

# **FORMULACIÓN DE UN PROYECTO DE MANEJO DE LOS RECURSOS FÍSICOS DISPONIBLES EN LA LOGÍSTICA DE TRANSPORTE TERRESTRE**

NICOLAS ESTEBAN RIVERA

Código 1300990

UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA INTEGRAL DE PROYECTOS  
18 DE JUNIO DE 2015

# FORMULACIÓN DE UN PROYECTO DE MANEJO DE LOS RECURSOS FÍSICOS DISPONIBLES EN LA LOGÍSTICA DE TRANSPORTE TERRESTRE

## FORMULATION OF A PROJECT TO MANAGE PHYSICAL RESOURCES AVAILABLE IN THE LAND TRANSPORT LOGISTICS

Nicolas Esteban Rivera  
Especialista en Gerencia Integral de Proyectos, Ingeniero Mecánico.  
Universidad Militar Nueva Granada.  
Bogotá, Colombia  
nicorivera83@hotmail.com

### RESUMEN

El objetivo del presente documento es mostrar el desarrollo de un proyecto que permite la optimización de los recursos logísticos, reduciendo los costos de distribución y abastecimiento de materiales para una operación. Con un análisis de las rutas y los recursos físicos disponibles, se identifican áreas de oportunidad, para desarrollar y evaluar una propuesta que unifica recursos de diferentes operaciones, reduciendo a su vez la necesidad de los mismos; finalmente se evalúa la propuesta desde la parte económica, revisando tanto la inversión a realizar como el retorno de esta, bajo los estándares de aceptación exigidos por la operación.

**Palabras Clave:** Recursos logísticos, Áreas de oportunidad, Unificar recursos, Estándares de aceptación.

### ABSTRACT

The purpose of this paper is to show the development of a project that allows the optimization of logistics resources, reducing distribution costs and supply of materials for an operation. With an analysis of the routes and physical resources, identify areas of opportunity to develop and evaluate a proposal that unifies resources from different operations, while reducing the need for them; Finally the proposal is evaluated from the economic side, reviewing both the investment required and the return of this, under the standards of acceptance required by the operation.

**Keywords:** Logistical Resources, Areas of Opportunity, Unifies Resources, Standards of Acceptance.

## INTRODUCCIÓN

La logística tiene como objetivo facilitar el flujo de materiales y productos desde la fuente, al punto de consumo para satisfacer una demanda al menor costo posible.

El concepto moderno de logística que se aplica en las organizaciones actuales, viene caracterizado por jugar un papel protagonista, en el plano de integración de las actividades del sistema, y cuyo máximo exponente tiene que ver con el aseguramiento de suministrar al cliente los productos y servicios demandados, teniendo en cuenta su solicitud desde el mismo momento que surge la necesidad; de esta forma, la logística centra su actividad en la coordinación de las actividades para asegurar un flujo, que garantice un alto nivel de servicio al cliente y de optimización de recursos en la dirección de la operación.

En el sistema logístico de una organización, la distribución y el transporte se han convertido en parte fundamental, y hoy en día la logística busca optimizar procesos, que a su vez signifiquen grandes cambios y mejorías en los diferentes procesos, sin embargo, lograr que cada vez cueste menos, brindar un buen servicio y mejorar técnicas de entrega de productos logrando niveles aceptables de eficiencia es más difícil.

Se han creado sistemas de indicadores de gestión que le permita a las empresas analizar sus operaciones cuantitativamente y tomar decisiones oportunas en base a costos de operación, rendimiento, utilización de sus recursos y productividad; gracias a esto y a la gran competitividad que se está desarrollando en esta actividad, existen empresas u organizaciones que ofrecen menores precios, mejores y más variados servicios de alta calidad y confianza, que son capaces de competir en cualquier mercado.

Los costos asociados al transporte de mercancía son muy altos, por lo tanto gran parte del costo de los productos que se comercializan lejos de sus lugares de producción, conllevan un componente alto de gastos de distribución; un mercado que dispone de diferentes ofertas para una misma necesidad, le otorga ventajas a los productores locales al tener un menor costo de distribución y por ende un mejor precio.

Por otro lado, la distribución como tal tiene varios componentes o etapas, que al no estar bien enlazadas conllevan a grades costos adicionales; llevar mercancía de una ciudad a otra no siempre es la parte más costosa del proceso; dependiendo de la industria y el producto, muchas veces es más difícil distribuir la mercancía dentro de las mismas ciudades, a los diferentes puntos donde se entrega al usuario final, que a un punto intermedio de distribución como son las bodegas; explicándolo de otra forma, no siempre se cumple que la parte más larga del trayecto de distribución sea el más costoso, pues restricciones de tráfico, peso vehicular, volúmenes de entrega entre otros, son variables que encarecen la distribución dentro de las zonas urbanas.

El síntesis el que un material o producto tenga que desplazarse a sitios muy lejanos de su punto de producción y que a su vez la logística de distribución rural y urbana por llamarlas de alguna manera, no estén bien coordinadas, puede llevar a que se deba asumir un alto costo de distribución y se pierda competitividad respecto al precio que ofrecen proveedores locales o mejor organizados.

## 1. MATERIALES Y MÉTODOS

### 1.1 Operación Logística

Para poder entender de qué forma se pueden mejorar los recursos logísticos disponibles, es importante determinar precisamente cuales son estos, de qué forma trabajan e interactúan entre ellos, y así poder entender las condiciones que los rodean y en donde se pueden encontrar las área de oportunidad.

#### 1.1.1 Generalidades

La operación logística es la responsable de la distribución a nivel nacional de todos los productos disponibles en el portafolio, así como el abastecimiento de las materias primas para la fabricación de los mismos; en la tabla 1 se relacionan los tipos de carga que se manejan, así como la operación interna de la empresa a la que le sirven.

**Tabla 1.** Tipos de carga por operación.

Operación	Carga	Producto	Tipo
Agregados	Granel	Agregados - Arena - Grava	Materia Prima Producto Terminado
Cemento	Granel	Carbón - Caliza	Materia Prima
	Bulto	Cemento en Bulto	Producto Terminado
	Granel	Cemento a Granel	Producto Terminado
Concreto	Granel	Concreto	Producto Terminado

Al interior de la empresa existe una subdivisión de áreas “**Cemento – Agregados – Concretos**” y aunque en las operaciones solo se manejan dos tipos de carga “**Granel y Empacado**” la presentación y condiciones de cada una de ellas es muy diferente, por lo que cada operación cuenta con una gran variedad de vehículos de apoyo tanto en tamaño como en forma para las diferentes necesidades.

Con el objetivo de realizar una análisis más detallado y teniendo en cuenta el tamaño general de toda la operación, este estudio se concentra solo en las operaciones logísticas realizadas por las áreas de Cemento y Agregados que operan en la ciudad de Bogotá como base con vehículos tipo Tractocamion, esto con el fin de reducir el área de acción del estudio y permitir la identificación más clara de áreas de oportunidad.

### 1.1.2 Recursos Físicos

Como ya se indicó, cada operación cuenta con una cantidad de vehículos que varían entre sí dependiendo de las necesidades puntuales; para el caso de las operaciones analizadas en este estudio, se tiene a disposición de la operación, los vehículos relacionados en la tabla 2:

**Tabla 2.** Cantidad de Vehículos.

Tipo	Remolque	Cantidad	Tipo Carga	Producto	Afiliación
Tractocamion	Volcó	65	Granel	Agregados - Arena - Grava	Equipo Propio
Tractocamion	Volcó	25	Granel	Materia Prima para Cemento	Equipo Propio
Tractocamion	Multipropósito	40	Granel / Estibado*	Materia Prima para Cemento Producto Terminado en Estiba	Equipo Propio
Tractocamion	Plataforma	90	Estibado*	Producto Terminado en Estiba	Equipo Propio
Tractocamion	Cisterna	100	Granel	Producto Terminado en Granel	Equipo Propio
Tractocamion	Volcó	40	Granel	Agregados - Arena - Grava	Equipo Tercero
Tractocamion	Multipropósito	100	Granel / Estibado*	Agregados - Arena - Grava Producto Terminado en Estiba	Equipo Tercero

Como se observa en la tabla 2, la operación cuenta con una cantidad de equipos, propios de la empresa, pero a su vez cuenta con una serie de transportadores afiliados que apoyan las diferentes operaciones; para el caso de los equipos propios, la empresa es responsable de la totalidad de los gastos y necesidades del vehículo y su operador; para esto, la empresa cuenta con un equipo de apoyo que es responsable de la coordinación y administración de los diferentes recursos tales como el mantenimiento, combustible, anticipos para peajes y viáticos, salarios entre otros; todo con el fin de tener a completa disposición los vehículos cuando la operación logística lo requiera; para el caso de los transportadores terceros se tiene negociado una tarifa “**Flete**” para cada carga en cada una de las rutas que se tiene.

### 1.1.3 Interacción

Tanto los equipos propios como los terceros están a disposición de la operación logística para cumplir con las demandas y necesidades del mercado y sus clientes, estas demandas a su vez son transmitidas a la operación por medio de un equipo denominado asignación, quien es el responsable de disponer de los vehículos por medio de programaciones para suplir las diferentes demandas, ya sea de producto o materia prima a cada una de las unidades operacionales que las requieren, en tiempo real; este equipo es quien finalmente es el responsable de que los equipos que tiene disponible la empresa sea utilizados de manera eficiente y a su vez de garantizar que todas las cargas sean trasladadas y estén disponibles para su utilización en el momento que se les requiere.

### 1.1.4 Rutas

Para abastecer sus operaciones de materia prima y también para distribuir el producto terminado a los clientes, la operación logística tiene diferentes destinos y orígenes a nivel nacional; en el caso de la ciudad de Bogotá, dado que se encuentra en medio de varias operaciones, son varias la rutas de transporte de carga que convergen o inician en esta ciudad, en la tabla 3 se observa la relación de rutas, con sus respectivas cargas y tipos de vehículos que transitan en algún momento por la ciudad.

**Tabla 3.** Corredores por operación.

Origen	Destino	Carga	Tipo Carga	Remolque
Villavicencio	Bogotá	Agregados	Granel	Volcó
Sumapaz Melgar	Bogotá	Agregados	Granel	Volcó
Apulo	Bogotá	Agregados	Granel	Volcó
Boyacá	Ibagué	Materia Prima	Granel	Volcó Multipropósito
Boyacá	Bogotá Calera	Materia Prima	Granel	Volcó Multipropósito
Bogotá Calera	Boyacá	Cemento	Estibado	Plataforma
Bogotá Calera	Boyacá	Cemento	Granel	Cisterna
Bogotá Calera	Villavicencio	Cemento	Estibado	Plataforma
Ibagué	Bogotá	Cemento	Estibado	Plataforma
Ibagué	Bogotá	Cemento	Granel	Cisterna

## **1.2 Áreas de Oportunidad**

Dada la cantidad de cargas y rutas que tiene la operación logística, salta a la vista que una de sus mayores áreas de oportunidad para optimizar los recursos, es lograr que los camiones puedan mover la misma cantidad de carga ya sea en un tiempo menor o a un costo más bajo, lo cual aumentaría la eficiencia de los camiones y generar ahorros que permiten pensar en una inversión.

### **1.2.1 Identificación de Rutas a Unificar**

Entendiendo cada ruta y cada tipo de carga como una operación diferente, el establecer las variables principales entre ellas, permite validar donde estas son similares, una vez claro esto se puede validar de qué forma pueden unificar recursos asociados a su operación para compartirlos y finalmente reducir de alguna de ellas la necesidad individual de recursos. Las principales variables entre cada ruta son:

Tipo de Carga:	Empacado – Granel
Tipo de Remolque:	Volcó – Plataforma – Multipropósito – Cisterna
Origen o Destino:	Que el Origen de una sea el Destino

Al realizar este análisis de variables en las rutas de la tabla 3, aparecen dos coincidencias que cumplen de manera parcial las similitudes:

- **Calera - Boyacá - Calera:** Esta ruta aparece en ambos sentidos, desde Boyacá hacia Calera transportando materia prima, como de Calera hacia Boyacá llevando producto terminado, la diferencia radica en el tipo de remolque utilizado como en las condiciones específicas de la materia prima.
- **Calera - Villavicencio - Bogotá:** La segunda coincidencia que surgió es esta ruta, donde desde Calera se despacha producto terminado hacia Villavicencio con plataformas y desde Villavicencio se envía Agregados a la Ciudad de Bogotá con Vehículos tipo Volcó, en ambos recorridos se desplazan vehículos vacíos de un punto a otro, la diferencia radica específicamente en que un vehículo tipo plataforma no puede transportar carga a granel y los volcos con los que cuenta la operación por su forma estructural están limitados para cargar y descargar mercancía en estibas.

### **1.2.2 Análisis de Rutas a Unificar**

Del análisis de similitudes se identificaron dos rutas posibles con la capacidad de unificar recursos; al analizar más detalladamente la ruta **Calera - Boyacá - Calera** se tiene que si bien se pudiera utilizar un vehículo para el manejo de ambas cargas, la granulometría de la materia prima la hace muy susceptible a aglomeraciones lo que limita por completo el tipo de vehículo que la transporta, exigiendo que las

condiciones del piso del remolque para su descargue sean muy diferentes a las que se tienen.

Otra condición importante que termina de descartar esta similitud, es el hecho de que la demanda de producto de Boyacá diste mucho de la necesidad de materia prima hacia Ibagué y Calera, es normal que la demanda de producto terminado se cubierta con vehículos Multipropósito desde Ibagué que a su regreso traen consigo la materia prima lo que dejaría la necesidad de producto terminado en Boyacá sin campo de optimización.

Por otro lado revisando la segunda opción **Calera - Villavicencio - Bogotá**, la única limitante que se tiene es la incapacidad de cualquiera de los dos remolques de trasportar ambas cargas, por lo que se pueden plantear dos opciones, la primera sería adquirir remolques tipo Multipropósito que estarían en la capacidad de manejar ambas cargas pero traen consigo dos problemas, el primero sería el alto costo de inversión al tener que adquirir nuevos remolques y el segundo sería la subutilización de los volcos o plataformas con los que ya cuenta la empresa y en el caso de los volcos tiene un costo mensual que debe ser cubierto al estar afiliados por Leasing.

La segunda opción sería la de modificar algunos de los dos remolques actuales para que pueda manejar ambas cargas, que en este caso lo más viable es modificar los volcos para que lleven la carga estibada, ya que de modificar las plataformas el costo sería mucho mayor y adicional a la modificación de los papeles del vehículo por que la configuración sería muy diferente.

Al analizar en conjunto toda la información y las posibilidades de optimización de recursos, se concluye que la modificación de los volcos que traen agregados de la ciudad de Villavicencio, para que puedan cargar estibas y en sus desplazamientos hacia la ciudad para recoger el agregado, lleven el producto terminado que se requiere en el sitio, permite claramente la unificación de recursos de ambas rutas generando ahorros que permiten evaluar la opción de la inversión de modificar los remolques.

### ***1.3 Propuestas de Mejora***

Para iniciar con el proceso de desarrollo e implementación de la propuesta, lo primero que se debe validar es la viabilidad del proyecto en lo que se refiere a los costos de inversión, retorno de inversión y viabilidad técnica y legal.

#### ***1.3.1 Viabilidad Técnica y Legal***

El procedimiento que se siguió para obtener el desarrollo técnico y un estimado de los posibles costos de inversión, fue la creación de un comité de trabajo con el objetivo de evaluar las diferentes opciones técnicas; con la ayuda y participación activa tanto del personal de mantenimiento como la de varios proveedores, especialistas es diferentes áreas de la mecánica, se identifico, diseño y calculo la mejor opción de modificación de los equipos.



El desarrollo que tomo un tiempo de 4 meses, requirió de varios ajustes tanto técnicos como presupuestales pero el resultado fue un prototipo de modificación para un remolque tipo volcó con capacidad de cargar agregados a granel y producto terminado en estibas, las especificaciones técnicas del prototipo delimitaron el proyecto de la siguiente forma.

Capacidad Máxima de Carga Estibada o Granel: **33 Ton**

Por otro lado se aseguro que la modificación técnica, no tuviera ningún tipo de restricción legal o ambiental, para garantizar la viabilidad del proyecto.

### **1.3.2 Costos de Inversión**

Con el prototipo detallado y teniendo claro las modificaciones a realizar, se procedió a determinar la cantidad de vehículos necesarios a modificar con el proyecto, lo primero fue conocer la necesidad de carga a transportar en la ruta:

Cantidad de Toneladas mes de Agregados: **8.000 Ton**

Cantidad de Toneladas mes de Cemento: **8:000 Ton**

Dado que la capacidad de peso a transportar en estibas es igual a la de granel, se procedió a calcular el número de viajes redondos posibles que podría hacer cada vehículo, y ya con esto se calculo la cantidad de vehículos necesarios para cubrir la totalidad de la ruta.

Número de Viajes mes por Vehículo: **20 Viajes**

Total de Viajes Necesarios:  $8.000 / 33 = 242.4 = \mathbf{243}$

Total de Vehículos Necesarios:  $239 / 20 = 12.1 = \mathbf{13}$

Entonces se tiene que para mover las 16.000 toneladas se necesitan 13 vehículos y si las modificaciones a realizar por vehículo se estimaron en 30'000.000, se puede calcular el costo total de la inversión:

Total Inversión =  $13 \times 30'000.000 = \mathbf{390'000.000 COP}$

### **1.3.2 Retorno de Inversión**

Para cuantificar cual es el tiempo en el que la inversión se recupera [2], es necesario conocer el detalles de los gastos asociados a las rutas ya unificadas y la diferencia con los costos negociados a terceros por las mismas rutas, serian los ahorros que se generarían con la implementación del proyecto, esto permitiría conocer en cuanto tiempo se logra ahorrar los 390 millones que se requieren como inversión:

Ahorro por Tonelada de Cemento	19.875
Ahorro por Tonelada de Agregados	1.952
Total Ahorro por Viaje por Tonelada	21.828
Total Ahorro Mes (8.000 Ton)	<b>174'623.758 COP</b>
Retorno de Inversión en Meses	<b>2.3 Meses</b>

Teniendo en cuenta que el proyecto toma 2.3 meses en pagarse y que la ejecución del mismo toma un tiempo de 5 meses, el tiempo total para el retorno de inversión del proyecto sería de **7.3** meses desde el momento en que se inicia la primera fabricación.

### **1.4 Implementación y Puesta en Marcha**

Para iniciar con la implementación del proyecto al 100% lo primero que se requiere es verificar que los valores proyectados en base a la propuesta técnica no necesitan ajustes, por tal razón se solicitó un presupuesto inicial para fabricar una sola unidad y validar su funcionalidad, así mismo se busca también conocer ya en la operación del equipo, que las condiciones de carga, tiempo y costo sean las calculadas en el modelo y así ajustar el mismo para poder presentar con seguridad los costos totales de inversión y el retorno de la misma.

#### **1.4.1 Validación Técnica**

La fabricación y puesta a punto de la primera unidad se realizó en un tiempo de 2 meses, durante este tiempo se dio cumplimiento a varios requerimientos y procedimientos internos de la empresa para la ejecución de las pruebas; en el proceso se requirió de varios ajustes técnicos, dado que la operación logística presentaba algunas limitaciones que no se conocían previamente y que obligaban a cambiar el diseño original; ya con la primera unidad terminada y probada se procedió a recalcular todos los datos del proyecto en base al diseño final a implementar, el primer cambio evidenciado fue la capacidad de carga:

Capacidad Máxima de Carga Estibada: **24 Ton**

Capacidad Máxima de Carga a Granel: **32 Ton**

El segundo cambio importante es el costo total de modificación, dado los nuevos ajustes el precio final por unidad sería de 36'900.000 COP.

#### **1.4.2 Validación Logística**

La validación Logística consiste en verificar la cantidad de viajes reales que puede realizar el equipo y en base a estos verificar la cantidad de vehículos necesarios para cubrir la demanda; durante 1 mes se probó el equipo en operación y se determinó que la cantidad promedio de viajes a realizar mes era de 23, y teniendo en cuenta la capacidad de carga corregida, la cantidad final de vehículos es:

Total de Viajes Necesarios:  $8.000 / 24 = 333.3 = \mathbf{334}$

Total de Vehículos Necesarios:  $334 / 23 = 14.5 = \mathbf{15}$

#### **1.4.3 Validación Presupuestal**

Con la capacidad de carga, la cantidad de vehículos necesarios y el costo unitario de cada equipo corregido, se procede a recalcular el costo total de la inversión y el retorno de la misma.

Valor Unitario Modificación x Vehículo 36'900.000 COP

Total Inversión Proyecto "15 Unidades" **553'500.000 COP**

Para el retorno de inversión se tiene entonces que:

Ahorro por Tonelada de Cemento 11.635

Ahorro por Tonelada de Agregados 1.228

Total Ahorro por Viaje por Tonelada 12.863

Total Ahorro Mes (8.000 Ton) **120'062.760 COP**

Retorno de Inversión en Meses **4.6 Meses**

Teniendo en cuenta los dos meses de fabricación inicial, mas el mes de prueba inicia y los 5 meses para la fabricación de las 14 unidades faltantes, el tiempo total para el retorno de inversión es de **12.6 Meses**.

## 2. RESULTADOS Y DISCUSIONES

Al revisar el retorno de inversión de 12.6 meses calculado anteriormente, se puede indicar que este se basó en el supuesto de que el total de los 15 vehículos entraban en operación al final de los 8 meses, y que solo después de este tiempo empezaría a generar ahorros para la operación; si bien esta es una posibilidad, la mejor opción sería diferente, puesto que los vehículos podrían entrar a operar en la medida que estuvieran listos y desde ese momento se empezaría a percibir los ahorros para la operación.

Sabiendo que el primer vehículo inició operaciones en el tercer mes, y que después de este mes, la capacidad de fabricación es de 3 vehículos mensuales se pueden ajustar los flujos mensuales para el primer año como se observa en la tabla 4:

**Tabla 4.** Flujo de inversión.

Mes	Gastos	Ahorros	Flujo	Acumulado
1	36,900,000	0	-36,900,000	-36,900,000
2	0	0	0	-36,900,000
3	0	8,004,184	8,004,184	-28,895,816
4	110,700,000	0	-110,700,000	-139,595,816
5	110,700,000	32,016,736	-78,683,264	-218,279,080
6	110,700,000	56,029,288	-54,670,712	-272,949,792
7	110,700,000	80,041,840	-30,658,160	-303,607,952
8	73,800,000	104,054,392	30,254,392	-273,353,560
9	0	120,062,760	120,062,760	-153,290,800
10	0	120,062,760	120,062,760	-33,228,040
11	0	120,062,760	120,062,760	<b>86,834,720</b>
12	0	120,062,760	120,062,760	206,897,480

Con lo anterior se puede establecer entonces que el retorno total de la inversión se puede lograr en el mes 11 y no en el mes 13 si los vehículos entraran en operación a medida que estén listos.

La empresa en la que se desarrolló el estudio, indicó que para evaluar cualquier proyecto de inversión tiene dos variables importantes a considerar, la primera es que su costo de oportunidad anual está tasado así **WACC = 22% (Costo Medio Ponderado de Capital)** [2], y segundo, que el retorno de inversión no puede ser superior a 24 meses; conociendo lo anterior y partiendo de un WACC de 22% anual igual a 1.67% mensual se ajustó el flujo en la tabla 5.

**Tabla 5.** Flujo de inversión con costo de oportunidad.

Mes	Flujo	VAN	Acumulado
1	-36,900,000	-36,900,000	-36,900,000
2	0	0	-36,900,000
3	8,004,184	7,616,003	-29,283,997
4	-110,700,000	-103,600,299	-132,884,296
5	-78,683,264	-72,426,768	-205,311,064
6	-54,670,712	-49,496,537	-254,807,601
7	-30,658,160	-27,300,432	-282,108,033
8	30,254,392	26,498,129	-255,609,904
9	120,062,760	103,428,077	-152,181,827
10	120,062,760	101,728,302	-50,453,525
11	120,062,760	100,056,463	49,602,938
12	120,062,760	98,412,098	148,015,036

Validando el comportamiento de las dos variables que considera la empresa para estudiar cualquier proyecto, se puede decir que con los valores ajustados y considerando el costo de oportunidad que maneja la empresa, el proyecto recupera su inversión en un periodo de 11 meses, 13 menos de los que se exige; en otras palabras el proyecto es totalmente viable bajo las condiciones establecidas en este estudio.

Por otro lado, adicional a los beneficios económicos que representa el proyecto para la empresa, existen otros no tan evidentes pero igual de importantes, que afectan positivamente la operatividad del área logística como lo son la reducción de capital de trabajo al tener un ahorro en el flete por concepto de combustible, peajes, mantenimiento y sueldos entre otros, la posible reducción de inversiones futuras para la adquisición de equipos nuevos dada la capacidad de optimización de los existentes, reducción de gastos administrativos al tener una menor carga que bien puede ser optimizada o destinada para otros fines y por último la mitigación de riesgos como siniestros, hurtos y sobrecostos dado que se reduce la cantidad de kilómetros que ruedan los vehículos por tanto la posibilidad de ocurrencia de eventos no planeados.

### 3. CONCLUSIONES

La principal oportunidad de mejora que se pudo evidenciar es lograr que los diferentes esquemas y rutas utilizados por la operación se combinen y compartan los recursos que tienen destinados, de tal manera que se logre reducir de uno o más esquemas combinados la necesidad de recursos, en el caso de los equipos es puedan mover la misma cantidad de carga ya sea en un tiempo menor o a un costo más bajo, liberando así recursos de disponibilidad de flota para otras cargas u operaciones o económicos para destinarlos a otros fines.

Al revisar las diferentes rutas por la que circula la operación logística, dos operaciones en particular presentaron gran similitud al compartir los mismo destinos y orígenes, **Calera - Villavicencio** con el despacho de producto terminando y **Villavicencio – Bogotá** con el traslado de agregados para cumplir con la demanda de la ciudad de Bogotá, si bien la única limitante que se tiene es la incapacidad de cualquiera de los dos remolques de transportar ambas cargas, la opción de modificar los volcos para que pueda transportar ambas cargas, permite claramente la unificación de recursos de ambas rutas, generando ahorros que permiten evaluar la opción de una inversión para modificar los remolques.

Teniendo en cuenta que la necesidad de la ruta seleccionada es de 8.000 toneladas en ambos sentidos, que el promedio de viajes redondos realizados por vehículo es de 23, y que la capacidad máxima de carga del producto con una limitante más baja “Estibada” es de 24 toneladas, se requiere un total de 15 vehículos para cubrir con la necesidad de la ruta con un valor unitario de modificación de 36'900.000 COP.

El ahorro mensual generado por los vehículos al ser implementado el proyecto sería de 120 Millones al momento de la implementación, el retorno de esta inversión se lograría en el transcurso del mes 11 y para el cierre del primer año el ahorro acumulado sería de 148 millones a valor presente.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] Guillermo Baca C. (2011). Ingeniería Económica Octava Edición. Bogotá. Fondo Educativo Panamericano. 268 p. 197 p.

[2] Michael C. Ehrhardt – Eugene F. Brigham. (2007). Finanzas Corporativas Segunda Edición. México DF. Cengage Learning. 277 p.