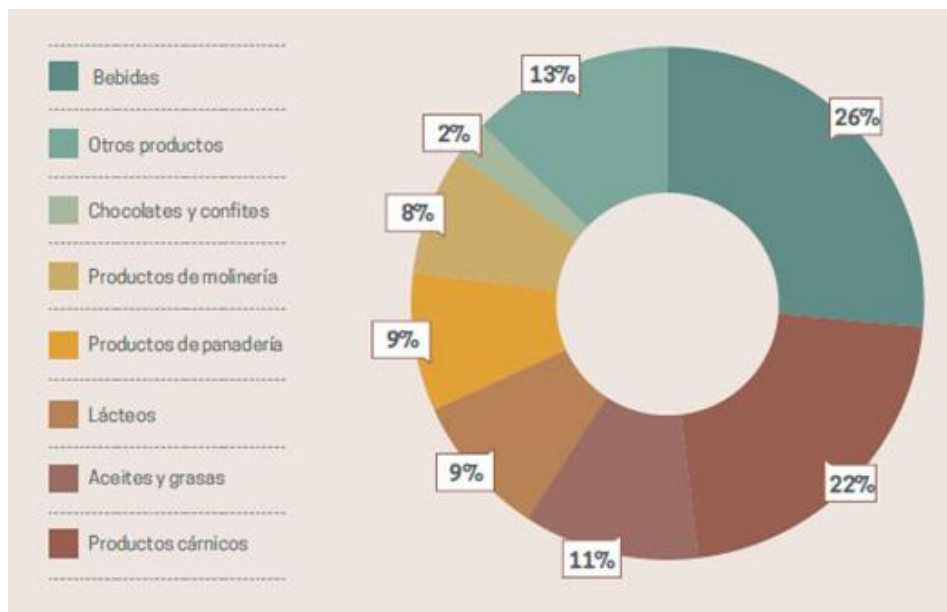


Figura 2. Composición del PIB de la industria de alimentos en 2015  
Tomado de BCE, 2016

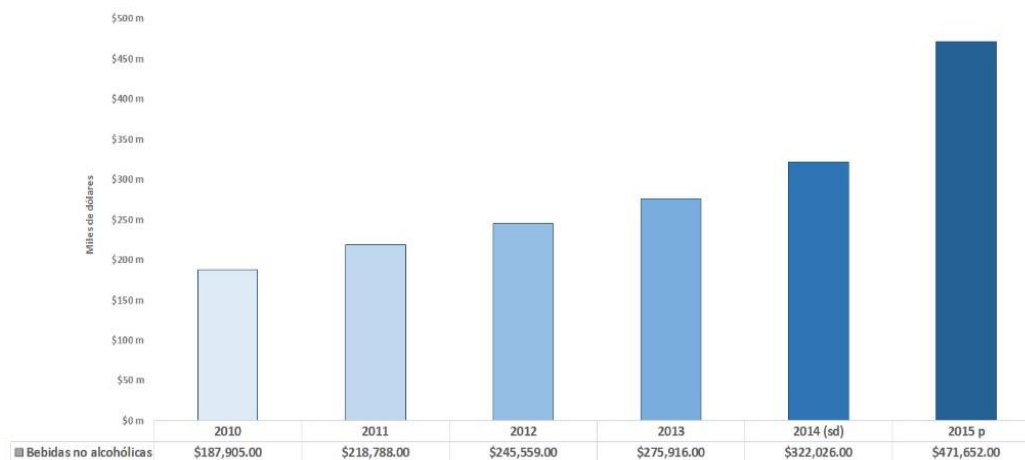


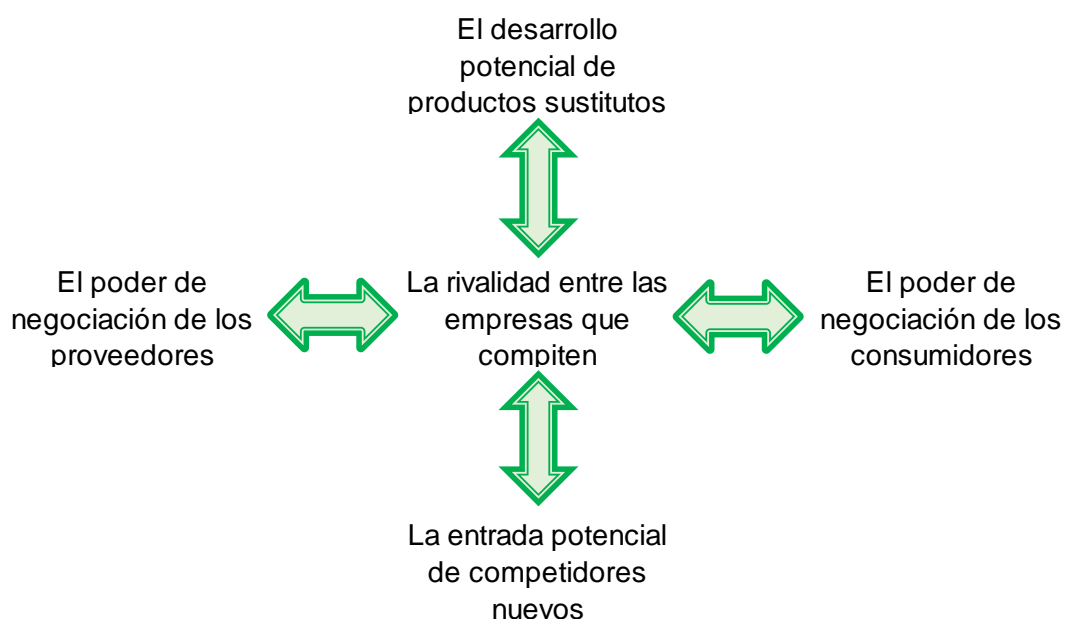
Figura 3. Elaboración de bebidas no alcohólicas / PIB 2010-2015  
Tomado de BCE, 2016

En 2015 ArcaContinental Ecuador registró un incremento del 4.7%, impulsado por el crecimiento de la categoría de gaseosas, mientras que en 2016 la realidad fue otra debido a la situación económica del país, el terremoto de abril y el nuevo impuesto al azúcar. En 2017 debido a todas las estrategias

implementadas para generar nuevas tendencias de consumo, logró tener un crecimiento del 6,8% en la categoría de gaseosas. (ArcaContinental, 2016)

En el mercado nacional existen tres grandes productoras de bebidas carbonatadas, cada una tiene diferentes fortalezas y manejan distintas estrategias de marketing para llegar a la mayor cantidad de consumidores posibles.

Las fuerzas competitivas de Porter nos permitirán analizar de mejor manera a la industria de bebidas no alcohólicas y su entorno.



*Figura 4. Estructura de la Industria, las 5 fuerzas*

*Adaptado de la guía esencial hacia la estrategia y la competencia de Michael Porter*

## 1. La rivalidad entre las empresas que compiten.

La industria de gaseosas en el país se encuentra dominada principalmente por tres empresas con sus principales marcas:

- ArcaContinental Ecuador: Coca Cola
- Tesalia Springs Company: Pepsi
- Aje: Big Cola.

Las multinacionales tienen diferentes estrategias de marketing para poder aumentar y mejorar sus ventas. En el caso de Coca Cola y Pepsi tienen que competir con marcas nuevas como Big Cola que, a pesar de tener menos tiempo en el mercado, ha sabido manejar muy bien su estrategia de marketing para poder competir con las dos anteriores.

Una de las estrategias comunes y más utilizadas por casi todas las marcas es la de reconocer un mercado segmentado para poder llegar a toda la población, y así poder identificar grupos de clientes que no estén siendo atendidos

ArcaContinental Ecuador:

Es líder con su marca Coca Cola, que es reconocida mundialmente como la marca más conocida en el mundo, debido a su sabor único y original; y sus innovadoras y contagiosas campañas publicitarias, siempre acordes a la época, que se adaptan muy bien al continuo cambio y al gusto del consumidor.

Las otras marcas que incluyen el portafolio de productos son Fanta, Sprite, Inca Kola, Fioravanti, Quatro, Dasani, PowerAde, Fuze Tea, Del Valle.

Sus estrategias son:

- Imagen de Marca y Lealtad
- Gasto en Publicidad
- Red de Embotellado
- Distribución al por menor
- Cadena de Abastecimiento Global
- Calidad de los productos

- Contar con una buena cartera de clientes
- Tener una buena situación financiera
- Tener procesos estandarizados
- Tener altos estándares de Calidad
- Responsabilidad social y ambiental

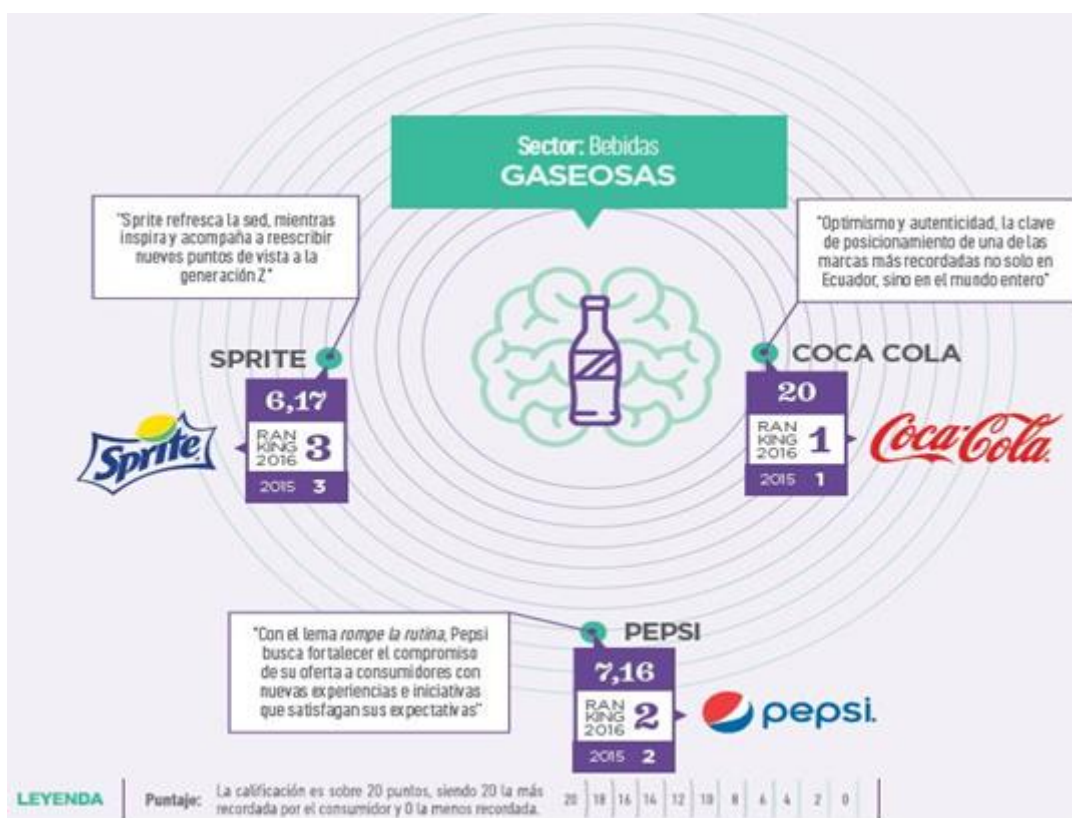


Figura 5. Top Marcas 2016 Categoría Bebidas Gaseosas

Tomado de Revista Ekos, 2017

Tesalia Springs Company:

Posee la marca Pepsi que es la segunda marca de bebidas no alcohólicas en el Ecuador y es el principal competidor de Coca Cola.

Su estrategia está enfocada a los jóvenes, mediante campañas publicitarias basadas en la creatividad relacionadas siempre con actividades de interés común.



Aje:

Dueña de la marca Big Cola que maneja una estrategia de precios bajos para entrar en mercados que no pueden acceder a las gaseosas más comerciales y un compromiso de democratizar el consumo.

Otra estrategia es la de evitar confrontaciones directas, por lo que prefiere ingresar en mercados nuevos en lugar de los mercados más populares en ciudades grandes. De esta manera prefiere expandirse despacio pero sistemáticamente, en principio aumentando la gama de productos para ofrecer a los clientes existentes, es decir, dándoles más opciones para cubrir todos los posibles faltantes y de esta manera aumentar sus ventas.

## 2. La entrada potencial de competidores nuevos

La Industria de bebidas requiere de una gran inversión en maquinaria, publicidad y marketing, lo cual hace difícil el ingreso de un nuevo competidor.

Coca Cola invierte constantemente en publicidad y marketing para mantener a sus clientes, transformándolos en una base fuerte para la empresa, esto dificulta a los nuevos competidores para alcanzar un nivel equivalente.

Debido a la alta tecnología e inversión que se requiere para la producción de bebidas no alcohólicas, es muy difícil que nuevos competidores ingresen en el mercado.

## 3. El desarrollo potencial de productos sustitutos

Existen muchos tipos de sustitutos entre los que tenemos agua embotellada, agua mineral, bebidas isotónicas, te, jugos, café.

Sin embargo, la amenaza es baja debido a que la empresa cuenta con un amplio portafolio de productos en estas categorías.

Además, debido a la constante investigación y desarrollo, se tiene un portafolio de productos que se ajustan a las nuevas tendencias y necesidades de los consumidores.

#### 4. El poder de negociación de los proveedores

Para una empresa que tiene que cumplir con los más altos estándares de calidad, inocuidad, ambiente y seguridad, el poder de negociación es fundamental para poder cumplir con los mismos.

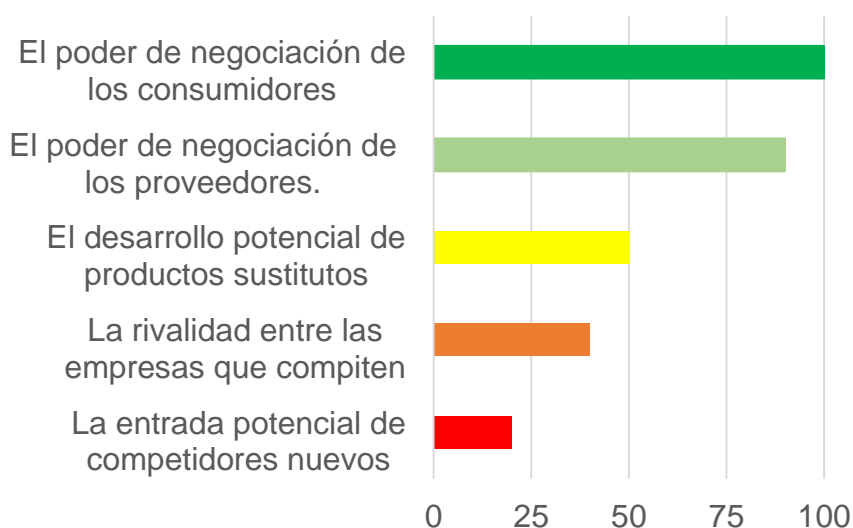
La mayoría de los proveedores siempre buscan poder trabajar con la empresa debido a las grandes cantidades de materiales que se requieren en el proceso de producción.

#### 5. El poder de negociación de los consumidores

ArcaContinental al estar bien posicionada y tener la marca número uno de gaseosas, tiene un alto poder de negociación con los consumidores.

Los principales consumidores provienen del mercado tradicional: tiendas, restaurantes, y del mercado moderno: supermercados, autoservicios, y locales de comida rápida. Los márgenes de beneficio dependen de cada segmento de mercado.

En resumen, tenemos:



*Figura 6. Fuerzas Competitivas*

## **1.1.2. Análisis de la empresa y su entorno social**

### **1.1.2.1. Historia**

“ArcaContinental Ecuador es una empresa dedicada a la producción, distribución y venta de bebidas no alcohólicas de las marcas propiedad de The Coca-Cola Company. Con una destacada trayectoria de más de 90 años, Arca Ecuador es la segunda embotelladora de Coca-Cola más grande de América Latina y una de las más importantes del mundo. En su franquicia de Coca-Cola, la empresa atiende a una población de más de 119 millones en la región norte y occidente de México, así como en Ecuador, Perú y en la región norte de Argentina y en la región suroeste de Estados Unidos.” (ArcaContinental, 2018)

ArcaContinental Ecuador es una empresa orientada al éxito y a los resultados, mediante el cumplimiento de los valores corporativos que son la esencia de su cultura organizacional.

ArcaContinental en Ecuador posee tres plantas de producción en Guayaquil, Quito y Santo Domingo. La Planta de Quito se encuentra ubicada en la ciudad de Quito, y desde aquí se distribuye el producto terminado hacia los doce Centros de Distribución de la zona norte: Calderón, Quito Sur, Tulcán, Ibarra, Cayambe, Latacunga, Ambato, Riobamba, Puyo, Tena, Lago Agrio, El Coca.

### **1.1.2.2. Entorno social**

ArcaContinental Ecuador es una empresa que se define como un agente económico cuya función principal es calmar la sed de todo el Ecuador. Su objetivo principal es satisfacer las expectativas de los consumidores finales, mediante el análisis del mercado para atender la demanda el mismo.

La sociedad es dinámica, por lo tanto, el entorno y la empresa deben estar siempre en continua adaptación para poder satisfacer los diferentes cambios que requiere el mercado. El éxito de la empresa depende en gran medida de cómo se relacione con su entorno.

La empresa puede controlar lo que depende de ella, su estrategia, sus recursos y su capital humano, pero no puede controlar los factores externos, por esta razón, debe estar pendiente de lo que ocurre en el entorno.

Por el grado de interrelación que existe entre la empresa y el entorno, la organización debe realizar análisis constantes para poder detectar cambios que puedan generar algún tipo de impacto dentro de la empresa:

- Detectar a tiempo ventajas competitivas o amenazas que puedan poner en riesgo la estabilidad de la empresa.
- Poder reaccionar con cambios rápidos, en función de lo que se presente en el entorno.

Entorno general:

El entorno general abarca todos los factores que reflejan las grandes tendencias de la realidad externa de la empresa, que son difíciles controlar e influir.

Entre los principales tenemos:

- La inversión extranjera
- Las tasas de interés
- Las leyes y reglamentos
- Las políticas económicas
- Los acuerdos comerciales
- Las decisiones gubernamentales

Entorno específico:

Los factores internos de la empresa pueden ser controlados por la organización y, por lo tanto, inciden de forma directa en los resultados de la organización.

Entre los principales factores internos tenemos:

- La cultura organizacional
- Los valores de la empresa

- Los procesos internos
- Las políticas económicas
- Las políticas de marketing
- Las políticas de control
- El clima laboral

### **1.1.2.3. Cultura Organizacional**

Visión:

“Ser líderes en todas las ocasiones de consumo de bebidas y alimentos en los mercados donde participamos, de forma rentable y sustentable.”  
(ArcaContinental, 2018)

Misión:

“Generar el máximo valor para nuestros clientes, colaboradores, comunidades y accionistas satisfaciendo en todo momento y con excelencia las expectativas de nuestros consumidores.” (ArcaContinental, 2018)

Los valores de la empresa son:

#### 1. Orientación al Cliente y Vocación de Servicio

“Nos comprometemos a atender las necesidades de nuestros clientes y consumidores, impulsados por la vocación y el deseo permanente de satisfacer y superar sus expectativas, ofreciendo un servicio de excelencia.”  
(ArcaContinental, 2018)

#### 2. Integridad Sustentada en Respeto y Justicia

“Mantenemos un compromiso permanente con la verdad. Actuamos en consecuencia siendo congruentes entre lo que hacemos, pensamos y decimos. Preservamos el patrimonio de la empresa, colaboradores y comunidad.

Reconocemos y aceptamos la diversidad como característica de nuestros tiempos.” (ArcaContinental, 2018)

### 3. Desarrollo Integral del Capital Humano

“Fomentamos un ambiente de alta motivación, productividad y reconocimiento, que nos impulsa hacia el éxito. Apoyamos las aspiraciones profesionales y metas personales, alentando a que cada persona decida con sus acciones cuánto desea crecer. Las oportunidades de crecimiento y desarrollo son consecuencia directa de nuestros resultados.” (ArcaContinental, 2018)

### 4. Sustentabilidad y Responsabilidad

“Estamos profundamente convencidos del papel que jugamos en la transformación de nuestro entorno. En el diario quehacer, asumimos el compromiso por satisfacer las necesidades actuales sin comprometer a las generaciones futuras, regidos por un Gobierno Corporativo que nos orienta a la búsqueda continua de una mejor calidad de vida para todos.” (ArcaContinental, 2018)

### 1.1.2.4. Cadena de Valor

A continuación, se describe la Cadena de Valor:

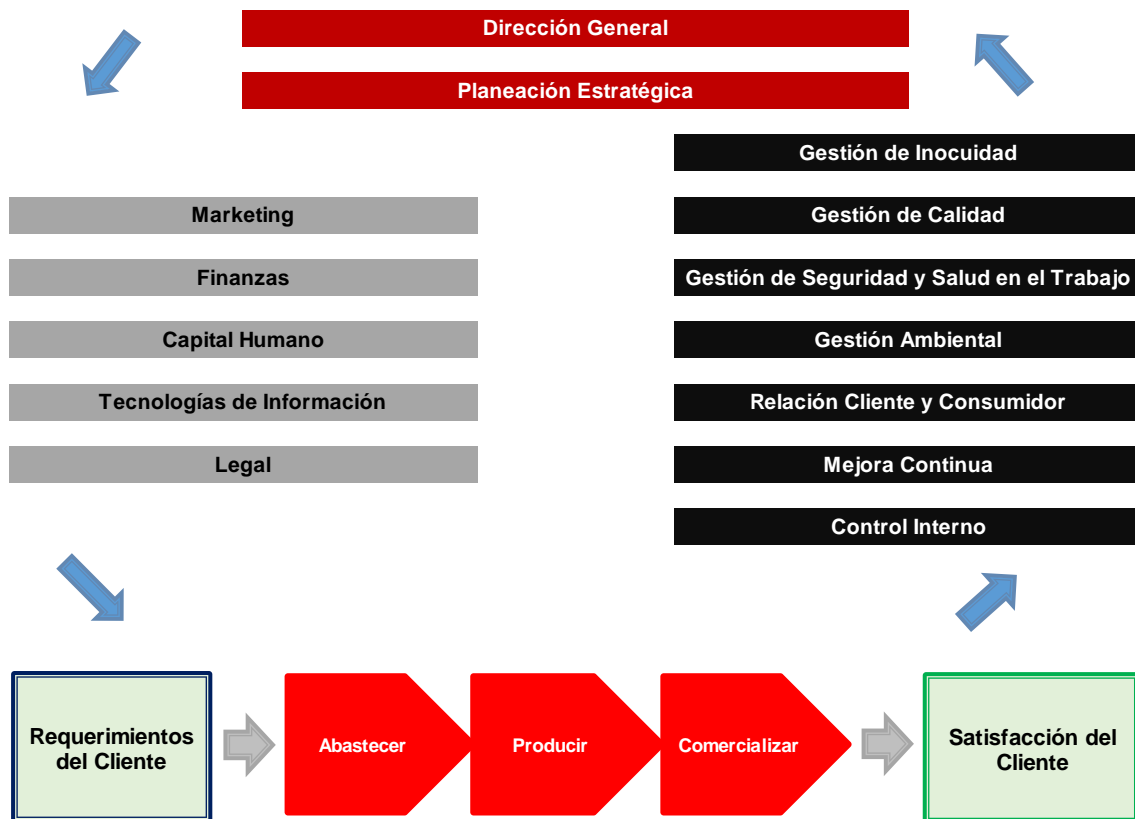


Figura 7. Cadena de Valor

## 1.2. Planteamiento y formulación del problema

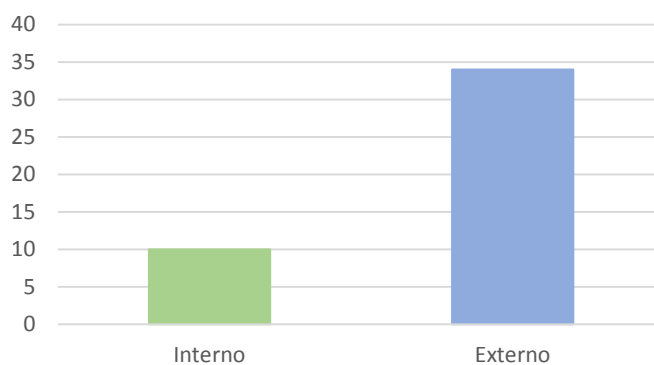
La empresa Arca Ecuador se dedica a la producción y comercialización de bebidas no alcohólicas. La Planta de producción se encuentra ubicada en la ciudad de Quito, y desde aquí se distribuye el producto terminado hacia los doce Centros de Distribución de la zona norte: Calderón, Quito Sur, Tulcán, Ibarra, Cayambe, Latacunga, Ambato, Riobamba, Tena, Puyo, Lago Agrio, El Coca.

La Planta de Quito se encuentra dentro de la parte urbana de la capital, lo cual presenta dificultades con la comunidad, restricciones de acceso y frecuencias de entrada y salida de los vehículos de distribución primaria.

El problema se da porque actualmente se identifica ausencia de planificación y control de distribución del abastecimiento primario. No existe un análisis técnico de la combinación ideal de transporte interno y externo de Planta Quito que establezca formalmente las decisiones estratégicas tomadas por la administración de logística.

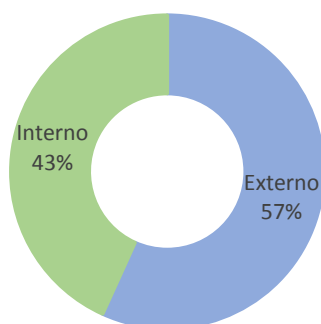
Este proceso se lo realiza de acuerdo al criterio de la Jefatura y Coordinador de Tráfico, siendo una discrecionalidad empírica, lo cual podría implicar un mayor costo por movimiento de caja.

La logística primaria está conformada por cuarenta y cuatro vehículos: diez vehículos internos o propios y treinta y cuatro vehículos externos.



*Figura 8. Composición Transporte*

En 2016 el transporte externo movilizó el 57% del producto mientras que el transporte interno el 43%.

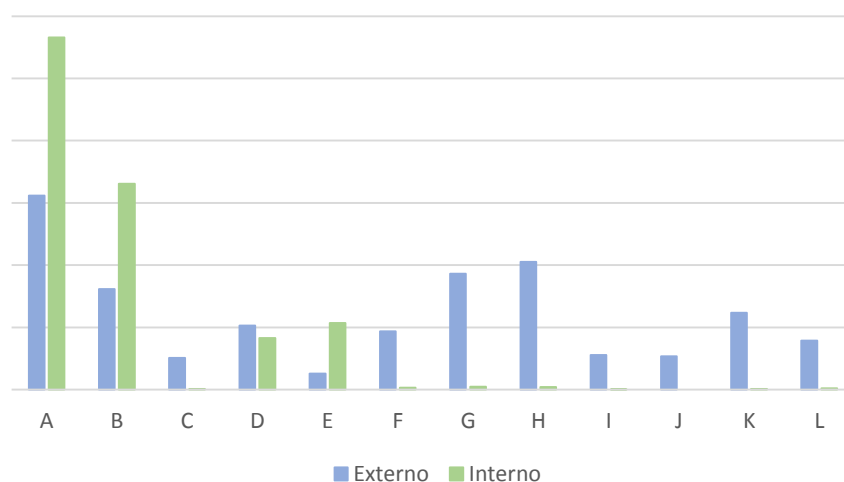


*Figura 9. Producto Movilizado por Tipo de Transporte*



Se puede evidenciar que el transporte interno fue utilizado para mover producto exclusivamente a los CeDis de Calderón, Quito Sur, Ibarra y Cayambe, sin tener el análisis técnico que determine que usar el transporte interno a estas frecuencias es la más rentable.

En el caso del transporte externo, se evidencia que realizan el movimiento del producto a todos los CeDis.



*Figura 10. Utilización de Transporte Primario por CeDis*

En la revisión realizada, se pudo evidenciar que en el caso de los vehículos tipo 3S2, tres fleteros de los once, movieron el 55% del producto.

El costo por caja movilizada por vehículo interno es menor que el realizado por un fletero externo, por lo que se debe evaluar las frecuencias a usar por el transporte interno.

Todos los viajes no pueden ser asignados a personal propio por la limitación de unidades; por esta razón es necesario encontrar un modelo de optimización para determinar a dónde se debe usar el transporte interno y externo.

Tabla 1.

*Producto movilizado por vehículos 3S2 en 2016*

<b>Detalle</b>	<b>%</b>
<b>E1</b>	21,49%
<b>E2</b>	19,52%
<b>E3</b>	14,27%
<b>E4</b>	7,89%
<b>E5</b>	6,80%
<b>E6</b>	6,38%
<b>E7</b>	5,71%
<b>E8</b>	4,73%
<b>E9</b>	5,05%
<b>E10</b>	4,58%
<b>E11</b>	3,55%
<b>Subtotal</b>	<b>100,00%</b>

### **1.2.1. Formulación del problema**

¿Cómo afecta la falta de un análisis técnico de la combinación ideal de transporte interno y externo a las decisiones estratégicas del área de Logística de Planta Quito?

### **1.3. Objetivos**

#### **1.3.1. Objetivo general**

Mejorar el Sistema Logístico Primario de la Planta Quito hacia los centros de distribución de la zona norte de la Empresa Arca Ecuador mediante un modelo de optimización que permita la combinación ideal de transporte interno y externo, y la reducción del costo actual del transporte primario.

### **1.3.2. Objetivos específicos**

- Diagnosticar el sistema logístico primario actual.
- Realizar un análisis completo del producto movilizado por transporte interno y externo en 2016.
- Minimizar el costo de la distribución primaria y maximizar la utilidad por este servicio.
- Proponer la combinación ideal de transporte interno y externo para los envíos, frecuencias y demandas previamente definidos, basada en la reducción de costos.
- Definir un modelo de optimización que permita encontrar la solución de acuerdo a los recursos disponibles.

### **1.4. Planteamiento de la hipótesis**

El costo de movilización por caja realizado por el transporte interno es menor que el realizado por el transporte externo, lo que permite generar mayor utilidad a la empresa.

### **1.5. Marco metodológico de la investigación**

#### **1.5.1. Nivel de la Investigación**

Para la preparación del Proyecto de Titulación se van a considerar cuatro tipos de investigación:

##### **1.5.1.1 Investigación Exploratoria**

Esta investigación es muy útil para agrupar información que ayude a determinar fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas. De esta manera se puede realizar un análisis completo de la situación descrita en el planteamiento del problema.

##### **1.5.1.2 Investigación Descriptiva**

La investigación descriptiva comprende la descripción, la obtención y registro de datos, para su posterior análisis e interpretación de la realidad actual.

### **1.5.1.3 Investigación Documental**

La investigación documental se emplea en la elaboración del marco teórico, para tener la información necesaria garantizar la fiabilidad y objetividad documental.

### **1.5.1.4 Investigación Explicativa**

La investigación explicativa se encarga de buscar el porqué de los hechos mediante el análisis de causa y efecto, para verificar la hipótesis planteada mediante argumentaciones de orden teórico y práctico.

## **1.5.2. Modalidad de Investigación**

El trabajo de titulación se basa en la investigación de campo, mediante la recolección de datos directamente de las personas y de los procesos donde se presenta el problema de la investigación.

Los métodos que se van a utilizar para la presente investigación son: inductivo, deductivo, analítico-sintético.

### **a) Método Inductivo**

Inicia y se emplea en el procesamiento de los datos, para interpretar los resultados y obtener conclusiones, mediante el estudio individual de los hechos.

### **b) Método Deductivo**

El método deductivo permite dar una explicación a cada uno de los hechos particulares, para luego plantear la propuesta de mejoramiento del Sistema Logístico Primario, y así, encaminar a la solución del problema.

### **c) Método Analítico-Sintético**

Para Bernal Torres (2006, p.57), el método analítico-sintético estudia los hechos, partiendo de la descomposición en cada uno de las partes para

estudiarlas convenientemente los problemas, debilidades y/o las necesidades de mejoramiento, en forma individual para el análisis y luego integrar dichas partes para estudiarlas de manera holística e integral para su síntesis.

Para el desarrollo de la investigación se va a usar el siguiente esquema:



*Figura 11. Desarrollo de la Investigación*

### **1.5.3. Población y Muestra**

El presente proyecto de estudio regirá a la Planta de Quito y los doce Centros de Distribución de la zona norte.

## **2. CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO**

### **2.1. Logística**

Antiguamente, los hombres vivían de la agricultura local, es decir, que lo que consumían, se producía en el mismo lugar donde habitaban y estaban obligados a consumir lo que la tierra les daba dependiendo del clima, las estaciones y la ubicación geográfica. El almacenamiento de ciertos productos se fue introduciendo para poder tener provisiones en los largos inviernos, sin embargo, este almacenamiento no podía ser por periodos demasiado largos porque los alimentos perecían. (Ballou, 2010, p. 3)

Con el apareamiento del transporte y más tarde de un sistema de logística, el consumo y la producción ya no tenían que estar necesariamente juntos y podían separarse, dando paso a un intercambio de mercancía especializada más barata que podía combinarse con productos de otros países y obtener productos con una demanda a nivel internacional. La logística añade valor a los productos. (Ballou, 2010, p. 4)

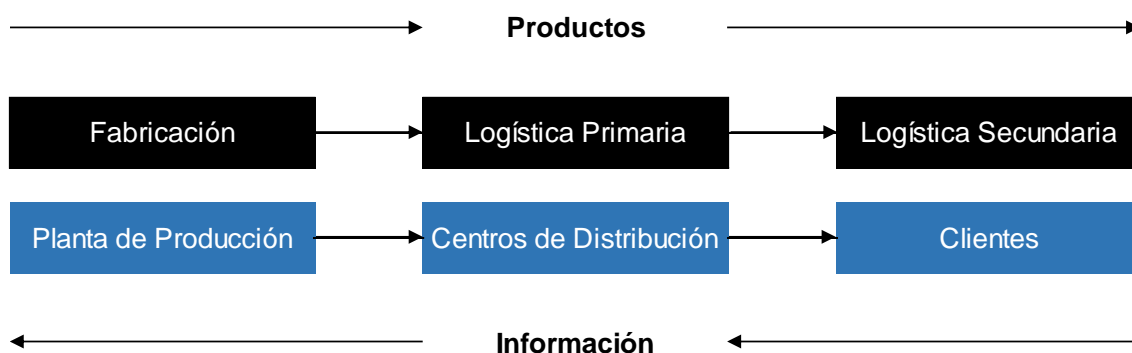
En este sentido se puede decir que la logística es la base del comercio, nos permite satisfacer las necesidades de consumo y generar un sistema económico dinámico.

La logística comprende un conjunto de operaciones y métodos que garantizan una administración eficiente de los productos de una empresa y asegura la satisfacción de la demanda en las mejores condiciones de servicio, calidad y costo.

“La logística es una función administrativa, operativa, comercial y financiera que comprende todas las actividades necesarias para la administración estratégica del flujo, almacenamiento de materias primas, componentes, existencias en proceso y productos terminados; de tal manera, que éstos estén en la cantidad adecuada, en la forma adecuada, en el lugar correcto, al costo y en el momento apropiado” (ProEcuador, 2012)

En el sector de bebidas constituye una etapa importante ya que permite garantizar la entrega oportuna y en las condiciones deseadas el producto terminado en todos los centros de distribución y posteriormente en los puntos de venta.

La logística consta de dos etapas: la logística primaria y logística secundaria.



*Figura 12. Esquema Logística Primaria y Secundaria*

La logística primaria consiste en el abastecimiento de la planta de producción a los centros de distribución mientras que la logística secundaria se encarga de la entrega del producto desde los centros de distribución hasta todos los puntos de venta.

## **2.2. Logística como ventaja competitiva**

En la actualidad se reconoce el impacto que tiene la logística como ventaja competitiva ya que constituye un proceso importante para la coordinación de diversas actividades claves de la empresa como mejorar la participación de mercado, mejorar el servicio y soportar nuevos negocios.

La ventaja competitiva, se define como “cualquier cosa que la empresa haga especialmente bien en comparación con las empresas rivales.” (Davis, 2013, p.8).

La misión fundamental de la logística, satisfacer las necesidades del cliente, mediante el abastecimiento oportuno del producto, en el momento que lo

demande, en el lugar deseado, en la cantidad requerida, con la mejor calidad y al menor costo posible.

Porter menciona que la empresa que tenga y aproveche los conocimientos, la tecnología, el trabajo en equipo, las habilidades personales, su cultura organizacional, la calidad, los procesos controlados y una logística adecuada, tendrá la capacidad y la fuerza suficiente para vencer a las empresas rivales. (Baca. 2013, p.9).

Hoy en día, los retos de la logística en las empresas son:

- Gestionar los riesgos asociados a la cadena de suministro.
- Mejorar la planificación de la demanda.
- Mejorar el nivel de servicio.
- Mejorar la rotación de inventarios.
- Proveer información en tiempo real.
- Definir la ubicación de los centros de distribución.
- Flexibilizar la capacidad de almacenamiento y transporte.
- Generar valor al producto.
- Reducir costos.

### **2.3. Planificación de los requerimientos de distribución**

El transporte y el mantenimiento de inventarios son las actividades logísticas que absorben la mayor cantidad de costos. El transporte está ligado al lugar, mientras que el inventario depende del tiempo. El tiempo es dinero así que mientras los inventarios estén al día, la entrega del producto al cliente final será más rápido.

La planificación de los requerimientos de distribución permite planificar y controlar los inventarios en los centros de distribución, que permite tomar decisiones oportunas de abastecimiento primario, para asegurar la disponibilidad de los productos, para poder satisfacer a los clientes mediante el abastecimiento secundario en los puntos de venta.



Los requerimientos son:

- Detalle de SKU's a comercializar por CeDis.
- Pronóstico de ventas por CeDis.
- Política de inventario en los CeDis.
- Lead time de transporte.
- Inventarios en los CeDis.

“La capacidad que tenga una empresa para cumplirles a sus clientes a tiempo, a precios competitivos y con los estándares de calidad exigidos genera en los mismos una opinión favorable sobre el nivel de servicio que están recibiendo” (Mendoza, 2015, p. 29).

#### **2.4. Centros de Distribución**

El centro de distribución es una bodega en donde se almacenan los productos para ser distribuidos a los clientes. Una bodega puede definirse como un espacio planificado para ubicar, mantener y manipular mercancías y materiales. (Mora, 2011, p. 1).

El objetivo principal de un centro de distribución es generar un flujo dinámico mediante la correcta rotación del producto almacenado, para que exista una distribución eficiente y flexible que asegure la disponibilidad de los productos, para satisfacer las necesidades del cliente final en términos de entrega a tiempo, segura y con la mejor calidad.

En el caso de alimentos, la rotación está dada en función de la caducidad de los productos, para esto se usa como referencia el lote de producción, es decir, se usa el método de manejo de inventarios FEFO, first expires, first out.

Las actividades que se realizan en un centro de distribución son: recepción, almacenamiento, preparación de pedidos y despacho.

La eficiencia de los procedimientos utilizados en la recepción, almacenamiento y despacho de productos, es lo que le asegura al cliente un buen nivel de servicio.

## 2.5. Transporte

El transporte constituye un eslabón importante en la cadena de suministro para garantizar otros procesos como producción y ventas de manera oportuna y eficiente, con la única finalidad de brindar un excelente servicio al cliente. (Chopra, 2008, p.386).

Para una empresa es fundamental el poder contar con un sistema eficiente y económico de transporte, que asegure que el producto llegue en la cantidad solicitado y en las mejores condiciones.

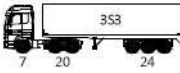

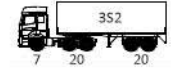



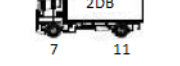

Las decisiones con respecto al transporte son de vital importancia para la empresa y se debe considerar una adecuada red logística, el diseño de las rutas, la programación de los vehículos.

Un sistema eficaz de transporte permite:

- Tener mayor participación en el mercado.
- Ofrecer variedad y frescura de productos alrededor del mundo.
- Descentralizar los mercados y sitios de producción.
- Acceder a nuevos mercados.

El transporte de las empresas industriales es uno de los factores más importantes, debido a que tienen un gran impacto en la parte financiera y puede llegar a ser una ventaja competitiva de acuerdo al servicio que se brinde en el mercado considerando la relación costo / servicio. (Chopra, 2008, p.402).

A continuación, se detallan las características y capacidades de carga de los vehículos que actualmente usa la empresa:

Tipo	Distribución Máxima de Carga por eje	Descripción	Peso Bruto Vehicular Máximo Permitido (ton)	Longitudes máximas permitidas (m)		
				Largo	Ancho	Alto
3S3			48	20,50	2,60	4,30
3S2			47	20,50	2,60	4,30
3A			27	12,20	2,60	4,10
2DB			18	12,20	2,60	4,10

*Figura 13. Tipos de vehículos que usa la empresa*

*Adaptado de Pesos y Medidas Acuerdo 036, 2012*

## 2.6. Costos de transporte

El manejo logístico dentro de una empresa representa un costo representativo, por lo que, el objetivo de las empresas es optimizar este recurso mediante la evaluación de las capacidades de los vehículos, y método de pago.

El transporte puede estar compuesto por vehículos propios y/o tercerizados. El uso de flota propia brinda un mayor control, pero se debe considerar los costos fijos y variables; mientras que el uso de flota tercerizada brinda la posibilidad de convertir los costos fijos en costos variables y varias formas de pago mediante un contrato de prestación de servicio por peso, pallets, o distancia recorrida.

Los costos fijos que se consideran son:

- Remuneración: salario básico, recargo nocturno, horas suplementarias y extraordinarias.
- Seguro social.
- Seguro de vida.
- Alimentación.
- Seguro del vehículo.
- Impuestos vehiculares.

- Licencia de choferes.
- Amortización de los vehículos.

Mientras que los costos variables incluyen:

- Mantenimiento de los vehículos.
- Combustible.
- Llantas.
- Peajes.
- Gastos de carretera.
- Costos financieros.
- Impuestos.
- Seguros de carga.

Las ventajas de tener flota propia son:

- Ofrecer un mejor servicio.
- Reducir los ciclos de tiempo.
- Poder responder ante una emergencia.
- Mejorar el contacto con el cliente interno y externo.
- Reducir los costos, siempre y cuando se maneje de manera eficiente.

La evaluación de las capacidades de los vehículos consiste en levantar la información de carga por producto, presentación, modalidad de carga ya sea por caja, pallet o flete completo, para determinar la opción más conveniente para la operación, tanto para el envío de producto como el retorno de los envases.

El método de pago se debe determinar los costos por tipo opción para determinar la alternativa más rentable para el proceso productivo de la empresa.

## **2.7. Optimización**

A lo largo de la historia, la humanidad siempre ha buscado nuevas formas de mejorar y ser más eficientes.

La optimización permite encontrar tomar la mejor decisión en situaciones difíciles, para generar mayores ganancias, mayor producción, al menor costo y reduciendo los desperdicios.

La optimización consiste en la selección de la mejor alternativa, de las demás alternativas posibles.

Un modelo de optimización generalmente está compuesto por tres elementos:

#### 1. Función objetivo

Es la medida cuantitativa del sistema que se desea optimizar sea maximizar o minimizar.

#### 2. Variables

Representan las decisiones que se pueden tomar para afectar el valor de la función objetivo.

Desde un punto de vista funcional se pueden clasificar en variables independientes y variables dependientes.

#### 3. Restricciones

Representan el conjunto de relaciones que ciertas variables están obligadas a satisfacer.

Resolver un problema de optimización consiste en encontrar el valor que deben tomar las variables para hacer óptima la función objetivo satisfaciendo todas las restricciones.

### **2.8. Programación Lineal**

La Programación Lineal es un procedimiento matemático para determinar la asignación óptima de recursos escasos, que se puede aplicar en casi todas las facetas de negocios desde la publicidad hasta planificación de la producción.

La programación lineal puede resolver problemas de programación siempre y cuando tanto la función objetivo como las variables correspondientes a los recursos son lineales.

“La programación lineal involucra la planeación de actividades para obtener un resultado óptimo; esto es, el resultado que mejor alcance la meta especificada de acuerdo con el modelo matemático entre todas las alternativas factibles.” (Hillier, 2010, p21).

En el campo de la programación matemática la programación lineal se encarga de maximizar o minimizar una función objetivo de la cual las variables de decisión están sujetas a restricciones que también son lineales las cuales son expresados como ecuaciones (=) o inecuaciones ( $\leq$ ,  $\geq$ ). El método puede ser resuelto por algunos algoritmos, pero el más ampliamente conocido y utilizado es el método simplex.

Según Hillier (2010), la programación lineal es uno de los más importantes inventos de mediados del siglo XX ya que ha contribuido a las empresas a ahorrar cuantiosas sumas de dinero en su toma de decisiones más eficientes. Desarrollada durante la segunda mundial para la eficiencia de las operaciones militares actualmente se la utiliza ampliamente a nivel mundial para la ayuda en la toma de decisiones empresariales optimas y eficientes bajo restricciones de recursos limitados y desde una perspectiva cuantitativa.

Ejemplo:

Prototipo muy pequeño de la formulación matemática en un problema de maximización con 2 variables de decisión y tres restricciones exceptuando las de no negatividad:

$$\text{Maximizar } Z = 8X_1 + 6X_2$$

Sujeta a las restricciones:

$$3X_1 + 2X_2 = 28$$

$$2X_2 \leq 12$$

$$X_1 \geq 4$$

Donde  $X_1 \geq 0$  y  $X_2 \geq 0$ .

## 2.9. Aplicación del Solver de Excel para Programación Lineal

Excel mediante su herramienta Solver permite resolver problemas de programación lineal y la obtención de valores numéricos que cumplan con las restricciones planteadas y que optimicen la función objetivo.

Solver funciona mediante un grupo de celdas que están relacionadas directa o indirectamente con la celda en donde se encuentra la función objetivo. Las restricciones se encuentran en otras celdas y se relacionan directamente con la función objetivo.

Solver de Excel puede resolver problemas de programación lineal de hasta 200 variables y 500 restricciones.

Para la formulación en Excel se deben seguir los siguientes pasos:

1. Introducir los datos del problema.
2. Especificar las ubicaciones de las celdas para las variables de decisión.
3. Seleccionar una celda e introducir la fórmula de la función objetivo.
4. Seleccionar celdas e introducir las fórmulas para calcular cada restricción.

### **3. CAPÍTULO III: SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA**

#### **3.1. Análisis del proceso de distribución primaria.**

Previo a realizar el análisis del proceso de distribución primaria, se van a revisar los siguientes Procesos:

- Administrar flota
- Despachar producto terminado

##### **3.1.1. Administrar flota**

Propósito:

Establecer los mecanismos necesarios para la administración del transporte, de manera segura para los conductores, personal y productos, cumpliendo los requerimientos de las partes interesadas.

Alcance:

Aplica a todos los vehículos internos (propios) y externos (terceros) que transporten los productos de las marcas registradas de ArcaContinental.

Criterios de Operación:

La selección, contratación y salida de agentes de abastecimiento primario debe cumplir con los requerimientos exigidos por la compañía y tener la aprobación de la Jefatura de Logística.

##### **a) Choferes**

La Jefatura de Logística junto con la Jefatura de Mantenimiento Automotriz son los responsables de evaluar al personal con una prueba de manejo y entregar el test de conducción a Recursos Humanos.

##### **b) Agentes de Abastecimiento**



La Jefatura de Logística es la responsable de validar la selección y contratación de agentes de abastecimiento primario, mismos que deben cumplir con los siguientes requisitos:

- Contrato vigente.
- Declaración y cancelación oportuna de todas las obligaciones tributarias, legales y de Seguro Social.
- Cédula de ciudadanía.
- RUC.
- Licencia de conducir.
- Matrícula.
- SPPAT.
- Póliza de seguro contra terceros y daños propios.
- Certificados de salud.
- Permiso de transporte de alimentos.
- Facturas.

El límite máximo establecido por agente de distribución es de dos vehículos, los mismos que deben ser liquidados por separados.

El cálculo del valor por flete a pagar al agente de abastecimiento primario, está definido en función de las distancias establecidas en la red logística suscritas en el contrato y aceptadas con las firmas de las partes con la aprobación de la Dirección de Operaciones.

### **3.1.2. Despachar producto terminado**

Propósito:

Despachar el producto terminado hacia los Centros de Distribución, manteniendo la calidad e inocuidad, cumpliendo lo establecido por la compañía y partes interesadas.

Alcance:

Aplica a la Planta de Producción de Quito.

#### Criterios de Operación:

- Los productos terminados deben transportarse sobre pallets, ya sea dentro de cajas para los productos retornables, o envueltos con plástico termoencogible para los productos no retornables.
- El transporte debe encontrarse limpio y libre de cualquier contaminante.

#### Descripción:

##### a) Despacho de producto terminado

Previo al despacho, el producto debe estar ingresado en el sistema de bodega, para lo cual el producto debe estar bien etiquetado desde la salida de producción.

Todo producto terminado almacenado debe tener la aprobación de Calidad para constancia de su liberación.

##### b) Manipulación y Preservación del Producto Terminado

Durante el despacho, el asistente de bodega y el operador de montacargas son los responsables de preservar la calidad del producto terminado hasta la carga del camión.

#### Realización de la carga:

Las actividades que se realizan son:

- Inspeccionar las condiciones del producto a despachar, de acuerdo con la orden de carga.
- Comunicar al operador de montacargas la carga del producto terminado a efectuar el transporte designado.
- Revisar que la carga esté de acuerdo con la orden de carga.
- Llenar el registro de integridad de transporte.
- Generar la guía de remisión.
- Hacer firmar la guía de remisión al chofer.

- Entregar la guía de remisión en la garita, para el respectivo registro.

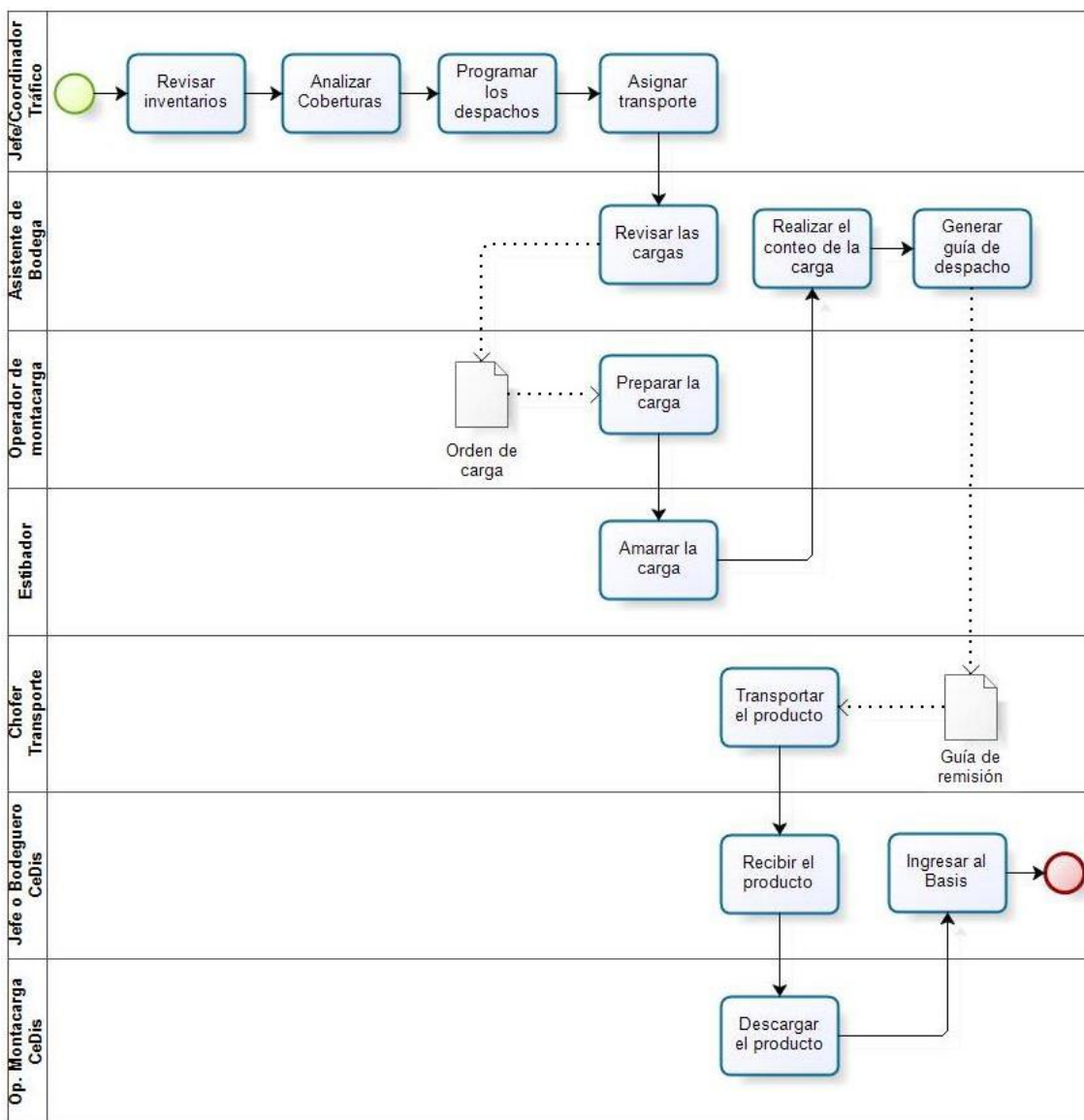


Figura 14. Diagrama de Proceso Logística Primaria

### 3.2. Centros de Distribución

La Planta Quito es responsable del abastecimiento de doce Centros de Distribución de la Zona Norte:

Tabla 2.

*Detalle Centros de Distribución*

CeDis	Ubicación
A	Calderón
B	Quito Sur
C	Tulcán
D	Ibarra
E	Cayambe
F	Latacunga
G	Ambato
H	Riobamba
I	Tena
J	Puyo
K	Lago Agrio
L	El Coca

Tabla 3.

*Distancias a los CeDis*

CeDis	Distancia ida (Km)	Distancia ida y vuelta (Km)
A	13,5	27,0
B	38,0	76,0
C	249,0	498,0
D	115,0	230,0
E	63,0	126,0
F	115,0	230,0
G	165,0	330,0
H	213,0	426,0
I	199,0	398,0
J	253,0	506,0
K	281,0	562,0
L	304,0	608,0

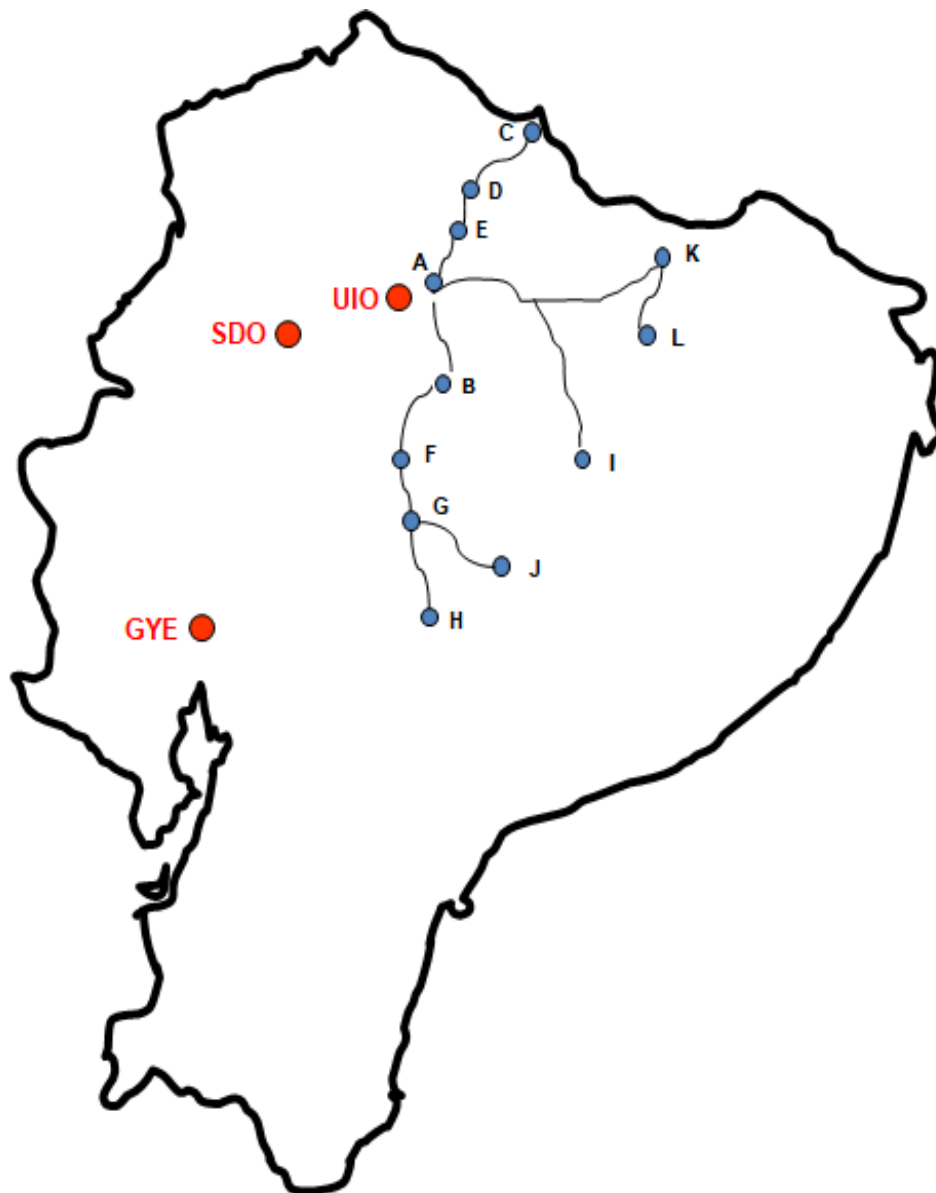


Figura 15. Ubicación de CeDis

### 3.3. Composición de Transporte

La Planta Quito está compuesto por transporte interno (propio) y transporte externo (terceros).

### 3.3.1. Transporte Interno

El transporte interno está conformado por diez vehículos tipo 3S3, tracto camión de tres ejes más semirremolque de tres ejes:

Tabla 4.

*Detalle Vehículos Internos*

#	Vehículo	Tipo
1	I1	3S3
2	I2	3S3
3	I3	3S3
4	I4	3S3
5	I5	3S3
6	I6	3S3
7	I7	3S3
8	I8	3S3
9	I9	3S3
10	I10	3S3

### 3.3.2. Transporte Externo

El transporte externo está compuesto por treinta y tres unidades, de tres tipos: once vehículos tipo 3S2, tracto camión de tres ejes más semirremolque de dos ejes; dieciséis vehículos tipo 3A, camión de tres ejes; y siete vehículos tipo 2DB, camión de dos ejes grandes:

Tabla 5.

*Detalle Vehículos Externos*

#	Vehículo	Tipo
1	E1	3S2
2	E2	3S2
3	E3	3S2
4	E4	3S2
5	E5	3S2
6	E6	3S2
7	E7	3S2
8	E8	3S2
9	E9	3S2
10	E10	3S2
11	E11	3S2
12	E12	3A
13	E13	3A
14	E14	3A
15	E15	3A
16	E16	3A
17	E17	3A
18	E18	3A
19	E19	3A
20	E20	3A
21	E21	3A
22	E22	3A
23	E23	3A
24	E24	3A
25	E25	3A
26	E26	3A
27	E27	3A
28	E28	2DB

29	E29	2DB
30	E30	2DB
31	E31	2DB
32	E32	2DB
33	E33	2DB
34	E34	2DB

### 3.4. Análisis de Transporte Primario

#### 3.4.1. Utilización Transporte Primario

Se realizó un análisis completo del producto movilizado por tipo de transporte detallado por mes de Enero a Diciembre y todo el año 2016:

##### 3.4.1.1. Análisis Enero

El transporte externo movilizó el 59,28% del producto, mientras que el transporte interno el 40,72% del producto a los CeDis.

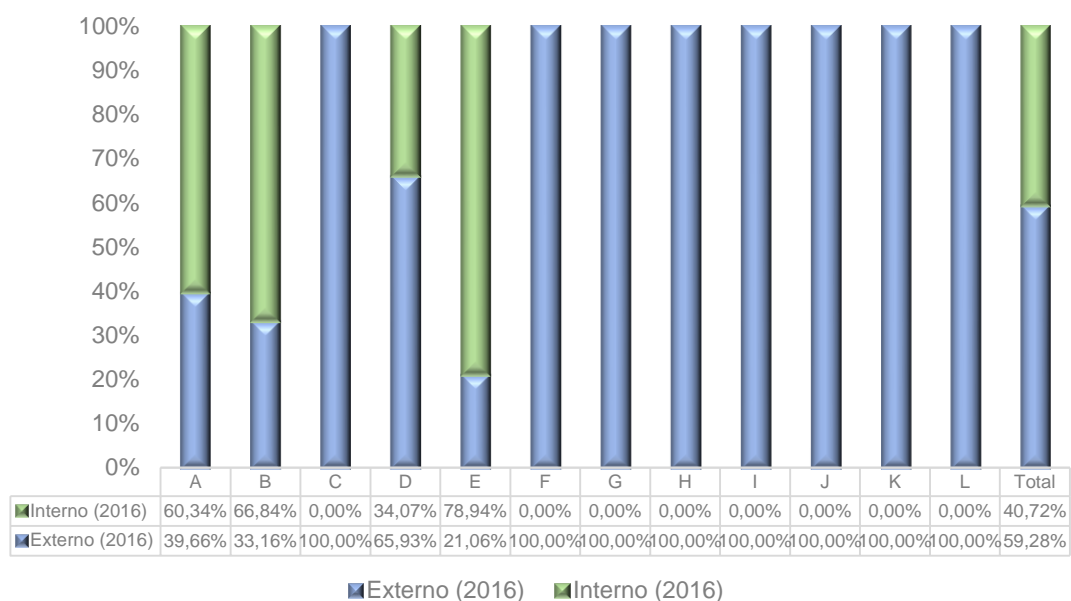


Figura 16. Comparación Uso de Transporte CeDis Enero 2016

Los vehículos externos tipo 3S2 realizan la mayor cantidad de movimientos a los CeDis A, B, F, D y E.



Los CeDis I y J son abastecidos exclusivamente por vehículos tipo 3A y 2DB.

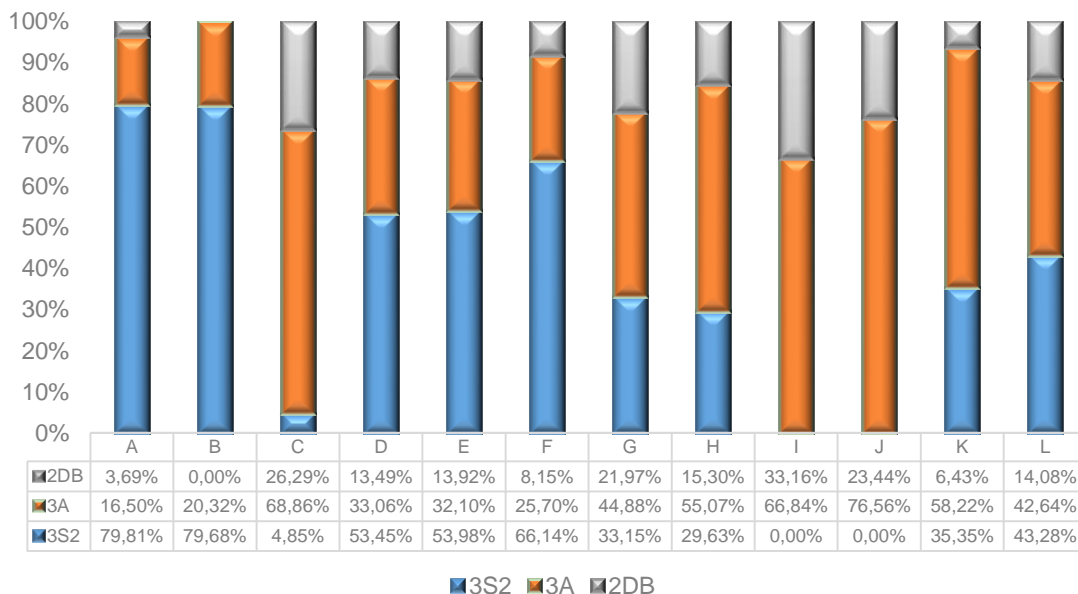


Figura 17. Transporte Externo por tipo de vehículo Enero 2016

El transporte interno abasteció únicamente a los CeDis A, B, E y D.

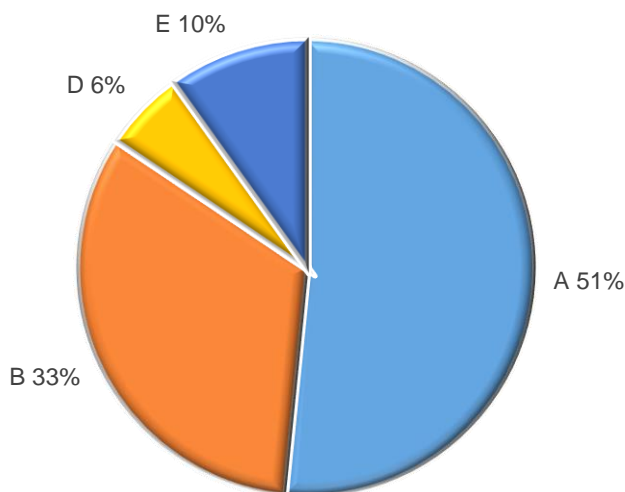


Figura 18. Abastecimiento Transporte Interno por CeDis Enero 2016

El transporte externo abasteció a todos los CeDis, siendo los principales el A, H, G, B y K.

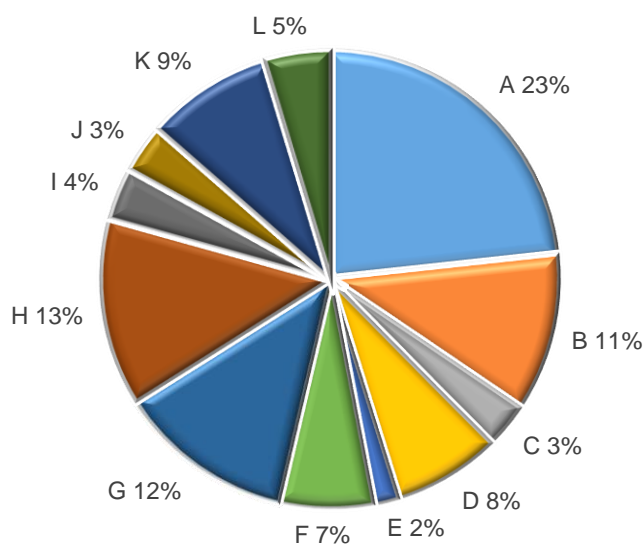


Figura 19. Abastecimiento Transporte Externo por CeDis Enero 2016

### 3.4.1.2. Análisis Febrero

El transporte externo movilizó el 54,31% del producto, mientras que el transporte interno el 45,69% del producto a los CeDis.

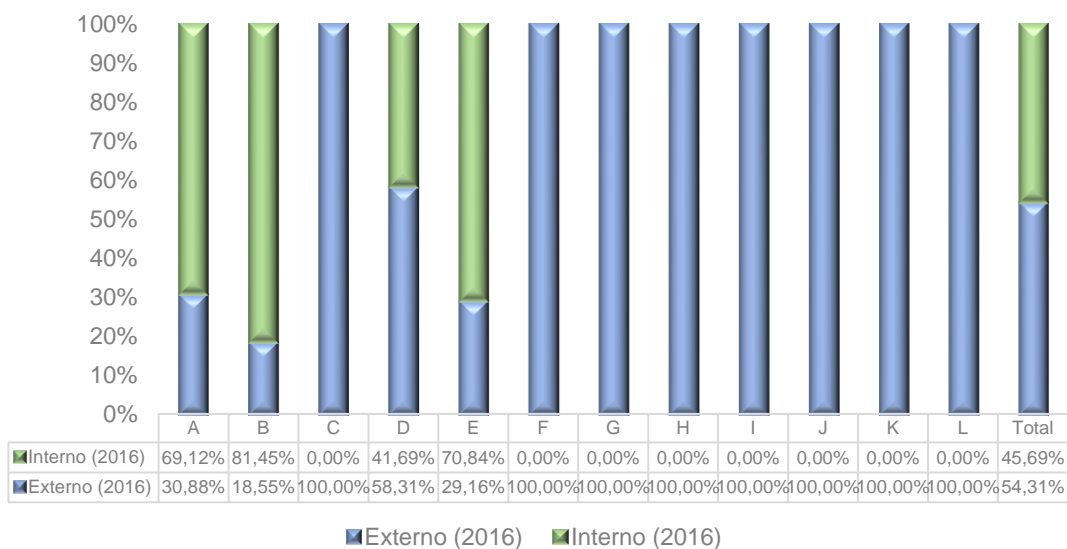


Figura 20. Comparación Uso de Transporte CeDis Febrero 2016

Los vehículos externos tipo 3S2 realizan la mayor cantidad de movimientos a los CeDis A, B, E y F.

Los CeDis C, I y J son abastecidos exclusivamente por vehículos tipo 3A y 2DB.

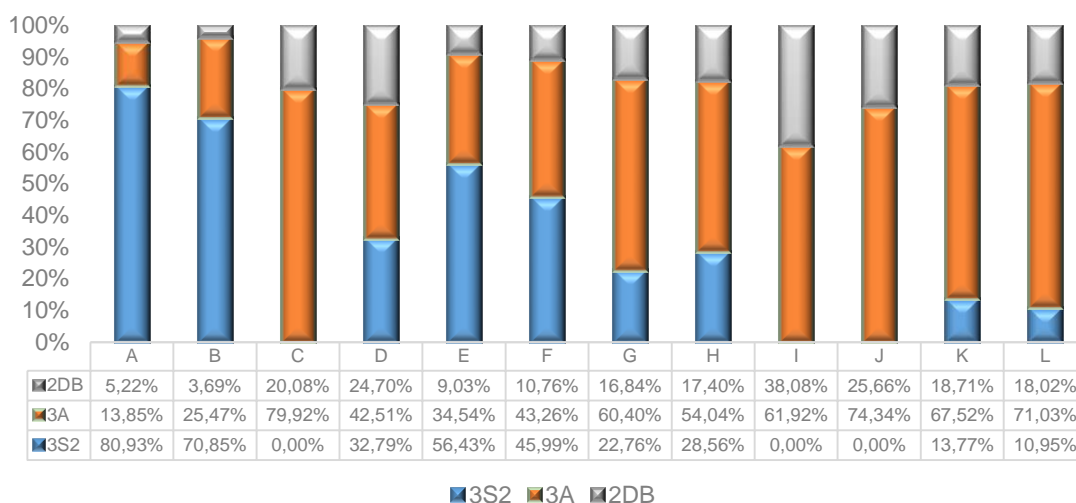


Figura 21. Transporte Externo por tipo de vehículo Febrero 2016

El transporte interno abasteció únicamente a los CeDis A, B, E y D.

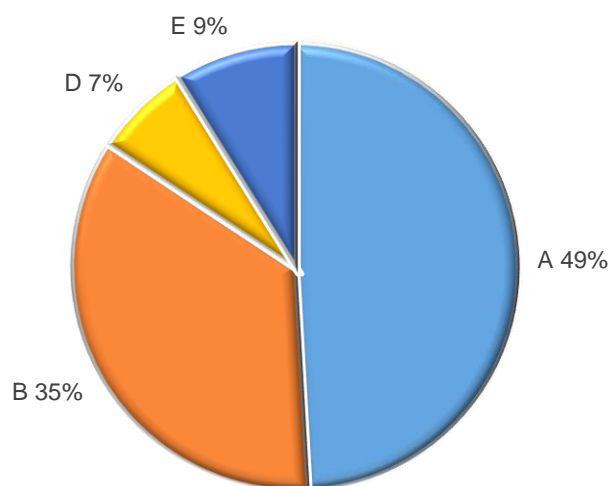
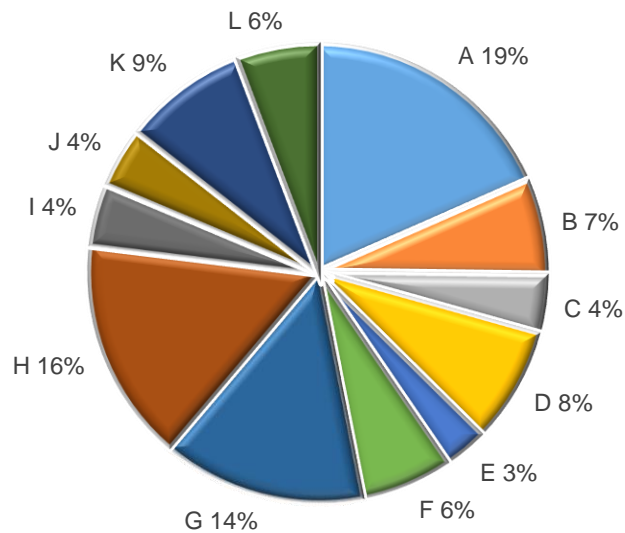


Figura 22. Abastecimiento Transporte Interno por CeDis Febrero 2016

El transporte externo abasteció a todos los CeDis, siendo los principales el A, H, G, K y D.



*Figura 23. Abastecimiento Transporte Externo por CeDis Febrero 2016*

### **3.4.1.3. Análisis Marzo**

El transporte externo movilizó el 55,43% del producto, mientras que el transporte interno el 44,57% del producto a los CeDis.

Los vehículos externos tipo 3S2 realizan la mayor cantidad de movimientos a los CeDis A, B, E y F.

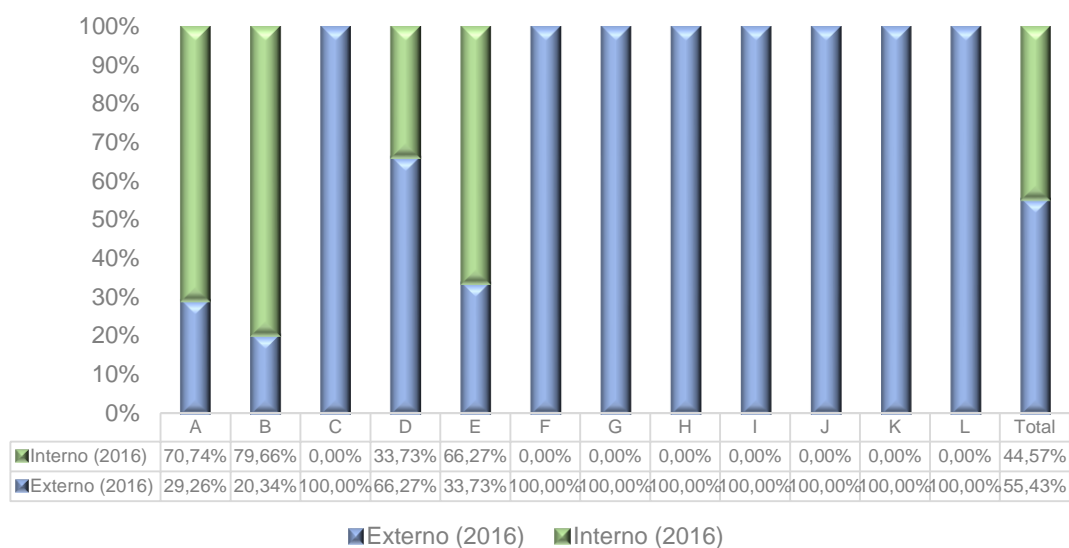


Figura 24. Comparación Uso de Transporte CeDis Marzo 2016

Los CeDis C, I y J son abastecidos exclusivamente por vehículos tipo 3A y 2DB.

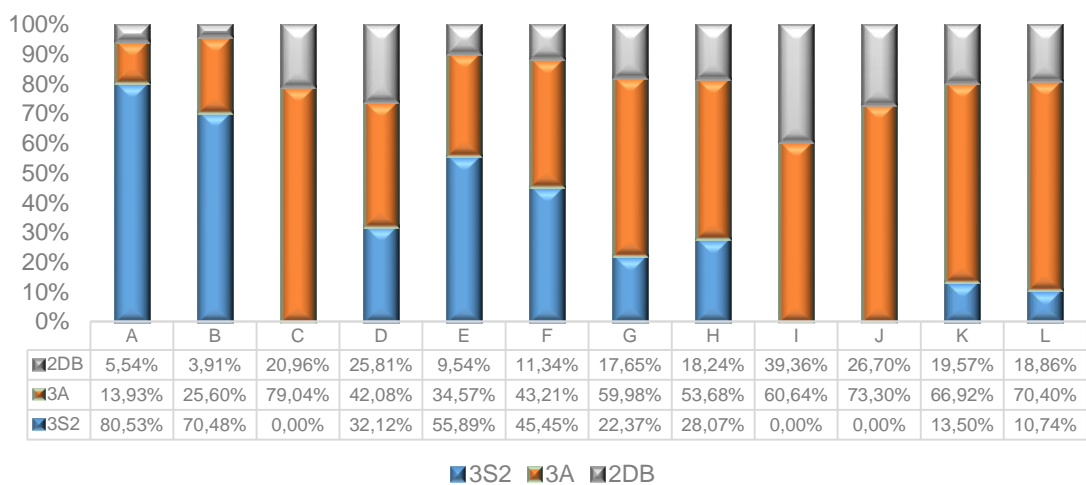
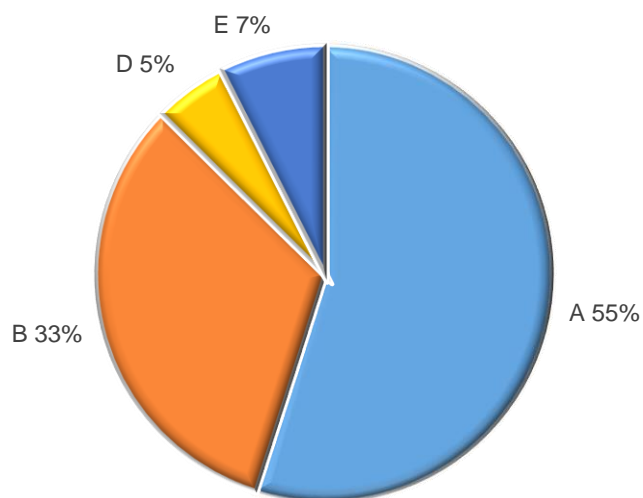


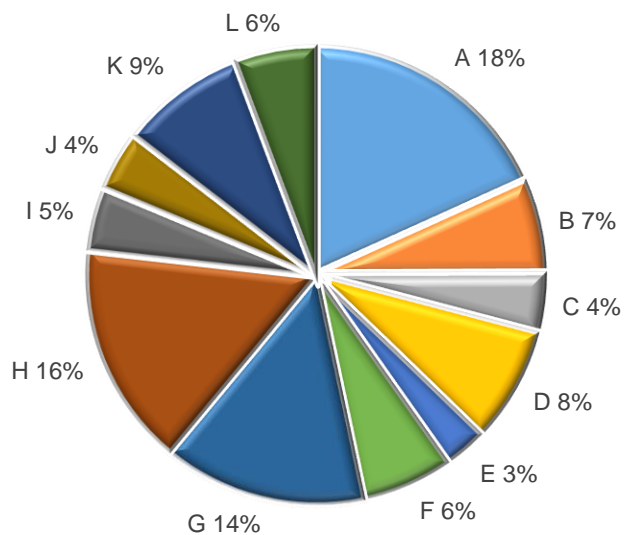
Figura 25. Transporte Externo por tipo de vehículo Marzo 2016

El transporte interno abasteció únicamente a los CeDis A, B, E y D.



*Figura 26. Abastecimiento Transporte Interno por CeDis Marzo 2016*

El transporte externo abasteció a todos los CeDis, siendo los principales el A, H, G, K y D.



*Figura 27. Abastecimiento Transporte Externo por CeDis Marzo 2016*

### 3.4.1.4. Análisis Abril

El transporte externo movilizó el 54,07% del producto, mientras que el transporte interno el 45,93% del producto a los CeDis.

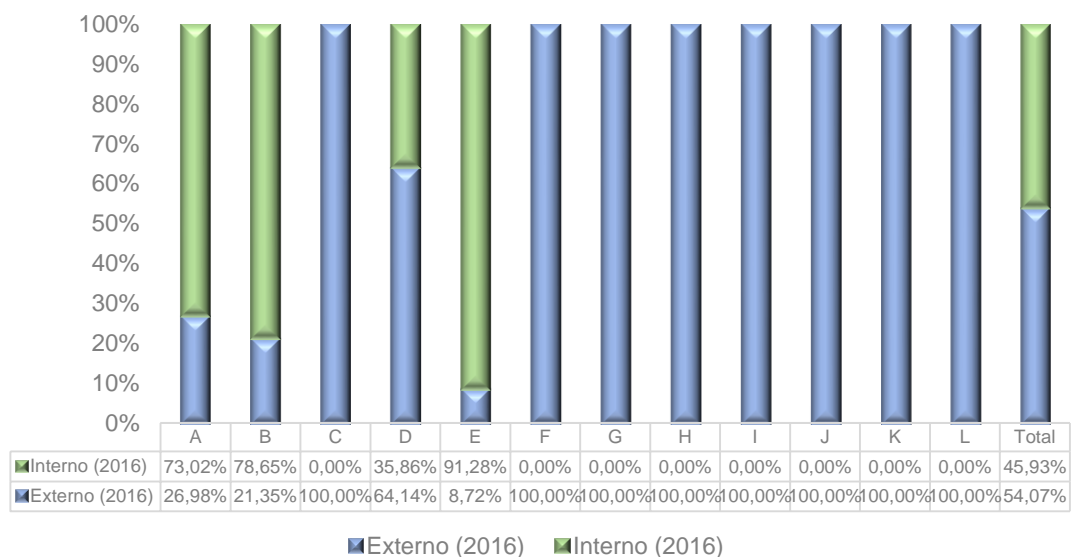


Figura 28. Comparación Uso de Transporte CeDis Abril 2016

Los vehículos externos tipo 3S2 realizan la mayor cantidad de movimientos a los CeDis B, A, E y F.

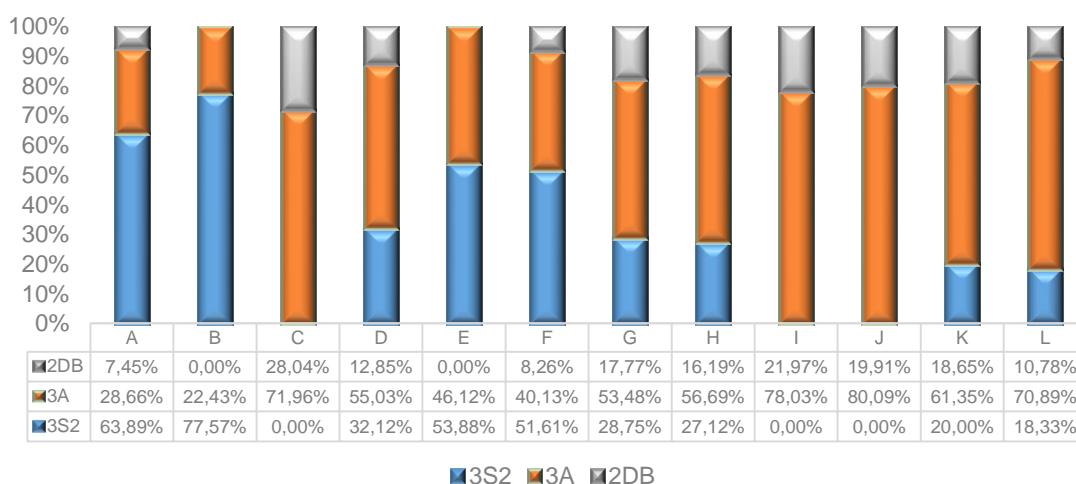
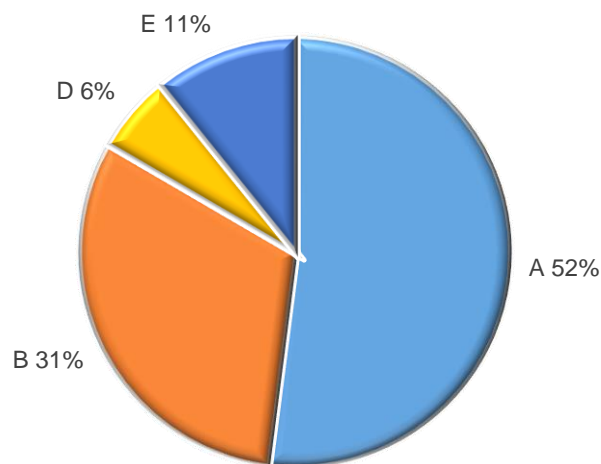


Figura 29. Transporte Externo por tipo de vehículo Abril 2016

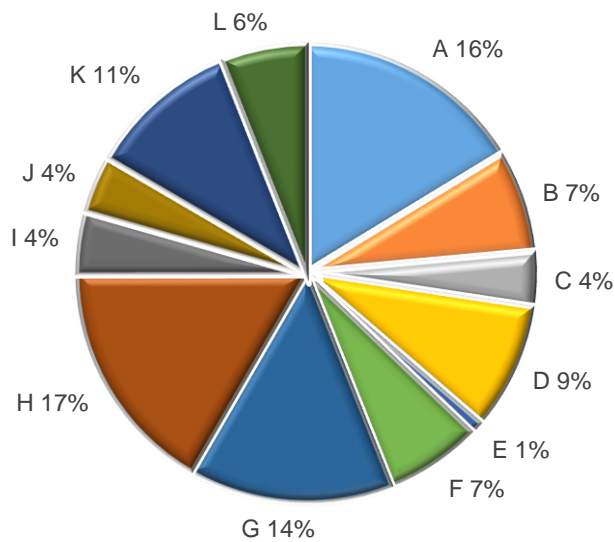
Los CeDis C, I y J son abastecidos exclusivamente por vehículos tipo 3A y 2DB.

El transporte interno abasteció únicamente a los CeDis A, B, E y D.



*Figura 30. Abastecimiento Transporte Interno por CeDis Abril 2016*

El transporte externo abasteció a todos los CeDis, siendo los principales el H, A, G, K y D.



*Figura 31. Abastecimiento Transporte Externo por CeDis Abril 2016*



### 3.4.1.5. Análisis Mayo

El transporte externo movilizó el 56,23% del producto, mientras que el transporte interno el 43,77% del producto a los CeDis.

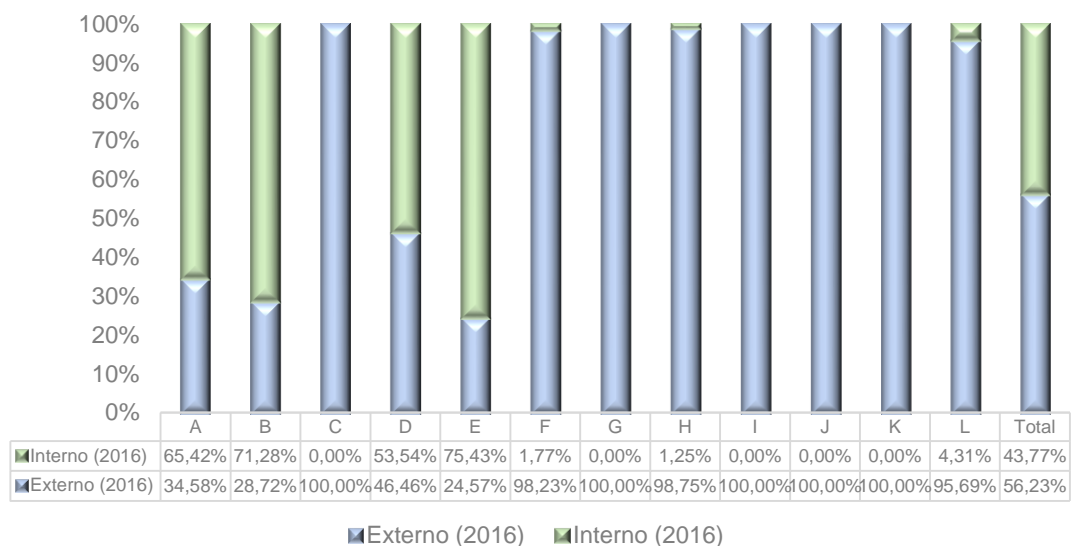


Figura 32. Comparación Uso de Transporte CeDis Mayo 2016

Los vehículos externos tipo 3S2 realizan la mayor cantidad de movimientos a los CeDis A, B, y F.

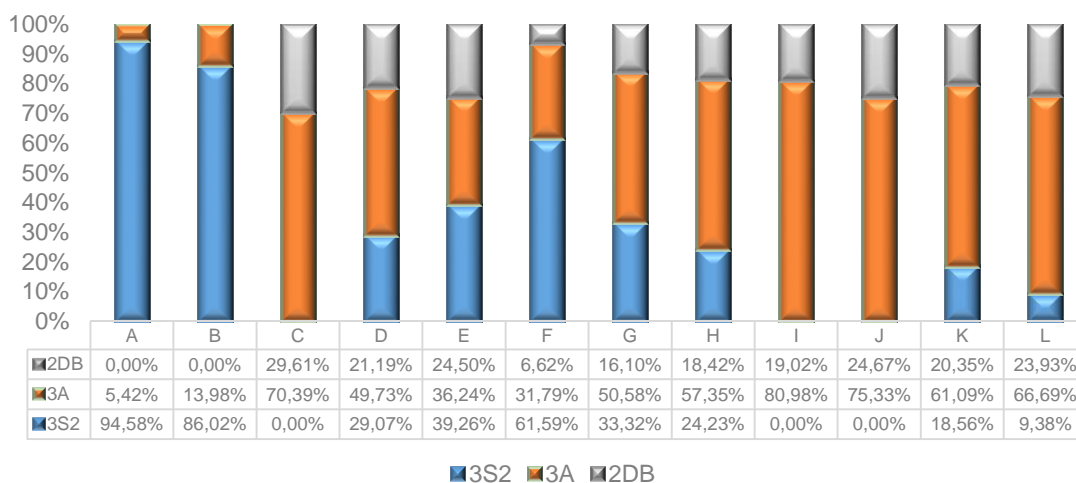
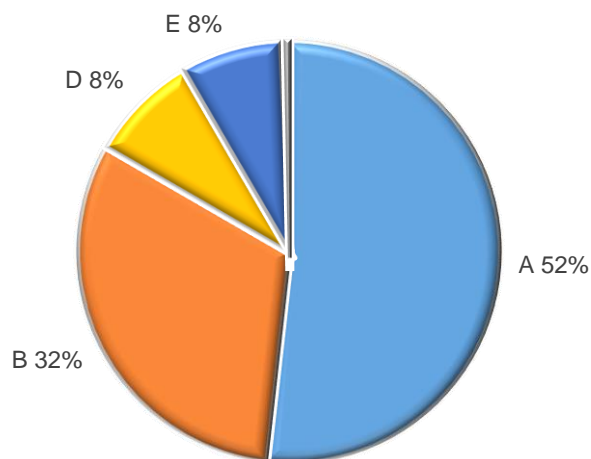


Figura 33. Transporte Externo por tipo de vehículo Mayo 2016

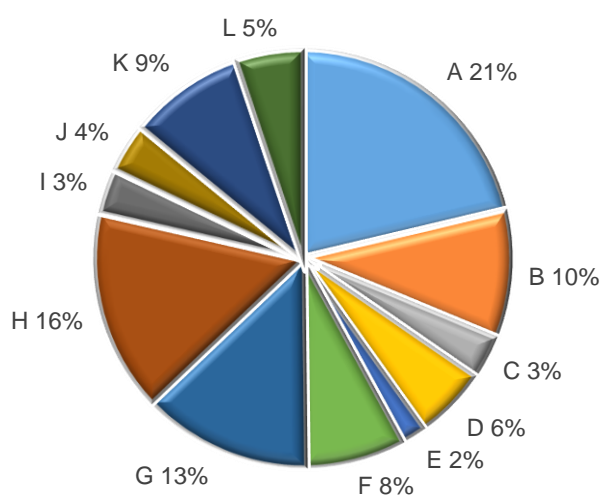
Los CeDis C, I y J son abastecidos exclusivamente por vehículos tipo 3A y 2DB.

El transporte interno abasteció principalmente a los CeDis A, B, D y E.



*Figura 34. Abastecimiento Transporte Interno por CeDis Mayo 2016*

El transporte externo abasteció a todos los CeDis, siendo los principales el A, H, G, B, y K.



*Figura 35. Abastecimiento Transporte Externo por CeDis Mayo 2016*

### 3.4.1.6. Análisis Junio

El transporte externo movilizó el 56,10% del producto, mientras que el transporte interno el 43,90% del producto a los CeDis.

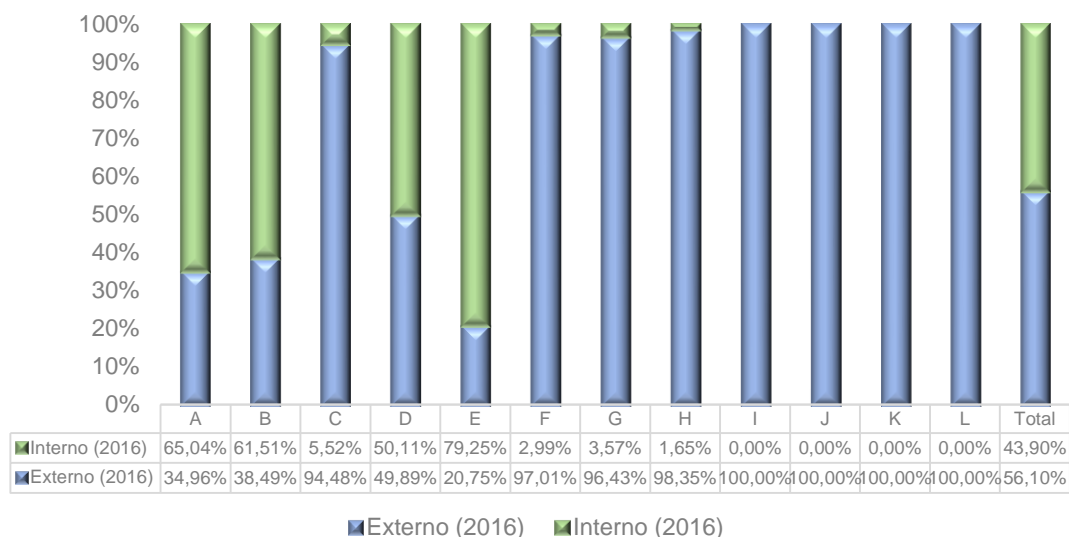


Figura 36. Comparación Uso de Transporte CeDis Junio 2016

Los vehículos externos tipo 3S2 realizan la mayor cantidad de movimientos a los CeDis A, B, y F.

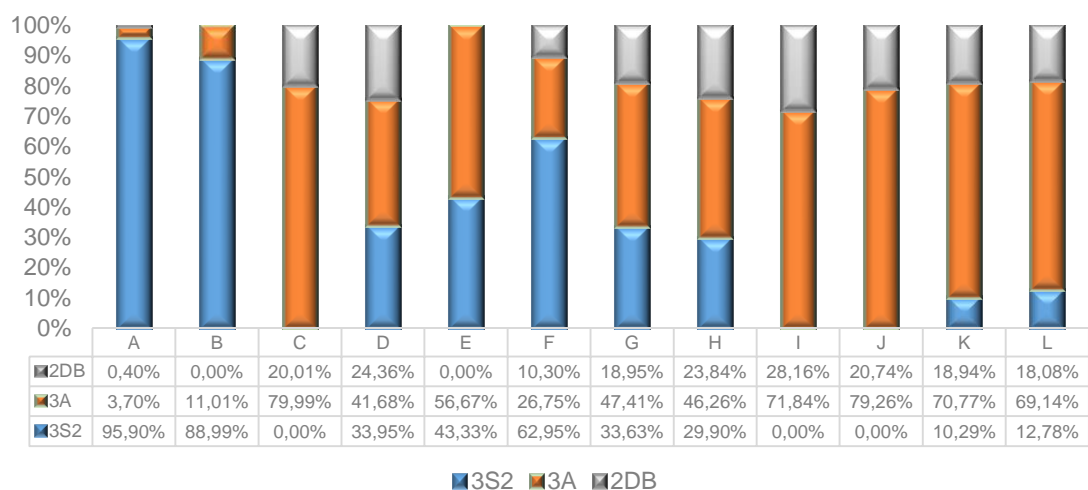
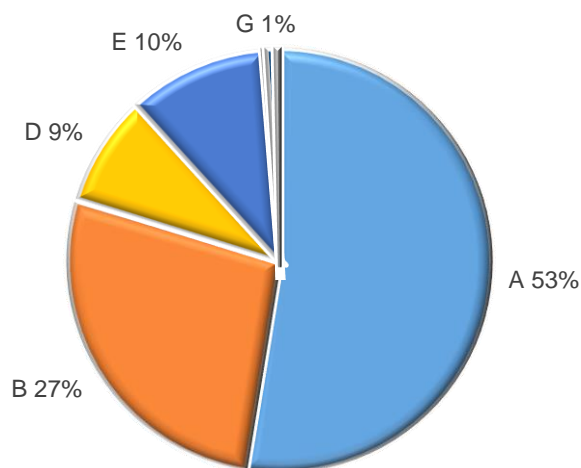


Figura 37. Transporte Externo por tipo de vehículo Junio 2016

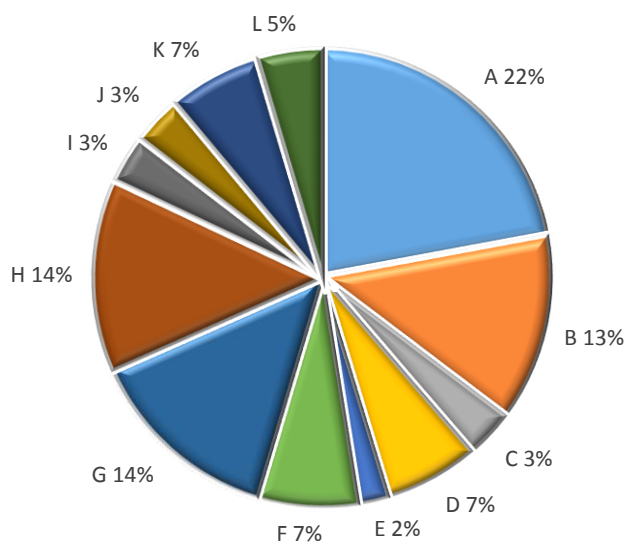
Los CeDis C, I y J son abastecidos exclusivamente por vehículos tipo 3A y 2DB.

El transporte interno abasteció principalmente a los CeDis A, B, E, y D.



*Figura 38. Abastecimiento Transporte Interno por CeDis Junio 2016*

El transporte externo abasteció a todos los CeDis, siendo los principales el A, G, H y B.



*Figura 39. Abastecimiento Transporte Externo por CeDis Junio 2016*

### 3.4.1.7. Análisis Julio

El transporte externo movilizó el 55,20% del producto, mientras que el transporte interno el 44,80% del producto a los CeDis.

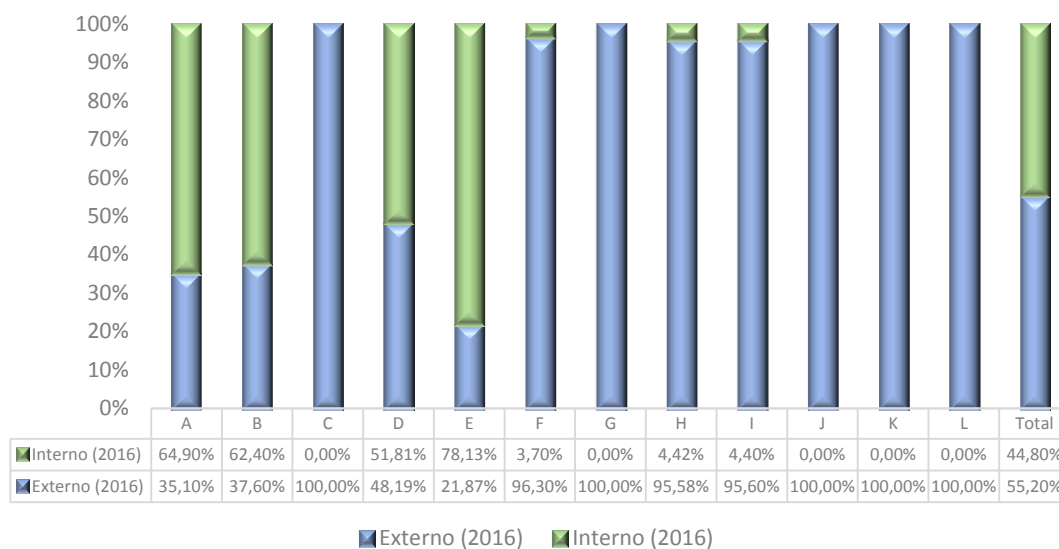


Figura 40. Comparación Uso de Transporte CeDis Julio 2016

Los vehículos externos tipo 3S2 realizan la mayor cantidad de movimientos a los CeDis A, B, E, y F.

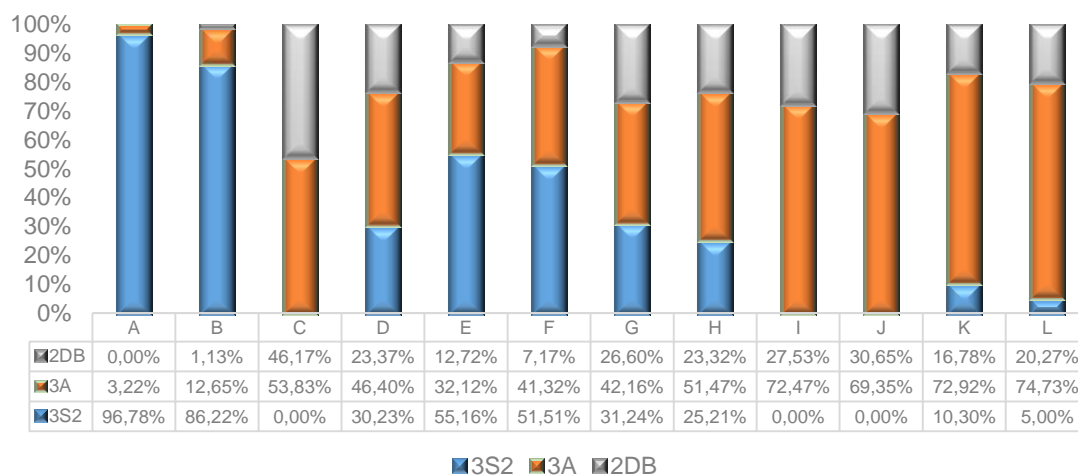
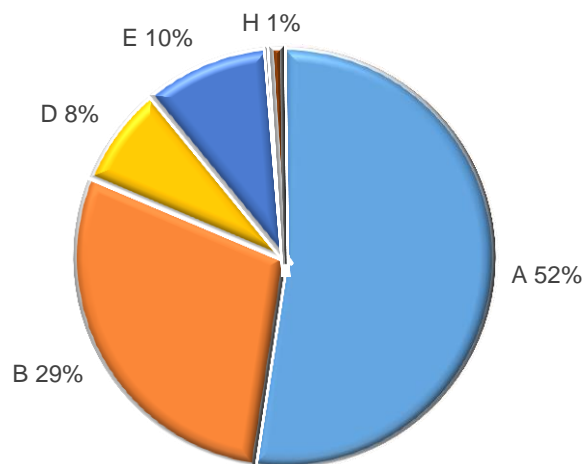


Figura 41. Transporte Externo por tipo de vehículo Julio 2016

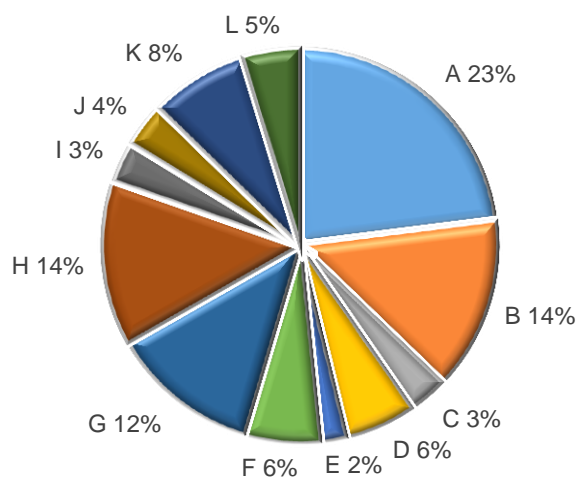
Los CeDis C, I y J son abastecidos exclusivamente por vehículos tipo 3A y 2DB.

El transporte interno abasteció principalmente a los CeDis A, B, E, y D.



*Figura 42. Abastecimiento Transporte Interno por CeDis Julio 2016*

El transporte externo abasteció a todos los CeDis, siendo los principales el A, B, H, y K.



*Figura 43. Abastecimiento Transporte Externo por CeDis Julio 2016*

### 3.4.1.8. Análisis Agosto

El transporte externo movilizó el 53,34% del producto, mientras que el transporte interno el 46,66% del producto a los CeDis.

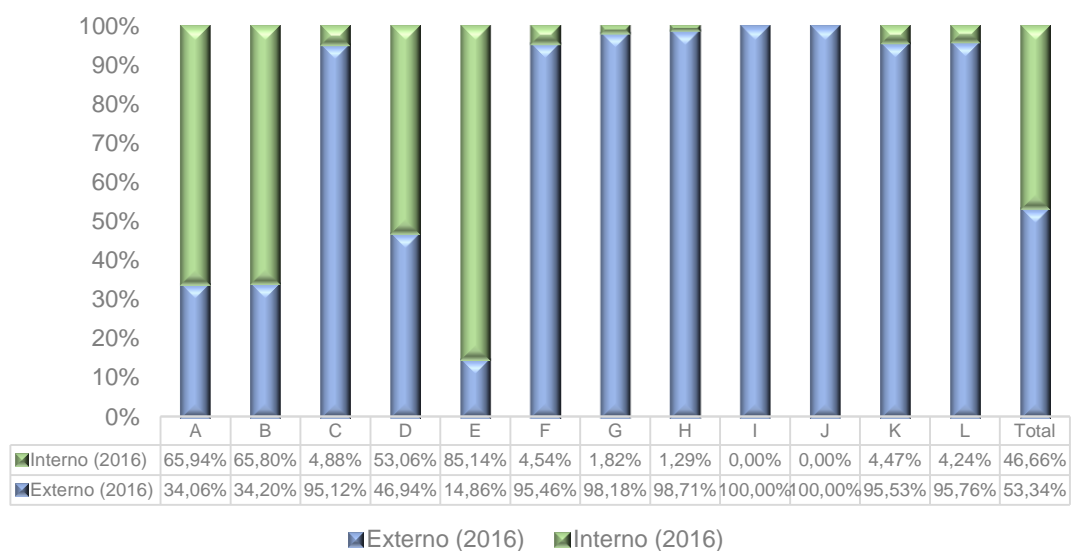


Figura 44. Comparación Uso de Transporte CeDis Agosto 2016

Los vehículos externos tipo 3S2 realizan la mayor cantidad de movimientos a los CeDis A, B, y F.

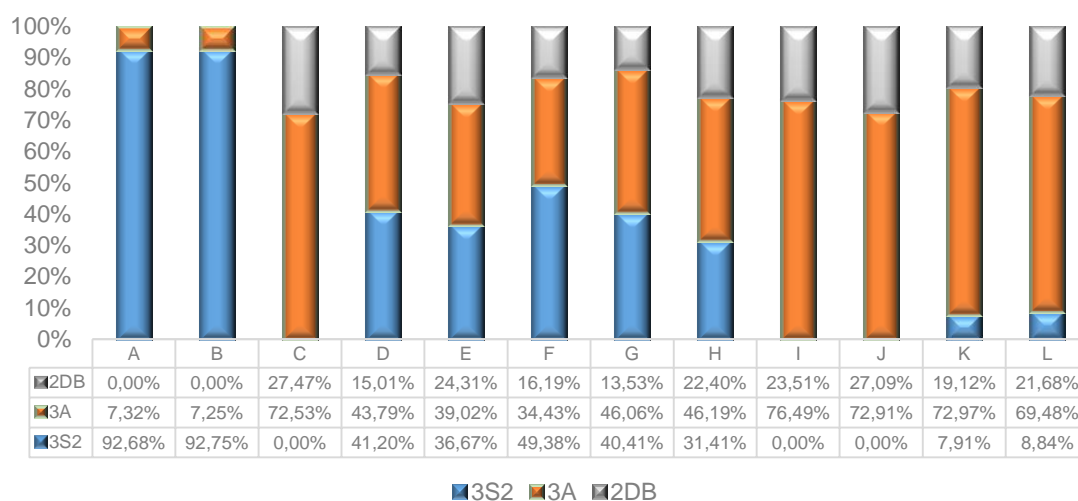
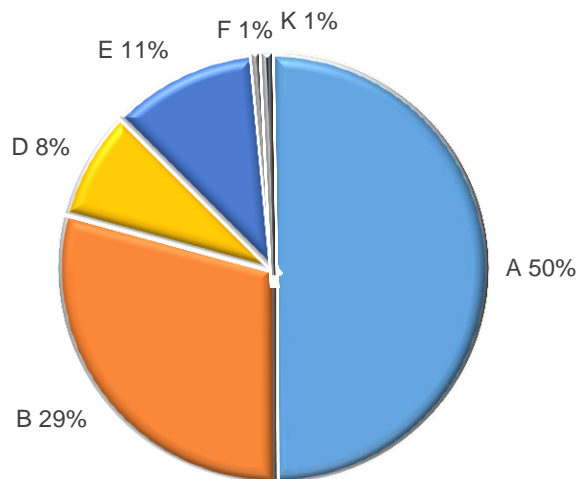


Figura 45. Transporte Externo por tipo de vehículo Agosto 2016

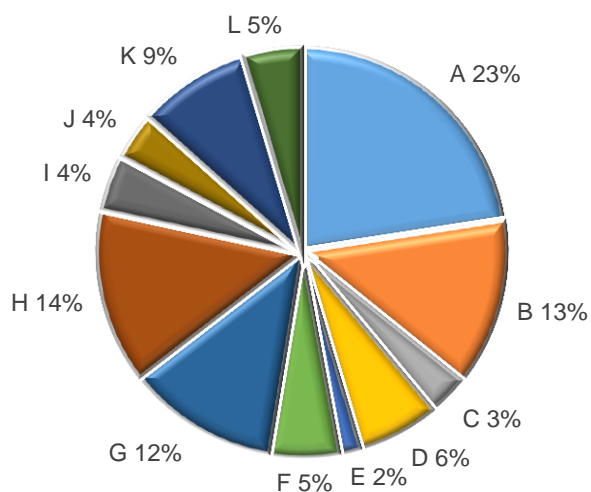
Los CeDis C, I y J son abastecidos exclusivamente por vehículos tipo 3A y 2DB.

El transporte interno abasteció principalmente a los CeDis A, B, E, y D.



*Figura 46. Abastecimiento Transporte Interno por CeDis Agosto 2016*

El transporte externo abasteció a todos los CeDis, siendo los principales el A, H, B, G y K.



*Figura 47. Abastecimiento Transporte Externo por CeDis Agosto 2016*



### 3.4.1.9. Análisis Septiembre

El transporte externo movilizó el 52,38% del producto, mientras que el transporte interno el 47,62% del producto a los CeDis.

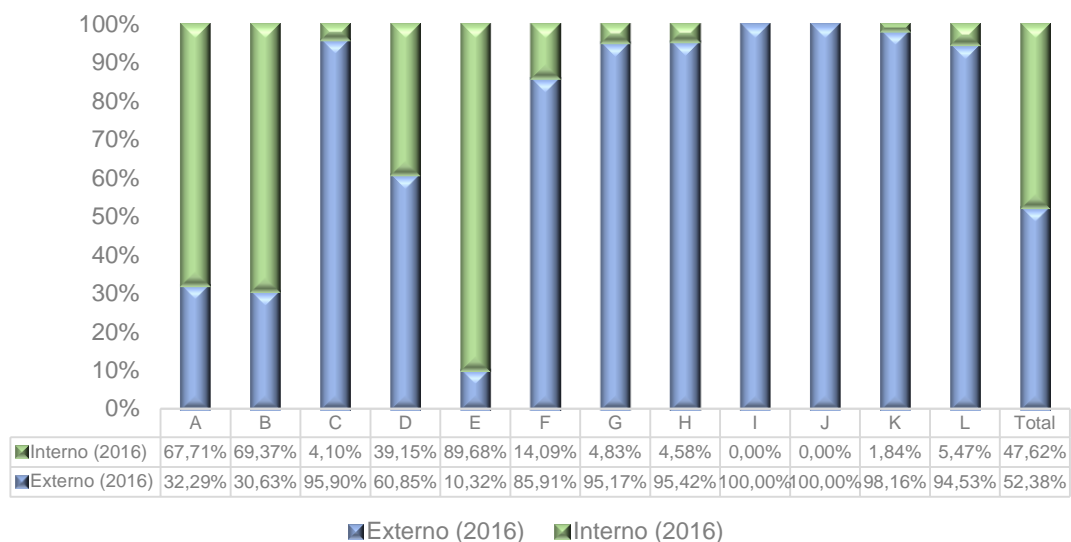


Figura 48. Comparación Uso de Transporte CeDis Septiembre 2016

Los vehículos externos tipo 3S2 realizan la mayor cantidad de movimientos a los CeDis A, B, y E.

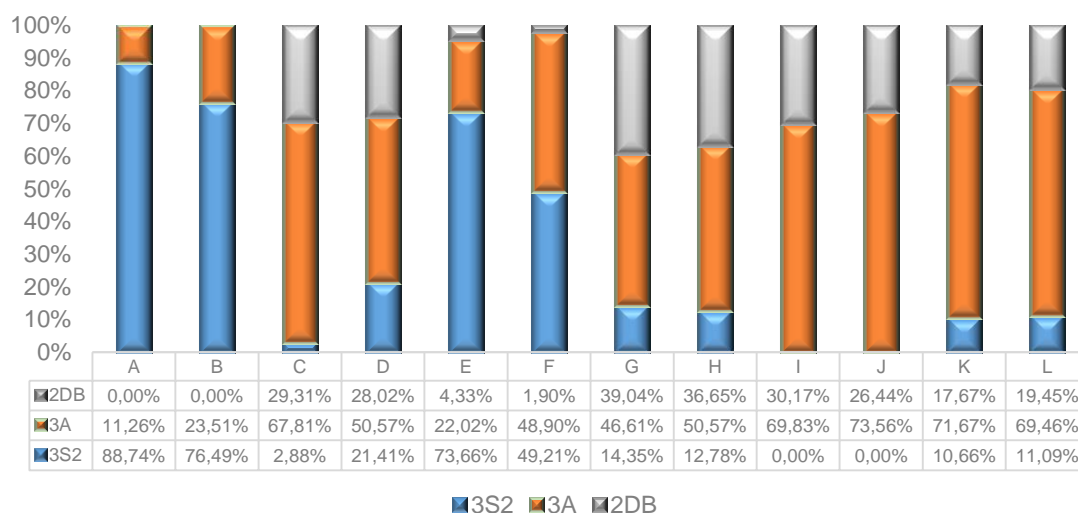
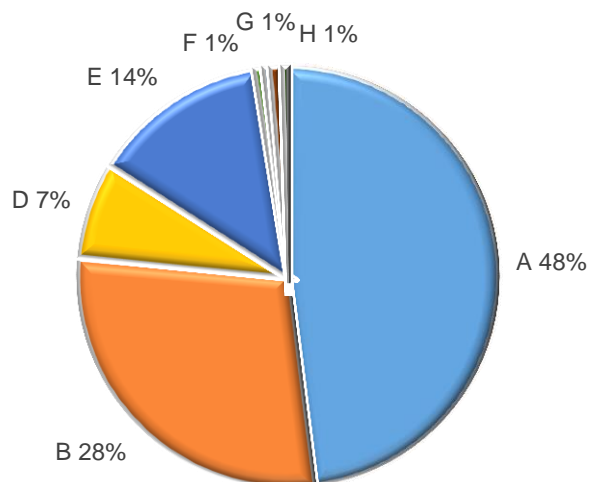


Figura 49. Transporte Externo por tipo de vehículo Septiembre 2016

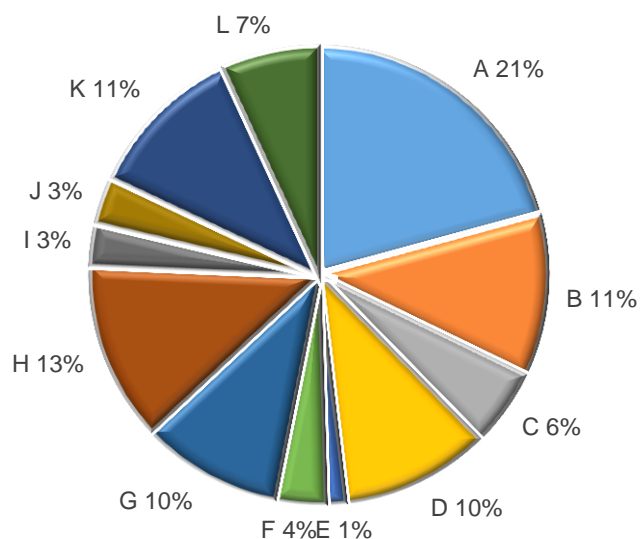
Los CeDis I y J son abastecidos exclusivamente por vehículos tipo 3A y 2DB.

El transporte interno abasteció principalmente a los CeDis A, B, E y D.



*Figura 50. Abastecimiento Transporte Interno por CeDis Septiembre 2016*

El transporte externo abasteció a todos los CeDis, siendo los principales el A, H, B, K y G.



*Figura 51. Abastecimiento Transporte Externo por CeDis Septiembre 2016*

### 3.4.1.10. Análisis Octubre

El transporte externo movilizó el 65,98% del producto, mientras que el transporte interno el 34,02% del producto a los CeDis.

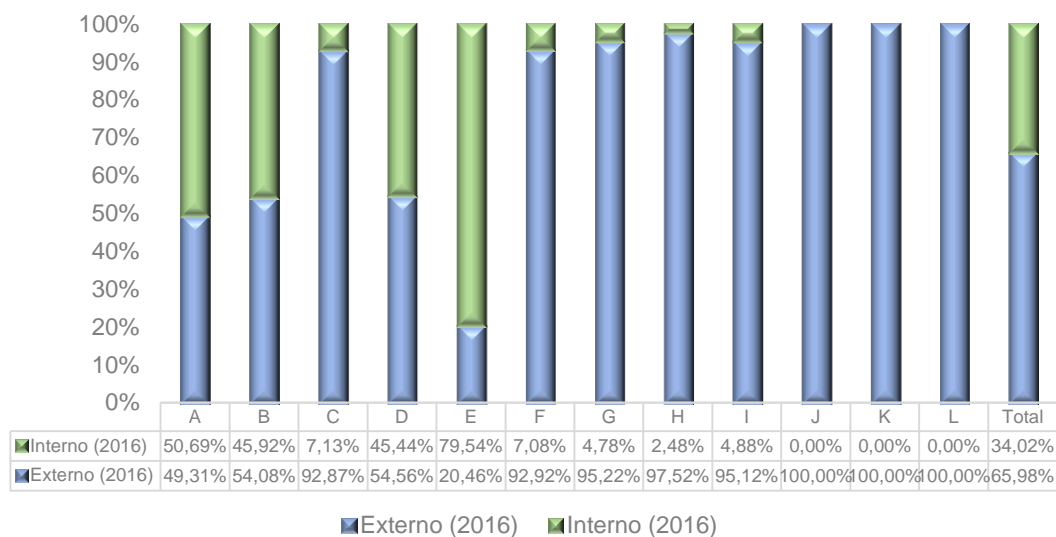


Figura 52. Comparación Uso de Transporte CeDis Octubre 2016

Los vehículos externos tipo 3S2 realizan la mayor cantidad de movimientos a los CeDis A, B, E y F.

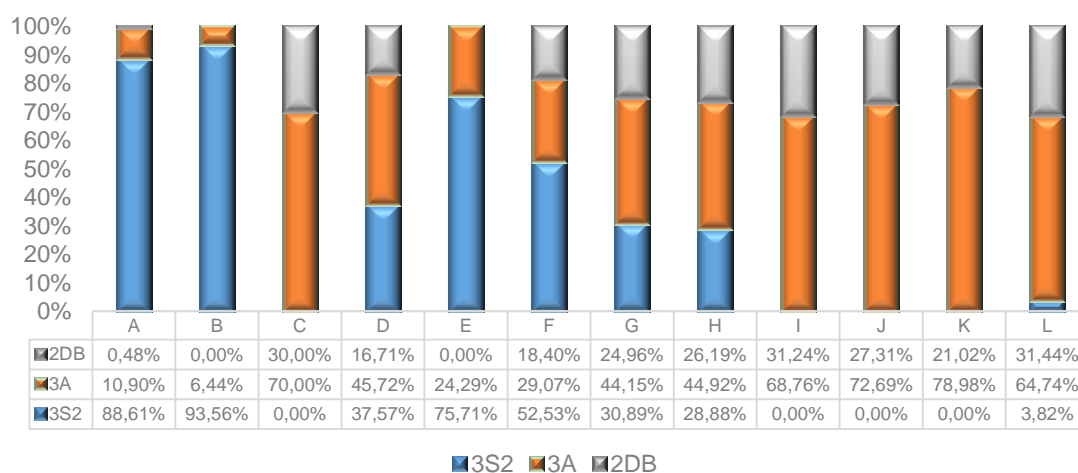
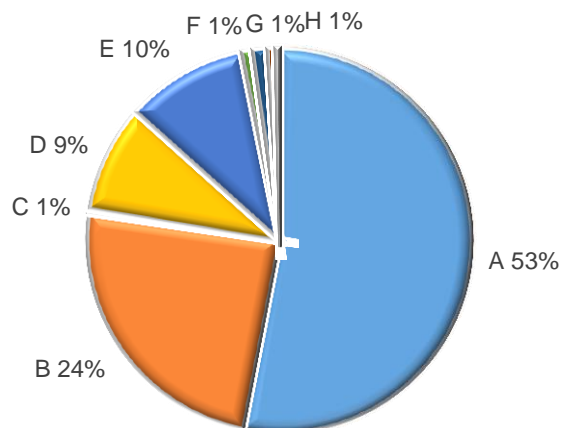


Figura 53. Transporte Externo por tipo de vehículo Octubre 2016

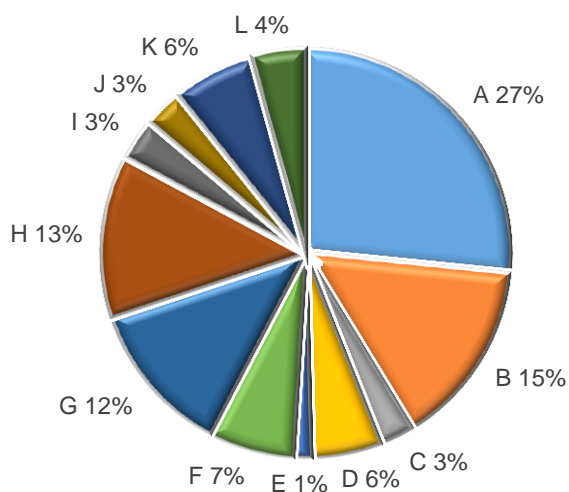
Los CeDis C, I, J y K son abastecidos exclusivamente por vehículos tipo 3A y 2DB.

El transporte interno abasteció principalmente a los CeDis A, B, E y D.



*Figura 54. Abastecimiento Transporte Interno por CeDis Octubre 2016*

El transporte externo abasteció a todos los CeDis, siendo los principales el A, B, H y G.



*Figura 55. Abastecimiento Transporte Externo por CeDis Octubre 2016*

### 3.4.1.11. Análisis Noviembre

El transporte externo movilizó el 60,30% del producto, mientras que el transporte interno el 39,70% del producto a los CeDis.

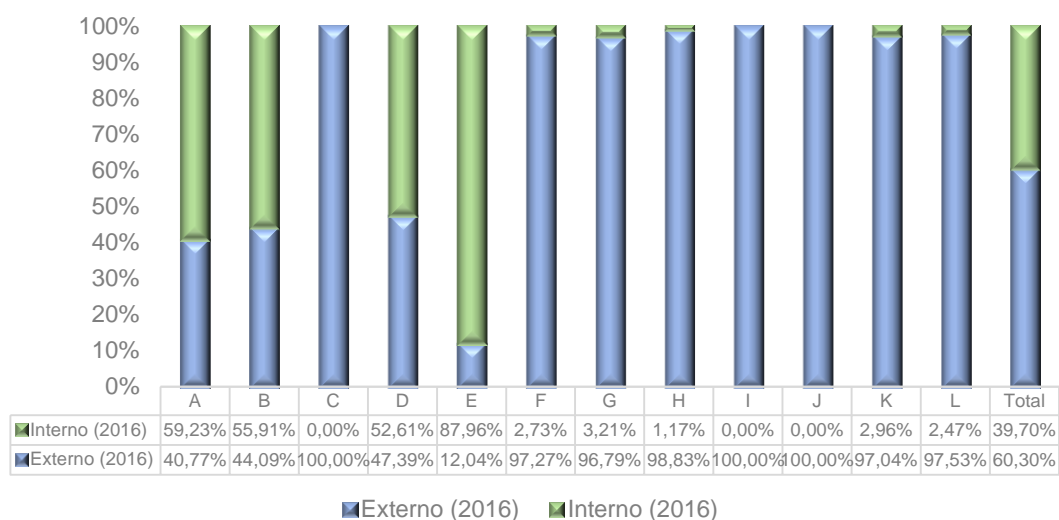


Figura 56. Comparación Uso de Transporte CeDis Noviembre 2016

Los vehículos externos tipo 3S2 realizan la mayor cantidad de movimientos a los CeDis A, y B.

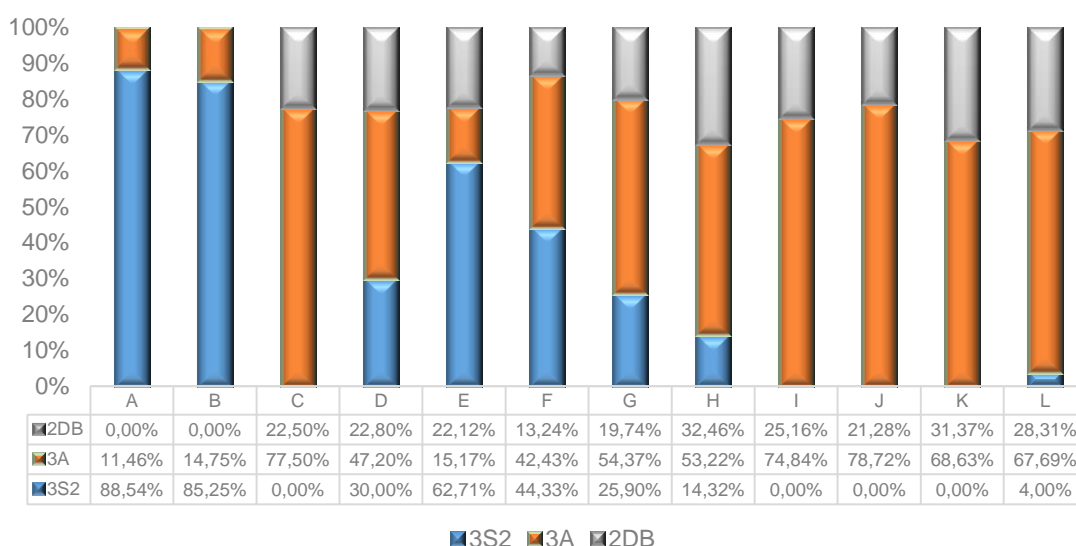
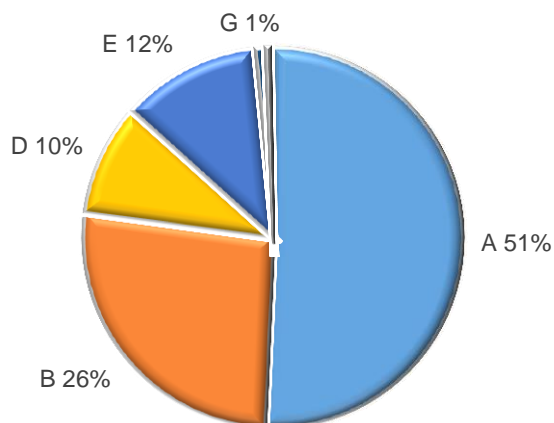


Figura 57. Transporte Externo por tipo de vehículo Noviembre 2016

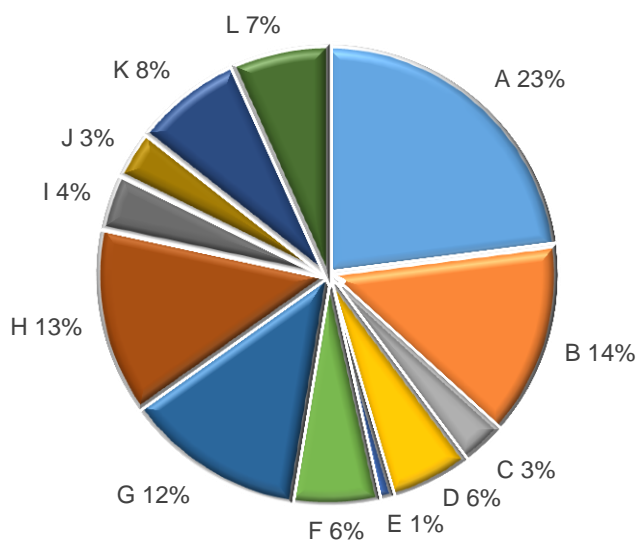
Los CeDis C, I, J y K son abastecidos exclusivamente por vehículos tipo 3A y 2DB.

El transporte interno abasteció principalmente a los CeDis A, B, E y D.



*Figura 58. Abastecimiento Transporte Interno por CeDis Noviembre 2016*

El transporte externo abasteció a todos los CeDis, siendo los principales el A, B, H, G y K.



*Figura 59. Abastecimiento Transporte Externo por CeDis Noviembre 2016*

### 3.4.1.12. Análisis Diciembre

El transporte externo movilizó el 57,82% del producto, mientras que el transporte interno el 42,18% del producto a los CeDis.

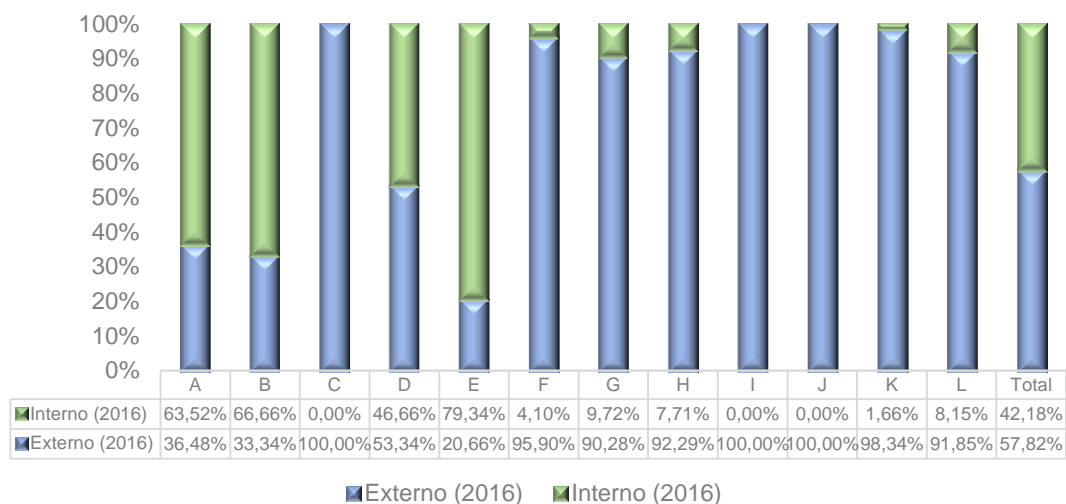


Figura 60. Comparación Uso de Transporte CeDis Diciembre 2016

Los vehículos externos tipo 3S2 realizan la mayor cantidad de movimientos a los CeDis A y B.

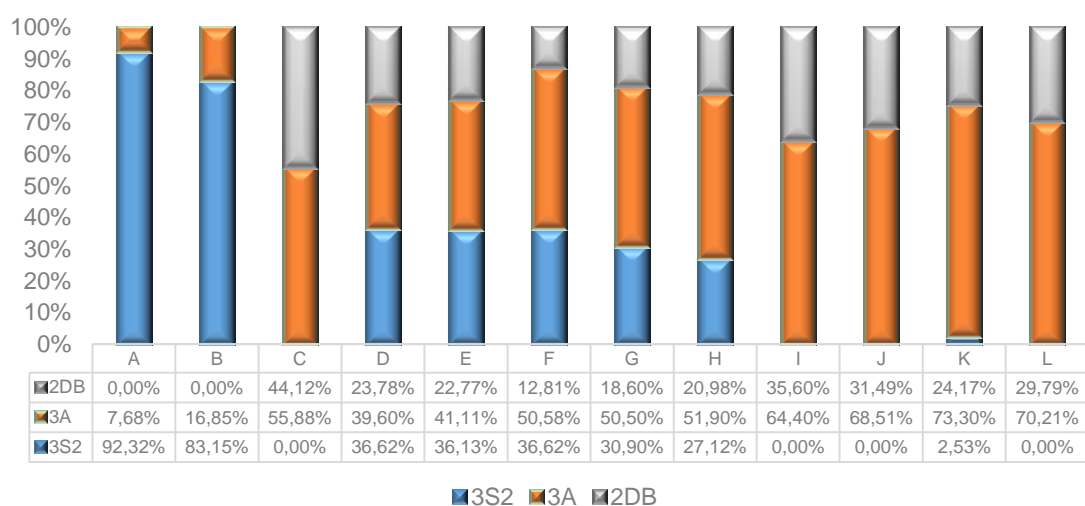
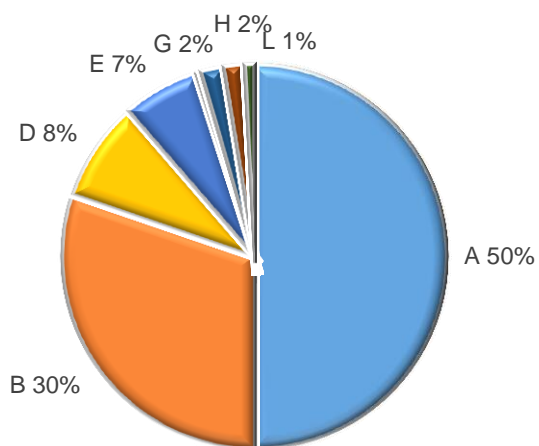


Figura 61. Transporte Externo por tipo de vehículo Diciembre 2016

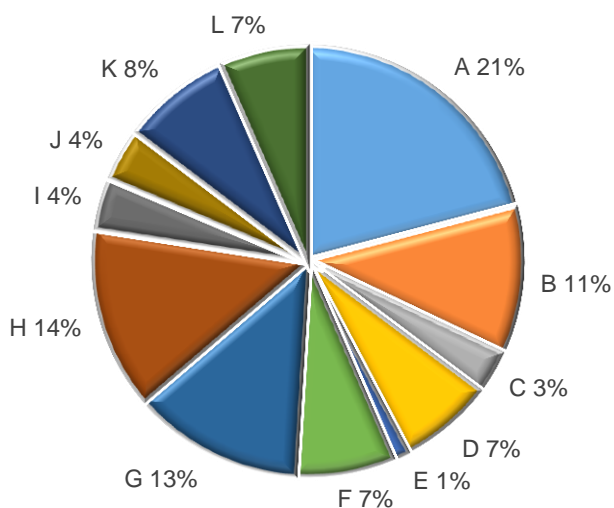
Los CeDis C, I, J y L son abastecidos exclusivamente por vehículos tipo 3A y 2DB.

El transporte interno abasteció principalmente a los CeDis A, B, D y E.



*Figura 62. Abastecimiento Transporte Interno por CeDis Diciembre 2016*

El transporte externo abasteció a todos los CeDis, siendo los principales el A, H, G y B.



*Figura 63. Abastecimiento Transporte Externo por CeDis Diciembre 2016*



### 3.4.1.13. Análisis Año 2016

El transporte interno movilizó 11.029.408 cajas que representa el 43,21%, mientras que el externo 14.493.831 equivalente al 56,79%.

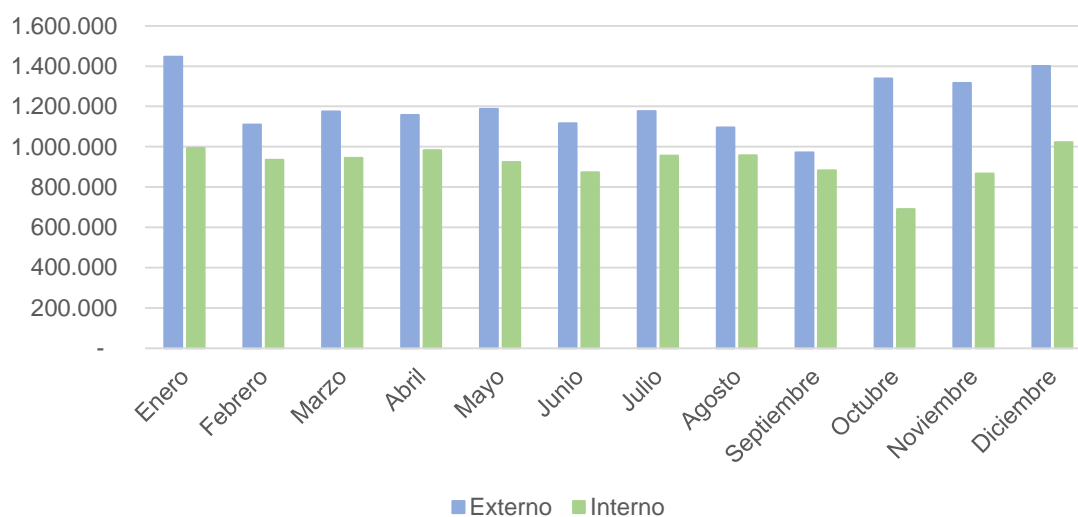


Figura 64. Cajas Movilizadas por Transporte Primario en 2016

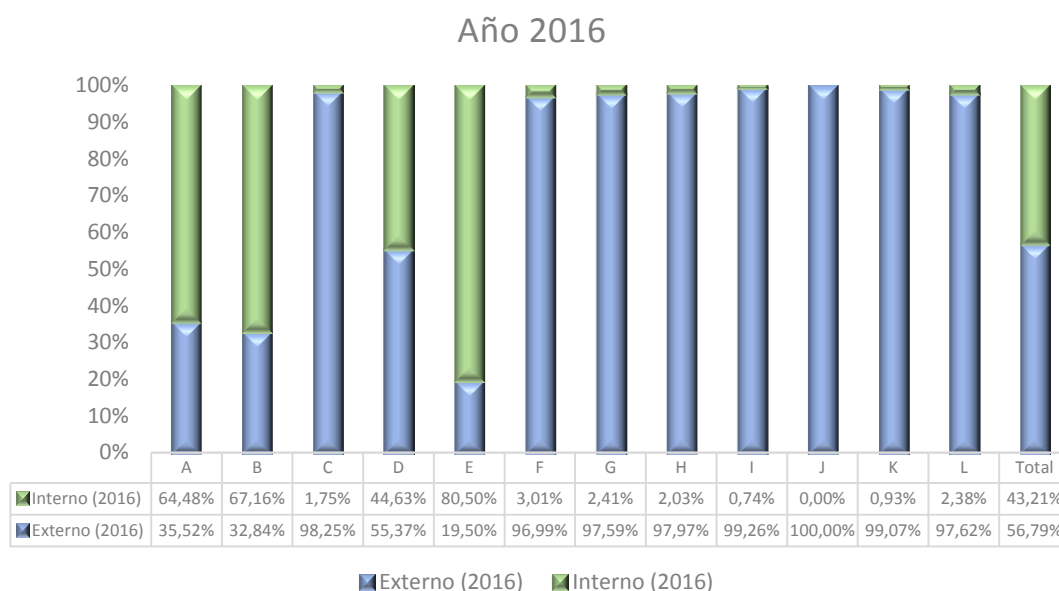


Figura 65. Comparación Uso de Transporte CeDis 2016

El transporte interno fue utilizado principalmente para movilizar producto a los CeDis A, B, D y E.

Los CeDis I y J fueron abastecidos exclusivamente por vehículos tipo 3A y 2DB.

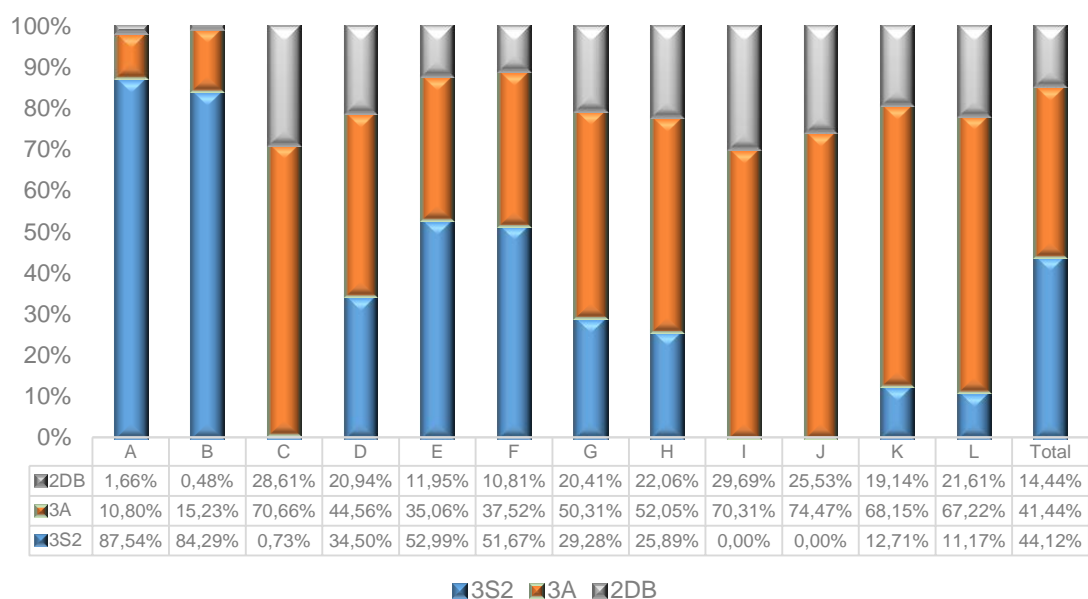


Figura 66. Transporte Externo por tipo de vehículo 2016

En el caso del transporte externo el 44,12% fue realizado por vehículos tipo 3S2, 41,44% por vehículos tipo 3A y 14,44% por vehículos 2DB.

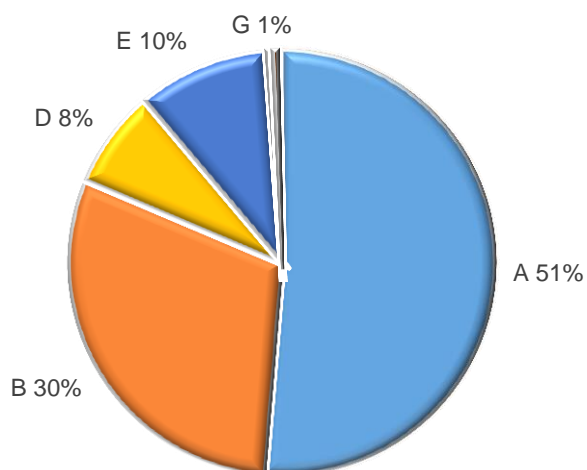
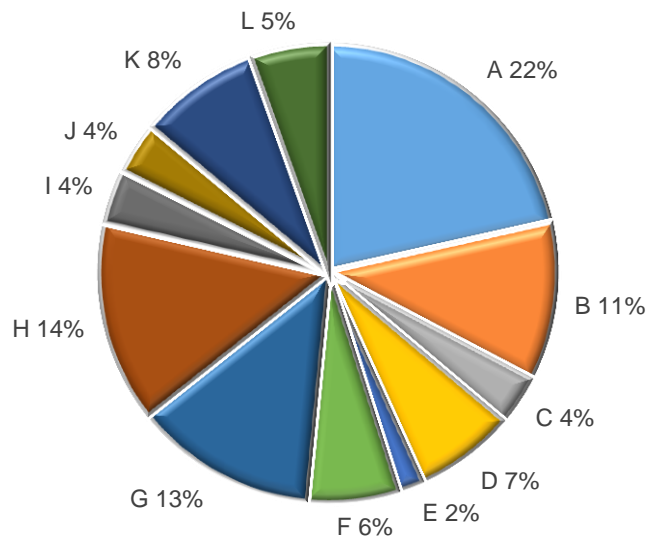


Figura 67. Abastecimiento Transporte Interno por CeDis 2016

El transporte externo abasteció a todos los CeDis, siendo los principales el A, H, G y B.



*Figura 68. Abastecimiento Transporte Externo por CeDis 2016*

### 3.5. Análisis de costo por caja movilizada

El total de producto movilizado en 2016 fue de 25.523.239 cajas, 11.029.408 cajas por transporte interno y 14.493.831 cajas por transporte externo:

Tabla 6.

*Detalle cajas movilizadas en 2016*

<b>Mes</b>	<b>Externo (cajas)</b>	<b>Interno (cajas)</b>	<b>Total (cajas)</b>
Enero	1.446.669	993.769	2.440.438
Febrero	1.110.751	934.472	2.045.223
Marzo	1.174.760	944.644	2.119.404
Abril	1.157.554	983.129	2.140.683
Mayo	1.187.134	924.140	2.111.274
Junio	1.116.262	873.527	1.989.789
Julio	1.176.797	955.098	2.131.895
Agosto	1.095.305	957.962	2.053.267
Septiembre	971.441	882.994	1.854.435
Octubre	1.339.633	690.707	2.030.340
Noviembre	1.316.483	866.764	2.183.247
Diciembre	1.401.042	1.022.202	2.423.244
<b>Total</b>	<b>14.493.831</b>	<b>11.029.408</b>	<b>25.523.239</b>

Los valores cancelados en 2016 por movimiento de producto fueron: \$ 1.536.346,09 dólares al transporte externo y \$ 634.190,96 al transporte interno.

Con esto se tiene que el costo por caja movilizada en 2016 fue de \$ 0,085 dólares.

Tabla 7.

*Costo por caja movilizada en 2016*

Detalle	Cajas	Valor (\$)	Costo caja (\$)
Externo	14.493.831	\$ 1.536.346,09	\$ 0,106
Interno	11.029.408	\$ 634.190,96	\$ 0,058
<b>Total</b>	<b>25.523.239</b>	<b>\$ 2.170.537,05</b>	<b>\$ 0,085</b>

### 3.6. Análisis Causa-Raíz

#### 3.6.1. Lluvia de ideas

- No existe análisis técnico para asignar viajes a transporte interno y externo.
- No se dispone de sistema de seguimiento a las unidades una vez que salen de Planta Quito.
- Falta de aprovechamiento de la capacidad de carga de cada tipo de vehículo.
- No se aprovecha la capacidad máxima de despacho al usar vehículos externos tipo 2DB.

### 3.6.2. Identificación de la Causa Raíz

<b>Método</b>	Causa	No existe un método para la asignación de viajes a los CeDis.
	Por qué?	No existe análisis técnico para asignar viajes a transporte interno y externo.
<b>Método</b>	Causa	Falta de aprovechamiento de la capacidad de carga de cada tipo de vehículo.
	Por qué?	No existe análisis técnico para asignar viajes a transporte interno y externo.
<b>Método</b>	Causa	No se aprovecha la capacidad máxima de despacho al usar vehículos externos tipo 2DB.
	Por qué?	No existe análisis técnico para asignar viajes a transporte interno y externo.
<b>Materiales</b>	Causa	No se dispone de sistema de seguimiento a las unidades una vez que salen de Planta Quito.
	Por qué?	No se tiene implementado sistema de seguimiento rastreo satelital en tiempo real.

### 3.6.3. Plan de Acción

<b>Causa Raíz</b>	<b>Plan de Acción</b>
No existe análisis técnico para asignar viajes a transporte interno y externo.	Diseñar un modelo de optimización que considere todas las variables.
No se tiene implementado sistema de seguimiento rastreo satelital en tiempo real.	Implementar un sistema de rastreo satelital.

#### 4. CAPÍTULO IV: RESOLUCIÓN TÉCNICA Y FINANCIERA A SOLUCIONAR LA PROBLEMÁTICA PLANTEADA

Como se pudo ver en Capítulo 3, el costo por caja movilizada en 2016 fue de \$ 0,085 dólares. El costo de caja movilizada por transporte externo fue de \$ 0,106 dólares, mientras que el costo con transporte interno fue de \$ 0,058 dólares por caja movilizada. Lo que se quiere es encontrar un modelo que optimización que reduzca este valor de \$ 0,085 dólares por caja movilizada para minimizar el costo de distribución primaria.

Para esto se van a tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- No usar vehículos tipo 2DB debido a la poca capacidad de carga y a las restricciones de ingreso y salida de vehículos.
- Para el abastecimiento de los CeDis I y J se va a usar exclusivamente vehículos tipo 3A debido a las limitaciones de espacio que existen en estos dos centros de distribución.

#### 4.1. Capacidades y Demandas

##### 4.1.1. Disponibilidad de vehículos

La siguiente detalla la disponibilidad de unidades por tipo de vehículo.

Tabla 8.

*Disponibilidad de vehículos*

Vehículo	Cantidad (u)
3S3	10
3S2	11
3A	16

#### 4.1.2. Capacidad de vehículos

La siguiente tabla muestra la capacidad en cajas que tiene cada tipo de vehículo.

Tabla 9.

*Disponibilidad de vehículos*

Vehículo	Capacidad (cajas)
3S3	2.664
3S2	2.072
3A	1.184

#### 4.1.3. Demanda mensual promedio por CeDis

En la siguiente tabla podemos ver la demanda mensual en cajas que tiene cada centro de distribución.

Tabla 10.

*Demanda mensual promedio por CeDis*

CeDis	Demanda Mes CeDis (cajas)
A	731.392
B	410.593
C	43.353
D	154.628
E	110.933
F	80.421
G	159.046
H	174.648
I	46.551
J	44.461
K	103.743
L	67.167



#### 4.1.4. Requerimiento de viajes por tipo de vehículo

La siguiente tabla nos muestra el requerimiento de viajes por tipo de vehículo.

Tabla 11.

*Requerimiento en viajes por tipo de vehículo*

CeDis	3S3 (viajes)	3S2 (viajes)	3A (viajes)
A	275	353	618
B	154	198	347
C	16	21	37
D	58	75	131
E	42	54	94
F	30	39	68
G	60	77	134
H	66	84	148
I	17	22	39
J	17	21	38
K	39	50	88
L	25	32	57

#### 4.1.5. Capacidad mensual por tipo de vehículo

Para el cálculo de la capacidad diaria a cada CeDis se consideraron las siguientes variables:

- Distancia viaje redondo (ida y vuelta).
- Tiempo total disponible.
- Tiempo de carga en el origen.
- Tiempo de descarga en el destino.
- Velocidad promedio.

La siguiente tabla nos da el número de viajes al mes que puede realizar un vehículo dependiendo el Centro de Distribución:

Tabla 12.

*Capacidad mensual por vehículo*

<b>CeDis</b>	<b>Número de viajes al mes</b>
A	72
B	50
C	21
D	33
E	43
F	33
G	27
H	23
I	24
J	21
K	19
L	18

#### 4.1.6. Capacidad total mensual por tipo de vehículo

En la siguiente tabla tenemos el número de viajes total mensual que puede realizar cada tipo de vehículo:

Tabla 13.

*Capacidad total mensual por tipo de vehículo*

CeDis	3S3	3S2	3A
A	723	796	1.157
B	496	546	794
C	210	231	336
D	331	364	529
E	425	468	680
F	331	364	529
G	273	300	436
H	233	256	373
I	243	268	389
J	208	229	333
K	193	212	309
L	183	202	293

#### 4.2. Formulación del Modelo de Optimización

$$\text{Min } (Z) = \sum_{i=1}^3 \cdot \sum_{j=A}^L C_{ij} \cdot X_{ij}$$

donde:

i = 1 (para vehículos internos tipo 3S3)

i = 2 (para transportes externos tipo 3S2)

i = 3 (para transportes externos tipo 3A)

$j = A$  (CeDis A)

$j = B$  (CeDis B)

$j = C$  (CeDis C)

$j = D$  (CeDis D)

$j = E$  (CeDis E)

$j = F$  (CeDis F)

$j = G$  (CeDis G)

$j = H$  (CeDis H)

$j = I$  (CeDis I)

$j = J$  (CeDis J)

$j = K$  (CeDis K)

$j = L$  (CeDis L)

$C_{ij}$  = Costo de enviar un vehículo  $i$  a un destino  $j$

$X_{ij}$  = Cantidad de viajes usados al destino  $j$

$Z$  = función costo de enviar vehículos para satisfacer las demandas a CeDis (A hasta L)

#### 4.2.1. Función Objetivo

$$\begin{aligned} \text{Min } (Z) = & C1A.X1A + C1B.X1B + C1C.X1C + C1D.X1D + C1E.X1E + C1F.X1F \\ & + C1G.X1G + C1H.X1H + C1I.X1I + C1J.X1J + C1K.X1K + C1L.X1L + \\ & C2A.X2A + C2B.X2B + C2C.X2C + C2D.X2D + C2E.X2E + C2F.X2F + \\ & C2G.X2G + C2H.X2H + C2I.X2I + C2J.X2J + C2K.X2K + C2L.X2L + C3A.X3A \\ & + C3B.X3B + C3C.X3C + C3D.X3D + C3E.X3E + C3F.X3F + C3G.X3G + \\ & C3H.X3H + C3I.X3I + C3J.X3J + C3K.X3K + C3L.X3L \end{aligned}$$

#### 4.2.2. Constantes

Costos (C):

C1A = Costo de viaje realizado por vehículos internos (3S3) al CeDis A.

C1B = Costo de viaje realizado por vehículos internos (3S3) al CeDis B.

C1C = Costo de viaje realizado por vehículos internos (3S3) al CeDis C.

C1D = Costo de viaje realizado por vehículos internos (3S3) al CeDis D.

C1E = Costo de viaje realizado por vehículos internos (3S3) al CeDis E.

C1F = Costo de viaje realizado por vehículos internos (3S3) al CeDis F.

C1G = Costo de viaje realizado por vehículos internos (3S3) al CeDis G.

C1H = Costo de viaje realizado por vehículos internos (3S3) al CeDis H.

C1I = Costo de viaje realizado por vehículos internos (3S3) al CeDis I.

C1J = Costo de viaje realizado por vehículos internos (3S3) al CeDis J.

C1K = Costo de viaje realizado por vehículos internos (3S3) al CeDis K.

C1L = Costo de viaje realizado por vehículos internos (3S3) al CeDis L.

C2A = Costo de viaje realizado por vehículos externos (3S2) al CeDis A.

C2B = Costo de viaje realizado por vehículos externos (3S2) al CeDis B.

C2C = Costo de viaje realizado por vehículos externos (3S2) al CeDis C.

C2D = Costo de viaje realizado por vehículos externos (3S2) al CeDis D.

C2E = Costo de viaje realizado por vehículos externos (3S2) al CeDis E.

C2F = Costo de viaje realizado por vehículos externos (3S2) al CeDis F.

C2G = Costo de viaje realizado por vehículos externos (3S2) al CeDis G.

C2H = Costo de viaje realizado por vehículos externos (3S2) al CeDis H.

C2I = Costo de viaje realizado por vehículos externos (3S2) al CeDis I.

C2J = Costo de viaje realizado por vehículos externos (3S2) al CeDis J.

C2K = Costo de viaje realizado por vehículos externos (3S2) al CeDis K.

C2L = Costo de viaje realizado por vehículos externos (3S2) al CeDis L.

C3A = Costo de viaje realizado por vehículos externos (3A) al CeDis A.

C3B = Costo de viaje realizado por vehículos externos (3A) al CeDis B.

C3C = Costo de viaje realizado por vehículos externos (3A) al CeDis C.

C3D = Costo de viaje realizado por vehículos externos (3A) al CeDis D.

C3E = Costo de viaje realizado por vehículos externos (3A) al CeDis E.  
 C3F = Costo de viaje realizado por vehículos externos (3A) al CeDis F.  
 C3G = Costo de viaje realizado por vehículos externos (3A) al CeDis G.  
 C3H = Costo de viaje realizado por vehículos externos (3A) al CeDis H.  
 C3I = Costo de viaje realizado por vehículos externos (3A) al CeDis I.  
 C3J = Costo de viaje realizado por vehículos externos (3A) al CeDis J.  
 C3K = Costo de viaje realizado por vehículos externos (3A) al CeDis K.  
 C3L = Costo de viaje realizado por vehículos externos (3A) al CeDis L.

#### 4.2.3. Variables de decisión

Número de viajes (X):

X1A = # viajes realizados por vehículos internos (3S3) al CeDis A.  
 X1B = # viajes realizados por vehículos internos (3S3) al CeDis B.  
 X1C = # viajes realizados por vehículos internos (3S3) al CeDis C.  
 X1D = # viajes realizados por vehículos internos (3S3) al CeDis D.  
 X1E = # viajes realizados por vehículos internos (3S3) al CeDis E.  
 X1F = # viajes realizados por vehículos internos (3S3) al CeDis F.  
 X1G = # viajes realizados por vehículos internos (3S3) al CeDis G.  
 X1H = # viajes realizados por vehículos internos (3S3) al CeDis H.  
 X1I = # viajes realizados por vehículos internos (3S3) al CeDis I.  
 X1J = # viajes realizados por vehículos internos (3S3) al CeDis J.  
 X1K = # viajes realizados por vehículos internos (3S3) al CeDis K.  
 X1L = # viajes realizados por vehículos internos (3S3) al CeDis L.

X2A = # viajes realizados por vehículos externos (3S2) al CeDis A.  
 X2B = # viajes realizados por vehículos externos (3S2) al CeDis B.  
 X2C = # viajes realizados por vehículos externos (3S2) al CeDis C.  
 X2D = # viajes realizados por vehículos externos (3S2) al CeDis D.  
 X2E = # viajes realizados por vehículos externos (3S2) al CeDis E.  
 X2F = # viajes realizados por vehículos externos (3S2) al CeDis F.  
 X2G = # viajes realizados por vehículos externos (3S2) al CeDis G.  
 X2H = # viajes realizados por vehículos externos (3S2) al CeDis H.

X2I = # viajes realizados por vehículos externos (3S2) al CeDis I.  
 X2J = # viajes realizados por vehículos externos (3S2) al CeDis J.  
 X2K = # viajes realizados por vehículos externos (3S2) al CeDis K.  
 X2L = # viajes realizados por vehículos externos (3S2) al CeDis L.

X3A = # viajes realizados por vehículos externos (3A) al CeDis A.  
 X3B = # viajes realizados por vehículos externos (3A) al CeDis B.  
 X3C = # viajes realizados por vehículos externos (3A) al CeDis C.  
 X3D = # viajes realizados por vehículos externos (3A) al CeDis D.  
 X3E = # viajes realizados por vehículos externos (3A) al CeDis E.  
 X3F = # viajes realizados por vehículos externos (3A) al CeDis F.  
 X3G = # viajes realizados por vehículos externos (3A) al CeDis G.  
 X3H = # viajes realizados por vehículos externos (3A) al CeDis H.  
 X3I = # viajes realizados por vehículos externos (3A) al CeDis I.  
 X3J = # viajes realizados por vehículos externos (3A) al CeDis J.  
 X3K = # viajes realizados por vehículos externos (3A) al CeDis K.  
 X3L = # viajes realizados por vehículos externos (3A) al CeDis L.

#### 4.2.4. Formulación Matemática

$$\begin{aligned} \text{Min (Z)} = & 55X1A + 97X1B + 460X1C + 247X1D + 162X1E + 223X1F + 305X1G \\ & + 385X1H + 329X1I + 429X1J + 445X1K + 477X1L + 45X2A + 80X2B + \\ & 360X2C + 250X2D + 180X2E + 215X2F + 270X2G + 330X2H + 320X2I + \\ & 360X2J + 460X2K + 500X2L + 40X3A + 70X3B + 230X3C + 160X3D + 120X3E \\ & + 140X3F + 180X3G + 210X3H + 210X3I + 230X3J + 295X3K + 320X3L \end{aligned}$$

#### 4.3. Restricciones

El objetivo es satisfacer la demanda de los centros respetando la cantidad de vehículos disponibles, así como sus capacidades al menor costo posible, considerando las siguientes restricciones:

#### 4.3.1. Cumplir con el abastecimiento requerido por cada Cedis

Estas restricciones aseguran el abastecimiento del requerimiento mensual de cajas:

X1A≤275

X1B≤155

X1C≤17

X1D≤59

X1E≤42

X1F≤31

X1G≤60

X1H≤66

X1I≤18

X1J≤17

X1K≤39

X1L≤26

X2A≤353

X2B≤199

X2C≤21

X2D≤75

X2E≤54

X2F≤39

X2G≤77

X2H≤85

X2I≤23

X2J≤22

X2K≤51

X2L≤33

X3A≤618

X3B≤347



$$X3C \leq 37$$

$$X3D \leq 131$$

$$X3E \leq 94$$

$$X3F \leq 68$$

$$X3G \leq 135$$

$$X3H \leq 148$$

$$X3I \leq 40$$

$$X3J \leq 38$$

$$X3K \leq 88$$

$$X3L \leq 57$$

#### 4.3.2. Satisfacer la demanda por CeDis

Estas restricciones nos aseguran que a cada centro se abastezca entre los tres tipos de transporte con lo demandado y para darle algo de holgura se colocan las condiciones  $\geq$ .

$$2664(X1A) + 2072(X2A) + 1184(X3A) \geq 731392$$

$$2664(X1B) + 2072(X2B) + 1184(X3B) \geq 410593$$

$$2664(X1C) + 2072(X2C) + 1184(X3C) \geq 43353$$

$$2664(X1D) + 2072(X2D) + 1184(X3D) \geq 154628$$

$$2664(X1E) + 2072(X2E) + 1184(X3E) \geq 110933$$

$$2664(X1F) + 2072(X2F) + 1184(X3F) \geq 80421$$

$$2664(X1G) + 2072(X2G) + 1184(X3G) \geq 159046$$

$$2664(X1H) + 2072(X2H) + 1184(X3H) \geq 174648$$

$$2664(X1I) + 2072(X2I) + 1184(X3I) \geq 46551$$

$$2664(X1J) + 2072(X2J) + 1184(X3J) \geq 44461$$

$$2664(X1K) + 2072(X2K) + 1184(X3K) \geq 103743$$

$$2664(X1L) + 2072(X2L) + 1184(X3L) \geq 67167$$

#### 4.3.3. Cumplir con la disponibilidad de viajes por tipo de vehículo a CeDis

Estas restricciones nos aseguran que por cada envío de los vehículos no sobrepase la cantidad de viajes que pueden tener por mes:

X1A≤723

X1B≤496

X1C≤210

X1D≤331

X1E≤425

X1F≤331

X1G≤273

X1H≤233

X1I≤243

X1J≤208

X1K≤193

X1L≤183

X2A≤796

X2B≤546

X2C≤231

X2D≤364

X2E≤468

X2F≤364

X2G≤300

X2H≤256

X2I≤268

X2J≤229

X2K≤212

X2L≤202

X3A≤1157

X3B≤794

$$X3C \leq 336$$

$$X3D \leq 529$$

$$X3E \leq 680$$

$$X3F \leq 529$$

$$X3G \leq 436$$

$$X3H \leq 373$$

$$X3I \leq 389$$

$$X3J \leq 333$$

$$X3K \leq 309$$

$$X3L \leq 293$$

#### 4.3.4. Cumplir con el uso de unidades existentes

Las siguientes restricciones limitan a respetar la cantidad de transporte existente:

Vehículos internos 3S3:

$$\frac{X1A}{72} + \frac{X1B}{50} + \frac{X1C}{21} + \frac{X1D}{33} + \frac{X1E}{43} + \frac{X1F}{33} + \frac{X1G}{27} + \frac{X1H}{23} + \frac{X1I}{24} + \frac{X1J}{21} + \frac{X1K}{19} + \frac{X1L}{18} \leq 10$$

Vehículos internos 3S2:

$$\frac{X2A}{72} + \frac{X2B}{50} + \frac{X2C}{21} + \frac{X2D}{33} + \frac{X2E}{43} + \frac{X2F}{33} + \frac{X2G}{27} + \frac{X2H}{23} + \frac{X2I}{24} + \frac{X2J}{21} + \frac{X2K}{19} + \frac{X2L}{18} \leq 11$$

Vehículos internos 3A:

$$\frac{X3A}{72} + \frac{X3B}{50} + \frac{X3C}{21} + \frac{X3D}{33} + \frac{X3E}{43} + \frac{X3F}{33} + \frac{X3G}{27} + \frac{X3H}{23} + \frac{X3I}{24} + \frac{X3J}{21} + \frac{X3K}{19} + \frac{X3L}{18} \leq 16$$

#### 4.4. Resultados

Los resultados obtenidos en número de viajes son:

Tabla 14.

*Número de viajes sugerido por el Modelo de Optimización*

X1A	190	X2A	107	X3A	3
X1B	90	X2B	82	X3B	1
X1C	0	X2C	17	X3C	7
X1D	39	X2D	24	X3D	1
X1E	41	X2E	0	X3E	2
X1F	1	X2F	37	X3F	1
X1G	0	X2G	74	X3G	5
X1H	0	X2H	56	X3H	50
X1I	0	X2I	0	X3I	40
X1J	0	X2J	0	X3J	38
X1K	39	X2K	0	X3K	0
X1L	25	X2L	0	X3L	1

Lo que corresponde en cajas a:

Tabla 15.

*Cantidad de cajas sugerido por el Modelo de Optimización*

X1A	506.160	X2A	221.704	X3A	3.552
X1B	239.760	X2B	169.904	X3B	1.184
X1C	0	X2C	35.224	X3C	8.288
X1D	103.896	X2D	49.728	X3D	1.184
X1E	109.224	X2E	0	X3E	2.368
X1F	2.664	X2F	76.664	X3F	1.184
X1G	0	X2G	153.328	X3G	5.920
X1H	0	X2H	116.032	X3H	59.200
X1I	0	X2I	0	X3I	47.360
X1J	0	X2J	0	X3J	44.992
X1K	103.896	X2K	0	X3K	0
X1L	66.600	X2L	0	X3L	1.184

Esto nos permite demostrar que el Modelo de Optimización satisface la demanda de CeDis:

Tabla 16.

*Cumplimiento de Demanda de CeDis*

CeDis	Resultado (cajas)		
A	731.416	>	731.392
B	410.848	>	410.593
C	43.512	>	43.353
D	154.808	>	154.628
E	111.592	>	110.933
F	80.512	>	80.421
G	159.248	>	159.046
H	175.232	>	174.648
I	47.360	>	46.551
J	44.992	>	44.461
K	103.896	>	103.743
L	67.784	>	67.167

#### 4.5. Análisis Económico del Modelo Propuesto

Los resultados obtenidos mediante el Modelo de Optimización se van a comparar con los resultados reales obtenidos en 2016.

El Modelo de Optimización da prioridad a los Centros de Distribución A, B, D, E, K, L.

En 2016 los Centros de Distribución K y L fueron abastecidos por transporte externo, mientras que el Modelo de Optimización sugiere usar el transporte interno para el abastecimiento de estos CeDis.

#### 4.5.1. Análisis Enero con el Modelo de Optimización

Este es la comparación de cajas movilizadas en Enero 2016 con lo sugerido por el Modelo de Optimización:

Tabla 17.

*Comparación cajas movilizadas Enero 2016 vs. Modelo Optimización*

CeDis	Real 2016			Modelo Optimización		
	Externo	Interno	Total	Externo	Interno	Total
<b>A</b>	336.937	512.694	849.631	343.656	506.160	849.816
<b>B</b>	161.923	326.340	488.263	248.640	239.760	488.400
<b>C</b>	45.202	0	45.202	42.624	2.664	45.288
<b>D</b>	109.911	56.785	166.696	106.264	61.272	167.536
<b>E</b>	26.126	97.950	124.076	10.064	114.552	124.616
<b>F</b>	96.177	0	96.177	96.496	0	96.496
<b>G</b>	179.565	0	179.565	179.672	0	179.672
<b>H</b>	191.855	0	191.855	192.104	0	192.104
<b>I</b>	53.348	0	53.348	54.464	0	54.464
<b>J</b>	50.277	0	50.277	50.912	0	50.912
<b>K</b>	129.239	0	129.239	2.368	127.872	130.240
<b>L</b>	66.109	0	66.109	2.368	63.936	66.304
<b>Total</b>	<b>1.446.669</b>	<b>993.769</b>	<b>2.440.438</b>	<b>1.329.632</b>	<b>1.116.216</b>	<b>2.445.848</b>

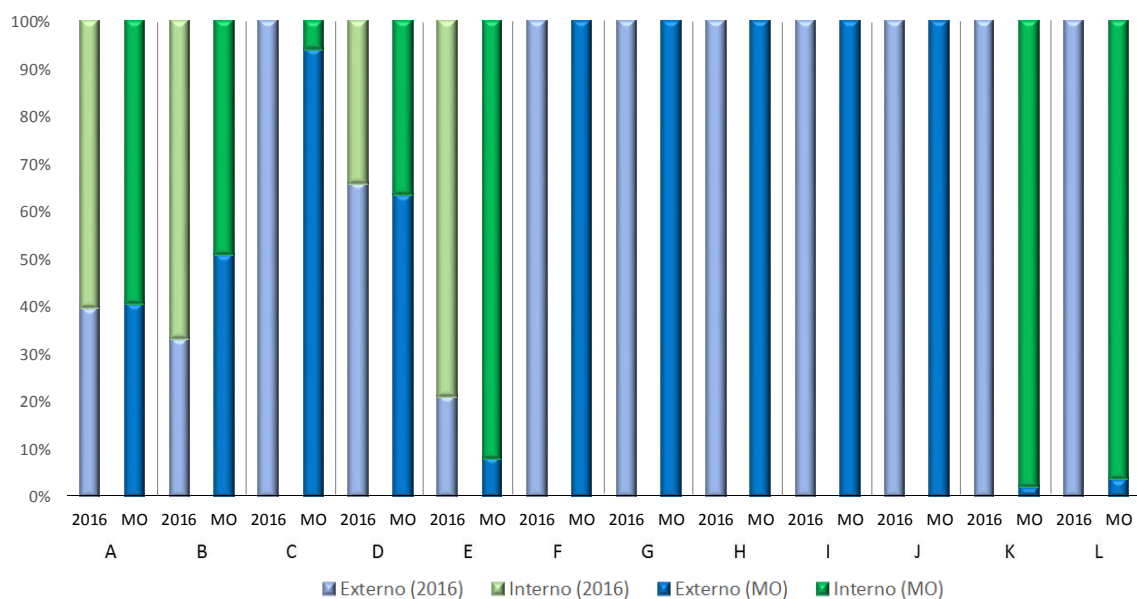


Figura 69. Comparación Cajas Movilizadas Real 2016 vs Modelo Optimización Enero

El Modelo de Optimización propuesto incrementa el uso de transporte interno de 40,72% a 45,64% y reduce la utilización de transporte externo de 59,28% a 54,36% para el movimiento del producto hacia los CeDis.

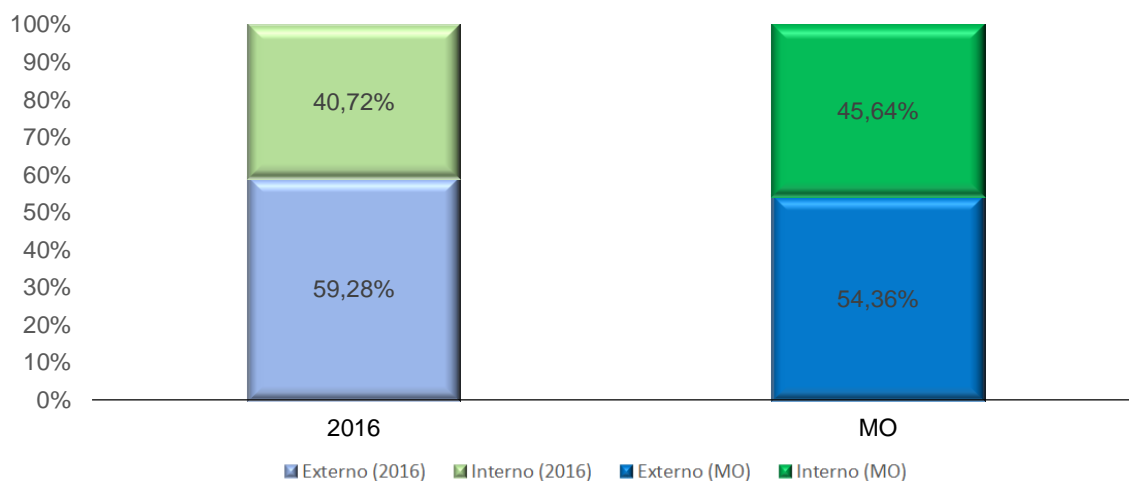


Figura 70. Comparación Cajas Movilizadas Real 2016 vs Modelo Optimización Total Enero

Esto representa un ahorro de \$ 17.835 dólares en el análisis del mes de Enero:

Mes	Real	Modelo	Ahorro
Enero	\$ 210.489	\$ 192.654	\$ 17.835

#### 4.5.2. Análisis Febrero con el Modelo de Optimización

Este es la comparación de cajas movilizadas en Febrero 2016 con lo sugerido por el Modelo de Optimización:

Tabla 18.

*Comparación cajas movilizadas Febrero 2016 vs. Modelo Optimización*

CeDis	Real 2016			Modelo Optimización		
	Externo	Interno	Total	Externo	Interno	Total
<b>A</b>	204.970	458.774	663.744	157.768	506.160	663.928
<b>B</b>	74.957	329.135	404.092	164.872	239.760	404.632
<b>C</b>	45.640	0	45.640	45.584	2.664	48.248
<b>D</b>	90.078	64.416	154.494	30.784	125.208	155.992
<b>E</b>	33.821	82.147	115.968	4.144	111.888	116.032
<b>F</b>	71.619	0	71.619	71.632	0	71.632
<b>G</b>	158.745	0	158.745	158.952	0	158.952
<b>H</b>	174.840	0	174.840	174.936	0	174.936
<b>I</b>	49.017	0	49.017	49.728	0	49.728
<b>J</b>	46.677	0	46.677	47.360	0	47.360
<b>K</b>	97.303	0	97.303	4.736	93.240	97.976
<b>L</b>	63.084	0	63.084	2.072	61.272	63.344
<b>Total</b>	<b>1.110.751</b>	<b>934.472</b>	<b>2.045.223</b>	<b>912.568</b>	<b>1.140.192</b>	<b>2.052.760</b>



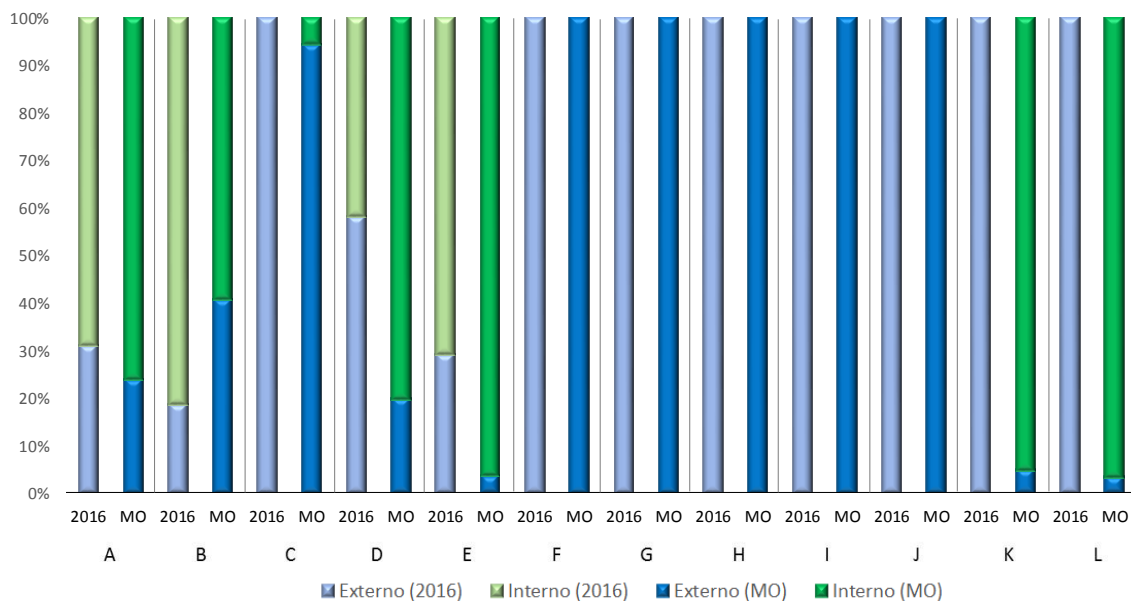


Figura 71. Comparación Cajas Movilizadas Real 2016 vs Modelo Optimización Febrero

El Modelo de Optimización propuesto incrementa el uso de transporte interno de 45,69% a 55,54% y reduce la utilización de transporte externo de 54,31% a 44,46% para el movimiento del producto hacia los CeDis.

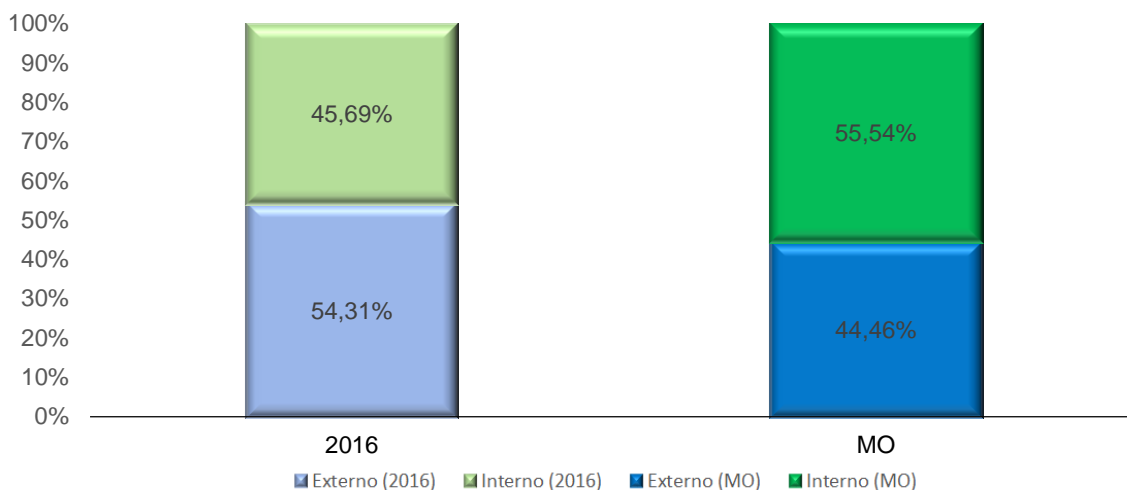


Figura 72. Comparación Cajas Movilizadas Real 2016 vs Modelo Optimización Total Febrero

Esto representa un ahorro de \$ 8.498 dólares en el análisis del mes de Febrero:

Mes	Real	Modelo	Ahorro
Febrero	\$ 171.472	\$ 162.973	\$ 8.498

#### 4.5.3. Análisis Marzo con el Modelo de Optimización

Este es la comparación de cajas movilizadas en Marzo 2016 con lo sugerido por el Modelo de Optimización:

Tabla 19.

*Comparación cajas movilizadas Marzo 2016 vs. Modelo Optimización*

CeDis	Real 2016			Modelo Optimización		
	Externo	Interno	Total	Externo	Interno	Total
<b>A</b>	214.559	518.714	733.273	227.328	506.160	733.488
<b>B</b>	78.478	307.288	385.766	146.224	239.760	385.984
<b>C</b>	48.570	0	48.570	48.840	0	48.840
<b>D</b>	95.786	48.757	144.543	36.408	109.224	145.632
<b>E</b>	35.566	69.885	105.451	2.368	103.896	106.264
<b>F</b>	75.468	0	75.468	70.744	5.328	76.072
<b>G</b>	168.251	0	168.251	168.424	0	168.424
<b>H</b>	185.259	0	185.259	185.592	0	185.592
<b>I</b>	52.680	0	52.680	53.280	0	53.280
<b>J</b>	49.826	0	49.826	50.912	0	50.912
<b>K</b>	103.334	0	103.334	5.624	98.568	104.192
<b>L</b>	66.983	0	66.983	1.184	66.600	67.784
<b>Total</b>	<b>1.174.760</b>	<b>944.644</b>	<b>2.119.404</b>	<b>996.928</b>	<b>1.129.536</b>	<b>2.126.464</b>

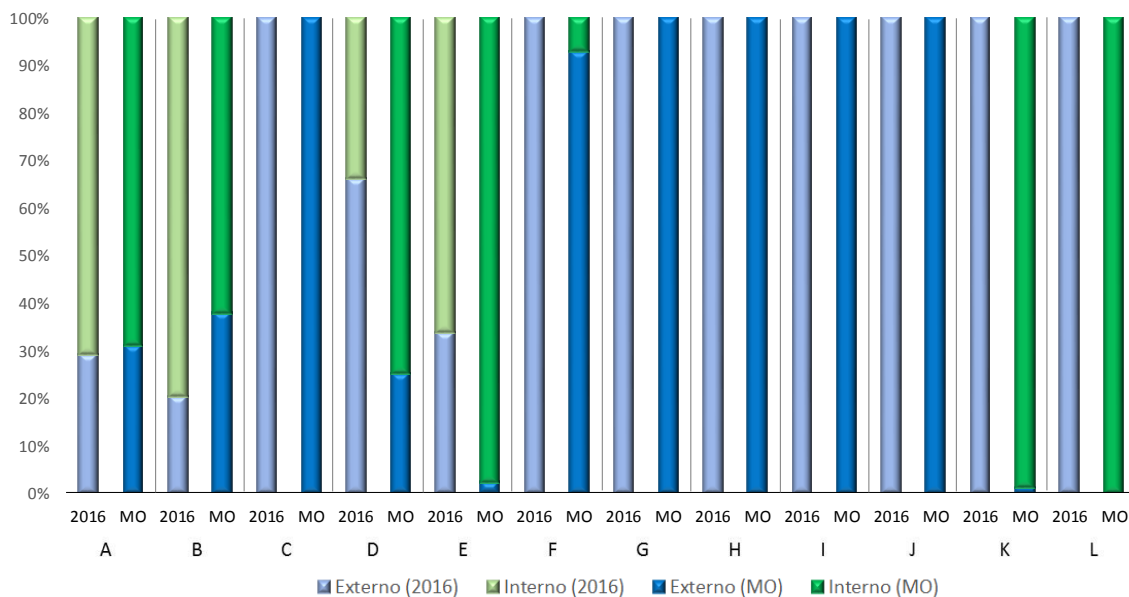


Figura 73. Comparación Cajas Movilizadas Real 2016 vs Modelo Optimización Marzo

El Modelo de Optimización propuesto incrementa el uso de transporte interno de 44,57% a 53,12% y reduce la utilización de transporte externo de 55,43% a 46,88% para el movimiento del producto hacia los CeDis.

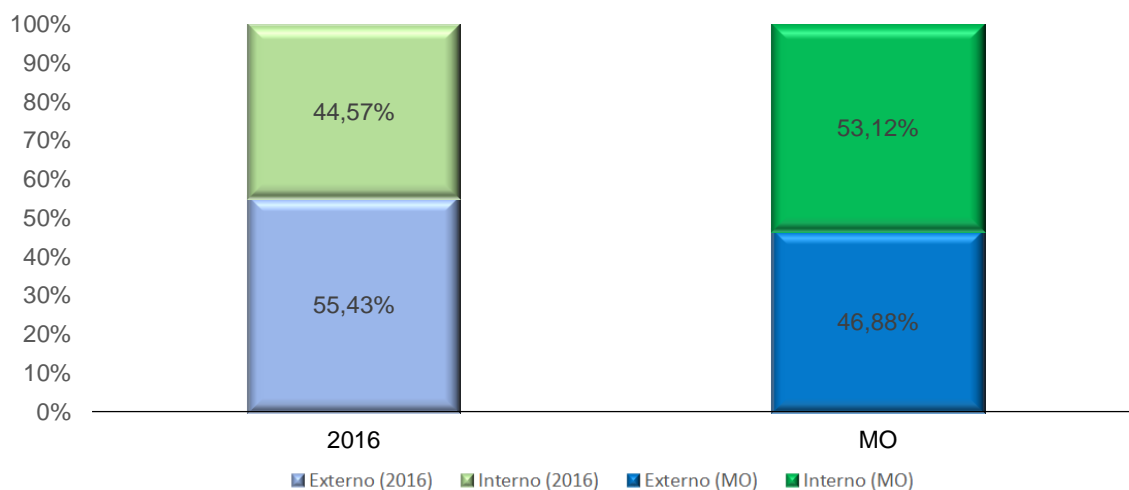


Figura 74. Comparación Cajas Movilizadas Real 2016 vs Modelo Optimización Total Marzo

Esto representa un ahorro de \$ 9.321 dólares en el análisis del mes de Marzo:

Mes	Real	Modelo	Ahorro
Marzo	\$ 178.842	\$ 169.520	\$ 9.321

#### 4.5.4. Análisis Abril con el Modelo de Optimización

Este es la comparación de cajas movilizadas en Abril 2016 con lo sugerido por el Modelo de Optimización:

Tabla 20.

*Comparación cajas movilizadas Abril 2016 vs. Modelo Optimización*

CeDis	Real 2016			Modelo Optimización		
	Externo	Interno	Total	Externo	Interno	Total
<b>A</b>	189.032	511.525	700.557	194.768	506.160	700.928
<b>B</b>	83.678	308.171	391.849	152.440	239.760	392.200
<b>C</b>	44.362	0	44.362	45.288	0	45.288
<b>D</b>	103.174	57.694	160.868	97.680	63.936	161.616
<b>E</b>	10.099	105.739	115.838	4.736	111.888	116.624
<b>F</b>	78.458	0	78.458	79.032	0	79.032
<b>G</b>	166.874	0	166.874	166.944	0	166.944
<b>H</b>	192.328	0	192.328	192.992	0	192.992
<b>I</b>	51.101	0	51.101	52.096	0	52.096
<b>J</b>	46.229	0	46.229	47.360	0	47.360
<b>K</b>	123.108	0	123.108	1.184	122.544	123.728
<b>L</b>	69.111	0	69.111	0	69.264	69.264
<b>Total</b>	<b>1.157.554</b>	<b>983.129</b>	<b>2.140.683</b>	<b>1.034.520</b>	<b>1.113.552</b>	<b>2.148.072</b>

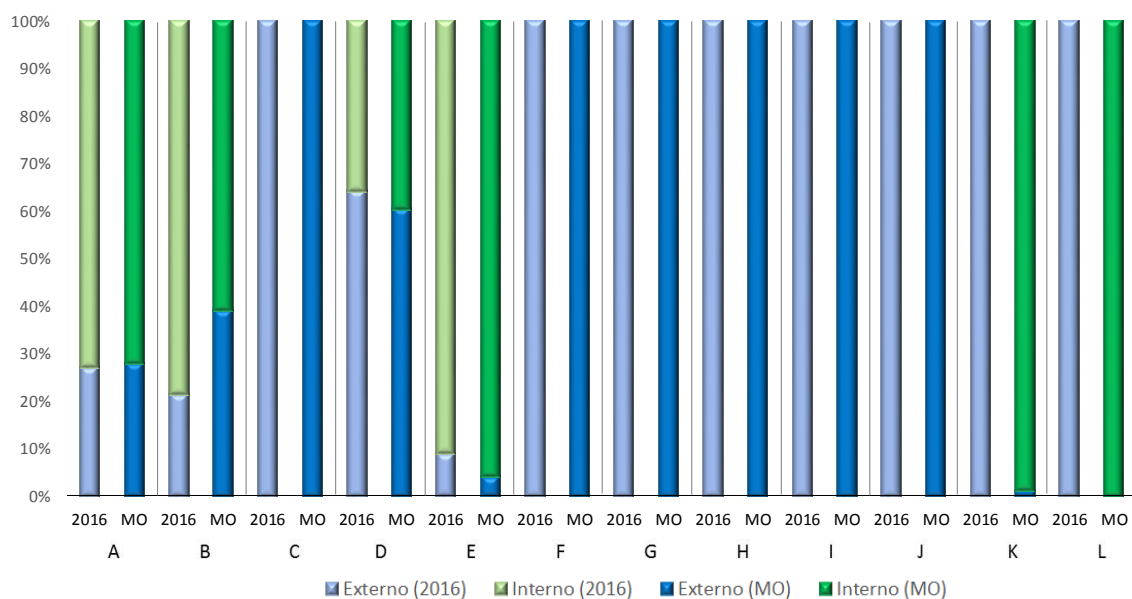


Figura 75. Comparación Cajas Movilizadas Real 2016 vs Modelo Optimización Abril

El Modelo de Optimización propuesto incrementa el uso de transporte interno de 45,93% a 51,84% y reduce la utilización de transporte externo de 54,07% a 48,16% para el movimiento del producto hacia los CeDis.

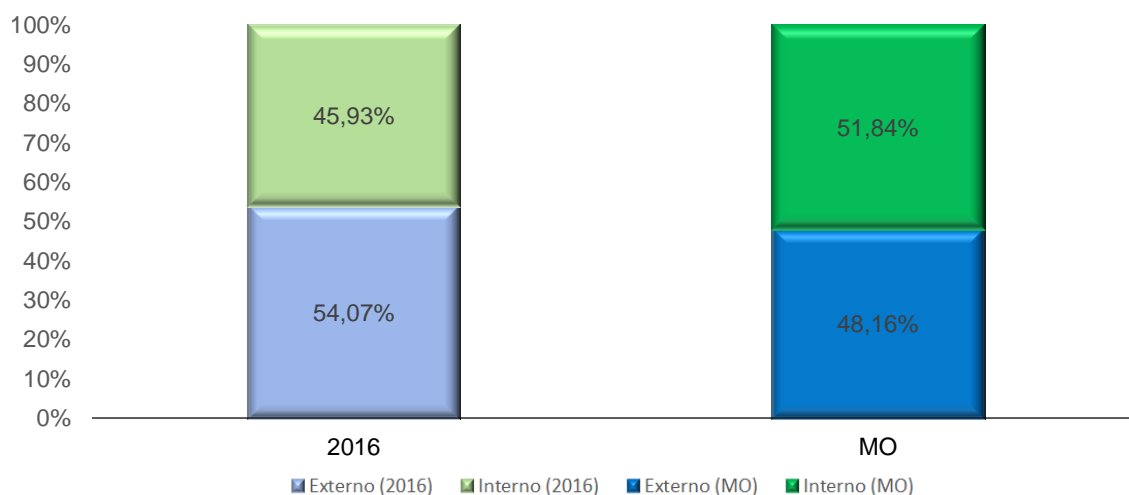


Figura 76. Comparación Cajas Movilizadas Real 2016 vs Modelo Optimización Total Abril

Esto representa un ahorro de \$ 2.632 dólares en el análisis del mes de Abril:

Mes	Real	Modelo	Ahorro
Abril	\$ 179.231	\$ 176.599	\$ 2.632

#### 4.5.5. Análisis Mayo con el Modelo de Optimización

Este es la comparación de cajas movilizadas en Mayo 2016 con lo sugerido por el Modelo de Optimización:

Tabla 21.

*Comparación cajas movilizadas Mayo 2016 vs. Modelo Optimización*

CeDis	Real 2016			Modelo Optimización		
	Externo	Interno	Total	Externo	Interno	Total
<b>A</b>	253.016	478.578	731.594	226.144	506.160	732.304
<b>B</b>	117.524	291.627	409.151	169.608	239.760	409.368
<b>C</b>	39.585	0	39.585	39.664	0	39.664
<b>D</b>	66.702	76.868	143.570	23.976	119.880	143.856
<b>E</b>	22.914	70.328	93.242	3.552	90.576	94.128
<b>F</b>	91.692	1.656	93.348	94.424	0	94.424
<b>G</b>	155.518	0	155.518	156.584	0	156.584
<b>H</b>	185.741	2.347	188.088	188.256	0	188.256
<b>I</b>	41.824	0	41.824	42.624	0	42.624
<b>J</b>	45.151	0	45.151	46.176	0	46.176
<b>K</b>	106.729	0	106.729	1.184	106.560	107.744
<b>L</b>	60.738	2.736	63.474	0	63.936	63.936
<b>Total</b>	<b>1.187.134</b>	<b>924.140</b>	<b>2.111.274</b>	<b>992.192</b>	<b>1.126.872</b>	<b>2.119.064</b>

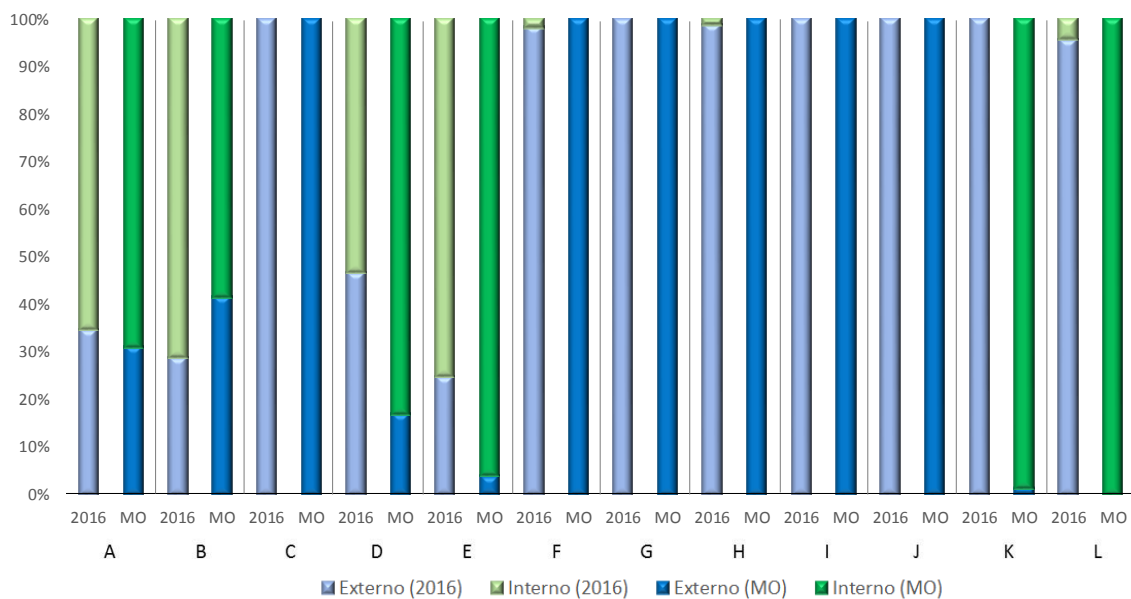


Figura 77. Comparación Cajas Movilizadas Real 2016 vs Modelo Optimización Mayo

El Modelo de Optimización propuesto incrementa el uso de transporte interno de 43,77% a 53,18% y reduce la utilización de transporte externo de 56,23% a 46,82% para el movimiento del producto hacia los CeDis.

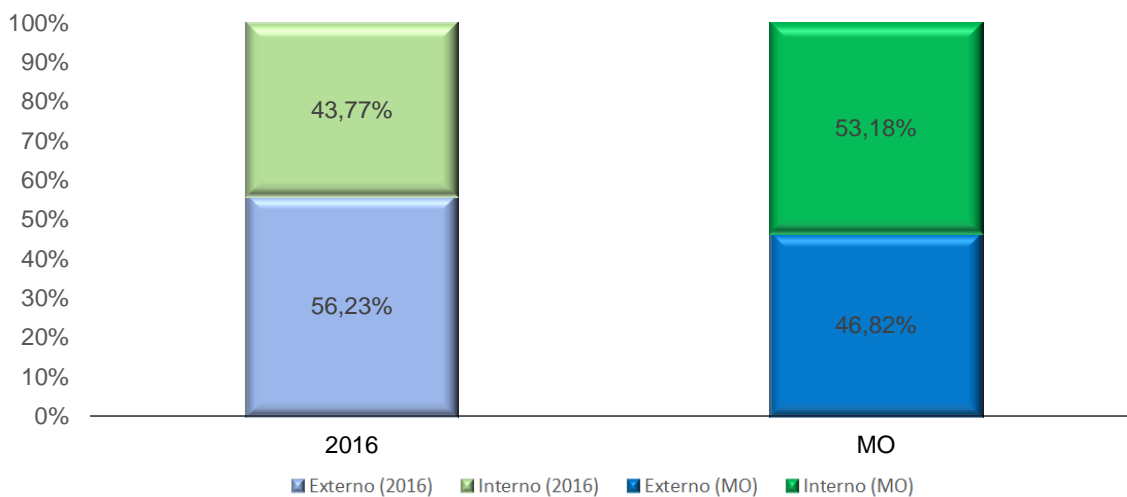


Figura 78. Comparación Cajas Movilizadas Real 2016 vs Modelo Optimización Total Mayo

Esto representa un ahorro de \$ 13.854 dólares en el análisis del mes de Mayo:

Mes	Real	Modelo	Ahorro
Mayo	\$ 178.974	\$ 165.120	\$ 13.854

#### 4.5.6. Análisis Junio con el Modelo de Optimización

Este es la comparación de cajas movilizadas en Junio 2016 con lo sugerido por el Modelo de Optimización:

Tabla 22.

*Comparación cajas movilizadas Junio 2016 vs. Modelo Optimización*

CeDis	Real 2016			Modelo Optimización		
	Externo	Interno	Total	Externo	Interno	Total
<b>A</b>	246.813	459.248	706.061	200.096	506.160	706.256
<b>B</b>	147.336	235.412	382.748	143.264	239.760	383.024
<b>C</b>	37.870	2.213	40.083	40.256	0	40.256
<b>D</b>	74.057	74.373	148.430	2.072	146.520	148.592
<b>E</b>	23.982	91.572	115.554	1.184	114.552	115.736
<b>F</b>	79.606	2.456	82.062	47.656	34.632	82.288
<b>G</b>	153.759	5.700	159.459	159.544	0	159.544
<b>H</b>	152.305	2.553	154.858	155.104	0	155.104
<b>I</b>	38.188	0	38.188	39.072	0	39.072
<b>J</b>	38.591	0	38.591	39.072	0	39.072
<b>K</b>	73.000	0	73.000	1.184	71.928	73.112
<b>L</b>	50.755	0	50.755	1.184	50.616	51.800
<b>Total</b>	<b>1.116.262</b>	<b>873.527</b>	<b>1.989.789</b>	<b>829.688</b>	<b>1.164.168</b>	<b>1.993.856</b>



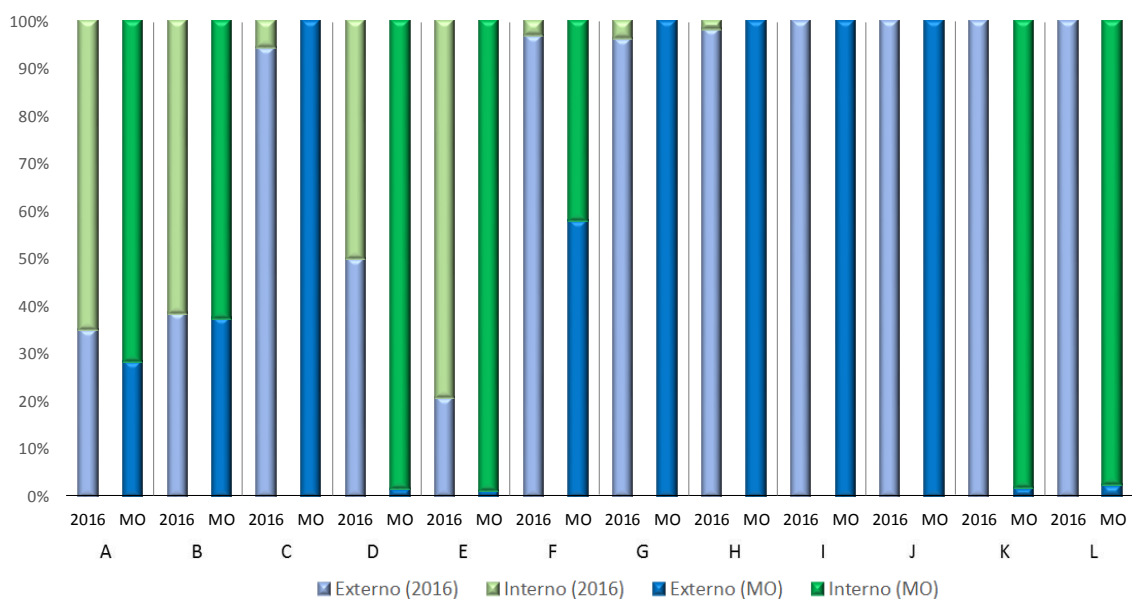


Figura 79. Comparación Cajas Movilizadas Real 2016 vs Modelo Optimización Junio

El Modelo de Optimización propuesto incrementa el uso de transporte interno de 43,90% a 58,39% y reduce la utilización de transporte externo de 56,10% a 41,61% para el movimiento del producto hacia los CeDis.

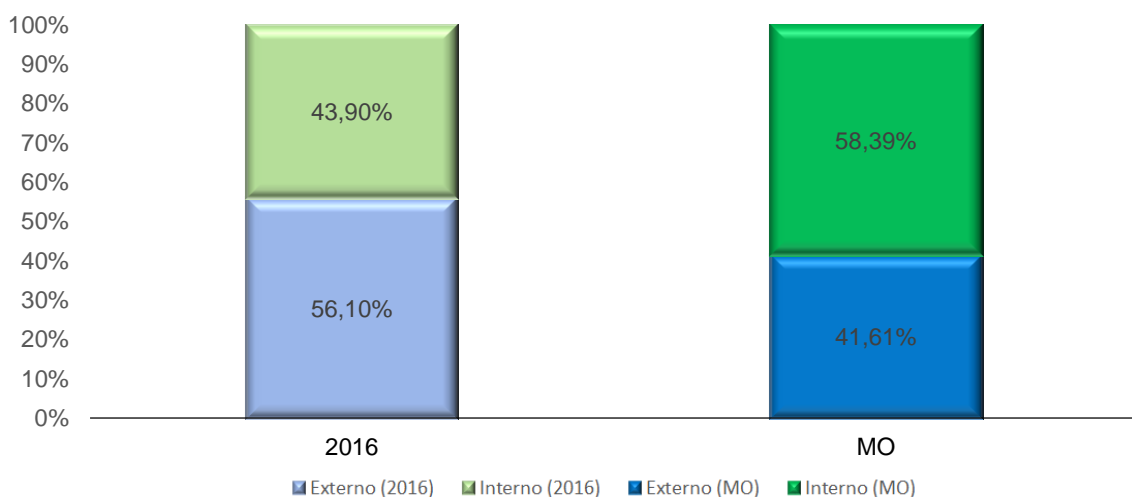


Figura 80. Comparación Cajas Movilizadas Real 2016 vs Modelo Optimización Total Junio

Esto representa un ahorro de \$ 21.070 dólares en el análisis del mes de Junio:

Mes	Real	Modelo	Ahorro
Junio	\$ 168.552	\$ 147.481	\$ 21.070

#### 4.5.7. Análisis Julio con el Modelo de Optimización

Este es la comparación de cajas movilizadas en Julio 2016 con lo sugerido por el Modelo de Optimización:

Tabla 23.

*Comparación cajas movilizadas Julio 2016 vs. Modelo Optimización*

CeDis	Real 2016			Modelo Optimización		
	Externo	Interno	Total	Externo	Interno	Total
<b>A</b>	270.689	500.531	771.220	265.216	506.160	771.376
<b>B</b>	166.550	276.419	442.969	203.352	239.760	443.112
<b>C</b>	37.831	0	37.831	38.184	0	38.184
<b>D</b>	68.501	73.654	142.155	0	143.856	143.856
<b>E</b>	25.891	92.520	118.411	4.736	114.552	119.288
<b>F</b>	72.792	2.798	75.590	75.776	0	75.776
<b>G</b>	143.949	0	143.949	144.152	0	144.152
<b>H</b>	159.193	7.362	166.555	167.240	0	167.240
<b>I</b>	39.394	1.814	41.208	41.440	0	41.440
<b>J</b>	42.744	0	42.744	43.808	0	43.808
<b>K</b>	93.818	0	93.818	1.184	93.240	94.424
<b>L</b>	55.445	0	55.445	2.368	53.280	55.648
<b>Total</b>	<b>1.176.797</b>	<b>955.098</b>	<b>2.131.895</b>	<b>987.456</b>	<b>1.150.848</b>	<b>2.138.304</b>

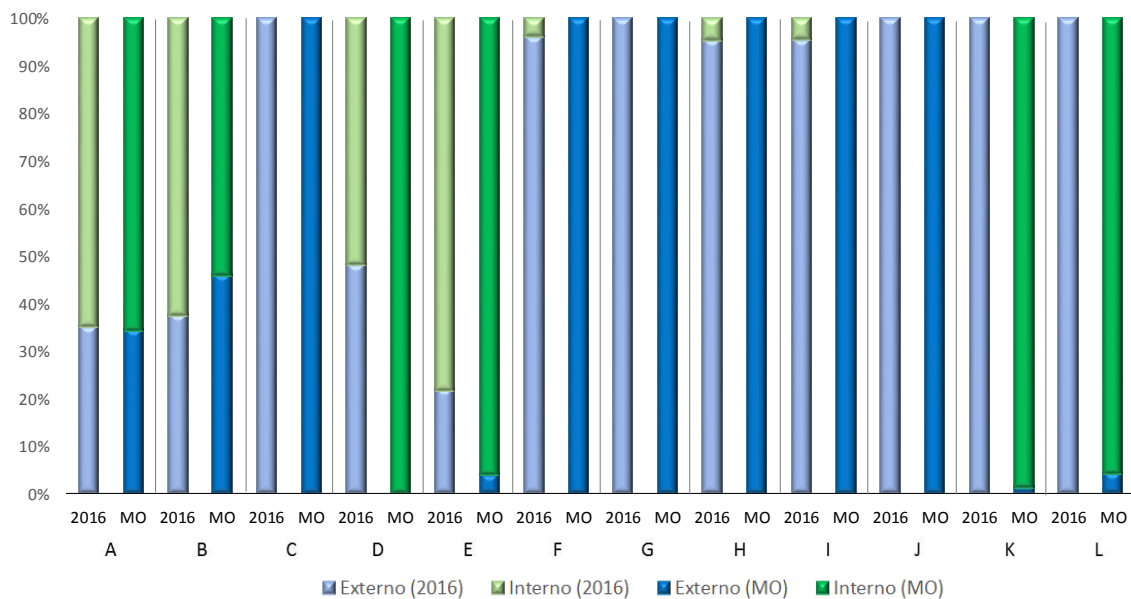


Figura 81. Comparación Cajas Movilizadas Real 2016 vs Modelo Optimización Julio

El Modelo de Optimización propuesto incrementa el uso de transporte interno de 44,80% a 53,82% y reduce la utilización de transporte externo de 55,20% a 46,18% para el movimiento del producto hacia los CeDis.

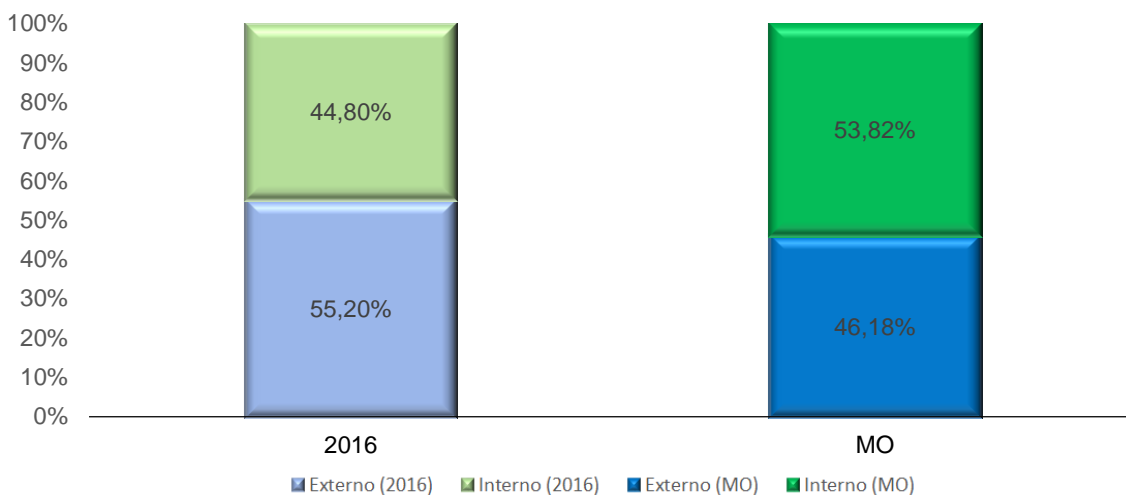


Figura 82. Comparación Cajas Movilizadas Real 2016 vs Modelo Optimización Total Julio

Esto representa un ahorro de \$ 23.445 dólares en el análisis del mes de Julio:

Mes	Real	Modelo	Ahorro
Julio	\$ 179.659	\$ 156.214	\$ 23.445

#### 4.5.8. Análisis Agosto con el Modelo de Optimización

Este es la comparación de cajas movilizadas en Agosto 2016 con lo sugerido por el Modelo de Optimización:

Tabla 24.

*Comparación cajas movilizadas Agosto 2016 vs. Modelo Optimización*

CeDis	Real 2016			Modelo Optimización		
	Externo	Interno	Total	Externo	Interno	Total
<b>A</b>	247.141	478.407	725.548	219.632	506.160	725.792
<b>B</b>	144.805	278.550	423.355	183.816	239.760	423.576
<b>C</b>	34.912	1.793	36.705	37.000	0	37.000
<b>D</b>	70.238	79.382	149.620	21.904	127.872	149.776
<b>E</b>	18.459	105.779	124.238	2.072	122.544	124.616
<b>F</b>	60.553	2.880	63.433	63.640	0	63.640
<b>G</b>	131.050	2.436	133.486	133.792	0	133.792
<b>H</b>	151.415	1.983	153.398	153.624	0	153.624
<b>I</b>	48.312	0	48.312	49.432	0	49.432
<b>J</b>	41.393	0	41.393	41.440	0	41.440
<b>K</b>	96.776	4.526	101.302	1.184	101.232	102.416
<b>L</b>	50.251	2.226	52.477	2.072	50.616	52.688
<b>Total</b>	<b>1.095.305</b>	<b>957.962</b>	<b>2.053.267</b>	<b>909.608</b>	<b>1.148.184</b>	<b>2.057.792</b>

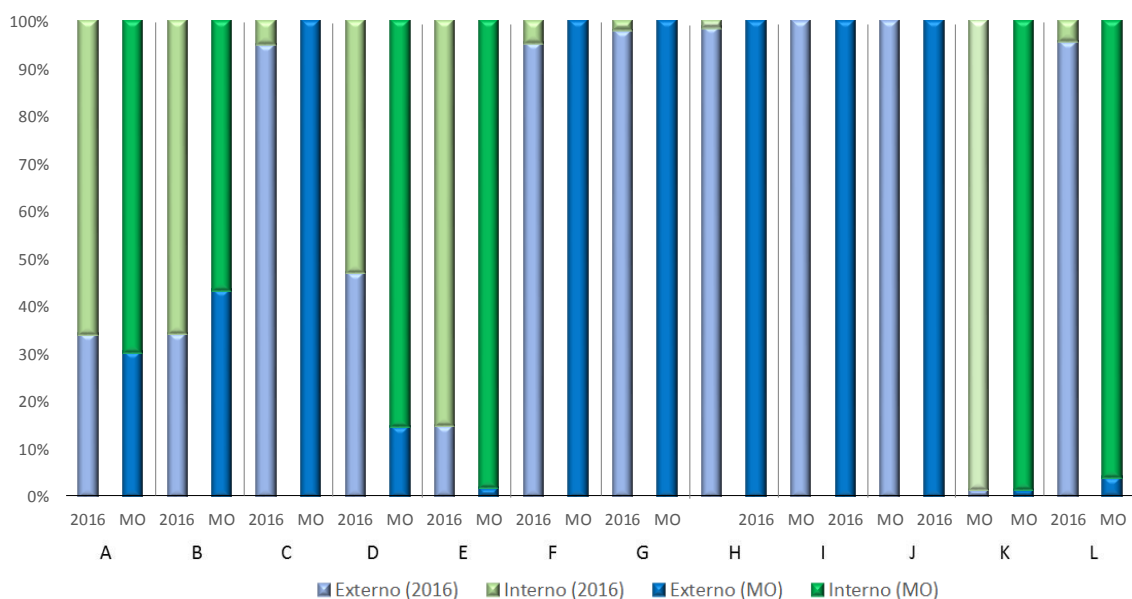


Figura 83. Comparación Cajas Movilizadas Real 2016 vs Modelo Optimización Agosto

El Modelo de Optimización propuesto incrementa el uso de transporte interno de 46,66% a 55,80% y reduce la utilización de transporte externo de 53,34% a 44,20% para el movimiento del producto hacia los CeDis.

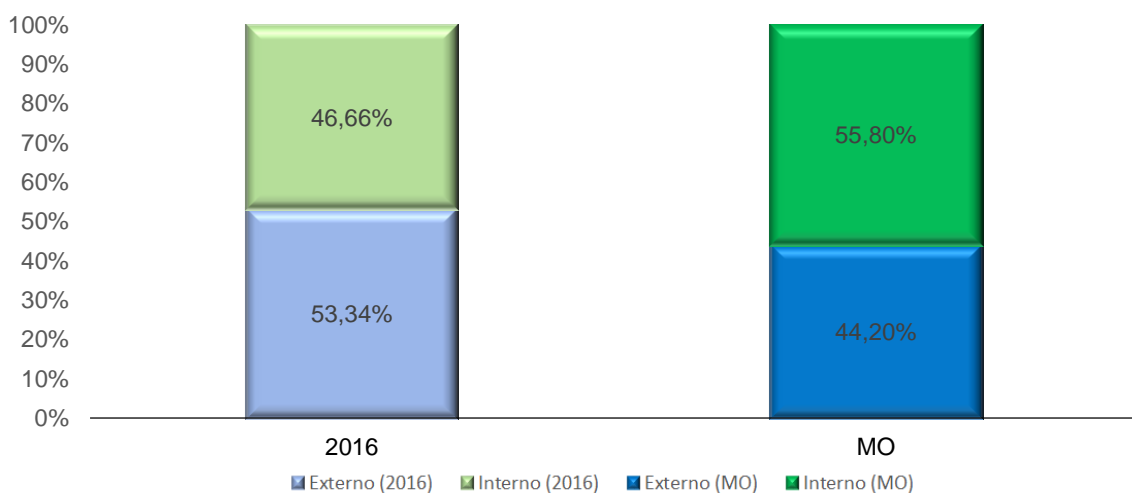


Figura 84. Comparación Cajas Movilizadas Real 2016 vs Modelo Optimización Total Agosto

Esto representa un ahorro de \$ 18.656 dólares en el análisis del mes de Agosto:

Mes	Real	Modelo	Ahorro
Agosto	\$ 171.185	\$ 152.529	\$ 18.656

#### 4.5.9. Análisis Septiembre con el Modelo de Optimización

Este es la comparación de cajas movilizadas en Septiembre 2016 con lo sugerido por el Modelo de Optimización:

Tabla 25.

*Comparación cajas movilizadas Septiembre 2016 vs. Modelo Optimización*

CeDis	Real 2016			Modelo Optimización		
	Externo	Interno	Total	Externo	Interno	Total
<b>A</b>	202.055	423.761	625.816	120.176	506.160	626.336
<b>B</b>	110.438	250.133	360.571	121.360	239.760	361.120
<b>C</b>	53.423	2.284	55.707	55.944	0	55.944
<b>D</b>	101.766	65.466	167.232	93.240	74.592	167.832
<b>E</b>	13.699	119.004	132.703	2.368	130.536	132.904
<b>F</b>	34.609	5.676	40.285	40.552	0	40.552
<b>G</b>	96.435	4.898	101.333	101.528	0	101.528
<b>H</b>	122.769	5.898	128.667	128.760	0	128.760
<b>I</b>	29.211	0	29.211	29.600	0	29.600
<b>J</b>	32.254	0	32.254	33.152	0	33.152
<b>K</b>	108.246	2.026	110.272	1.184	109.224	110.408
<b>L</b>	66.536	3.848	70.384	1.184	69.264	70.448
<b>Total</b>	<b>971.441</b>	<b>882.994</b>	<b>1.854.435</b>	<b>729.048</b>	<b>1.129.536</b>	<b>1.858.584</b>

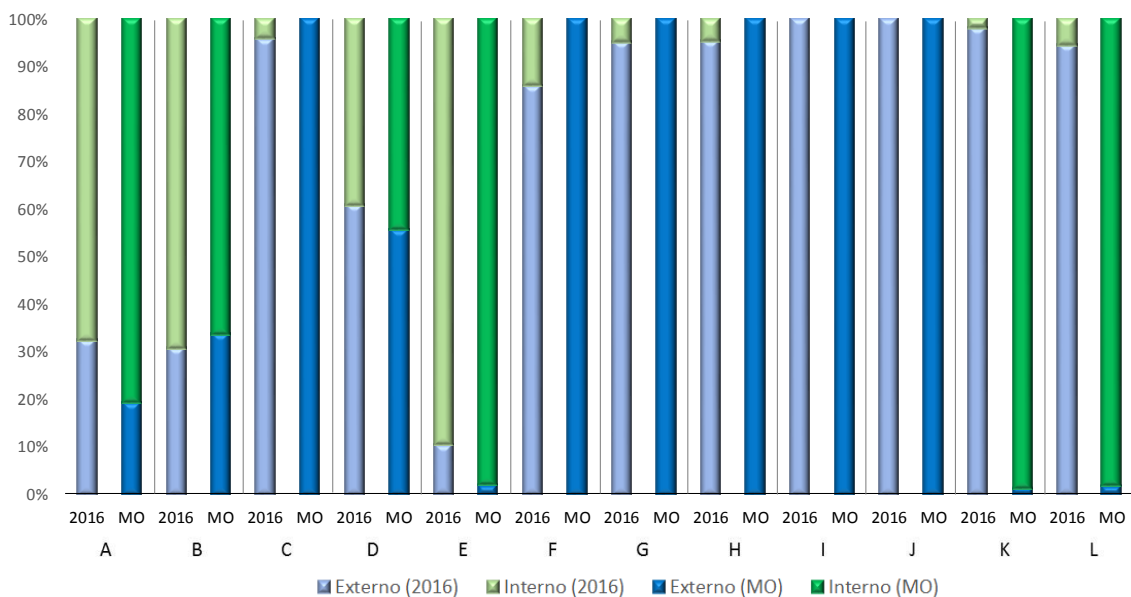


Figura 85. Comparación Cajas Movilizadas Real 2016 vs Modelo Optimización Septiembre

El Modelo de Optimización propuesto incrementa el uso de transporte interno de 47,62% a 60,77% y reduce la utilización de transporte externo de 52,38% a 39,23% para el movimiento del producto hacia los CeDis.

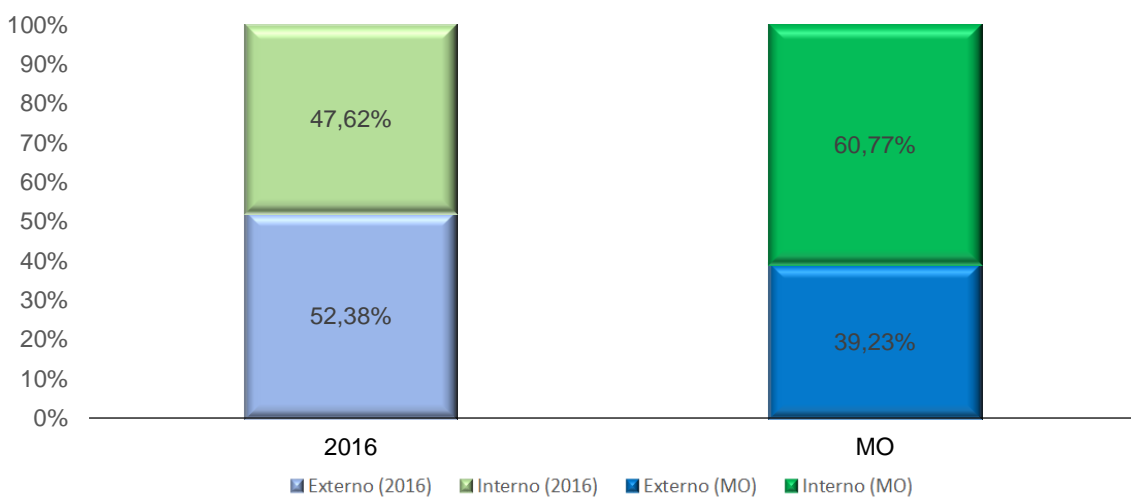


Figura 86. Comparación Cajas Movilizadas Real 2016 vs Modelo Optimización Total Septiembre

Esto representa un ahorro de \$ 9.168 dólares en el análisis del mes de Septiembre:

Mes	Real	Modelo	Ahorro
Septiembre	\$ 153.745	\$ 144.577	\$ 9.168

#### 4.5.10. Análisis Octubre con el Modelo de Optimización

Este es la comparación de cajas movilizadas en Octubre 2016 con lo sugerido por el Modelo de Optimización:

Tabla 26.

*Comparación cajas movilizadas Octubre 2016 vs. Modelo Optimización*

CeDis	Real 2016			Modelo Optimización		
	Externo	Interno	Total	Externo	Interno	Total
<b>A</b>	356.292	366.313	722.605	216.968	506.160	723.128
<b>B</b>	197.109	167.372	364.481	124.912	239.760	364.672
<b>C</b>	36.588	2.808	39.396	39.664	0	39.664
<b>D</b>	74.640	62.171	136.811	1.184	135.864	137.048
<b>E</b>	18.066	70.241	88.307	1.184	87.912	89.096
<b>F</b>	90.497	6.896	97.393	71.336	26.640	97.976
<b>G</b>	163.461	8.204	171.665	172.272	0	172.272
<b>H</b>	172.790	4.394	177.184	177.896	0	177.896
<b>I</b>	44.966	2.308	47.274	47.360	0	47.360
<b>J</b>	41.018	0	41.018	41.440	0	41.440
<b>K</b>	86.762	0	86.762	2.368	85.248	87.616
<b>L</b>	57.444	0	57.444	2.368	55.944	58.312
<b>Total</b>	<b>1.339.633</b>	<b>690.707</b>	<b>2.030.340</b>	<b>898.952</b>	<b>1.137.528</b>	<b>2.036.480</b>



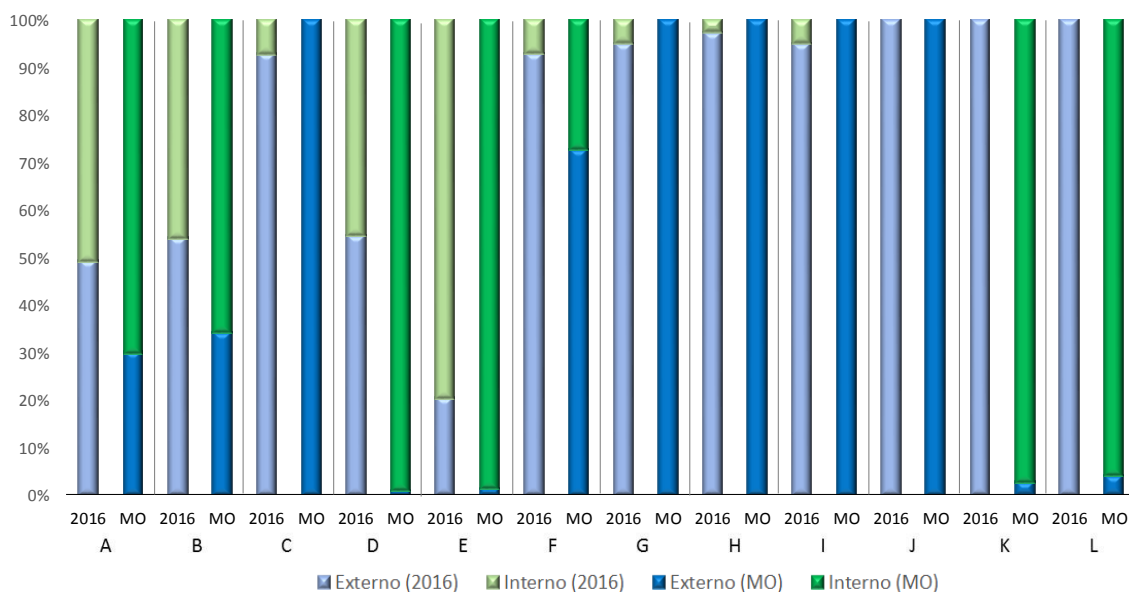


Figura 87. Comparación Cajas Movilizadas Real 2016 vs Modelo Optimización Octubre

El Modelo de Optimización propuesto incrementa el uso de transporte interno de 34,02% a 55,86% y reduce la utilización de transporte externo de 65,98% a 44,14% para el movimiento del producto hacia los CeDis.

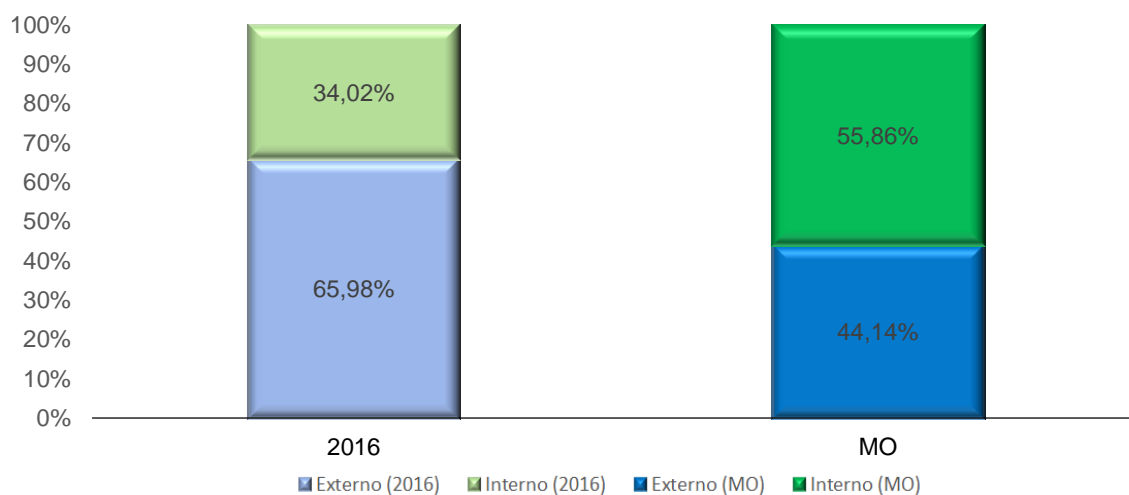


Figura 88. Comparación Cajas Movilizadas Real 2016 vs Modelo Optimización Total Octubre

Esto representa un ahorro de \$ 25.044 dólares en el análisis del mes de Octubre:

Mes	Real	Modelo	Ahorro
Octubre	\$ 181.717	\$ 156.672	\$ 25.044

#### 4.5.11. Análisis Noviembre con el Modelo de Optimización

Este es la comparación de cajas movilizadas en Noviembre 2016 con lo sugerido por el Modelo de Optimización:

Tabla 27.

*Comparación cajas movilizadas Noviembre 2016 vs. Modelo Optimización*

CeDis	Real 2016			Modelo Optimización		
	Externo	Interno	Total	Externo	Interno	Total
<b>A</b>	302.496	439.479	741.975	236.504	506.160	742.664
<b>B</b>	180.881	229.367	410.248	171.088	239.760	410.848
<b>C</b>	41.070	0	41.070	35.816	5.328	41.144
<b>D</b>	74.235	82.425	156.660	93.832	63.936	157.768
<b>E</b>	13.737	100.383	114.120	5.624	109.224	114.848
<b>F</b>	80.365	2.258	82.623	83.176	0	83.176
<b>G</b>	165.667	5.495	171.162	171.384	0	171.384
<b>H</b>	172.946	2.051	174.997	175.528	0	175.528
<b>I</b>	51.512	0	51.512	52.096	0	52.096
<b>J</b>	44.600	0	44.600	44.992	0	44.992
<b>K</b>	100.704	3.074	103.778	5.920	98.568	104.488
<b>L</b>	88.270	2.232	90.502	0	90.576	90.576
<b>Total</b>	<b>1.316.483</b>	<b>866.764</b>	<b>2.183.247</b>	<b>1.075.960</b>	<b>1.113.552</b>	<b>2.189.512</b>

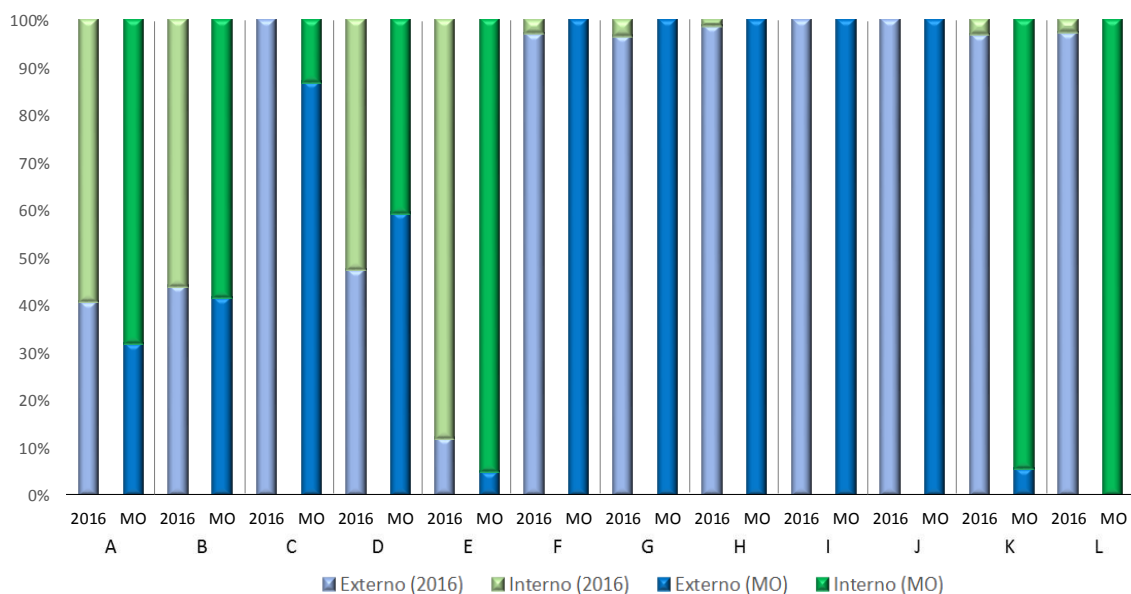


Figura 89. Comparación Cajas Movilizadas Real 2016 vs Modelo Optimización Noviembre

El Modelo de Optimización propuesto incrementa el uso de transporte interno de 39,70% a 50,86% y reduce la utilización de transporte externo de 60,30% a 49,14% para el movimiento del producto hacia los CeDis.

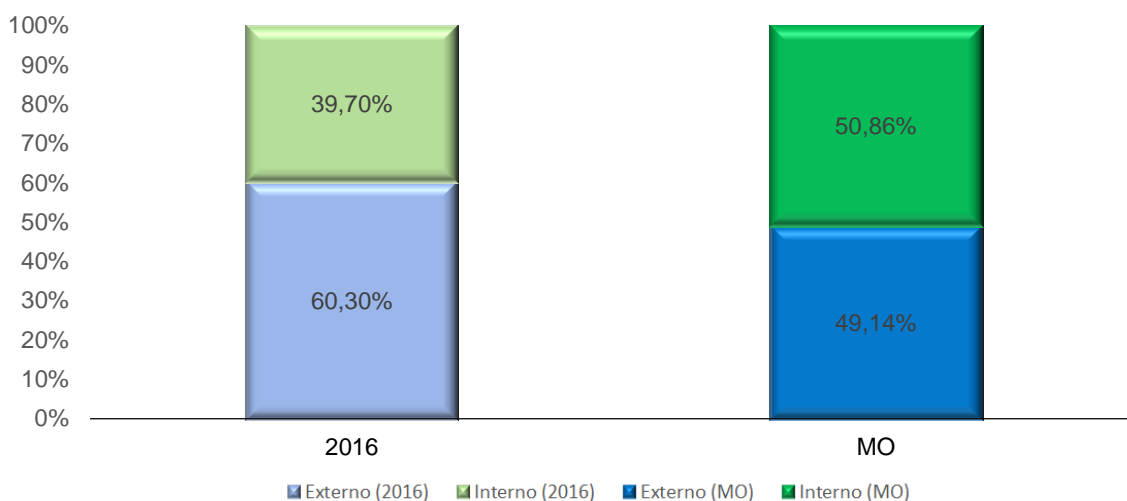


Figura 90. Comparación Cajas Movilizadas Real 2016 vs Modelo Optimización Total Noviembre

Esto representa un ahorro de \$ 13.601 dólares en el análisis del mes de Noviembre:

Mes	Real	Modelo	Ahorro
Noviembre	\$ 189.386	\$ 175.786	\$ 13.601

#### 4.5.12. Análisis Diciembre con el Modelo de Optimización

Este es la comparación de cajas movilizadas en Diciembre 2016 con lo sugerido por el Modelo de Optimización:

Tabla 28.

*Comparación cajas movilizadas Diciembre 2016 vs. Modelo Optimización*

CeDis	Real 2016			Modelo Optimización		
	Externo	Interno	Total	Externo	Interno	Total
<b>A</b>	293.568	511.113	804.681	298.664	506.160	804.824
<b>B</b>	154.561	309.065	463.626	224.072	239.760	463.832
<b>C</b>	46.090	0	46.090	46.176	0	46.176
<b>D</b>	98.386	86.070	184.456	124.616	61.272	185.888
<b>E</b>	17.206	66.080	83.286	9.472	74.592	84.064
<b>F</b>	104.145	4.455	108.600	108.928	0	108.928
<b>G</b>	179.245	19.300	198.545	198.616	0	198.616
<b>H</b>	191.725	16.017	207.742	207.792	0	207.792
<b>I</b>	54.940	0	54.940	55.648	0	55.648
<b>J</b>	54.774	0	54.774	55.648	0	55.648
<b>K</b>	114.335	1.935	116.270	4.440	111.888	116.328
<b>L</b>	92.067	8.167	100.234	2.368	98.568	100.936
<b>Total</b>	<b>1.401.042</b>	<b>1.022.202</b>	<b>2.423.244</b>	<b>1.336.440</b>	<b>1.092.240</b>	<b>2.428.680</b>

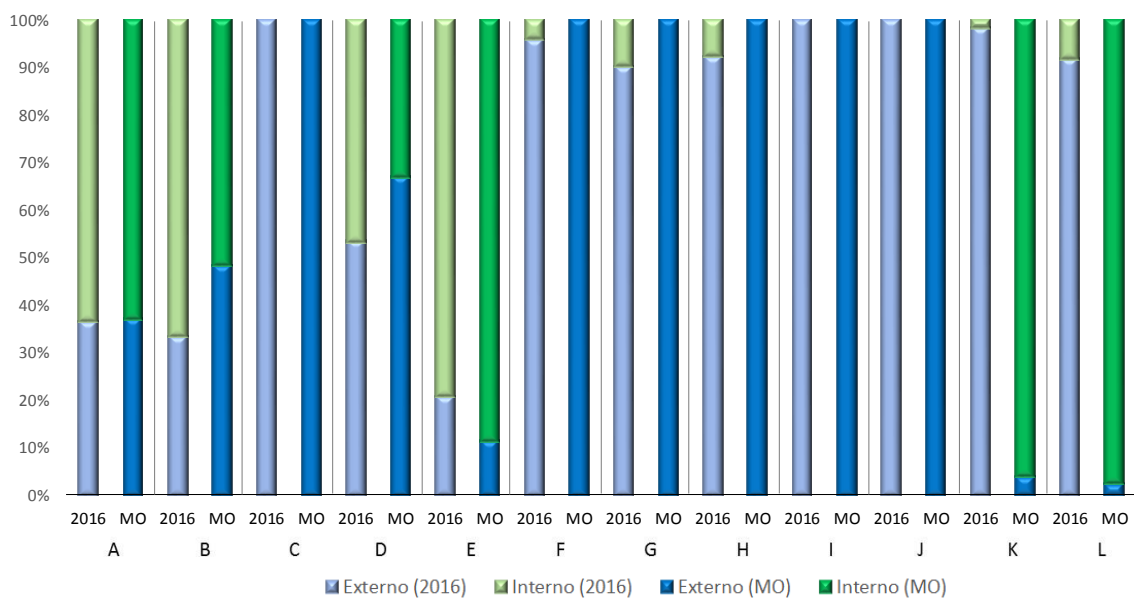


Figura 91. Comparación Cajas Movilizadas Real 2016 vs Modelo Optimización Diciembre

El Modelo de Optimización propuesto incrementa el uso de transporte interno de 42,18% a 44,97% y reduce la utilización de transporte externo de 57,82% a 55,03% para el movimiento del producto hacia los CeDis.

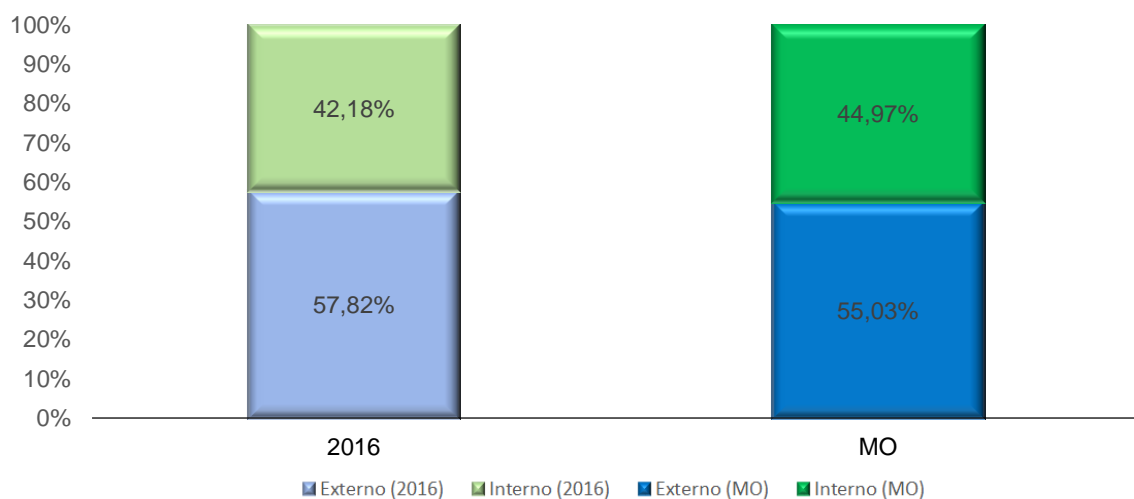


Figura 92. Comparación Cajas Movilizadas Real 2016 vs Modelo Optimización Total Diciembre

Esto representa un ahorro de \$ 4.698 dólares en el análisis del mes de Diciembre:

Mes	Real	Modelo	Ahorro
Diciembre	\$ 207.287	\$ 202.589	\$ 4.698

#### 4.5.13. Análisis Año 2016 con el Modelo de Optimización

Este es la comparación de cajas movilizadas en 2016 con lo sugerido por el Modelo de Optimización:

Tabla 29.

*Comparación cajas movilizadas en 2016 vs. Modelo Optimización*

CeDis	Real 2016			Modelo Optimización		
	Externo	Interno	Total	Externo	Interno	Total
<b>A</b>	3.117.568	5.659.137	8.776.705	2.706.920	6.073.920	8.780.840
<b>B</b>	1.618.240	3.308.879	4.927.119	2.053.648	2.877.120	4.930.768
<b>C</b>	511.143	9.098	520.241	515.040	10.656	525.696
<b>D</b>	1.027.474	828.061	1.855.535	631.960	1.233.432	1.865.392
<b>E</b>	259.566	1.071.628	1.331.194	51.504	1.286.712	1.338.216
<b>F</b>	935.981	29.075	965.056	903.392	66.600	969.992
<b>G</b>	1.862.519	46.033	1.908.552	1.911.864	0	1.911.864
<b>H</b>	2.053.166	42.605	2.095.771	2.099.824	0	2.099.824
<b>I</b>	554.493	4.122	558.615	566.840	0	566.840
<b>J</b>	533.534	0	533.534	542.272	0	542.272
<b>K</b>	1.233.354	11.561	1.244.915	32.560	1.220.112	1.252.672
<b>L</b>	786.793	19.209	806.002	17.168	793.872	811.040
<b>Total</b>	<b>14.493.831</b>	<b>11.029.408</b>	<b>25.523.239</b>	<b>12.032.992</b>	<b>13.562.424</b>	<b>25.595.416</b>

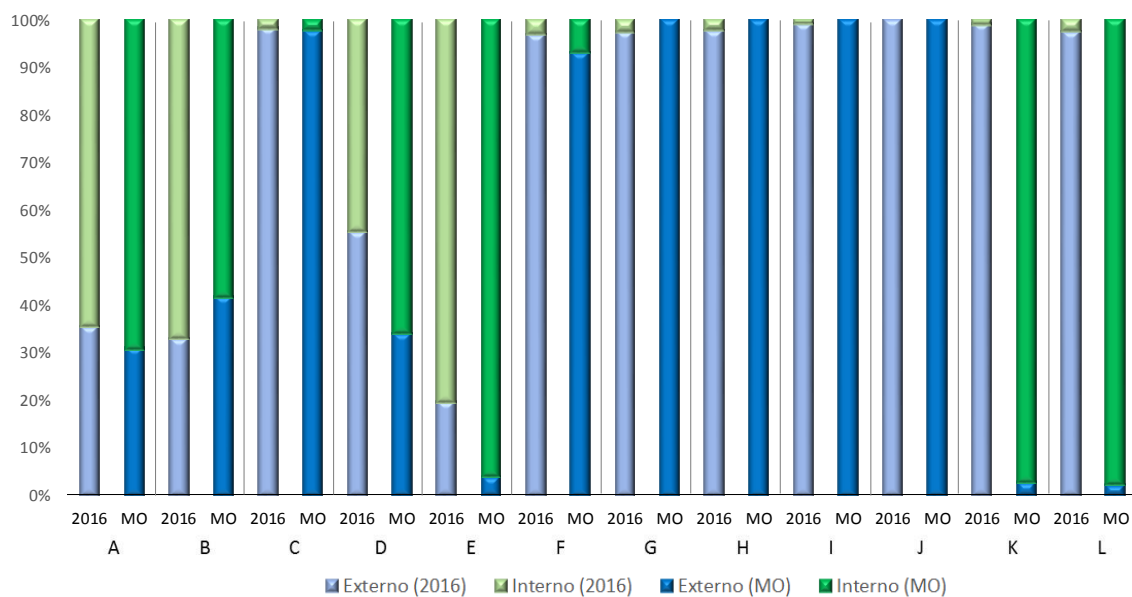


Figura 93. Comparación Cajas Movilizadas Real 2016 vs Modelo Optimización 2016

En 2016 el Modelo de Optimización propuesto incrementa el uso de transporte interno de 43,21% a 52,99% y reduce la utilización de transporte externo de 56,79% a 47,01% para el movimiento del producto hacia los CeDis.

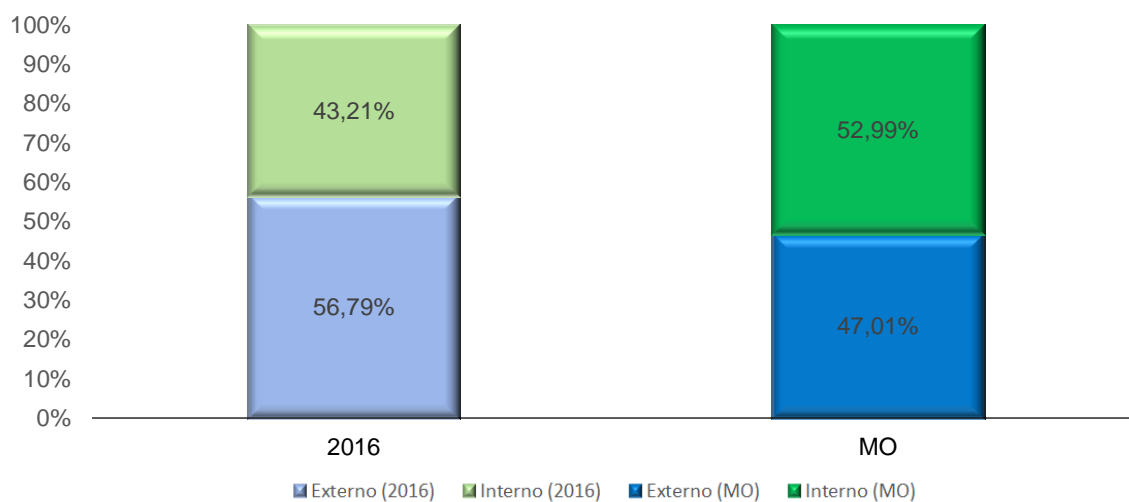


Figura 94. Comparación Total Cajas Movilizadas Real 2016 vs Modelo Optimización Total

Esto representa un ahorro de \$ 167.823 dólares en el análisis del año 2016:

Tabla 30.

*Ahorros propuestos con el Modelo de Optimización*

<b>Mes</b>	<b>Real</b>	<b>Modelo</b>	<b>Ahorro</b>
Enero	\$ 210.489	\$ 192.654	\$ 17.835
Febrero	\$ 171.472	\$ 162.973	\$ 8.498
Marzo	\$ 178.842	\$ 169.520	\$ 9.321
Abril	\$ 179.231	\$ 176.599	\$ 2.632
Mayo	\$ 178.974	\$ 165.120	\$ 13.854
Junio	\$ 168.552	\$ 147.481	\$ 21.070
Julio	\$ 179.659	\$ 156.214	\$ 23.445
Agosto	\$ 171.185	\$ 152.529	\$ 18.656
Septiembre	\$ 153.745	\$ 144.577	\$ 9.168
Octubre	\$ 181.717	\$ 156.672	\$ 25.044
Noviembre	\$ 189.386	\$ 175.786	\$ 13.601
Diciembre	\$ 207.287	\$ 202.589	\$ 4.698
<b>Total</b>	<b>\$ 2.170.537</b>	<b>\$ 2.002.714</b>	<b>\$ 167.823</b>

#### **4.6. Análisis de costo por caja movilizada con el Modelo de Optimización**

El Modelo de Optimización propuesto recomienda movilizar un total de 25.595.416 cajas, 13.562.424 cajas por transporte interno y 12.032.992 cajas por transporte externo:



Tabla 31.

*Detalle cajas movilizadas con el Modelo de Optimización propuesto*

<b>Mes</b>	<b>Externo (cajas)</b>	<b>Interno (cajas)</b>	<b>Total (cajas)</b>
Enero	1.329.632	1.116.216	2.445.848
Febrero	912.568	1.140.192	2.052.760
Marzo	996.928	1.129.536	2.126.464
Abril	1.034.520	1.113.552	2.148.072
Mayo	992.192	1.126.872	2.119.064
Junio	829.688	1.164.168	1.993.856
Julio	987.456	1.150.848	2.138.304
Agosto	909.608	1.148.184	2.057.792
Septiembre	729.048	1.129.536	1.858.584
Octubre	898.952	1.137.528	2.036.480
Noviembre	1.075.960	1.113.552	2.189.512
Diciembre	1.336.440	1.092.240	2.428.680
<b>Total</b>	<b>12.032.992</b>	<b>13.562.424</b>	<b>25.595.416</b>

Los valores correspondientes al Modelo de Optimización propuesto son: \$ 1.226.115,00 dólares al transporte externo y \$ 776.599,37 al transporte interno. Con esto, se tiene que el costo por caja movilizada es de \$0,078 dólares, comparado con el costo real 2016 de \$ 0,085 dólares.

Tabla 32. *Costo por caja movilizada en 2016*

<b>Detalle</b>	<b>Cajas</b>	<b>Valor (\$)</b>	<b>Costo caja (\$)</b>
Externo	12.032.992	\$1.226.115,00	\$0,102
Interno	13.562.424	\$776.599,37	\$0,057
<b>Total</b>	<b>25.595.416</b>	<b>\$2.002.714,37</b>	<b>\$0,078</b>

## 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1. Conclusiones

El sistema logístico actual no posee un análisis técnico de la combinación ideal de transporte interno y externo de Planta Quito que establezca formalmente las decisiones estratégicas del área logística.

El modelo optimización permite determinar las mejores alternativas de uso del transporte interno y externo para el movimiento del producto a los Centros de Distribución, para asegurar el menor costo posible por cajas movilizadas.

Definitivamente el costo de movilización por caja realizado por el transporte interno es menor que el realizado por el transporte externo, lo cual, ratifica la hipótesis planteada.

Se encuentra como oportunidad el usar transporte interno para movilizar producto hacia los Centros de Distribución K y L, que son los más lejanos.

Al tener un mayor control del transporte se consigue mejorar el nivel de servicio y abastecimiento oportuno desde la planta de producción hacia los centros de distribución.

Con la propuesta planteada se obtiene un ahorro de \$ 167.823 dólares, lo cual permite que maximizar la utilidad por este servicio.

El Modelo de Optimización planteado permite reducir el costo por caja movilizadas de \$ 0,085 dólares a \$ 0,078 dólares.

La implementación del sistema de rastreo satelital va a permitir tener un mejor control y seguimiento de los vehículos desde la planta hacia los Centros de Distribución.

Con la revisión realizada, se debe eliminar el uso de vehículos externos tipo 2DB debido a la poca capacidad que tienen este tipo de vehículos.

## 5.2. Recomendaciones

Con el ahorro que propone el modelo de optimización, se recomienda evaluar el incremento de vehículos propios debido al menor costo que existe por caja movilizada en comparación con el transporte externo.

Para reducir el costo por caja movilizada desde la planta de producción hasta los centros de distribución, se debe asegurar la máxima capacidad de carga de todos los vehículos.

Para reducir el costo de caja movilizada por transporte externo, se recomienda incrementar la capacidad de carga de los vehículos externos y revisar el costo del flete.

Se debe implementar un método que asegure el criterio de asignación mediante la utilización del modelo planteado para optimizar el servicio logístico primario.

Se debe realizar una licitación para la contratación del nuevo transporte externo, para que, de esta manera, se alineen con el nuevo mecanismo de operación del área logística.

Se recomienda implementar un sistema de rastreo satelital para tener un mejor control y seguimiento de las unidades que salen de planta hacia los centros de distribución, que permita tener reportes de los movimientos, rutas, y paradas de todos los vehículos.

## REFERENCIAS

- ArcaContinental. (2018). *Cultura Organizacional*. Recuperado el 14 de marzo de 2018, desde <http://www.arcacontal.com/nuestra-compa%C3%B1%C3%ADa/cultura-organizacional.aspx>
- ArcaContinental. (2017). *Informe Anual 2016*. Recuperado el 14 de abril de 2017, desde <http://www.arcacontal.com/media/223048/informeanual2016acesp.pdf>
- ArcaContinental. (2016). *Informe Anual 2015*. Recuperado el 10 de marzo de 2016, desde <http://www.arcacontal.com/media/197328/informeanual2015acesp.pdf>
- Baca G. (2013). *Evaluación de proyectos*. 7ª edición. México. McGraw-Hill Interamericana editores, S.A de C.V.
- Ballou R. (2010). *Administración de la Cadena de Suministro*. 5ª edición. México: Pearson Educación.
- Castellano A. (2015). *Logística Comercial Internacional*. Bogotá: Ecoe Ediciones.
- Christou I. (2012). *Quantitative Methods in Supply Chain Management*. London: Springer. DOI: 10.1007/978-0-85729-766-2
- Davis F. (2013). *Conceptos de administración estratégica*. 14ª edición. México. Pearson Educación.
- Ekos. (2018). *Composición de la industria manufacturera por actividad 2016*. Recuperado el 04 de junio de 2018, desde <http://www.ekosnegocios.com/negocios/verArticuloContenido.aspx?idArt=10183>
- Ekos. (2017). *Industria de Alimentos: manufactura de mayor aporte al PIB*. Recuperado el 22 de agosto de 2017, desde

<http://www.ekosnegocios.com/negocios/verArticuloContenido.aspx?idArt=8906>

Ekos. (2016). *Top Marcas*. Recuperado el 04 de agosto de 2016, desde <http://www.ekosnegocios.com/negocios/verArticuloContenido.aspx?idArt=8906>

Golinska P. y Romano C. (2012). *Environmental Issues in Supply Chain Management*. France: Springer Berlin Heidelberg.

Hillier F. y Lieberman G. (2010). *Introducción a la Investigación de Operaciones*. 9ª edición. México. McGraw-Hill Interamericana editores, S.A de C.V.

López R. (2010). *Logística comercial*. 2ª edición. Madrid. Ediciones Paraninfo, S.A.

Lysons K. y Farrington B. (2006). *Purchasing and Supply Chain Management*. 7ª Ed. England: Prentice Hall.

Magretta, J. (2014). Las cinco fuerzas: competir para obtener utilidades. En J. Magretta, *Para entender a Michael Porter: guía esencial hacia la estrategia y la competencia*. Patria.

Mendoza C. (2015). *Manual Práctico para Gestión Logística*. Editorial Universidad del Norte.

Mora L. (2011). *Gestión logística en centros de distribución, bodegas y almacenes*. Bogotá: Ecoe Ediciones.

Mora L. (2010). *Modelos de optimización de la gestión logística*. Bogotá: Ecoe Ediciones.

Mora L. (2010). *Gestión logística integral: las mejores prácticas en la cadena de abastecimientos*. Bogotá: Ecoe Ediciones.

Negocios, I. C. (2016). *El Mercado de Bebidas en Ecuador para 2016*. Recuperado el 10 de enero de 2017, desde

<http://www.interactuaclub.com/Blog/Post/el-mercado-de-bebidas-en-ecuador-para-2016-75>

Taha H. (2012). *Investigación de Operaciones*. 9ª edición. México: Pearson Educación

Urzelai I. (2006). *Manual básico de logística integral*. Madrid. Ediciones Díaz de Santos.

