



FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS

MEJORAMIENTO DE LA LOGÍSTICA DE DISTRIBUCIÓN DE PRODUCTOS  
TERMINADOS EN LA EMPRESA RTRECIKLART S.A”

Autor

Cristian Paul Herrera Jiménez

Año  
2019



FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS APLICADAS

MEJORAMIENTO DE LA LOGÍSTICA DE DISTRIBUCIÓN DE PRODUCTOS  
TERMINADOS EN LA EMPRESA RTRECIKLART S.A

Trabajo de Titulación presentado en conformidad con los requisitos  
establecidos para optar por el título de Ingeniero en Producción Industrial.

Profesor Guía

MSc. Roque Morán Gortaire

Autor

Cristian Paul Herrera Jiménez

Año

2019

## **DECLARACIÓN DEL PROFESOR GUÍA**

Declaro haber dirigido el trabajo, Mejoramiento de La Logística De Distribución De Productos Terminados En La Empresa RTREICLART S.A, a través de reuniones periódicas con el estudiante Cristian Paul Herrera Jiménez, en el semestre 201910, 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

---

Roque Morán Gortaire

*Master of Science*

CI. 1704903317

## **DECLARACIÓN DEL PROFESOR CORRECTOR**

“Declaro haber revisado este trabajo, Mejoramiento De La Logística De Distribución De Productos Terminados En La Empresa RTREICLART S.A, del Cristian Paul Herrera Jiménez, en el semestre 201910, dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación”.

---

Anibal Cevallos Jaramillo

*Master Of Science*

CI. 1705310280

## **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.

---

Cristian Paul Herrera Jiménez

CI. 1721390423

## **AGRADECIMIENTOS**

A la empresa RTRECICLART S.A, por hacer posible el éxito de este trabajo, a Roque Morán, por su guía y apoyo a lo largo de este proyecto, al director y todos los docentes de la carrera que a lo largo de estos años me han formado y preparado primero como persona y luego como profesional para todos los desafíos y nuevos retos que vienen a partir de ahora.

## **DEDICATORIA**

A mis padres Adolfo y Corina que son el pilar fundamental de soporte y sostén en mi vida, mi mayor ejemplo de vida, mi orgullo, que me han apoyado siempre, y han estado a mi lado en mis momentos más exitosos y más difíciles apoyándome incondicionalmente, quiero dedicarles este trabajo y agradecerles por todo el esfuerzo y sacrificio que han invertido en mi a lo largo de los años.

## **RESUMEN**

El presente trabajo se enfoca en optimizar el proceso de logística de distribución de productos terminados, en una empresa de reciclaje, mediante la optimización de las rutas, con la finalidad de reducir los tiempos de rutas, los tiempos de carga y descarga de productos terminados, para, en base a esto, optimizar recursos, reducir costos, tiempos y disminuir el impacto ambiental.



## **ABSTRACT**

The present project was focused on optimizing system distribution used finished products, in a recycling company by optimizing routes. In order to reduce routes times, the loading and un-loading times of products finished to based on this, optimizing resources, reduce payment's, times and reduce environmental impact.

# ÍNDICE

|   |   |
|---|---|
| 1. CAPITULO I. INTRODUCCIÓN .....       | 1 |
| 1.1 Antecedentes .....                  | 1 |
| 1.2 Justificación.....                  | 3 |
| 1.3 Alcance .....                       | 3 |
| 1.4Objetivo general.....                | 4 |
| 1.4.1 Objetivos específicos .....       | 4 |
| 2. CAPITULO II: MARCO REFERENCIAL ..... | 5 |
| 2.1 Proceso.....                        | 5 |
| 2.2 Gestión por Procesos.....           | 5 |
| 2.3 Mapa de Procesos .....              | 5 |
| 2.4 Elementos de un proceso.....        | 6 |
| 2.4.1 Objetivo.....                     | 6 |
| 2.4.2 Finalidad .....                   | 6 |
| 2.4.3 Requerimientos del cliente.....   | 6 |
| 2.4.4 Entradas .....                    | 6 |
| 2.4.5 Salidas .....                     | 6 |
| 2.4.6 Recursos.....                     | 6 |
| 2.4.7 Propietarios.....                 | 6 |
| 2.4.8 Indicadores .....                 | 6 |
| 2.4.9 Clientes.....                     | 6 |
| 2.5 Procesos de Valor.....              | 6 |
| 2.6 Caracterización de Procesos.....    | 8 |
| 2.7 Logística .....                     | 8 |
| 2.8 Optimización Rutas.....             | 8 |
| 2.9 Transportación .....                | 9 |
| 2.10 Diseño De Empaque .....            | 9 |
| 2.11 Cadena de abastecimiento.....      | 9 |

|   |           |
|---|-----------|
| 2.12 Sistema de Gestión .....                             | 9         |
| 2.13 PLAN (Planificar).....                               | 9         |
| 2.14 DO (Hacer) .....                                     | 10        |
| 2.15 CHECK (Verificar).....                               | 10        |
| 2.16 ACT (Actuar) .....                                   | 10        |
| 2.17 Ciclo PDCA.....                                      | 10        |
| 2.18 Diagrama SIPOC .....                                 | 11        |
| 2.19 Indicadores de Gestión.....                          | 11        |
| 2.20 Mejora Continua.....                                 | 12        |
| 2.21 Costo Beneficio .....                                | 12        |
| 2.22 Impacto Ambiental .....                              | 12        |
| 2.23 Huella De Carbono .....                              | 12        |
| 2.24 Diagrama De Afinidad.....                            | 13        |
| 2.25 Diagrama De Pareto.....                              | 13        |
| 2.26 Modelos matemáticos de optimización .....            | 13        |
| 2.26.1 Problemas de rutas de vehículos.....               | 13        |
| 2.26.2 Donde .....  | 14        |
| 2.26.3 Variables.....                                     | 15        |
| 2.27 Software de simulación.....                          | 16        |
| 2.28 LOGVRP .....   | 16        |
| 2.29 Algoritmo de Jan Dethloff Modificado (JDAM) .....    | 17        |
| 2.30 Adaptive Large Scale Neighborhood Search (ALNS)..... | 17        |
| 2.31 Problema del Agente Viajero.....                     | 18        |
| 2.32 Vecino Más Cercano (VMC).....                        | 19        |
| <b>3. CAPITULO III: DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN</b>       |           |
| <b>ACTUAL .....</b>                                       | <b>19</b> |
| 3.1 Descripción del problema.....                         | 21        |
| 3.2 Descripción general .....                             | 21        |

|   |           |
|---|-----------|
| 3.2.1 Ubicación.....  | 21        |
| 3.2.2 Horarios .....  | 22        |
| 3.2.3 Clientes de productos terminados.....                         | 22        |
| <b>3.3 Descripción del sistema de transporte .....</b>              | <b>24</b> |
| 3.3.1 Entregas semanales grupo 1A centro – sur. ....                | 25        |
| 3.3.1.1 Cantidad de entrega .....                                   | 25        |
| 3.3.2 Entregas semanales grupo 2 centro – norte.....                | 32        |
| 3.3.3 Entregas quincenales.....                                     | 38        |
| 3.3.3.1 Cantidad de entrega .....                                   | 38        |
| 3.3.3.2 Capacidad de transporte utilizado .....                     | 44        |
| 3.3.3.3 Distancia y tiempo recorrido, tiempo carga y descarga ..... | 45        |
| 3.3.3.4 Horario ruta quincenal.....                                 | 43        |
| 3.3.4 Entregas mensuales .....                                      | 45        |
| <b>3.4 Costo por hora de las rutas.....</b>                         | <b>52</b> |
| <b>3.5 Costo por kilómetro de las rutas .....</b>                   | <b>52</b> |
| <b>3.6 Impacto ambiental del proyecto .....</b>                     | <b>53</b> |
| 3.6.1 Factores que influyen en el consumo de combustible .....      | 54        |
| 3.6.2 Distancia recorrida por ruta .....                            | 54        |
| 3.6.3 Litros de combustible quemados por ruta .....                 | 55        |
| 3.6.4 Kilogramos de CO <sub>2</sub> producidos por ruta .....       | 56        |
| <b>4. CAPITULO IV: ANALISIS DE CAUSAS .....</b>                     | <b>59</b> |
| 4.1 Lluvia de ideas posibles causas.....                            | 59        |
| 4.2 Diagrama de afinidad.....                                       | 61        |
| 4.3 Diagrama de Pareto.....   | 63        |
| 4.4 La técnica de los 5 porque .....                                | 65        |
| <b>5. CAPITULO V: PROPUESTA DE SOLUCIÓN. ....</b>                   | <b>67</b> |
| 5.1 Tiempos de carga y descarga.....                                | 67        |
| 5.1.1 Funciones de la carretilla hidráulica. ....                   | 68        |
| 5.1.2 Tiempos de carga y descarga optimizados ruta 1A .....         | 68        |
| 5.1.3 Tiempos de carga y descarga optimizados ruta 1B .....         | 69        |

|  |    |
|--|----|
| 5.1.4 Tiempos de carga y descarga optimizados ruta quincenal .....     | 70 |
| 5.1.5 Tiempos de carga y descarga optimizados ruta mensual.....        | 71 |
| 5.1.6 Comparación de tiempos de carga y descarga todas las rutas ..... | 71 |
| 5.2 Empaquetamiento de productos terminados.....                       | 72 |
| 5.3 Secuencia de carga de productos terminados .....                   | 73 |
| 5.4 Optimización de rutas .....  | 74 |
| 5.5 Solución ruta semanal 1A CENTRO – SUR.....                         | 74 |
| 5.5.1 Datos de los clientes ruta 1A .....                              | 74 |
| 5.5.2 Secuencia actual vs secuencia optimizada ruta 1A .....           | 76 |
| 5.5.3 Distancias optimizada .....                                      | 77 |
| 5.5.4. Método Vecino Más Cercano .....                                 | 78 |
| 5.5.5 Tiempo optimizado .....  | 80 |
| 5.5.6 Impacto ambiental .....  | 81 |
| 5.5.7 Nuevo horario ruta 1A .....                                      | 81 |
| 5.5.8 Costos .....   | 82 |
| 5.6 Solución ruta semanal 1B norte .....                               | 83 |
| 5.6.1 Datos de los clientes ruta 1B .....                              | 83 |
| 5.6.2 Secuencia actual vs secuencia optimizada ruta 1B .....           | 84 |
| 5.6.3 Distancias optimizada .....                                      | 85 |
| 5.6.4 Tiempo Optimizado 1b.....  | 86 |
| 5.6.5 Impacto Ambiental.....   | 86 |
| 5.6.6 Nuevo Horario ruta 1B.....                                       | 87 |
| 5.6.7 Costos .....   | 87 |
| 5.7 Solución ruta quincenal .....                                      | 88 |
| 5.7.1 Datos clientes ruta quincenal .....                              | 87 |
| 5.7.2 Secuencia actual vs Secuencia optimizada ruta quincenal.....     | 89 |
| 5.7.3 Distancias optimizada .....                                      | 91 |
| 5.7.4 Tiempo optimizado .....  | 92 |
| 5.7.5 Impacto Ambiental.....   | 92 |
| 5.7.6 Nuevo horario ruta quincenal .....                               | 93 |
| 5.7.7 Costos .....   | 93 |

|  |            |
|--|------------|
| 5.8 Solución Ruta Mensual .....                                      | 94         |
| 5.8.1 Datos de los clientes ruta mensual.....                        | 94         |
| 5.8.2 Secuencia actual vs secuencia optimiza de la ruta mensual..... | 95         |
| 5.8.3 Distancias optimizada .....                                    | 97         |
| 5.8.4 Tiempo optimizado .....  | 97         |
| 5.8.5 Impacto Ambiental.....   | 98         |
| 5.8.6 Nuevo horario ruta mensual.....                                | 98         |
| 5.8.7 Costos .....   | 99         |
| 5.8.7.1 Costos por hora de transporte .....                          | 100        |
| 5.8.7.2 Costos por kilómetro de transporte.....                      | 100        |
| <b>6. CAPITULO VI: ANÁLISIS ECONÓMICO DE MEJORA</b>                  | <b>100</b> |
| 6.1 Comparación de distancia de rutas.....                           | 100        |
| 6.2 Comparación tiempos de carga y descarga.....                     | 104        |
| 6.3 Comparación de tiempos de rutas. ....                            | 107        |
| 6.4 Comparación de costos .....                                      | 111        |
| 6.4.1 Ahorro neto anual.....   | 114        |
| 6.5 Impacto ambiental .....  | 114        |
| 6.5.1 Comparación de litros de combustible .....                     | 114        |
| 6.5.2 Comparación de kilogramos de CO <sub>2</sub> .....             | 118        |
| <b>7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>                        | <b>122</b> |
| 7.1 Conclusiones .....   | 122        |
| 7.2 Recomendaciones .....  | 122        |
| <b>REFERENCIAS .....</b>   | <b>124</b> |

## 1. CAPITULO I. INTRODUCCIÓN

### 1.1 Antecedentes

De manera progresiva las actividades y consumismo humano han provocado la aceleración del cambio climático, alta acumulación de residuos sólidos no degradables, el deterioro de la capa de ozono, el aumento de los gases de efecto invernadero, la hambruna, la escasez de agua y otros recursos, siendo algunas consecuencias de dichas alteraciones. Por lo que de cada necesidad nacen oportunidades, las cuales pueden ser parte del problema o aportar a la mitigación de lo anterior mencionado. (CEDAF/Programa 3Rs; Las 3Rs (Reducir, Reusar, Reciclar). Serie Misceláneas. Santo Domingo, República Dominicana. , 2015)

Una forma de tratar de disminuir el impacto de las actividades humanas son las industrias de reciclaje, que nace en Japón (リサイクル, Risaikuru), cuando era parte de una crisis por la alta población que generaban de forma exponencial residuos, los cuales se acumulaban e iban a parar a zonas comunales. Cuando el sector empresarial detecta la debilidad, entienden se debe romper el paradigma y formar un manejo adecuado de los residuos. Pero para ello se necesita una logística donde no solo interviene recurso humano sino, de transporte el cual debe ser óptimo para que la empresa pueda ser rentable.

Mientras que en América Latina, en específico Ecuador, cuenta con pujante y tenaz sector empresarial apuesta a romper paradigmas e impulsar la llamada economía verde, mediante empresas de reciclaje. (CNN, 2016)

Ecuador rompió un nuevo reto Guinness al posicionarse como el país más verde de Latinoamérica, tras alcanzar numerosos logros en sustentabilidad ambiental, debido al gran número de personas que actualmente se encuentran haciendo labores de reciclaje e innovando en el crecimiento de este mercado como industria al encontrar “dinero en la basura” (Records, 2018).

El país atrajo la atención de especialistas en el reciclaje, quienes observan a la nación andina con admiración por los esfuerzos que han realizado para aminorar la problemática que engloban los desperdicios tóxicos para el medio

ambiente. Gabriela Frías, periodista de CNN en Español, desde la ciudad de Guayaquil, asegura que Ecuador recicla el mayor porcentaje de sus botellas de plástico en el mundo y 40% de éstas son procesadas por el Grupo Mario Bravo, empresa líder en el negocio del reciclaje. (CNN, 2016).

Siendo el reciclaje un negocio atractivo y con espacio para innovar comentario del profesor Gabriel Rovayo, director general de la Escuela de Negocios de la UEES, quien entiende la importancia de llevar temas novedosos a la docencia. Para el académico, sin embargo, "falta estructurar las acciones entre los sectores público y privado para alcanzar mayor peso específico". Un peso que hoy, afirmó, se traduce en más de 3.000 empresas, que generan cerca de 50.000 empleos directos y un impacto económico 60 millones de dólares anuales. (CNN, 2016).

RECICLART S.A., es una pyme que se encuentra en proceso de crecimiento. Inicia sus operaciones en 1999 como una pequeña recicladora que solo se encargaba de comprar y vender material reciclado. En el 2000 se adquirió varias aglutinadoras donde se vierte todo el material para triturarlo posteriormente en el 2004, RECICLART S.A. adquirió una instalación un área de 2500 m<sup>2</sup> y adquiriendo peletizadoras de alto nivel que se encargan de transformar la materia en bruto en pequeños gránulos llamados pellets y molinos que se encargan de triturar de mejor forma la materia prima y procesarla.

RECICLART S.A. empieza a brindar servicio de peletizado y a fabricar su propia materia prima, en 2011 se adquirió maquinaria entre los cuales un molino destructor, 4 peletizadoras nuevas con una vida útil de 10 años cada una, 4 picadoras con una vida útil de 3 años que van ensambladas a las peletizadoras, 3 camiones, todas esta maquinaria industrial antes mencionada fueron importadas de primera calidad desde China. Logrando consolidarse como una empresa de primer nivel en producción de materia prima a base de material reciclado.



## 1.2 Justificación

Al tema planteado se pretende dar una aplicación objetiva para contribuir así con el desarrollo económico de la organización laboral. Procurando vincular la teoría con la práctica de los principios fundamentales de la ingeniería industrial.

La propuesta para el mejoramiento en la logística de distribución y transporte de productos terminados en la empresa RTRECICLART S.A. es de suma importancia debido a que al momento la empresa está teniendo pérdidas económicas notorias debido a los retrasos en las entregas y al pago extra que se realiza a los diferentes trabajadores del área de transporte y de igual forma el mantenimiento de los camiones.

Además en algunas ocasiones no logrando cumplir con los horarios establecidos para la distribución de productos terminados. Por otro lado se corre el riesgo de que en algún momento la flota de transporte tenga problemas técnicos o de mantenimiento y no se logre cumplir con las entregas en los horarios especificados tomando en cuenta que las entregas y retiros son diarios.

En caso de cumplir con los objetivos planteados para mejorar la logística de transporte y distribución lograremos reducir costos, optimizar recursos y aumentar la productividad y por ende aumentar los ingresos para la empresa. Además cabe mencionar que si no se realiza la tesis propuesta seguirán ocurriendo desperdicios y re procesos lo que a largo plazo incurrirá en pérdidas económicas mucho más grandes, pérdida de clientes fijos por retrasos y generando problemas de mayor envergadura.

## 1.3 Alcance

En esta investigación se pretenden identificar los principales problemas en la logística del transporte y distribución de productos terminados de la empresa recicladora RTRECICLART S.A. así como los recursos tecnológicos, humanos y de maquinaria necesarios para la creación e implementación de una sistema de gestión que permita cumplir con los parámetros establecidos por el mercado para la distribución de los diferentes productos que se procesan. De igual forma

se identificaran los modelos existentes para actualizarlos o añadir lo que sea necesario.

Para el desarrollo de esta propuesta de investigación, se desarrollara una optimización de las rutas de distribución de productos terminados, que refleje las características y ventajas de implementar herramientas de ingeniería industrial para mejorar el sistema de logística de distribución de la empresa. Para de esta forma conseguir mayor competitividad, mayor eficiencia, mayor productividad y cumplir con los horarios y tiempos establecidos con todos los proveedores y clientes.

#### 1.4 Objetivo general

Reducir los costos de logística de distribución de productos terminados mediante la optimización de rutas y disminución de los tiempos de carga y descarga de productos terminados.

##### 1.4.1 Objetivos específicos

- Encontrar las secuencias más óptimas para la distribución de productos terminados de las distintas rutas.
- Reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> al medio ambiente y el consumo de combustible
- Reducir los tiempos de carga y descarga de productos terminados en el proceso de distribución
- Realizar un análisis financiero para conocer el impacto que la propuesta tendrá en las utilidades de la empresa.
- Elaborar conclusiones y recomendaciones orientadas al funcionamiento de la logística de distribución de en la empresa RTRECICLART S.A.

## **2. CAPITULO II. MARCO REFERENCIAL**

### **2.1 Proceso**

Un proceso es comprendido como todo desarrollo sistemático que con lleva una serie de pasos ordenados u organizados, que se efectúan o suceden de forma alternativa o simultánea, los cuales se encuentran estrechamente relacionados entre sí y cuyo propósito es llegar a un resultado preciso. (ingeniería industrial online, s.f.). Los procesos son mecanismo y pasos que permiten conseguir de mayor productividad, metas.

Toda empresa cuenta con un sin número procesos desde el ciclo más básico hasta la producción más compleja. A los cuales se debe dar seguimiento agudo de que no sean afectados.

### **2.2 Gestión por Procesos**

Consiste en un esquema de actividades centradas en funciones, las cuales pasan a dar paso a los procesos inter funcionales, lo que le permite a la empresa caminar como un todo en la búsqueda de la mejora en la productividad y en su estructura organizacional, dando un enfoque total al cliente externo, desplegando al interior de la compañía sus necesidades y sus expectativas, permitiendo que exista un mayor valor agregado.(Tabarez, 2013). Las empresas suelen usar la gestión de procesos, para poder implantar, mantener y automatizar y así lograr tener un histórico del antes y del después creando comparativas, para seguir en mejora continua.

### **2.3 Mapa de Procesos**

Consiste en una representación gráfica, ordenada y secuencial de todas las actividades, grupos de actividades, y procesos existentes en una organización, además pueden ser agrupados tanto en Macro procesos como en procesos esto tomado en cuenta la función de las actividades llevadas a cabo en la organización. (Pardo, 2012). Siendo presentados en gráficos , de manera secuencial, lógica, organizada, mostrando la interrelación de manera interna como externa. Los procesos pueden agruparse en micro como macro procesos, en función a las actividades que conllevan

## 2.4 Elementos de un proceso

### 2.4.1 Objetivo

Es la intención y finalidad del proceso hacia la cual deben dirigirse los recursos y los esfuerzos para dar cumplimiento a una meta que persigue el proceso. (ingeniería industrial online, s.f.).

Todo proceso (al menos, según es entendido por el entorno de la gestión de calidad, se caracteriza por estar formado por los siguientes elementos:

### 2.4.2 Finalidad

Todo proceso es un conjunto de tareas elementales necesarias para la obtención de un resultado. Cada proceso posee unos límites claros y conocidos, comenzando con una necesidad concreta de un cliente y finalizando una vez que la necesidad ha sido satisfecha. (Pardo, 2012)

### 2.4.3 Requerimientos del cliente

Lo que el cliente espera obtener al terminar la actividad. Los requerimientos de salida de un proceso condicionan los requerimientos de entrada del siguiente. Los requerimientos deben estar expresados de una manera objetiva. (Pardo, 2012)

### 2.4.4 Entradas

Las entradas de un proceso responden a criterios de aceptación definidos. También puede haber alguna entrada con información proveniente de un proveedor interno. Las entradas del proceso pueden ser tanto elementos físicos, como elementos humanos o técnicos. En definitiva, son elementos que entran al proceso sin los cuales el proceso no podría llevarse a cabo. (Pardo, 2012)

### 2.4.5 Salidas

Las salidas de un proceso pueden ser productos materiales, información, recursos humanos, servicios, etc. En general, son la entrada del proceso siguiente. (Pardo, 2012)

#### 2.4.6 Recursos

Medios y requisitos necesarios para desarrollar el proceso siempre bien y a la primera.

#### 2.4.7 Propietarios

Son las personas que asumen la responsabilidad de llevar el proceso tal y como está definido y que controlan la estabilidad del mismo. El propietario del proceso supervisa los indicadores que demuestran que el proceso está bajo control y permiten establecer objetivos de mejora. (Pardo, 2012)

#### 2.4.8 Indicadores

Crean un sistema de control medible del funcionamiento del proceso y del nivel de satisfacción del usuario (interno la mayoría de las veces. (Pardo, 2012)

#### 2.4.9 Clientes

Son los que utilizan la salida del proceso. Pueden ser internos o externos.

### 2.5 Procesos de Valor

Aportan valor a la relación de la compañía o la organización con sus clientes y usuarios, son la razón de ser de la empresa y tienen como fin principal la satisfacción de sus necesidades. Son los que conforman la cadena del valor de la organización. También pueden considerarse procesos. (Pardo, 2012).

Al dar valor a los procesos se crea una herramienta que permite identificar que no da valor y resta a al proceso o producto. Para luego proceder a su eliminación y poder optimizar.

## 2.6 Caracterización de Procesos

Consiste en identificar condiciones y/o elementos que forman parte del proceso ya sea la documentación los indicadores de cada proceso, quien realiza las actividades, así como definir cada una de las actividades del proceso

Partiendo de establecer un objetivo del proceso y el cual nos va a permitir mantener un control y realizar mediciones de los procesos de la organización (Perez, 2004). Para lograr identificar las condiciones y dar las características de un proceso es primordial utilizar cuestionantes como ¿qué?, ¿quién?, ¿quiénes?, ¿por qué?, ¿cómo?, ¿cuándo? lo hacen. Y las respuesta a ello sirve de retroalimentación.

## 2.7 Logística

Conjunto de actividades mutuamente relacionadas o que interactúan, transformando elementos de entrada en resultados, utilizando una secuencia de actividades repetitivas cuyo producto tiene un valor intrínseco para su usuario o cliente. (Perez, 2004). Todas las operaciones ejecutadas para lograr que los productos lleguen al consumidor , desde la matriz de la materia prima , pasando por la zona de producción es considerada como logística .

Las principales operaciones para tener una logística optima es, transporte, almacenamiento y distribución de los productos en el mercado.

## 2.8 Optimización Rutas

La optimización de rutas es una rama de la ingeniería que busca resolver un problema de la mejor forma posible y con el menor costo posible La Optimización Siendo el proceso para determinar la ruta más rentable. Es más complicado que solamente encontrar el camino más corto entre dos puntos. Se requiere incluir factores relevantes tales como el número y ubicación de todas las paradas requeridas en una ruta. (Verizon, s.f.).

## 2.9 Transportación

Es considerado toda acción de desplazamiento y comunicación, con el fin de satisfacer las necesidades. Trasladar una composición de un tono a otro. ( Real Academia Española, 2018)

## 2.10 Diseño De Empaque

Un diseño de empaque puede llegar a ser el factor de identificación de una marca, generar confianza en el consumidor y en muchas ocasiones puede representar la función de la marca en la mente del público para ser recordado

Un empaque de producto puede influir totalmente en la decisión de compra del consumidor, ya sea por su forma, sus colores, sus imágenes o por sus diversas presentaciones.

(Paredro, s.f.)

## 2.11 Cadena de abastecimiento

La cadena de suministro involucra procesos directos e indirectos, en la acción de satisfacer la logística ya sea de una empresa comercial, de servicios o industriales. Siendo un conjunto de operaciones que inicia en la consecución de la materia prima y finaliza en la repartición del producto (Rouse, 2017)

## 2.12 Sistema de Gestión

El Sistema de Gestión , incluye planear, controlar, mejorar, para buscar la satisfacción del cliente optimizando los procesos internos. Interrelacionados de una empresa u organización mediante los cuales se administra de forma planificada la organización, en la búsqueda de la satisfacción de sus clientes. Además permite a las organizaciones optimizar recursos, reducir costos y mejorar la productividad. Facilitando el uso de datos en tiempo real que permitirán tomar decisiones para corregir fallos y prevenir errores. (ingeniería industrial online, s.f.)

## 2.13 PLAN (Planificar)

Los planes son de suma importancia ya que se determina un objetivo y al encauzarlos se elaboran diferentes acciones . En esta etapa se requiere

evaluar el problema a profundidad para establecer los objetivos y procesos necesarios para obtener los resultados de acuerdo con el resultado esperado. También se analiza las herramientas y presupuestos de los recursos a utilizar para solucionar el problema. Al tomar como foco el resultado esperado, difiere de otras técnicas en las que el logro o la precisión de la especificación es también parte de la mejora. (Costas & Puche, 2010)

#### 2.14 DO (Hacer)

En esta etapa se debe implementar las actividades planificadas. Si es posible, en una pequeña escala. También es necesario establecer un programa o plan de acción. Se enumeran las actividades, los tiempos y los responsables del proyecto. Así también se diseñan los indicadores que permitirán la ejecución del siguiente punto de la metodología. (Costas & Puche, 2010).

#### 2.15 CHECK (Verificar)

Una vez realizadas las actividades es importante validar la implementación y si es factible continuar con la misma, esto se realiza mediante indicadores, toma de datos estadísticos, y la toma de información pertinente que ayude al análisis. Luego se procede a analizarlos, tomando en cuenta los objetivos planteados y así tomar en cuenta para realizar posibles mejoras o correcciones. (Costas & Puche, 2010).

#### 2.16 ACT (Actuar)

En esta etapa es muy importante tomar como retroalimentación las conclusiones que se obtuvieron en el paso anterior (Verificar) relacionando con los objetivos que se planearon en primera instancia, y así lograr una mejora de ser necesario modificando los procesos. (Costas & Puche, 2010).

#### 2.17 Ciclo PDCA

La metodología PDCA fue creada por W.A. Shewart, quien lo hizo público en 1939, por lo que también se le denomina “Ciclo de Shewart”.



Fue a inicios de 1950 que William Edwards Deming presentó la metodología en Japón por ello el ciclo PDCA es también conocido como “Ciclo de Deming”.

Esta metodología señala cuatro pasos que se deben llevar a cabo de forma secuencial y que se pueden utilizar en cualquier tipo de circunstancia para lograr la mejora continua. (Costas & Puche, 2010).

### 2.18 Diagrama SIPOC

El Diagrama SIPOC, por sus siglas en inglés denota Supplier, Inputs, Process, Outputs, Customers, es la representación gráfica de un proceso de gestión. Esta herramienta permite visualizar el proceso de manera sencilla, identificando a las partes implicadas en el mismo:

- Proveedor (supplier): persona que aporta recursos al proceso
- Recursos (inputs): todo lo que se requiere para llevar a cabo el proceso. Se considera recursos a la información, materiales e incluso, personas.
- Proceso (process): conjunto de actividades que transforman las entradas en salidas, dándoles un valor añadido.
- Cliente (customer): la persona que recibe el resultado del proceso. El objetivo es obtener la satisfacción de este cliente. (Tovar & Mota, 2007)

### 2.19 Indicadores de Gestión

Un indicador de gestión consiste en una información acerca del comportamiento y desempeño que tiene determinado proceso, cuya magnitud, al ser comparada con algún nivel de referencia, puede estar señalando una desviación sobre la cual se toman acciones correctivas o preventivas según sea caso.

Es importante que los indicadores de gestión reflejen datos veraces y fiables, ya que el análisis de la situación, de otra manera no será correcto. Por otra parte, si los indicadores son ambiguos, la interpretación será complicada. Es importante señalar que los indicadores de gestión deben para controlar los siguientes aspectos de la organización. (Tabarez, 2013)

### 2.20 Mejora Continua

La mejora continua, si se quiere, es una filosofía que intenta optimizar y aumentar la calidad de un producto, proceso o servicio. Es mayormente aplicada de forma directa en empresas de manufactura, debido en gran parte a la necesidad constante de minimizar costos de producción obteniendo la misma o mejor calidad del producto, porque como sabemos, los recursos económicos son limitados y en un mundo cada vez más competitivo a nivel de costos, es necesario para una empresa manufacturera tener algún sistema que le permita mejorar y optimizar continuamente. (ingeniería industrial online, s.f.)

### 2.21 Costo Beneficio

El análisis coste beneficio es una técnica que permite valorar inversiones teniendo en cuenta aspectos, de tipo social y medioambiental, que no son considerados en las valoraciones puramente financieras. (ingeniería industrial online, s.f.)

### 2.22 Impacto Ambiental

El impacto ambiental es la alteración del medio ambiente, provocada directa o indirectamente por un proyecto o actividad en un área determinada, en términos simples el impacto ambiental es la modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza. (ingeniería industrial online, s.f.)

### 2.23 Huella De Carbono

La huella de carbono es la cantidad de emisiones, de gases de efecto invernadero, que produce el ser humano al fabricar un producto o realizar sus actividades diarias, es la huella que deja nuestro paso en el planeta. Se expresa en toneladas de CO<sub>2</sub> emitidas. (ingeniería industrial online, s.f.)

## 2.24 Diagrama De Afinidad

El diagrama de afinidad es una herramienta de trabajo para organizar las ideas y datos. Es una de las siete de Gestión y Herramientas de Planificación. La herramienta es de uso general en la gestión de proyectos y permite que un gran número de ideas que se ordenan en grupos para su revisión y análisis. El diagrama de afinidad fue ideado por Jiro Kawakita en la década de 1960 y se refiere a veces como el método KJ. (MANUFACTURING TERMS, s.f.)

## 2.25 Diagrama De Pareto

Mediante el Diagrama de Pareto se pueden detectar los problemas que tienen más relevancia mediante la aplicación del principio de Pareto (pocos vitales, muchos triviales) que dice que hay muchos problemas sin importancia frente a solo unos graves. Ya que por lo general, el 80% de los resultados totales se originan en el 20% de los elementos.

(Sales, 2013).

## 2.26 Modelos matemáticos de optimización

Un modelo de matemático es la representación de una realidad compleja mediante el uso de las matemáticas. (Ramos et. Al, 2010, p 11)

### 2.26.1 Problemas de rutas de vehículos

VRP (Vehicle Routing Problem), es uno de los problemas de optimización más estudiados y se encarga del diseño óptimo de las rutas a ser usadas por una flota de vehículos para distribuir un conjunto de clientes. (Golden, Raghavan y Edward, 2008, p.3)

La solución para VRP requiere que se determine un conjunto de rutas para los vehículos al menor costo, tales que: un vehículo visite una vez a cada cliente, todas las rutas se inicien y terminen en un punto, y que se consideren las restricciones. Las restricciones que se pueden tomar en cuenta para este tipo de problema son: capacidad de los vehículos, tiempo de duración para recorrer las rutas, ventana de tiempo (cuando el cliente  $i$  puede ser visitado en un determinado intervalo de tiempo), etc. (Hanne y Dornbenger, 2016, p. 57)

VRPTW (vehicle routing problema with time windows), es una extensión del VRP que añade como restricción las ventanas horarias en las que los puntos podrán ser visitados. La formulación matemática para este modelo se presenta a continuación:

### 2.26.2 Donde

$m$  = número de vehículos,

$n$  = número de cliente,

$Q_k$  = capacidad del vehículo  $k$ ,

$q_i$  = demanda del cliente  $i$ ,

$c_{ij}$  = costo del viaje desde el cliente  $i$  al  $j$ ,

$t_{ij}$  = tiempo del viaje desde el cliente  $i$  al  $j$ ,

$s_i$  = tiempo de servicio hasta el cliente  $i$ ,

$e_i$  = hora más temprana permitida para entregar al cliente  $i$ ,

$u_i$  = ultima hora permitida para empezar la entrega al cliente  $i$ ,

$N = \{1, \dots, n\}$

$N_0 = N \cup \{0\}$ , y

$M = \{1, \dots, m\}$

## 2.26.3 Variables

$$X_{ijk} = \begin{cases} 1, & \text{si el vehículo } k \text{ viaja directamente desde el cliente } i \text{ al cliente } j \\ 0, & \text{diferente} \end{cases}$$

$$y_{ik} = \begin{cases} 1, & \text{si el cliente } i \text{ es visitado por el vehículo } k \\ 0, & \text{diferente} \end{cases}$$

$t_i$  = el tiempo para empezar a despachar al cliente  $i$

$t_{0ek}$  = hora de salida del vehículo  $k$  del depot

$y_{ik}$  = hora de llegada del vehículo  $k$  al depot

**Modelo**

$$\text{Min} = \sum_{i \in N_0} \sum_{j \in N_0} \sum_{k \in M} c_{ij} x_{ijk} \quad (\text{Ecuación 3})$$

Sujeto a:

$$\sum_{i \in N} x_{ink} - \sum_{j \in N} x_{rjk} = 0 \quad \forall r \in N, \forall k \in M, \quad (\text{Ecuación 4})$$

$$\sum_{i \in N} x_{i0k} = \sum_{j \in N} x_{0jk} = 1 \quad \forall k \in M, \quad (\text{Ecuación 5})$$

$$t_i + s_i + t_{ij} - (1 - x_{ijk})T \leq t_j \quad \forall i, j \in N, \forall k \in M, \quad (\text{Ecuación 6})$$

$$t_{0ek} + t_{0j} - (1 - x_{0jk})T \leq t_j \quad \forall j \in N, \forall k \in M, \quad (\text{Ecuación 7})$$

$$t_i + s_i + t_{i0} - (1 - x_{i0k})T \leq t_{0ek} \quad \forall i \in N, \forall k \in M, \quad (\text{Ecuación 8})$$

$$e_i \leq t_i \leq u_i \quad \forall i \in N, \quad (\text{Ecuación 9})$$

$$e_0 \leq t_{0ek} \quad \forall k \in M, \quad (\text{Ecuación 10})$$

$$t_{0ek} \leq u_0 \quad \forall k \in M, \quad (\text{Ecuación 11})$$

$$\sum_{i \in N} \sum_{j \in N} q_i x_{ijk} \leq Q_k \quad \forall k \in M, \quad (\text{Ecuación 12})$$

$$t_i \geq 0 \quad \forall i \in N_0, \quad (\text{Ecuación 13})$$

$$x_{ijk} \in \{0, 1\} \quad \forall i, j \in N_0, \forall k \in M, \quad (\text{Ecuación 14})$$

$$\sum_{k \in M} y_{ik} = 1 \quad \forall i \in N, \quad (\text{Ecuación 15})$$

$$y_{ik} \in \{0, 1\} \quad \forall i \in N_0, \forall k \in M, \quad (\text{Ecuación 16})$$

$$\sum_{j \in N} x_{0jk} = y_{ik} \quad \forall i \in N_0, \forall k \in M. \quad (\text{Ecuación 17})$$

Figura 1. Variables vecino más cercano.

La función objetivo (3) minimiza el costo total del viaje. Las restricciones (4) aseguran que si el vehículo  $k$  visita un punto, este lo abandona de nuevo. Restricciones (5) establece que cada ruta se origina y termina en el depot. Restricciones (6)-(8) aseguran tiempos de arribo compatibles. (9) restringe el tiempo de arribo a donde el cliente en sus ventanas de tiempo. (10)-(11) son restricciones de ventanas de tiempo en el *depot* para salida y arribo de los de

los vehículos. Restricciones (12) aseguran que la demanda de cada ruta está dentro de los límites de capacidad del vehículo sirviendo esa ruta. (15) asegura que cada cliente es visitado exactamente una vez. (17) restringe una ruta para abandonar el lugar del cliente exactamente una vez.

### 2.27 Software de simulación

La resolución del problema puede ser muy extensa en el tiempo y compleja de realizar sin medios informáticos. Para esto se emplean software que poseen algoritmos capaces de resolver los diferentes problemas de investigación operativa. Existen en el mercado una variedad de opciones como C++, Fortran, Lingo, *Matlab*, etc. (ingeniería industrial online, s.f.)

### 2.28 LOGVRP

Logvrp es una aplicación web, a la que se puede acceder sin necesidad de una licencia, que planea las rutas de entrega, distribución y recolección. Este software ayuda a las organizaciones a sacar provecho de las operaciones logísticas minimizando los costos de transporte y los kilómetros empleados para la distribución mediante la fijación de rutas óptimas, planeación y gestión de las rutas de entrega o recolección. Una característica adicional de Logvrp es que puede ser integrada a otros sistemas informáticos tales como CRM, ERP, MRP, etc., de manera que el uso de este software no debe realizarse de manera aislada aportando más facilidades al operador de los sistemas, manteniendo la información disponible para toda la organización y en tiempo real.

Logvrp también entrega un detalle de las rutas con la siguiente información:

- La carga del vehículo antes de la visita a una estación de entrega y/o recogida
- La carga del vehículo después de visitar a una estación y/o recogida
- La cantidad a entregar y/o recoger en cada estación
- La llegada con fecha y hora del vehículo a una estación
- La salida con fecha y hora del vehículo desde una estación
- Duración de tiempo empleado en cada estación

- Porcentaje promedio de capacidad de carga
- Los pedidos procesados en cada paso de la ruta se muestran

Para la solución de los problemas Logvrp, emplea dos algoritmos que se explican a continuación. (Logvrp, 2016)

#### 2.29 Algoritmo de Jan Dethloff Modificado (JDAM)

Este algoritmo se basa en la versión de Jan Dethloff y ha sido modificada para poder dar solución a los problemas con vehículos, cargas y ventanas de tiempo diferentes. Es capaz de resolver problemas de ruteo de vehículos con entregas y recolecciones simultáneas (VRPSDP). (Logvrp, 2016).

Este algoritmo maneja las siguientes restricciones: vehículos diferentes, carga diferente y visitar solo una vez cada local.

#### 2.30 Adaptive Large Scale Neighborhood Search (ALNS)

Pisinger and Ropke (2005) dieron solución a cinco diferentes tipos de problemas de transporte: CVRP, OVRP, VRPTW, MDVRP y SDVRP. Para su resolución emplearon una heurística denominada ALNS (*Adaptive Large Scale Neighborhood Search heuristic*). (Pino et al., 2011, p 850)

La heurística ALNS fue presentado por Pisinger y Ropke, para dar solución a variantes de problemas de ruteo de vehículos. En lugar de usar un gran conjunto de nodos, como se hacía anteriormente con LNS, se modificó el algoritmo LNS para que usando pequeños grupos, se aplique métodos de inserción y remoción. La solución es obtenida removiendo algunos de los nodos de la solución y reinsertándolos. Los operadores de extracción e inserción se seleccionan dinámicamente de acuerdo con su desempeño anterior. Con este fin, a cada operador se le asigna una puntuación que se incrementa cada vez que mejora la solución actual. La nueva solución se acepta si satisface algunos criterios definidos para el problema. (Demir, Bektas y Laporte, 2012, p. 348).

El algoritmo puede ser empleado para dar solución a distintos tipos de problemas de transporte, como se enlista a continuación:

- VRP con entrega y recolección simultánea, (VRPSDP).
- VRP con ventanas de tiempo, (VRPTW).
- Problemas de ruteo de vehículos con capacidad, (CVRP).
- Problemas de ruteo de vehículos abierto, (OVRP).
- Problemas de ruteo de vehículos con múltiples depósitos, (MDVRP)

### 2.31 Problema del Agente Viajero

Problema del Agente Viajero (TSP por sus siglas en inglés) o problema del viajante, responde a la siguiente pregunta: Dada una lista de ciudades y las distancias entre cada par de ellas, ¿cuál es la ruta más corta posible que visita cada ciudad exactamente una vez y regresa a la ciudad origen? Este es un problema NP-duro dentro en la optimización combinatoria, muy importante en la investigación de operaciones y en la ciencia de la computación.

El problema fue formulado por primera vez en 1930 y es uno de los problemas de optimización más estudiados. Es usado como prueba para muchos métodos de optimización. Aunque el problema es computacionalmente complejo, una gran cantidad de heurísticas y métodos exactos son conocidos, de manera que, algunas instancias desde cien hasta miles de ciudades pueden ser resueltas.

El TSP tiene diversas aplicaciones aún en su formulación más simple, tales como: la planificación, la logística y en la fabricación de microchips. Un poco modificado, aparece como: un sub-problema en muchas áreas, como en la secuencia de ADN. En esta aplicación, el concepto de “ciudad” representa, por ejemplo: clientes, puntos de soldadura o fragmentos de ADN y el concepto de “distancia” representa el tiempo de viaje o costo, o una medida de similitud entre los fragmentos de ADN. En muchas aplicaciones, restricciones adicionales como el límite de recurso o las ventanas de tiempo hacen el problema considerablemente difícil. El TSP es un caso especial de los Problemas del Comprador Viajante (Logvrp, 2016)



### 2.32 Vecino Más Cercano (VMC)

Análisis de vecinos más próximos es un método para clasificar casos basándose en su parecido a otros casos. En el aprendizaje automático, se desarrolló como una forma de reconocer patrones de datos sin la necesidad de una coincidencia exacta con patrones o casos almacenados. Los casos parecidos están próximos y los que no lo son están alejados entre sí. Por lo tanto, la distancia entre dos casos es una medida de disimilaridad.

Los casos próximos entre sí se denominan “vecinos”. Cuando se presenta un nuevo caso (reserva), se calcula su distancia con respecto a los casos del modelo. Las clasificaciones de los casos más parecidos (los vecinos más próximos) se cuadran y el nuevo caso se incluye en la categoría que contiene el mayor número de vecinos más próximos. (IBM Knowledge Center, s.f.)

## **3. CAPITULO III. DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL**

En este capítulo se analiza y se describe el escenario actual. Se realiza el análisis de las rutas de distribución de productos terminados y los tiempos de carga y descarga de los mismos, a través del estudio de tiempos y distancias en cada una de las rutas; y, por último, se analiza cuáles son las secuencias de entrega, que se siguen actualmente.

El diagrama SIPOC para entender de mejor manera y poder analizar el proceso de distribución de los productos terminados desde la fábrica de origen donde se hace el acopio de la materia prima a través de la flota de transporte de los distintos puntos de recolección de materia prima en la ciudad de Quito, algunos se recogen de su punto de la fábrica y otros son entregados directamente en las instalaciones de la recicladora en el siguiente diagrama nos enfocaremos en los proveedores de materia prima a los cuales se recoge el material de su fábrica directamente, además en el siguiente diagrama se explica cuáles son las materias primas de reciclaje, los procesos que se cumplen para la elaboración de las fundas plásticas según las especificaciones y los pellets, por último se detalla todos los clientes de la ciudad de Quito.



Figura 2. Diagrama SIPOC

### 3.1 Descripción del problema

El principal problema se encuentra en el tiempo de recorrido en las rutas de 'deliver' de los productos terminados (rollos de plástico y fundas de plástico); además en el tiempo de carga y descarga de dichos productos; este último proceso mencionado se lo realiza manualmente, tanto en el centro de distribución de la empresa, cuanto en los diferentes destinos. Las rutas de reparto pasan por el sur, centro, norte y valles de la ciudad de Quito. Este problema es constante en todos los envíos en el área de transporte, debido a que las secuencias que siguen actualmente no son las óptimas, para reducir el tiempo de uso de los camiones y, por ende, los costos de distribución, entre los cuales se cuentan las horas de trabajo del personal e insumos para la utilización de la flota de transporte.


### 3.2 Descripción general

#### 3.2.1 Ubicación

La matriz de la empresa de reciclaje y distribución de plásticos se encuentra actualmente ubicada en la provincia de Pichincha, en la ciudad de Quito al norte, barrio huertos F. Urb. Vilca bamba, las CANTABRIAS OE3-259 y de los Fundadores (Calderón industrial). En esta misma localización se procede a la recepción de la materia prima, la posterior producción de fundas plásticas de basura, fundas comunes y rollos plásticos y la distribución de productos terminados:

Tabla 1.

*Descripción productos terminados*

| PRODUCTO  | DESCRIPCIÓN PRODUCTO  |
|---|---|
|  | Empaque que contiene 10 fundas de basura negras, con medidas 40 cm de ancho x 60 cm de largo, calibre 180 y además empaques con fundas de medidas 50 cm de ancho x 70 cm de largo, calibre 200 y un peso aproximado |

|   |   |
|---|---|
|   | de 70 gramos por empaque .  |
|  | Empaque enrollado que contiene 50 fundas transparentes de medidas 20 cm de largo x 10 cm de ancho y cada empaque tiene un peso aproximado de 70 gramos. |
|  | Fundas de pellets de diferentes colores de medidas 20 cm x 20 cm aproximadamente y de peso 3 kilos.   |

### 3.2.2 Horarios

Los horarios de acopio, fabricación y distribución de la empresa son de 8 am a 5 pm, con horas extras de 6 am a 8 am, cuando las rutas de abastecimiento son extensas y horas extras de 5 pm a 7 pm cuando las rutas de distribución de material terminado son de igual manera extensas.

### 3.2.3 Clientes de productos terminados

Debido a que son varios clientes a los que se les realiza la entrega de los productos terminados semanal, quincenal y mensual es de suma importancia conocer la ubicación de dichos clientes.

Tabla 2.

*Clientes de productos terminados*

| <b>Nombre Empresa</b>   | <b>Ubicación</b>   |
|---|--|
| Bodegas Agro Plásticos  | Manuel Córdova Galarza, Quito                              |
| Centro De Medicina Familiar Integral Y Especialidades "La Mariscal" | Av. Cristóbal Colón Y Joaquin Pinzon                       |
| Dispensario Central   | Calles Flores 628 Y Olmedo, Barrio La Marín                |
| Hospital San Francisco De Quito                                     | Av. Jaime Roldós Aguilera Y Juan Ramón Jiménez             |
| Centro Ambulatorio Cotocollao                                       | Av. La Prensa N55-118 Y Pulida                             |
| Hospital Del Día El Batán   | Av. De Las Palmeras Y Río Coca                             |
| Centro De Especialidades Comité Del Pueblo                          | Calle Juncal Lote 100, Entre Ambrosio Y Manuel Amozaba     |
| Unidad Médica Chimbacalle   | Av. Alonso De Angulo, Casitagua                            |
| Centro De Especialidades Sur Occidental                             | Mariscal Sucre 11-27 Y Hernando Prado La Magdalena         |
| Hospital Del IESS Quito Sur   | Calles Moraspungo Y Pinllopata                             |
| Hospital Carlos Andrade Marín                                       | 18 De Septiembre N19-63 Entre Ayacucho Y Av. Universitaria |
| Hospital Militar  | Av. Queseras Del Medio 521 Y Av. Gran Colombia             |
| Hospital Eugenio Espejo   | Av. Gran Colombia S/N Y Yaguachi                           |
| Multilimpio   | Eloy Alfaro N27-52 Y 10 De Agosto                          |
| Unilimpio   | De Los Eucaliptos E1-140 Y Pasaje Juncos                   |
| Absorpelsa  | Panam. Sur Km.7 1/2 Y Psje. Sin Nombre                     |
| Prosisa   | Manuel Córdova Galarza, Km. 3 1/2 - Sector Pusuquí         |

|                         |  |
|-------------------------|--|
| Ponte Selva             | De Los Guarumos & Mayas  |
| Textiles Tornasol       | De Los Guarumos N45-206 Y Mayas, Esq                                 |
| Av. Corp.               | Calle S41 # S41-28 Y Av. Maldonado                                   |
| Plastiexpress           | Bartolomé Sánchez N72-292 Y Antonio Basantes                         |
| Codiempaques            | Fernando De Vera N71-71 Y Sebastián Moreno                           |
| Polifilm                | Juan De Selis Oe1-25 Y Vicente Duque                                 |
| Engoma                  | Panamericana Norte, Km 13.2 Sector Alegría, Gabriel García Moreno    |
| Fupel                   | Sebastián Moreno E2-71 Y Bartolomé Sánchez Panamericana Norte Km 6 ½ |
| Indupol                 | Av. Occidental N70 324 Y Río Peripa, Sector El Condado               |
| Novavasos               | Pasaje Barahona 99 Y Avenida 25 De Noviembre - Llano Grande          |
| Química Comercial       | Enrique Portilla Guerrero  |
| Cartonplast (Tonicomsa) | Calle Medicin Lote 14 Y El Vergel                                    |
| Reciplast               | Tadeo Benítez Oe 1-324 Y Vicente Duque 1                             |

### 3.3 Descripción del sistema de transporte

Se describe el sistema de transporte utilizado por la empresa en el año 2017. Para efectos de estudio se realizará la descripción por secciones, de acuerdo con la frecuencia con que se realizan las entregas siendo estas semanal, quincenal y mensual, para de esta manera facilitar la posterior comparación del escenario actual con el escenario de mejora propuesto. Además, se describe la cantidad que se entrega a cada uno de los clientes expresada en toneladas (Tm); la capacidad del transporte utilizado en cada ruta; la distancia expresada

en kilómetros (Km); el tiempo expresado en horas (h), para cada ruta; y, por último, se describen los costos de transporte en cada ruta de entrega.

### 3.3.1 Entregas semanales grupo 1A centro – sur.

Debido a que los clientes de productos terminados están divididos por la zona de entrega en cuatro grupos, los cuales, se detallan los clientes a quienes se realizan las entregas semanales, que, a su vez, están subdivididos en dos grupos, el grupo 1 centro – sur, que corresponde al sector céntrico y, principal, al sur de la ciudad de Quito.

#### Grupo 1A – Centro sur

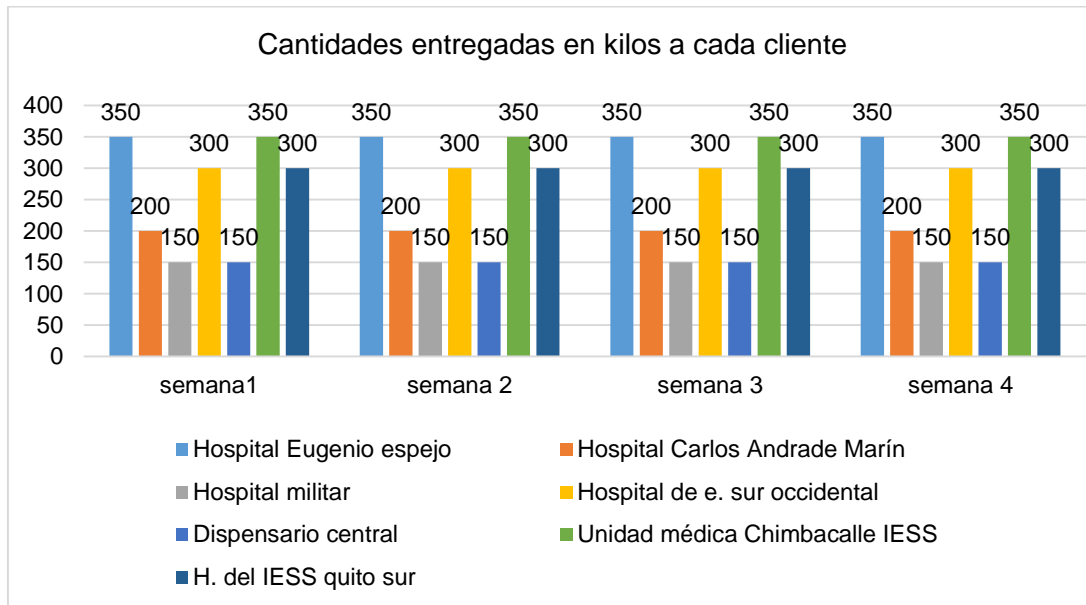
- Hospital Eugenio Espejo
- Hospital Carlos Andrade Marín
- Hospital Militar
- Hospital De Especialidades Sur Occidental
- Dispensario Central
- Unidad Médica Chimbacalle IESS
- H. Del IESS Quito Sur

#### 3.3.1.1 Cantidad de entrega

En el gráfico inferior se describe la cantidad en kilos de material entregado a cada cliente, las 4 semanas del mes, tomando en cuenta que es una demanda fija, con pequeñas variaciones que no afectan ningún cálculo. Se detallan las entregas al grupo 1 del centro-sur de la ciudad.

Tabla 3.

*Cantidad en kilos de material entregado a cada cliente*



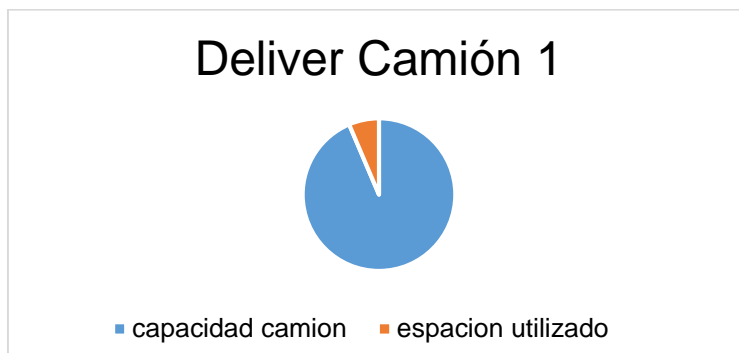
3.3.1.2 Capacidad de transporte utilizado

Esta referencia ayuda a medir la eficiencia del sistema de transporte de la empresa, debido a que es un factor relacionado con la economía del transporte ya que incide directa en los costos del sistema, y si se aprovecha al máximo la capacidad de cada camión para transportar los productos terminados, el costo por viaje se reducirá y de igual manera las horas extras se reducirán e incluso se podrán eliminar.

- Camión 1

Tabla 4.

*Capacidad del camión 1*



Detalles:



Capacidad: 6 toneladas (6000 kilos)

Espacio utilizado: 1.8 Tm (1800 kilos)

% utilización en peso: 30 %

Espacio camión: 50 m cúbicos

Largo: 8 metros

Ancho: 2.50 metros

Altura: 2.50 metros

% utilización en espacio: 50%

### 3.3.1.3 Distancia, tiempo recorrido, tiempo de carga y descarga

En esta fase se describe la secuencia que sigue el camión 1, semanal, desde su punto de partida en la fábrica en calderón, recorriendo los siete hospitales del IESS (instituto ecuatoriano de seguridad social), pasando por el centro de la ciudad y sur de la ciudad para, finalmente, regresar a su lugar de origen. Por otra parte, se describen las distancias en kilómetros, que recorre el camión en cada una de las paradas que realiza; así mismo, el tiempo que tarda en cada parada; de igual forma, el tiempo que transcurre en la carga del material en la fábrica y, posteriormente, el tiempo de descarga en cada punto de distribución.

Tabla 5.

*Kilómetros recorridos por camión*

| <b>Secuencia</b>  | <b>Distancia (km)</b> | <b>Tiempo recorrido</b> | <b>Tiempo carga</b> | <b>Tiempo descarga</b> |
|---|-----------------------|-------------------------|---------------------|------------------------|
| Reciclart - Hospital Militar                              | 23 km                 | 1 h                     | 30 min<br>(1,8 Tm)  | 7 min (150 kilos)      |
| Hospital Militar - Hospital Eugenio Espejo                | 2 km                  | 20 min                  | N/A                 | 17 min (350 kilos)     |
| Hospital Eugenio Espejo - Hospital Carlos Andrade Marín   | 2 km                  | 20 min                  | N/A                 | 10 min (200 kilos)     |
| Hospital Carlos Andrade Marín - Nuevo Dispensario Central | 3 km                  | 30 min                  | N/A                 | 7 min (150 kilos)      |

|  |              |                   |               |                    |
|--|--------------|-------------------|---------------|--------------------|
| Nuevo Dispensario Central - Hospital E. Sur Occidental | 4 km         | 40 min            | N/A           | 15 min (300 kilos) |
| Hospital E. Sur Occidental - Unidad Médica Chimbacalle | 6 km         | 1 h               | N/A           | 7 min (150 kilos)  |
| Unidad Médica Chimbacalle - Hospital less Quito Sur    | 3 km         | 20 min            | N/A           | 17 min (350 kilos) |
| Hospital less Quito Sur – Reciclart                    | 32 km        | 1 h               | N/A           | N/A                |
| <b>Total</b>   | <b>75 km</b> | <b>5 h 10 min</b> | <b>30 min</b> | <b>1 h 20 min</b>  |

Más adelante, se describe las distintas secciones que componen la ruta del grupo 1A

Tabla 6.

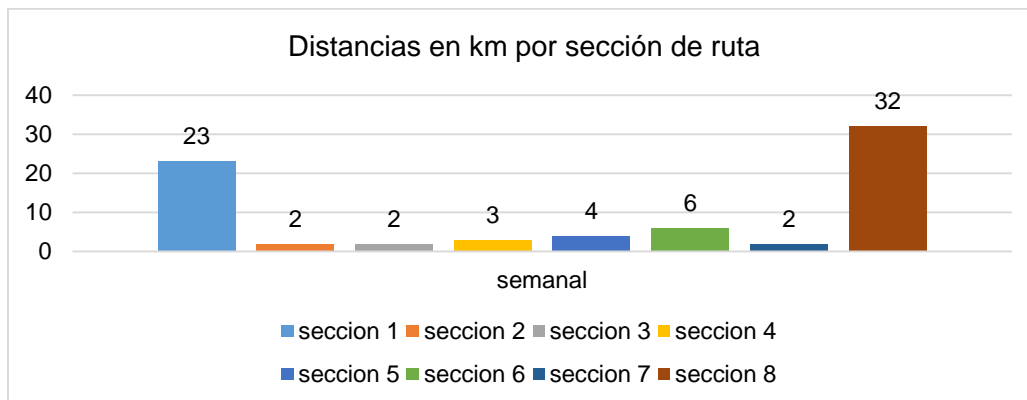
*Distintas secciones que componen la ruta del grupo 1A*

|           |   |
|-----------|---|
| Sección 1 | Reciclart - Hospital Militar                              |
| Sección 2 | Hospital Militar - Hospital Eugenio Espejo                |
| Sección 3 | Hospital Eugenio Espejo - Hospital Carlos Andrade Marín   |
| Sección 4 | Hospital Carlos Andrade Marín - Nuevo Dispensario Central |
| Sección 5 | Nuevo Dispensario Central - Hospital E. Sur Occidental    |
| Sección 6 | Hospital E. Sur Occidental - Unidad Médica Chimbacalle    |
| Sección 7 | Unidad Médica Chimbacalle - Hospital less Quito Sur       |
| Sección 8 | Hospital less Quito Sur – Reciclart                       |

En el siguiente gráfico describe los kilómetros recorridos por cada sección de la ruta 1A

Tabla 7.

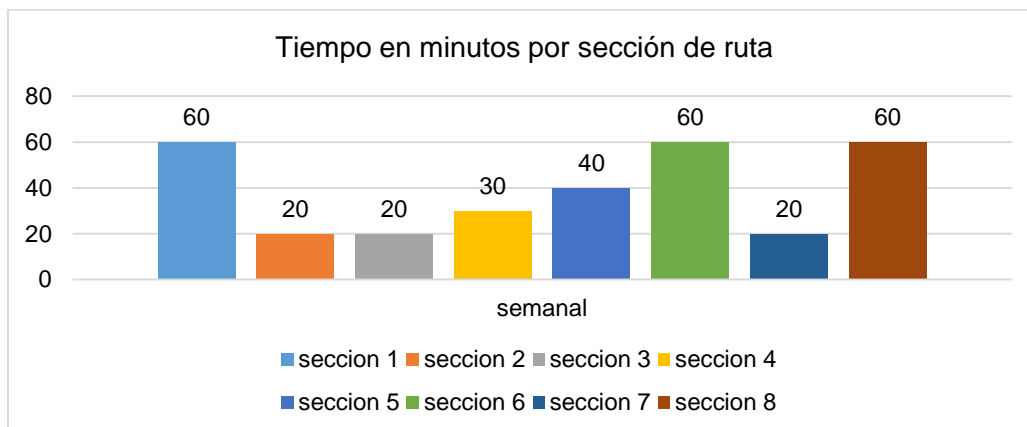
*Kilómetros recorridos por cada sección de la ruta 1 A*



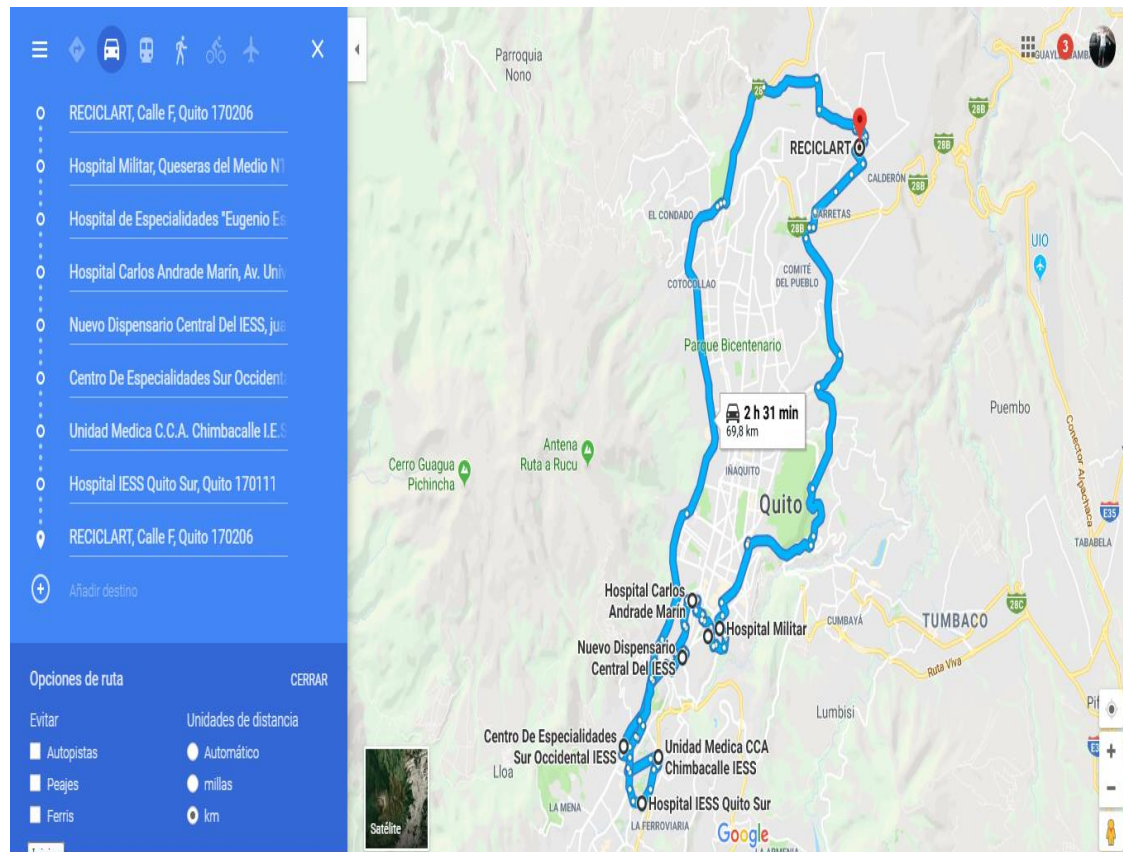
El siguiente gráfico describe el tiempo en minutos que tarda el camión en recorrer cada sección de la ruta 1A

Tabla 8.

*Tiempo en minutos que tarda el camión en recorrer cada sección de la ruta 1 A*



Se detallará la ruta que sigue el camión 1 semanal desde su partida desde la fábrica hasta el regreso al mismo punto pasando por los 7 puntos de entrega de material terminado en el sector centro – sur de la ciudad de Quito.



**Figura 3.** Ruta que sigue el camión 1  
Adaptado de google maps, 2018.

#### 3.3.1.4 Horario ruta 1A

Es importante mencionar que las entregas de la ruta 1A se realizan una vez a la semana, cuatro veces al mes y su horario de partida y llegada se menciona a continuación junto con las horas ordinarias y extraordinarias que realiza la flota de transporte en esta ruta, además este dato influye directamente en el análisis y desglose de los costos más adelante.

Tabla 9.

#### *Horario ruta 1 A*

|                                     |                        |
|-------------------------------------|------------------------|
| Hora De Partida                     | 12:00 Pm               |
| Hora De Llegada                     | 7:00 Pm                |
| Tiempo Total De Ruta 1 <sup>a</sup> | 7 Horas                |
| Horas Ordinarias Trabajadas         | 5 Horas (12 Am – 5 Pm) |
| Horas Extraordinarias Trabajadas    | 2 Horas (5 Pm – 7 Pm)  |

### 3.3.1.5 Costos

Un factor importante para analizar y entender el desempeño de un sistema de transporte es el relacionado con los costos que este implica. A continuación, se detallará los principales costos que incurre el sistema de transporte para alcanzar a distribuir en tiempo y hora adecuada a todos los clientes. Para el cálculo de los

costos, se tomó en cuenta los 22 días promedio laborales por mes.

Número trabajadores: 3 por camión

Costo hora trabajador: \$ 3,50

Costo 3 trabajadores: \$ 10.50 por hora

Costo hora extra trabajador: \$ 5.25

Costo hora extra 3 trabajadores: \$ 15.75

Costo gasolina por ruta: \$ 20

Tabla 10.

*Costos*

| <b>Concepto</b>                      | <b>Costo Semanal</b> | <b>Costo Quincenal</b> | <b>Costo Mensual</b> | <b>Costo Semestral</b> | <b>Costo Anual</b> |
|--------------------------------------|----------------------|------------------------|----------------------|------------------------|--------------------|
| 3<br>Trabajadores (Horas Ordinarias) | \$ 52,50             | \$ 105,00              | \$ 210,00            | \$ 1.260,00            | \$ 2.520,00        |
| Horas Extras 3<br>Trabajadores       | \$ 31,50             | \$ 63,00               | \$ 126,00            | \$ 756,00              | \$ 1.512,00        |
| Gasolina<br>Camión                   | \$ 20,00             | \$ 40,00               | \$ 80,00             | \$ 480,00              | \$ 960,00          |
| Mantenimiento<br>Camión              | N/A                  | N/A                    | N/A                  | \$ 250,00              | \$ 500,00          |

|                   |           |           |           |             |             |
|-------------------|-----------|-----------|-----------|-------------|-------------|
| Cambio De Llantas | N/A       | N/A       | N/A       | N/A         | \$ 600,00   |
| Total             | \$ 104,00 | \$ 208,00 | \$ 416,00 | \$ 2.746,00 | \$ 6.092,00 |

### 3.3.2 Entregas semanales grupo 2 centro – norte.

Se detalla los clientes de la zona céntrica y principalmente del norte de la ciudad de Quito este grupo corresponde a los clientes que se realiza la entrega de productos terminados una vez semanal.

#### Grupo 2 centro – norte

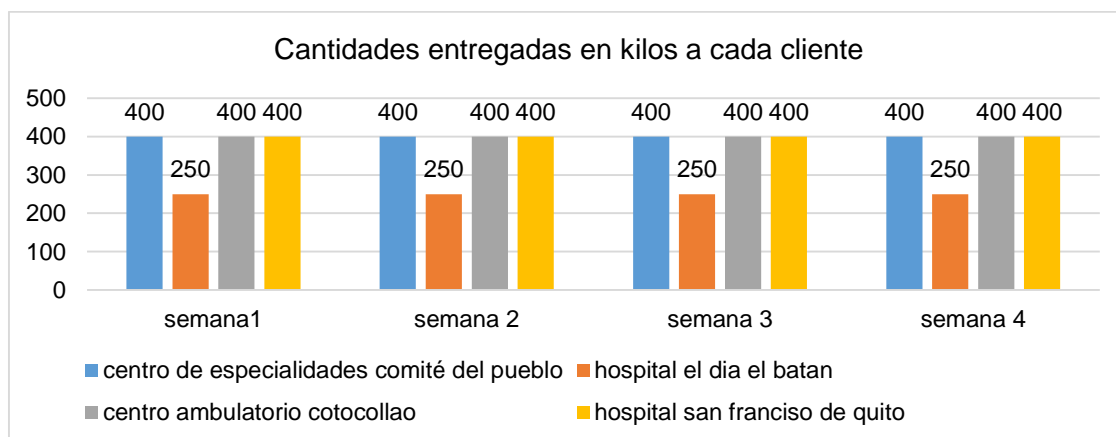
- Centro Especialidades Comité Del Pueblo
- Hospital El Día El Batán
- Centro Ambulatorio Cotocollao
- Hospital San Francisco De Quito
- 

#### 3.3.2.1 Cantidad de entrega

Se detalla la cantidad de producto terminado en kilos que se entrega a cada cliente del grupo 2 semanal tomando en cuenta que la demanda es fija y tiene pequeñas variaciones que no afectan en los cálculos finales.

Tabla 11.

#### *Cantidades entregadas en kilos a cada cliente*



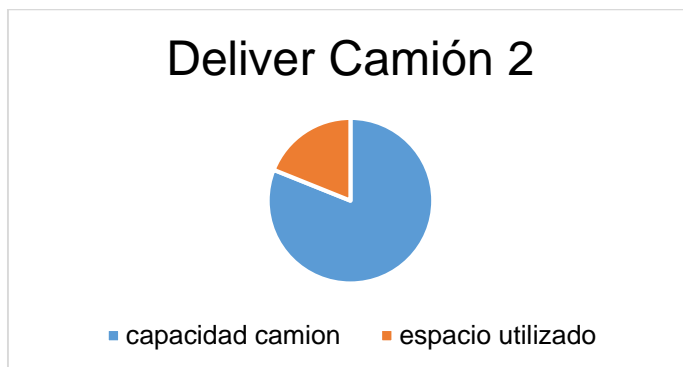
#### 3.3.2.2 Capacidad de transporte utilizado

Esta referencia mide la eficiencia del transporte de la empresa ya que la capacidad del transporte utilizado es un factor relacionado con la economía del transporte porque incide directamente en los costos del sistema, es importante aprovechar al máximo la capacidad de los medios de transporte para de esta forma optimizar recurso y por ende reducir costos innecesarios.

- Camión 2

Tabla 12.

*Deliver Camión 2*



Detalles

Capacidad: 6 toneladas (6000 kilos)

Espacio utilizado: 1.4 Tn (1400 kilos)

% utilización en peso: 23.33 %

Espacio camión: 50 m cúbicos

Largo: 8 metros

Ancho: 2.50 metros

Altura: 2.50 metros

% utilización en espacio: 39%

### 3.3.2.3 Distancia, tiempo recorrido, tiempo de carga y descarga

En esta fase se describe la secuencia que sigue el camión 2 semanal desde su punto de partida en la fábrica en calderón recorriendo los cuatro hospitales del IESS (instituto ecuatoriano de seguridad social) del sector norte de la ciudad de Quito para finalmente regresar a su lugar de origen la fábrica, por otra parte se describe las distancias en kilómetros que recorre el camión en cada una de las

paradas que realiza así mismo el tiempo que tarda en cada parada de igual forma el tiempo que transcurre en la carga del material en la fábrica y posteriormente el tiempo de descarga en cada punto de distribución.

Tabla 13.

*Distancia, tiempo recorrido, tiempo de carga y descarga*

| <b>Secuencia</b>  | <b>Distancia (Km)</b> | <b>Tiempo Recorrido</b> | <b>Tiempo Carga</b> | <b>Tiempo Descarga</b> |
|---|-----------------------|-------------------------|---------------------|------------------------|
| Reciclart - Hospital San F. Quito                           | 8 km                  | 60 min                  | 25 min (1,4 Tm)     | 20 min (400 kilos)     |
| Hospital San F. Quito - Centro E. Comité Del Pueblo         | 5 km                  | 35 min                  | N/A                 | 20 min (400 kilos)     |
| Centro E. Comité Del Pueblo - Centro Ambulatorio Cotocollao | 7 km                  | 40 min                  | N/A                 | 20 min (400 kilos)     |
| Centro Ambulatorio Cotocollao - Hospital Del Día El Batán   | 7 km                  | 30 min                  | N/A                 | 13 min (250 kilos)     |
| Hospital Del Día El Batán - Reciclart                       | 13 km                 | 60 min                  | N/A                 | N/A                    |
| <b>TOTAL</b>  | 40 km                 | 3 h 45 min              | 25 min              | 1 h 13 min             |

En la siguiente tabla se describe las distintas secciones que componen la ruta del grupo 1B

Tabla 14.

*Distintas secciones que componen la ruta del grupo 1B*

|           |   |
|-----------|---|
| Sección 1 | Reciclart - Hospital San Francisco De Quito                 |
| Sección 2 | Hospital San F. Quito - Centro E. Comité Del Pueblo         |
| Sección 3 | Centro E. Comité Del Pueblo - Centro Ambulatorio Cotocollao |
| Sección 4 | Centro Ambulatorio Cotocollao - Hospital Del Día El         |

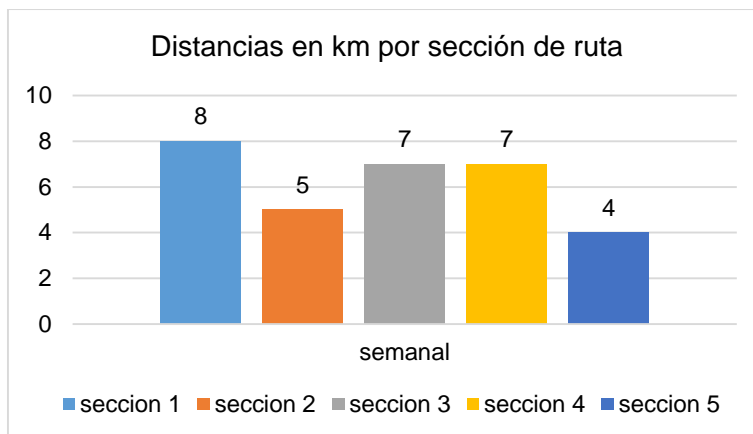


|           |                                       |
|-----------|---------------------------------------|
|           | Batan                                 |
| Sección 5 | Hospital Del Día El Batán – Reciclart |

El siguiente gráfico describe los kilómetros recorridos por cada sección de la ruta 1B.

Tabla 15.

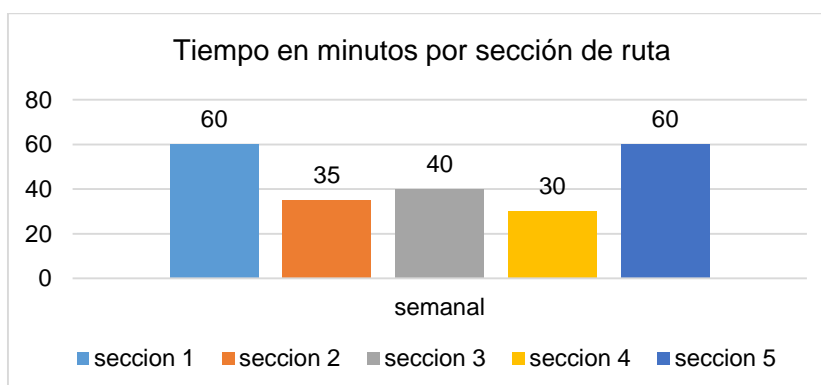
*Kilómetros recorridos por cada sección de la ruta 1B*



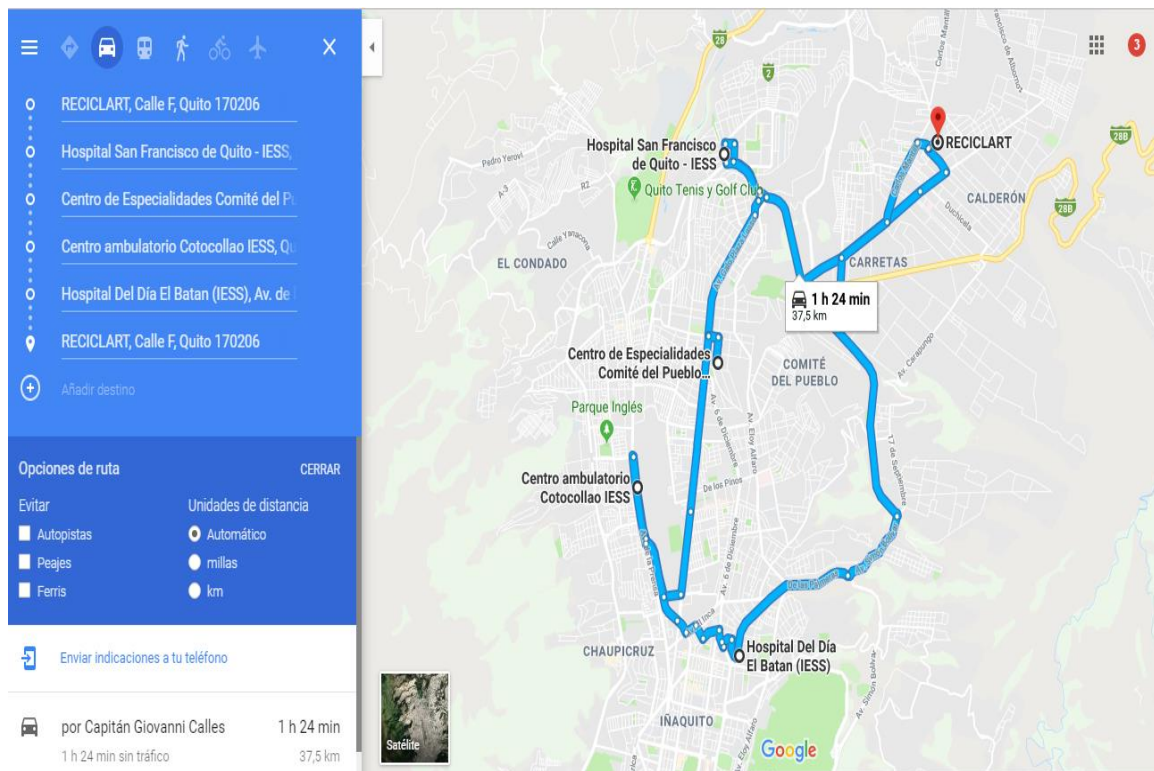
El siguiente gráfico describe el tiempo en minutos que tarda el camión en recorrer cada sección de la ruta 1B

Tabla 16.

*Tiempo en minutos por sección de ruta*



Se detalla la ruta que sigue el camión 2 semanal desde su partida desde la fábrica hasta el regreso al mismo punto pasando por los 4 puntos de entrega de material terminado en el sector centro – norte de la ciudad de Quito.



**Figura 4. Deliver Camión 2**  
Adaptado de google maps, 2018.

### 3.3.2.4 Horario ruta 1B

Es importante mencionar que las entregas de la ruta 1B se realizan una vez a la semana, cuatro veces al mes y su horario de partida y llegada se menciona a continuación junto con las horas ordinarias y extraordinarias que realiza la flota de transporte en esta ruta, además este dato influye directamente en el análisis y desglose de los costos más adelante.

Tabla 17.

#### *Ruta 1B*

|                                  |                          |
|----------------------------------|--------------------------|
| Hora De Partida                  | 13:00 PM                 |
| Hora De Llegada                  | 6:30 PM                  |
| Tiempo Total De Ruta 1B          | 5 H 30 MIN               |
| Horas Ordinarias Trabajadas      | 4 HORAS (13 PM – 5 PM)   |
| Horas Extraordinarias Trabajadas | 1 H 30 MIN (5 PM – 6:30) |

|  |     |
|--|-----|
|  | PM) |
|--|-----|

### 3.3.2.5 Costos

Un factor importante para analizar y entender el desempeño de un sistema de transporte es el relacionado con los costos que este implica, a continuación se detallara los principales costos que incurre el sistema de transporte para alcanzar a distribuir en tiempo y hora adecuada a todos los clientes, para el cálculo de los costos se tomó en cuenta los 22 días promedio laborales por mes.

Numero trabajadores: 3 por camión

Costo hora trabajador: \$ 3.50

Costo 3 trabajadores: \$ 10.50 por hora

Costo hora extra trabajador: \$ 5.25

Costo hora extra 3 trabajadores: \$ 15.75

Costo gasolina por ruta: \$ 15

Tabla 18.

*Costos*

| <b>Concepto</b>                         | <b>Costo Semanal</b> | <b>Costo Quincenal</b> | <b>Costo Mensual</b> | <b>Costo Semestral</b> | <b>Costo Anual</b> |
|---|----------------------|------------------------|----------------------|------------------------|--------------------|
| 3<br>Trabajadores<br>(Horas Ordinarias) | \$<br>42,00          | \$<br>84,00            | \$<br>168,00         | \$<br>1.008,00         | \$<br>2.016,00     |
| Horas Extras<br>3<br>Trabajadores       | \$<br>24,00          | \$<br>48,00            | \$<br>96,00          | \$<br>576,00           | \$<br>1.152,00     |
| Gasolina<br>Camión                      | \$<br>15,00          | \$<br>30,00            | \$<br>60,00          | \$<br>360,00           | \$<br>720,00       |
| Mantenimiento<br>Camión                 | N/A                  | N/A                    | N/A                  | \$<br>250,00           | \$<br>500,00       |

|                   |                 |                  |                  |                    |                    |
|-------------------|-----------------|------------------|------------------|--------------------|--------------------|
| Cambio De Llantas | N/A             | N/A              | N/A              | N/A                | \$ 600,00          |
| <b>TOTAL</b>      | <b>\$ 81,00</b> | <b>\$ 162,00</b> | <b>\$ 324,00</b> | <b>\$ 2.194,00</b> | <b>\$ 4.988,00</b> |

### 3.3.3 Entregas quincenales

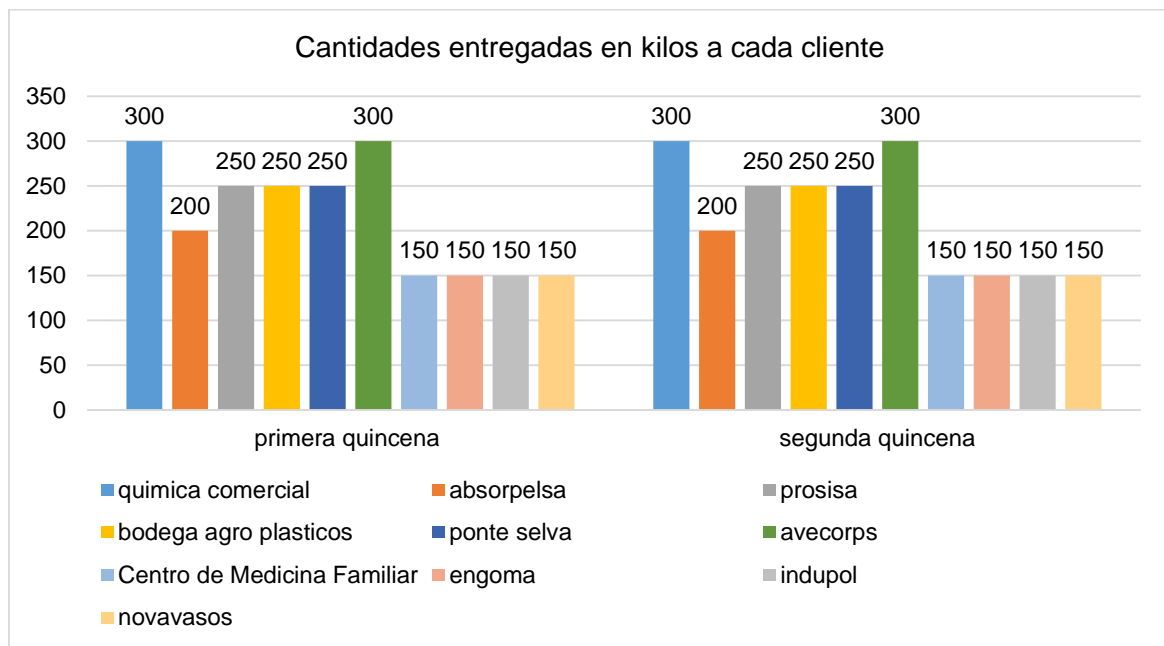
Debido a que los clientes de productos terminados están divididos por la zona de entrega y frecuencia de entrega en cuatro grupos, a continuación, se detallan los clientes que se realizan las entregas quincenal, y sus sedes están principalmente en el norte, centro, sur y mitad del mundo de la ciudad de quito

- Química Comercial
- Absorpelsa
- Prosisa
- Ponte Selva
- Av. Corp.
- Engoma
- Indupol
- Novavasos
- Centro De Medicina Familiar Integral Y Especialidades "La Mariscal"
- Bodegas Agro Plásticos

#### 3.3.3.1 Cantidad de entrega

Se detalla la cantidad de producto terminado en kilos que se entrega a cada cliente quincenal tomando en cuenta que la demanda es fija y tiene pequeñas variaciones que no afectan en los cálculos finales.

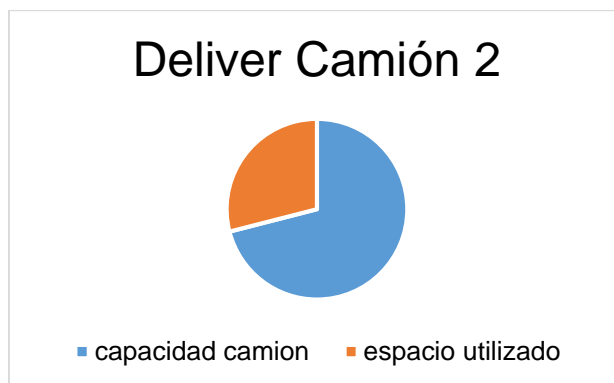
Tabla 19.

*Cantidades entregadas en kilos a cada cliente*

## 3.3.3.2 Capacidad de transporte utilizado

Esta referencia mide la eficiencia del transporte de la empresa ya que la capacidad del transporte utilizado es un factor relacionado con la economía del transporte porque incide directamente en los costos del sistema, es importante aprovechar al máximo la capacidad de los medios de transporte para de esta forma optimizar recurso y por ende reducir costos innecesarios.

Tabla 20.

*Deliver Camión 2*

## Detalles

Capacidad: 6 toneladas (6000 kilos)

Espacio utilizado: 2.15 Tm (2150 kilos)

% utilización en peso: 40.83 %

Espacio camión: 50 m cúbicos

Largo: 8 metros

Ancho: 2.50 metros

Altura: 2.50 metros

% utilización en espacio: 68%

### 3.3.3.3 Distancia y tiempo recorrido, tiempo carga y descarga

En esta fase se describe la secuencia que sigue el camión quincenal desde su punto de partida en la fábrica en calderón recorriendo los cuatro puntos de entrega ubicados en la zona norte de la ciudad de Quito para finalmente regresar a su lugar de origen la fábrica, por otra parte se describe las distancias en kilómetros que recorre el camión en cada una de las paradas que realiza así mismo el tiempo que tarda en cada parada de igual forma el tiempo que transcurre en la carga del material en la fábrica y posteriormente el tiempo de descarga en cada punto de distribución.

Tabla 21.

*Distancia y tiempo recorrido, tiempo carga y descarga*

| <b>Secuencia</b>                       | <b>Distancia (Km)</b> | <b>Tiempo Recorrido</b> | <b>Tiempo Carga</b> | <b>Tiempo Descarga</b> |
|--|-----------------------|-------------------------|---------------------|------------------------|
| Reciclart – Engoma Adhesivos           | 6 km                  | 40 min                  | 50 min (2,45 Tm)    | 7 min (150 kilos)      |
| Engoma – Ponte Selva                   | 10 km                 | 40 min                  | N/A                 | 13 min (250 kilos)     |
| Ponte Selva - Centro Medicina Familiar | 6 km                  | 35 min                  | N/A                 | 10 min (150 kilos)     |
| Centro Medicina Familiar – Av. Corp.   | 25 km                 | 1 h 25 min              | N/A                 | 15 min (250 kilos)     |
| Av. Corp. - Absorpelsa                 | 4 km                  | 20 min                  | N/A                 | 14 min (200 kilos)     |

|  |               |            |               |                    |
|--|---------------|------------|---------------|--------------------|
| Absorpelsa – Mangueras Indupol             | 19 km         | 40 min     | N/A           | 10 min (150 kilos) |
| Mangueras Indupol – Prosisa                | 12 km         | 35 min     | N/A           | 15 min (250 kilos) |
| Prosisa – Bodegas Agro Plásticos           | 10 km         | 20 min     | N/A           | 15 min (250 kilos) |
| Bodegas Agro Plásticos – Química Comercial | 14 km         | 30 min     | N/A           | 16 min (300 kilos) |
| Química Comercial – Reciclart              | 7 km          | 15 min     | N/A           | N/A                |
| <b>TOTAL</b>                               | <b>113 km</b> | <b>6 h</b> | <b>50 min</b> | <b>1 h 56 min</b>  |

En la siguiente tabla se describe las distintas secciones que componen la ruta de las entregas quincenales.

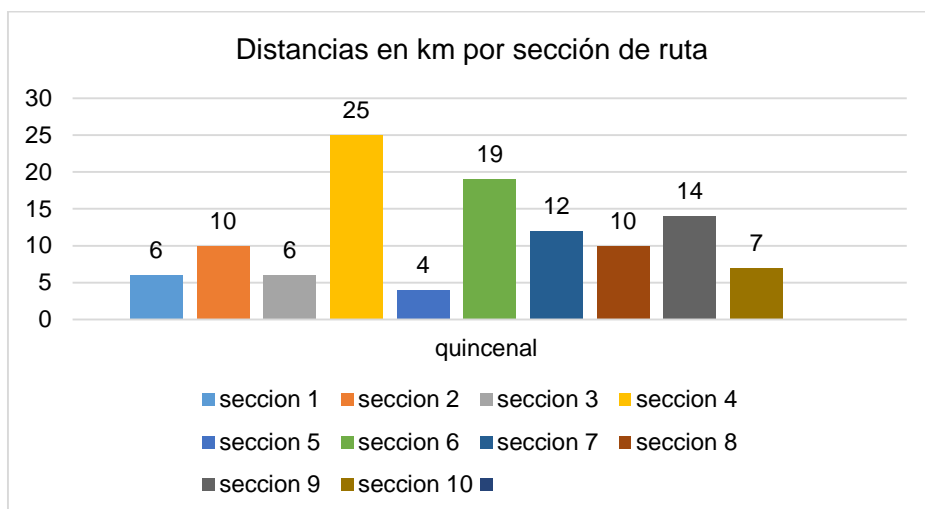
Tabla 22.

*Distintas secciones que componen*

|            |  |
|------------|--|
| Sección 1  | Reciclart – Engoma Adhesivos               |
| Sección 2  | Engoma – Ponte Selva                       |
| Sección 3  | Ponte Selva - Centro Medicina Familiar     |
| Sección 4  | Centro Medicina Familiar – Av. Corp.       |
| Sección 5  | Av. Corp. – Absorpelsa                     |
| Sección 6  | Absorpelsa – Mangueras Indupol             |
| Sección 7  | Mangueras Indupol – Prosisa                |
| Sección 8  | Prosisa – Bodegas Agro Plásticos           |
| Sección 9  | Bodegas Agro Plásticos – Química Comercial |
| Sección 10 | Química Comercial – Reciclart              |

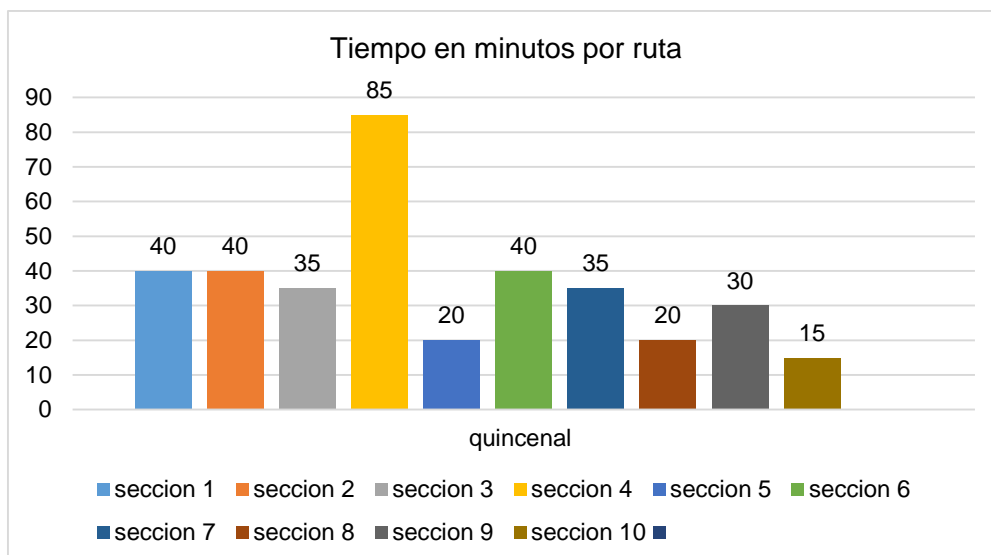
El siguiente gráfico describe los kilómetros recorridos por cada sección de la ruta de entregas quincenales.

Tabla 23.

*Distancias en km por sección de ruta*

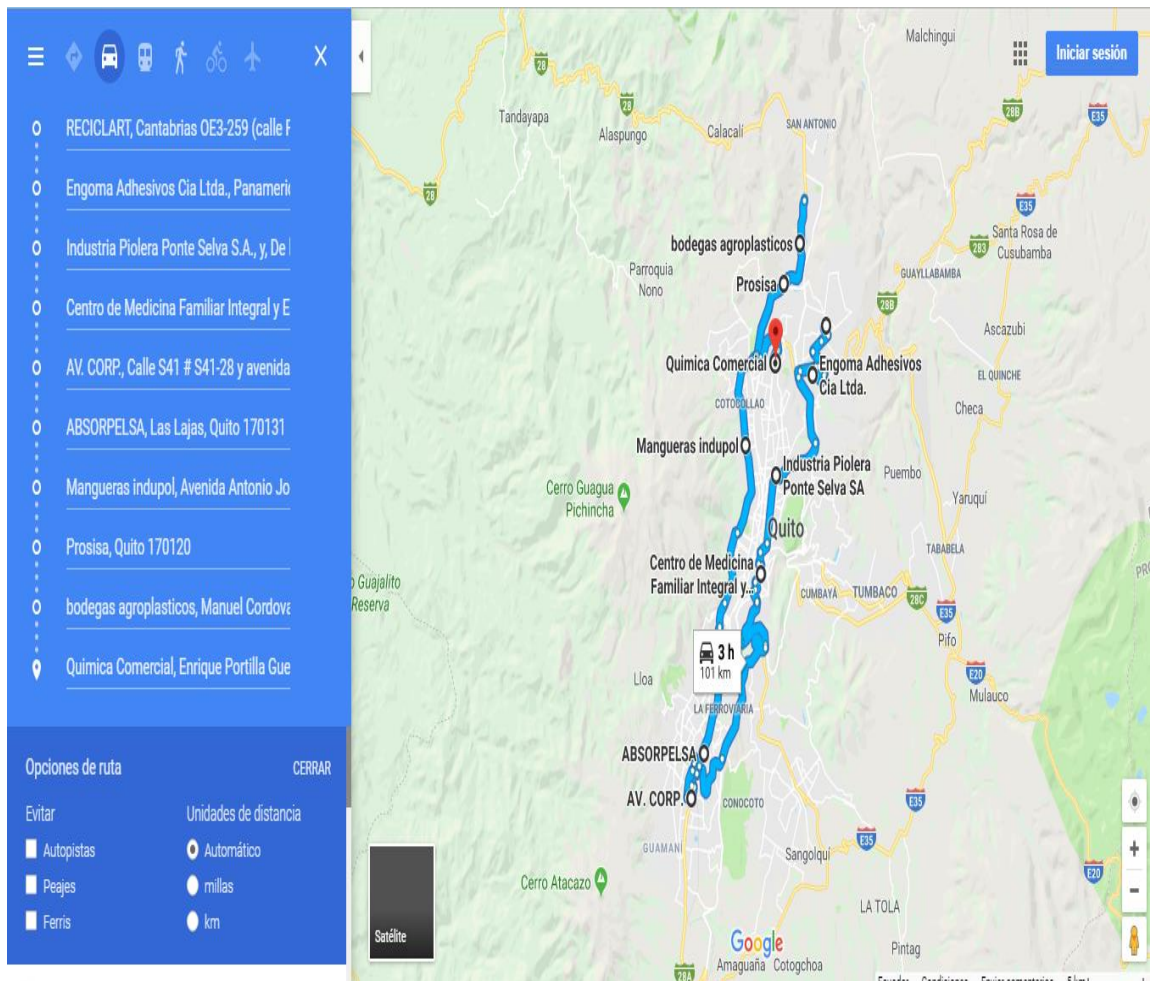
El siguiente gráfico describe el tiempo en minutos que tarda el camión en recorrer cada sección de la ruta de entregas quincenales.

Tabla 24.

*Tiempo en minutos por ruta*

A continuación, se detalla la ruta que sigue el camión quincenal desde su partida desde la fábrica hasta el regreso al mismo punto pasando por los 10 puntos de entrega de material terminado en el sector norte, centro, sur y mitad del mundo de la ciudad de Quito.





*Figura 5.* Ruta que sigue el camión quincenal  
Adaptado de google maps, 2018.

#### 3.3.3.4 Horario ruta quincenal

Es importante mencionar que las entregas de la ruta quincenales se realizan dos veces al mes y su horario de partida y llegada se menciona a continuación junto con las horas ordinarias y extraordinarias que realiza la flota de transporte en esta ruta, además este dato influye directamente en el análisis y desglose de los costos más adelante.

Tabla 25.

#### *Horario ruta quincenal*

|                 |          |
|-----------------|----------|
| Hora De Partida | 10:00 AM |
| Hora De Llegada | 6:50 PM  |

|                                  |                             |
|----------------------------------|-----------------------------|
| Tiempo Total De Ruta Quincenal   | 8 H 50 MIN                  |
| Horas Ordinarias Trabajadas      | 7 HORAS (10 AM – 5 PM)      |
| Horas Extraordinarias Trabajadas | 1 H 50 MIN (5 PM – 6:50 PM) |

### 3.3.3.5 Costos

Numero trabajadores: 3 por camión

Costo horas trabajador: \$ 3.50

Costo 3 trabajadores: \$ 10.50 por hora

Costo horas extras trabajador: \$ 5.25

Costo horas extras 3 trabajadores: \$ 15.75

Costo gasolina por ruta: \$ 20

Tabla 26.

*Costo*

| CONCEPTO                          | COSTO SEMANAL | COSTO QUINCENAL | COSTO MENSUAL | COSTO SEMESTRAL | COSTO ANUAL |
|-----------------------------------|---------------|-----------------|---------------|-----------------|-------------|
| 3 Trabajadores (Horas Ordinarias) | N/A           | \$ 73,50        | \$ 147,00     | \$ 882,00       | \$ 1.764,00 |
| Horas Extras 3 Trabajadores       | N/A           | \$ 31,50        | \$ 63,00      | \$ 378,00       | \$ 756,00   |
| Gasolina Camión                   | N/A           | \$ 20,00        | \$ 40,00      | \$ 240,00       | \$ 480,00   |
| Mantenimiento Camión              | N/A           | N/A             | N/A           | N/A             | N/A         |
| Cambio De Llantas                 | N/A           | N/A             | N/A           | N/A             | N/A         |

|              |            |                            |                            |                           |   |
|--------------|------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------|---|
| <b>TOTAL</b> | <b>N/A</b> | <b>\$</b><br><b>125,00</b> | <b>\$</b><br><b>250,00</b> | <b>\$</b> <b>1.500,00</b> | <b>\$</b><br><b>3.000,0</b><br><b>0</b> |
|--------------|------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------|---|

### 3.3.4 Entregas mensuales

Debido a que los clientes de productos terminados están divididos por la zona de entrega y la frecuencia de entrega en cuatro grupos, a continuación, se detallan los clientes a quienes se realizan las entregas mensual

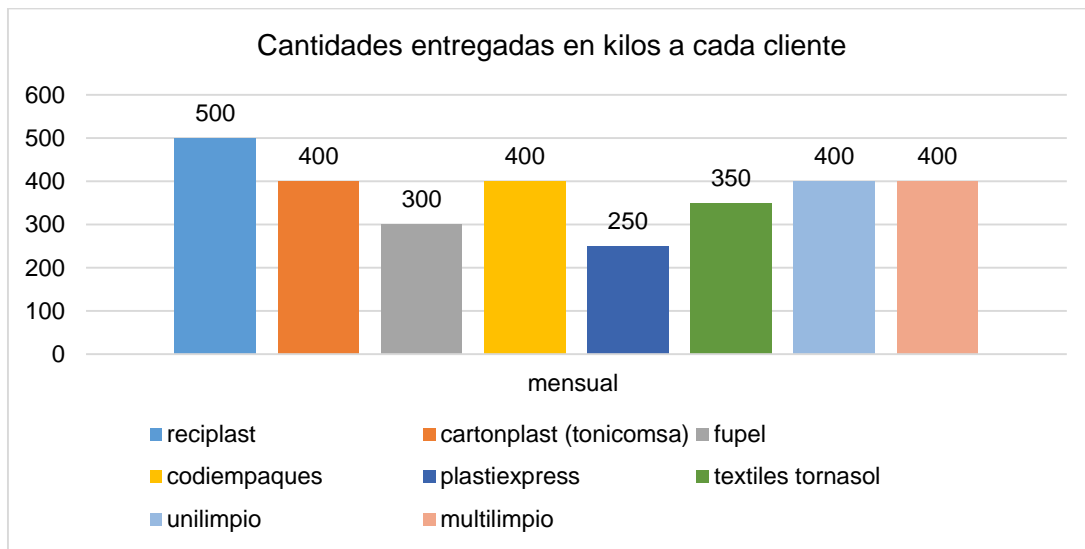
- Reciplast
- Cartonplanst
- Fupel
- Codiempaques
- Plastiexpress
- Textiles Tornasol
- Unilimpio
- Multilimpio

#### 3.3.4.1 Cantidad de entrega

Se detalla la cantidad de producto terminado en kilos que se entrega a cada cliente mensualmente tomando en cuenta que la demanda es fija y tiene pequeñas variaciones que no afectan en los cálculos finales.

Tabla 27.

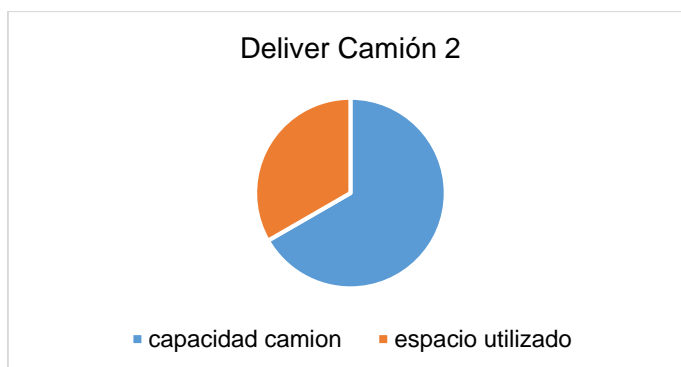
Cantidades entregadas en kilos a cada cliente



### 3.3.4.2 Capacidad de transporte utilizado

Esta referencia mide la eficiencia del transporte de la empresa ya que la capacidad del transporte utilizado es un factor relacionado con la economía del transporte porque incide directamente en los costos del sistema, es importante aprovechar al máximo la capacidad de los medios de transporte para de esta forma optimizar recurso y por ende reducir costo innecesarios.

Tabla 28.

*Deliver Camión 2*

Detalles:

Capacidad: 6 toneladas (6000 kilos)

Espacio utilizado: 3.0 Tm (3000 kilos)

% utilización en peso: 50 %

Espacio camión: 50 m cúbicos

Largo: 8 metros

Ancho: 2.50 metros

Altura: 2.50 metros

% utilización en espacio: 83%

### 3.3.4.3 Distancia y tiempo recorrido, tiempo de carga y descarga

En esta fase se describe la secuencia que sigue el camión mensual desde su punto de partida en la fábrica en calderón recorriendo los nueve puntos de distribución del sector norte de la ciudad de Quito para finalmente regresar a su lugar de origen la fábrica, por otra parte se describe las distancias en kilómetros que recorre el camión en cada una de las paradas que realiza así mismo el tiempo que tarda en cada parada de igual forma el tiempo que transcurre en la carga del material en la fábrica y posteriormente el tiempo de descarga en cada punto de distribución.

Tabla 29.

*Distancia y tiempo recorrido, tiempo de carga y descarga*

| <b>SECUENCIA</b>                 | <b>DISTANCIA<br/>(KM)</b> | <b>TIEMPO<br/>RECORRIDO</b> | <b>TIEMPO<br/>CARGA</b> | <b>TIEMPO<br/>DESCARGA</b> |
|----------------------------------|---------------------------|-----------------------------|-------------------------|----------------------------|
| Reciclart –<br>Textiles Tornasol | 2 km                      | 20 min                      | 60 min (3 Tm)           | 19 min (350 kilos)         |
| Textiles Tornasol<br>- Tonicomsa | 2 km                      | 20 min                      | N/A                     | 20 min (400 kilos)         |
| Tonicomsa -<br>Reciplast         | 5 km                      | 40 min                      | N/A                     | 27 min (500 kilos)         |
| Reciplast - Fupel                | 3 km                      | 25 min                      | N/A                     | 16 min (300 kilos)         |
| Fupel -<br>Codiempaques          | 1 km                      | 5 min                       | N/A                     | 20 min (400 kilos)         |
| Codiempaques -                   | 1 km                      | 5 min                       | N/A                     | 13 min (250 kilos)         |

|                              |              |                  |               |                       |
|------------------------------|--------------|------------------|---------------|-----------------------|
| Plastiexpress                |              |                  |               | kilos)                |
| Plastiexpress –<br>Unilimpio | 2 km         | 15 min           | N/A           | 20 min (400<br>kilos) |
| Unilimpio –<br>Multilimpio   | 8 km         | 30 min           | N/A           | 20 min (400<br>kilos) |
| Multilimpio –<br>Reciclart   | 12 km        | 40 min           | N/A           | N/A                   |
| <b>TOTAL</b>                 | <b>36 km</b> | <b>3 h 20min</b> | <b>60 min</b> | <b>2 h 35 min</b>     |

En la siguiente tabla se describe las distintas secciones que componen la ruta de las entregas mensuales.

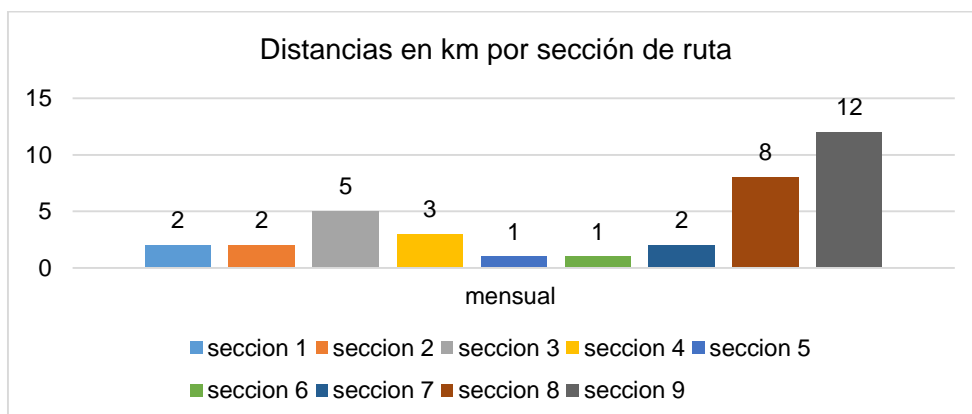
Tabla 30.

*Distintas secciones que componen la ruta de las entregas mensuales*

|           |                               |
|-----------|-------------------------------|
| Sección 1 | Reciclart – Textiles Tornasol |
| Sección 2 | Textiles Tornasol - Tonicomsa |
| Sección 3 | Tonicomsa – Reciplast         |
| Sección 4 | Reciplast – Fupel             |
| Sección 5 | Fupel – Codiempaques          |
| Sección 6 | Codiempaques – Plastiexpress  |
| Sección 7 | Plastiexpress – Unilimpio     |
| Sección 8 | Unilimpio - Multilimpio       |
| Sección 9 | Multilimpio - Reciclart       |

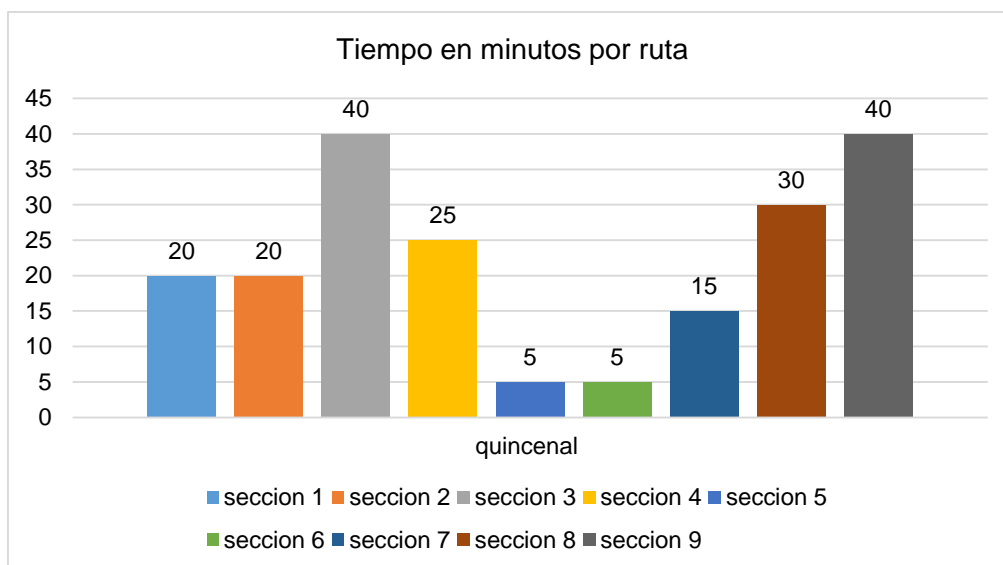
El siguiente gráfico describe los kilómetros recorridos por cada sección de la ruta de entregas mensuales.

Tabla 31.

*Distancias en km por sección de ruta*

El siguiente gráfico describe el tiempo en minutos que tarda el camión en recorrer cada sección de la ruta de entregas mensuales.

Tabla 32.

*Tiempo en minutos por ruta*

Se detalla la ruta que sigue el camión mensual desde su partida desde la fábrica hasta el regreso al mismo punto pasando por los puntos de entrega de material terminado de la ciudad de Quito.

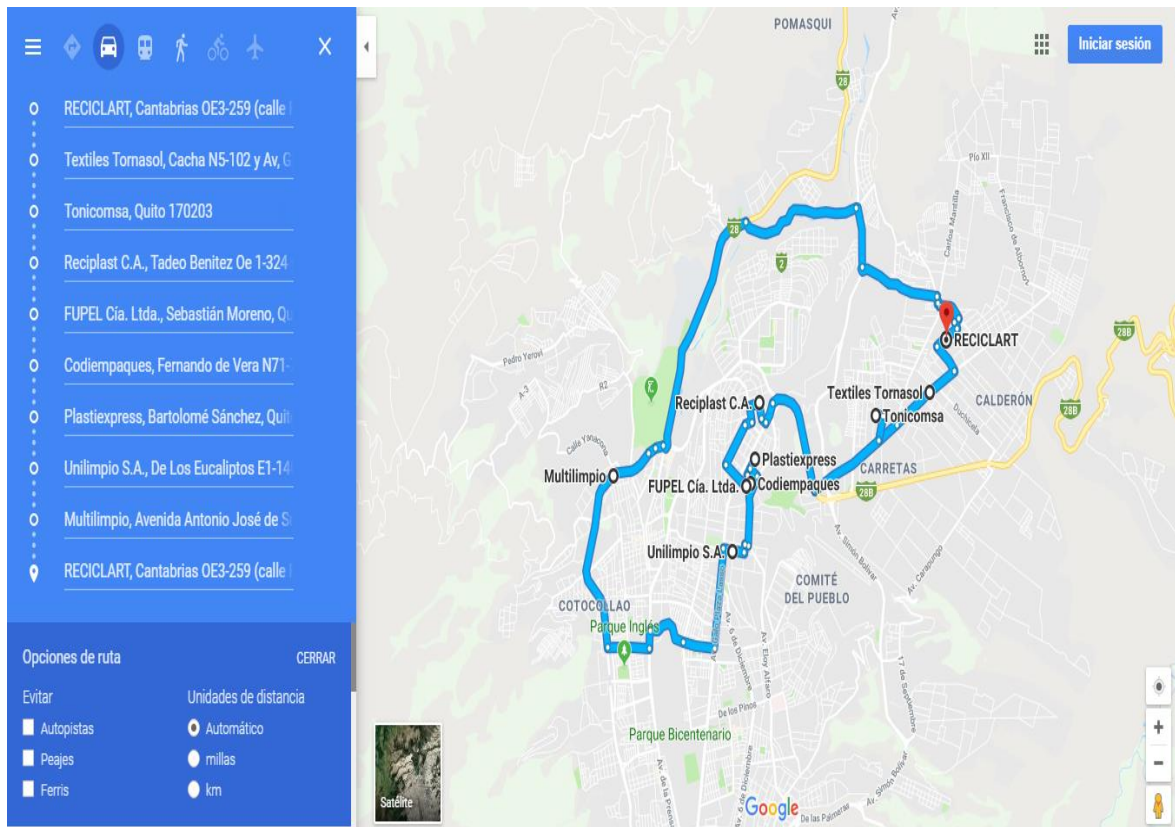


Figura 6. Ruta que sigue el camión  
Adaptado de google maps, 2018.

#### 3.3.4.4 Horario ruta mensual

Es importante mencionar que las entregas de la ruta mensuales se realizan una vez al mes y su horario de partida y llegada se menciona a continuación junto con las horas ordinarias y extraordinarias que realiza la flota de transporte en esta ruta, además este dato influye directamente en el análisis y desglose de los costos más adelante.

Tabla 33.

*Ruta que sigue el camión*

|                              |                        |
|------------------------------|------------------------|
| Hora De Partida              | 12:00 Pm               |
| Hora De Llegada              | 6:55 Pm                |
| Tiempo Total De Ruta Mensual | 6 H 55 Min             |
| Horas Ordinarias Trabajadas  | 5 Horas (12 Am – 5 Pm) |



|                                  |                             |
|----------------------------------|-----------------------------|
| Horas Extraordinarias Trabajadas | 1 H 55 Min (5 Pm – 6:55 Pm) |
|----------------------------------|-----------------------------|

### 3.3.4.5 Costos

Numero trabajadores: 3 por camión

Costo hora trabajador: \$ 3.50

Costo 3 trabajadores: \$ 10.50 por hora

Costo hora extra trabajador: \$ 5.25

Costo hora extra 3 trabajadores: \$ 15.75

Costo gasolina por ruta: \$ 20

Tabla 34.

#### Costo

| Concepto                          | Costo Semanal | Costo Quincenal | Costo Mensual    | Costo Semestral  | Costo Anual        |
|-----------------------------------|---------------|-----------------|------------------|------------------|--------------------|
| 3 Trabajadores (Horas Ordinarias) | N/A           | N/A             | \$ 52,50         | \$ 315,00        | \$ 630,00          |
| Horas Extras 3 Trabajadores       | N/A           | N/A             | \$ 31,50         | \$ 189,00        | \$ 378,00          |
| Gasolina Camión                   | N/A           | N/A             | \$ 20,00         | \$ 120,00        | \$ 240,00          |
| Mantenimiento Camión              | N/A           | N/A             | N/A              | N/A              | N/A                |
| Cambio De Llantas                 | N/A           | N/A             | N/A              | N/A              | N/A                |
| <b>TOTAL</b>                      | <b>N/A</b>    | <b>N/A</b>      | <b>\$ 104,00</b> | <b>\$ 624,00</b> | <b>\$ 1.248,00</b> |

### 3.4 Costo por hora de las rutas

En el siguiente cuadro se realiza un resumen de los tiempos y los costos totales anuales de cada ruta para, posteriormente, poder realizar la descripción del problema.

Tabla 35.

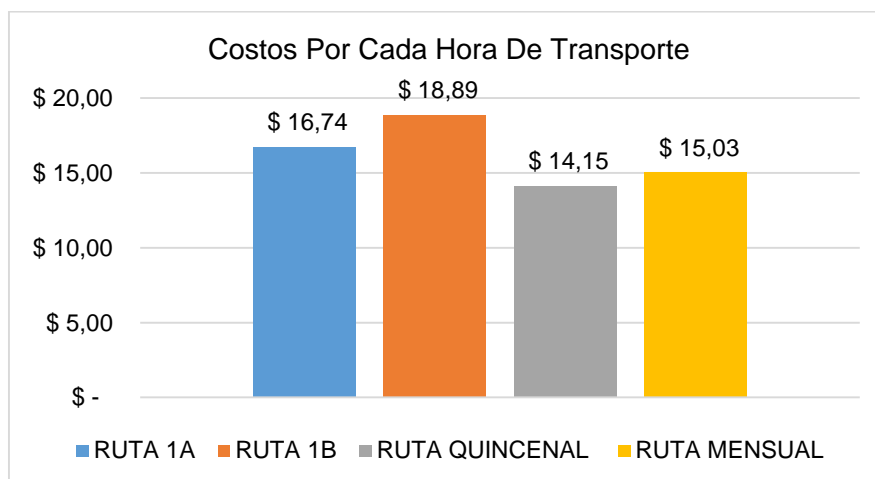
#### *Costo por hora de las rutas*

| Concepto                | Ruta Semanal 1a | Ruta Semanal 1b | Ruta Quincenal | Ruta Mensual |
|-------------------------|-----------------|-----------------|----------------|--------------|
| Tiempo Total Ruta Anual | 364 H           | 264 H           | 212 H          | 83 H         |
| Costo Total Rutas Anual | \$ 6.092,00     | \$ 4.988,00     | \$ 3.000,00    | \$ 1.248,00  |

En el gráfico se realiza una comparación entre los costos por hora de cada ruta anual.

Tabla 36.

#### *Costos Por Cada Hora De Transporte*



### 3.5 Costo por kilómetro de las rutas

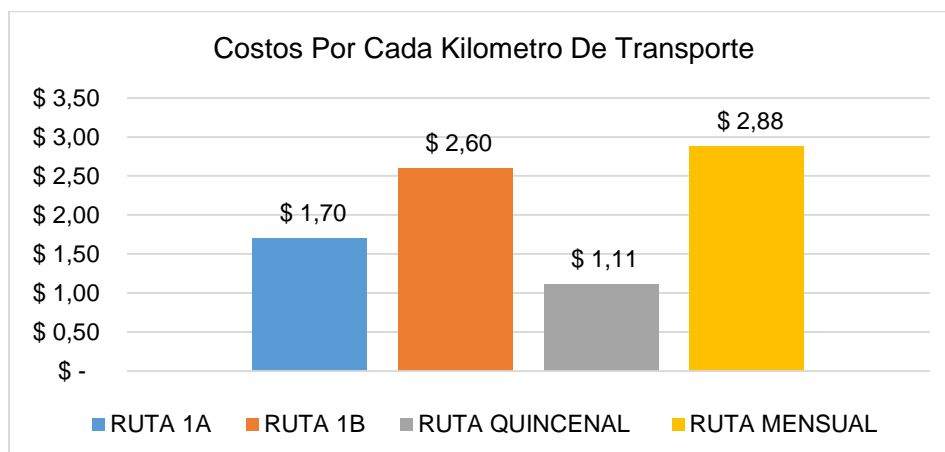
En el siguiente cuadro se realiza un resumen de la distancia recorrida en cada ruta anual y los costos totales anuales de cada ruta para, posteriormente, poder realizar la descripción del problema.

Tabla 37.

*Costo por Kilómetro de las rutas*

| Concepto                      | Ruta<br>Semanal<br>1a | Ruta<br>Semana 1b | Ruta<br>Quincenal | Ruta<br>Mensual |
|-------------------------------|-----------------------|-------------------|-------------------|-----------------|
| Distancia Total<br>Ruta Anual | 3600 KM               | 1920 KM           | 2712 KM           | 432 KM          |
| Costo Total<br>Rutas Anual    | \$ 6.092,00           | \$ 4.988,00       | \$ 3.000,00       | \$ 1.248,00     |

Tabla 38.

*Costos Por Cada Kilómetro De Transporte*

## 3.6 Impacto ambiental del proyecto

Se destaca el impacto medio ambiental y la contribución que el proyecto de optimización de rutas de distribución y tiempos de carga y descarga realiza desde la perspectiva de consumo de gasolina o diésel y las emisiones de CO<sub>2</sub> generadas por cada ruta de distribución de la empresa de reciclaje, se destaca los factores que influyen en el consumo de diésel o gasolina de la flota de transporte

Es de suma importancia dar a conocer varios datos, como por ejemplo; la producción de CO<sub>2</sub> por cada kilómetro recorrido, por cada camión de

distribución en cada ruta. se puede mencionar que los motores a diésel producen 2.6 kilo gramos de CO<sub>2</sub> por cada litro de diésel quemado (Generalitat de Catalunya, 2011, p. 10).

Datos proporcionados por el Ministerio de Transporte del Ecuador, los vehículos de carga pesada queman un galón de combustible por cada 40 km, recorridos es decir estos vehículos consumen 0.095 litros de combustible por cada kilómetro recorrido, luego de conocer estos datos se puede cuantificar el impacto actual de la flota de transporte

### 3.6.1 Factores que influyen en el consumo de combustible

Se detalla los principales factores que influyen a mayor o menor escala en el consumo de combustible de un vehículo de transporte de carga pesada.

- El motor
- Dimensiones del camión
- Antigüedad del camión y eficiencia
- Cantidad de carga transportada
- Tipo de conducción y velocidad en carretera
- La ruta por la que transcurre
- Estado de neumáticos del camión

### 3.6.2 Distancia recorrida por ruta

La distancia que se recorre en kilómetros en cada una de la rutas tomando en cuenta que la ruta 1 se subdivide en dos la ruta 1A centro - sur y la ruta1B norte de la ciudad de quito, la ruta 2 corresponde a las entregas quincenales, y la ruta 3 corresponde a las entregas mensuales, se realiza el detalle de las rutas mensual y posteriormente anual para poder cuantificar los costos, las emisiones y las optimizaciones de mejor forma

Tabla 39.

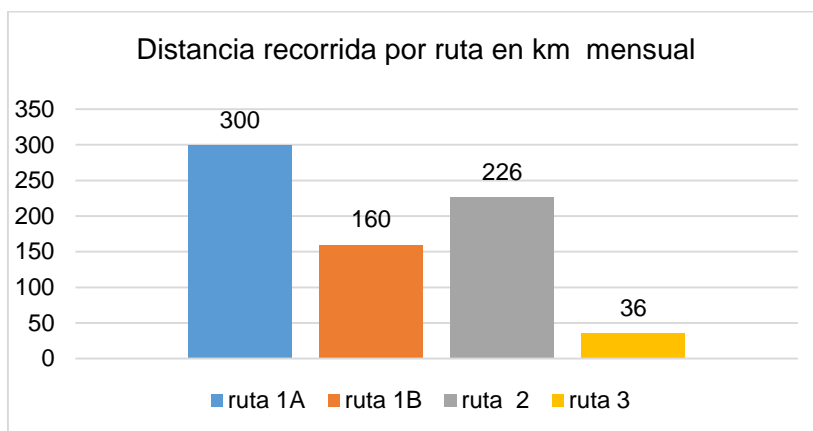
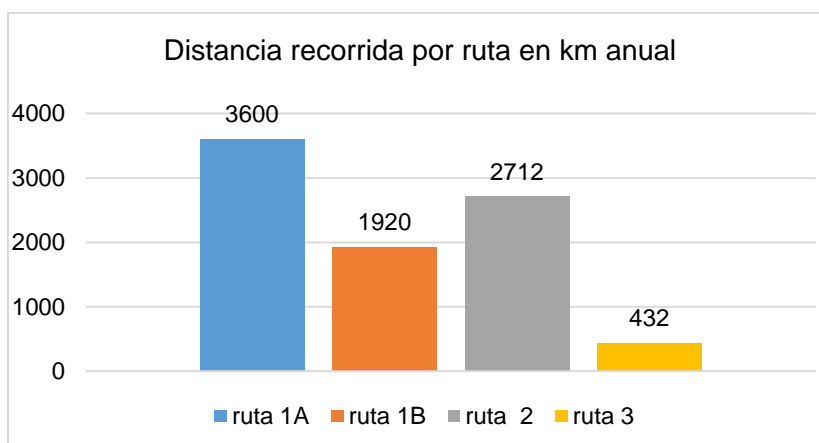
*Distancia recorrida por ruta en km mensual*

Tabla 40.

*Distancia recorrida por ruta en km mensual y anual*

## 3.6.3 Litros de combustible quemados por ruta

Los litros de combustible que se consumen en cada una de la rutas tomando en cuenta que la ruta 1 se subdivide en dos la ruta 1A centro - sur y la ruta1B norte de la ciudad de quito, la ruta 2 corresponde a las entregas quincenales, y la ruta 3 corresponde a las entregas mensuales, por otra parte se toma en cuenta que el consumo de combustible promedio de la flota es de 0.095 litros para la obtención de los datos.

Tabla 41.

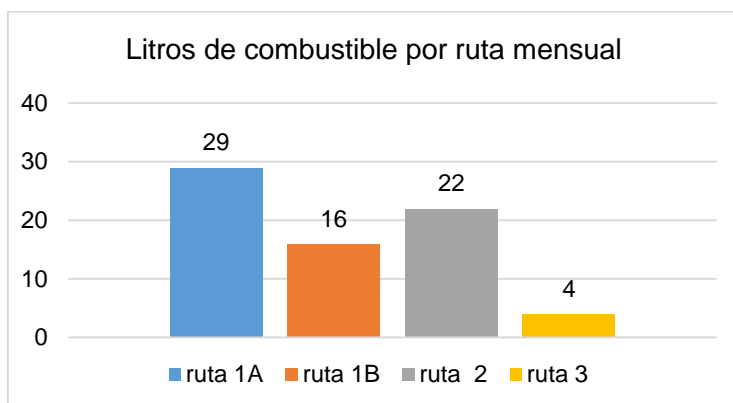
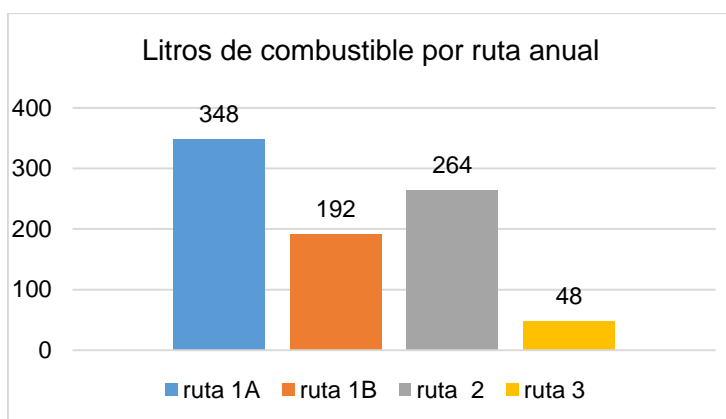
*Litros de combustible por ruta mensual*

Tabla 42.

*Litros de combustible por ruta en km anual*3.6.4 Kilogramos de CO<sub>2</sub> producidos por ruta

Los kilogramos de CO<sub>2</sub> emitidos en cada una de las rutas tomando en cuenta que la ruta 1 se subdivide en dos la ruta 1A centro - sur y la ruta1B norte de la ciudad de Quito, la ruta 2 corresponde a las entregas quincenales, y la ruta 3 corresponde a las entregas mensuales, tomando en cuenta que la flota produce 2.6 kg de CO<sub>2</sub> por cada litro de diésel quemado para realizar los cálculos.

Tabla 43.

*KG de CO<sub>2</sub> producidos por ruta mensual*

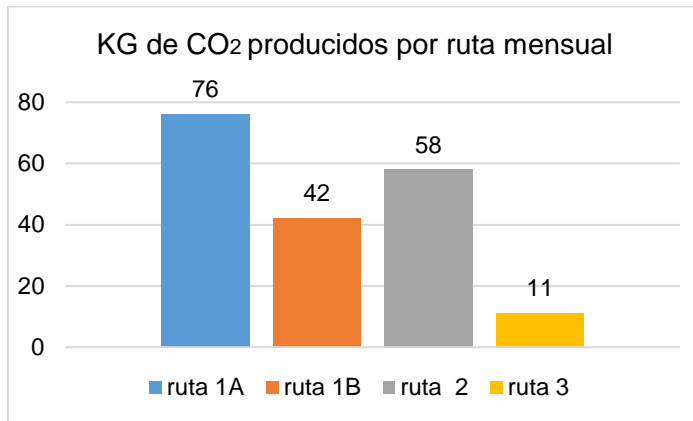
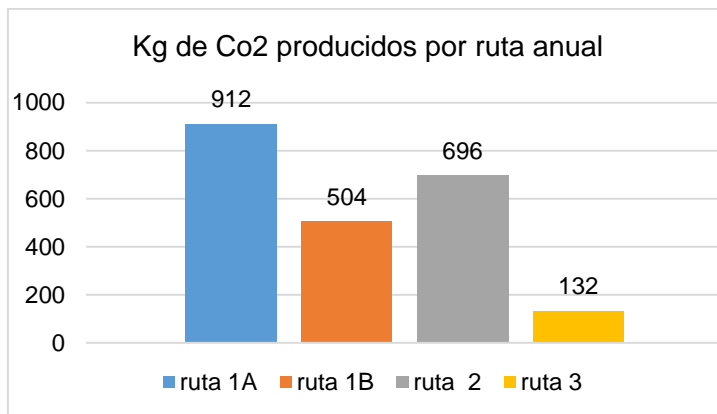


Tabla 44.

*Litros de combustible por ruta en kg anual*



### 3.7 Árbol de definición del problema

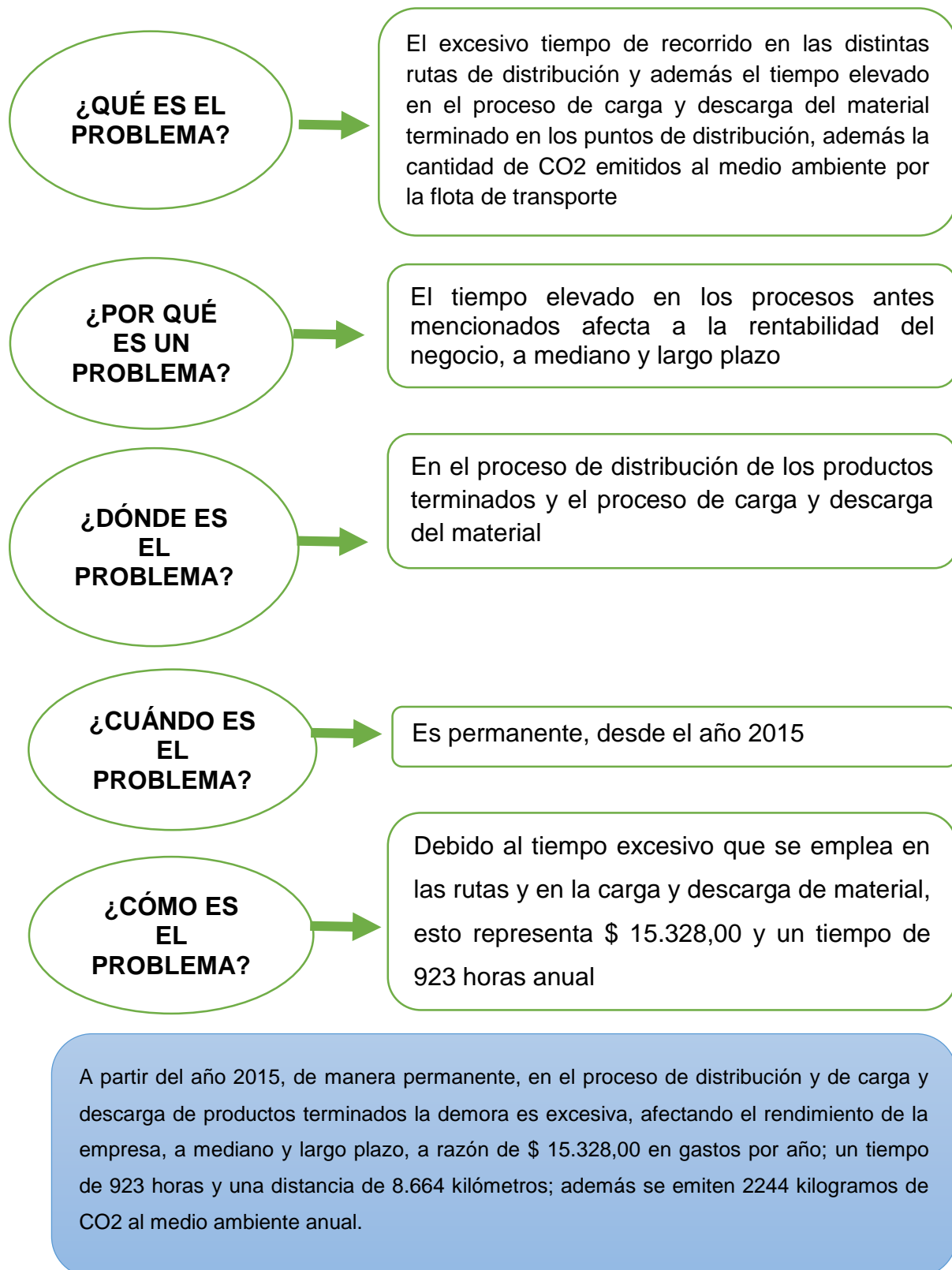


Figura 7. Árbol de definición del problema



## 4. CAPITULO IV. ANALISIS DE CAUSAS

### 4.1 Lluvia de ideas posibles causas

A continuación, se realiza una lluvia de ideas de las posibles causas del problema de tiempos en las rutas de distribución de productos terminados.

La lluvia de ideas ayuda a generar varias ideas y hace que la creatividad en los equipos fluya de los miembros del equipo de trabajo; crea ideas; analiza todas las posibles oportunidades para mejorar cualquier proceso. Por otra parte, explica los problemas en la empresa y da como resultado las causas raíces de los mismos. Al mismo tiempo, enfoca soluciones de los problemas y de esta forma se puede discutir nuevos y diferentes métodos para trabajar en equipo.

- a. El trabajo de carga y descarga de toneladas de material, tanto en la fábrica como en los puntos de distribución, se lo realiza manualmente.
- b. No existe un rastreo ni control de la flota de transporte, en ninguna ruta de distribución.
- c. Los camiones, en el proceso de distribución de productos terminados, no van llenos en su capacidad máxima.
- d. Las secuencias de las rutas de distribución no son las óptimas.
- e. Los grupos de puntos de distribución no están ordenados de la mejor forma, según el sector de ubicación.
- f. Operarios no capacitados en cómo cargar material pesado, en el caso de las fundas de PELLETS.
- g. Se toman vías alternas para la distribución de material terminado, lo que retrasa las entregas.
- h. Los productos terminados no están ordenados según la secuencia de entrega, para agilizar el desembarque al momento de llegada.
- i. De los tres operarios que tripulan cada camión, al momento de realizar las entregas, solamente dos se encargan de desembarcar el producto.

- j. El proceso de cargar combustible se lo realiza al momento de la distribución de los productos terminados, no con anticipación.
- k. Los horarios para la entrega de productos terminados, en algunas zonas céntricas de la ciudad, se los realiza en horas pico lo que retrasa aún más el proceso.
- l. No hay una secuencia de distribución, dando prioridad a los lugares donde hay más tráfico, ni tomando en cuenta los horarios menos congestionados.
- m. No hay un registro de las causas más comunes de retraso en las rutas.
- n. La secuencia de las rutas, en ocasiones, se deja a discreción del conductor sin ningún control.
- o. Los pagos a los operarios de la flota de transporte son fijos y no se toma en cuenta la puntualidad de entrega, ni la eficacia, ni la cantidad de carga transportada.
- p. El producto terminado, al momento de entrega, no está empacado en forma grupal, sino en las fundas individuales, lo que demora el proceso de descarga.
- q. En algunas ocasiones el proceso de facturación tarda demasiado por parte de los clientes, lo que genera retraso en todas las entregas.
- r. La empresa no realiza servicio de distribución los fines de semana.
- s. Baja capacidad de respuesta ante problemas no esperados en la logística de distribución.
- t. Manejo inadecuado de información histórica del proceso de entregas.
- u. Inexistente comunicación en tiempo real con los transportistas, mientras realizan las entregas.
- v. facturación de tipo manual no electrónica
- w. demora en el proceso de pesaje de los productos terminado por parte de los clientes.

## 4.2 Diagrama de afinidad

Un diagrama de afinidad para agrupar de mejor forma las ideas expuestas anteriormente y de esta manera organizarlas de acuerdo a su afinidad y poder entender de mejor forma las causas del problema, el diagrama de afinidad es una herramienta muy útil que permite sintetizar un conjunto de ideas, opiniones, datos, temas según su relación, este método fue creado por JIRO KAWAKITA.

A continuación se agrupa las causas según el grupo al que pertenece.

Tabla 45.

### *Causas según grupo*

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Grupo 1: Problemas De Carga Y Descarga Productos Terminados | a | h | i | p | w | f |   |   |   |   |   |
| Grupo 2: Tiempos De Ruta De Distribución Elevados           | b | c | d | e | g | j | m | n | o | s | u |

El diagrama de afinidad de las causas principales que se va a dar solución en el próximo capítulo.

Tabla 46.

### *Diagrama de afinidad de las causas principales*

|   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|
| <b>Problemas de carga y descarga productos terminados</b> | <b>Problemas de carga y descarga productos terminados</b> | <b>Tiempos de ruta de distribución elevados</b> | <b>Tiempos de ruta de distribución elevados</b> | <b>Tiempos de ruta de distribución elevados</b> | <b>Tiempos de ruta de distribución elevados</b> |
|---|---|---|---|---|---|

|   |   |  |   |   |   |
|---|---|--|---|---|---|
| <p>El trabajo de carga y descarga de toneladas de material tanto en la fábrica como en los puntos de distribución se lo realiza manualmente</p> | <p>el producto terminado al momento de entregar no está empacado en forma grupal sino en las fundas individuales lo que demora el proceso de descarga</p> | <p>No existe un rastreo ni control de la flota de transporte en ninguna ruta de distribución</p>               | <p>No hay una secuencia de distribución dando prioridad a los lugares donde hay más tráfico tomando en cuenta los horarios menos congestionados</p> | <p>Los grupos de puntos de distribución no están ordenados de la mejor forma según el sector de ubicación</p> | <p>baja capacidad de respuesta ante problemas no esperados en la logística de distribución</p>        |
| <p>Los productos terminados no están ordenados según la secuencia de entrega para agilizar el desembarque al momento</p>                        | <p>demora en el proceso de pesaje de los productos terminado por parte de los clientes</p>  | <p>Los camiones en el proceso de distribución de productos terminados no van llenos en su capacidad máxima</p> | <p>No hay un registro de las causas más comunes de retraso en las rutas</p>   | <p>Se toman vías alternas para la distribución de material terminado lo que retrasa las entregas</p>          | <p>inexistente comunicación en tiempo real con los transportistas mientras realizan los despachos</p> |

|   |   |  |  |  |  |
|---|---|--|--|--|--|
| de llegada  |   |  |  |  |  |
| De los tres operarios que tripulan cada camión al momento de realizar las entregas solamente dos se encargan de desembarcar el producto | Operarios no capacitados de como cargar material pesado en el caso de las fundas de PELLETS | Las secuencias de las rutas de distribución no son las más optimas | La secuencia de las rutas en ocasiones se deja a discreción del conductor sin ningún control | El proceso de cargar combustible se lo realiza al momento de la distribución de los productos terminados con anticipación. |  |

#### 4.3 Diagrama de Pareto

Un análisis de Pareto (80-20) para determinar cuál es el orden de prioridades de las causas determinadas en la lluvia de ideas; observar cuáles son los pocos vitales y los muchos triviales, de las mismas, lo que quiere decir que existen causas con menor incidencia y otras, que son más importantes.

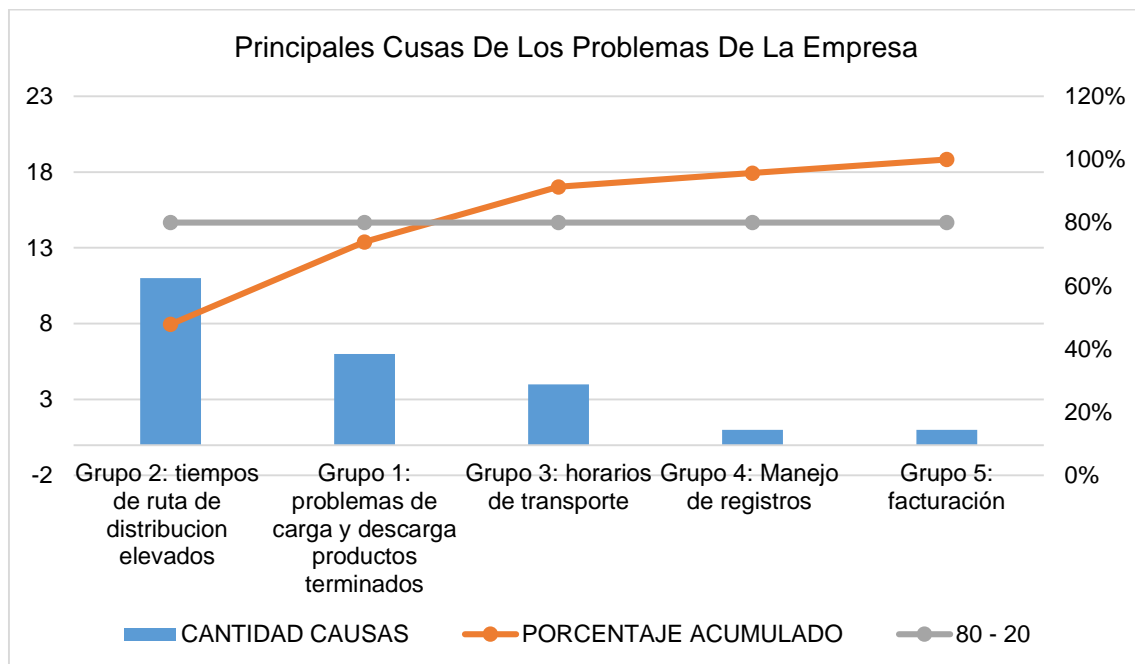
Tabla 47.

*Diagrama de Pareto*

| <b>PRINCIPALES CAUSAS DE PROBLEMAS</b>                      | <b>CANTIDAD CAUSAS</b> | <b>TOTAL ACUMULADO</b> | <b>PORCENTAJE ACUMULADO</b> | <b>80 - 20</b> |
|---|------------------------|------------------------|-----------------------------|----------------|
| Grupo 2: tiempos de ruta de distribución elevados           | 11                     | 11                     | 48%                         | 80%            |
| Grupo 1: problemas de carga y descarga productos terminados | 6                      | 17                     | 74%                         | 80%            |
| Grupo 3: horarios de transporte                             | 4                      | 21                     | 91%                         | 80%            |
| Grupo 4: Manejo de registros                                | 1                      | 22                     | 96%                         | 80%            |
| Grupo 5: Facturación  | 1                      | 23                     | 100%                        | 80%            |

El gráfico del diagrama de Pareto; en el gráfico, colocamos los pocos vitales a la parte izquierda y los muchos triviales a la parte derecha del gráfico.

Tabla 48

*Principales Causas De Los Problemas De La Empresa*

## 4.4 La técnica de los 5 porque

La técnica de los 5 porque para de esta forma analizar de manera más concreta la causa raíz de los problemas de tiempos en las rutas de distribución y los tiempos de carga y descarga de material en los puntos de distribución, además ayuda a explorar las relaciones de causa – efecto que generan el problema en particular.

## Causa 1

- ¿Por qué los tiempos de ruta de distribución de la flota de transporte son elevados?

Porque las rutas que transita la flota de transporte en la actualidad no son las más adecuadas

- ¿Porque las rutas que transita la flota de transporte en la actualidad no son las más adecuadas?

Porque no se realiza un monitoreo efectivo en las rutas que transita la flota de transporte y esto genera tiempo elevados en las rutas.

- ¿Por qué se generan tiempos elevados en las rutas?

Porque las rutas que transitan en la actualidad la flota de transporte en el proceso de distribución de productos terminados no son las óptimas, además el orden de entrega en los diferentes destinos no es el correcto para optimizar los tiempos del proceso.

#### Causa 2

- ¿Por qué se demora tanto el tiempo de carga y descarga de material en los puntos de distribución?

Porque los productos terminados no están ordenados y agrupados en una secuencia lógica de acuerdo con su orden de entrega, sino que están apilados de arbitrariamente al momento de cargarles en la flota de transporte

- ¿Por qué los productos terminados no están ordenados y agrupados en una secuencia lógica de acuerdo al orden de entrega?

Porque de igual forma los productos terminados no están empacados en grupos para optimizar los tiempos y facilitar la descarga del material y la manipulación al momento de entregarlos.

- ¿Por qué no se ha podido optimizar los tiempos de descarga y la manipulación del material al momento de entregarlos?

Porque el trabajo de carga y descarga de los productos terminados se los realiza manualmente en la actualidad y esto genera elevados tiempos en el proceso.

- ¿Por qué se realiza manualmente el proceso de carga y descarga de material?

Porque no se ha realizado un análisis costo beneficio de la implementación de maquinaria para el proceso de carga y descarga de productos terminados.



## 5. CAPITULO V. PROPUESTA DE SOLUCIÓN.

### 5.1 Tiempos de carga y descarga

Para optimizar los tiempos en el proceso de carga y descarga de productos terminados, se analiza la opción de realizar una inversión en una carretilla o paleta hidráulica para realizar el proceso antes mencionado y de esta forma reducir notablemente los tiempos y por ende los costos en los demás procesos. A continuación, se describe las principales características de la carretilla hidráulica.

- Base de apoyo reforzada que evita problemas de flexión
- Uñas de alto espesor para mayor seguridad y resistencia
- Triángulo de soporte superior en acero
- Refuerzo en cordón de soldadura
- Bomba de fácil mantenimiento a prueba de fugas
- Se puede operar con control manual o con pedal



*Figura 8. Carretilla hidráulica*

- Modelo pham2500
- Capacidad 2500 kilogramos (3 Tm)
- Ancho 685 mm
- Largo de la uña 1220 mm
- Peso 65 kilogramos
- Costo 400 USD

### 5.1.1 Funciones de la carretilla hidráulica.

La importancia de las carretillas para el transporte de mercancías en las empresas dedicadas al almacenamiento y a la fabricación es enorme. La carretilla se ha convertido en un vehículo indispensable, tanto en los locales interiores de una empresa como en sus alrededores exteriores, por su capacidad para elevar, transportar y almacenar mercancía pesada ahorrando costes de tiempo y de mano de obra. Es normal ver carretillas de transporte de mercancías en empresas de distintos sectores y todas ellas son utilizadas para lo mismo: levantamiento, transporte y almacenamiento. Normalmente son utilizadas en almacenes de materiales de construcción, almacenes de supermercados y otros, cargando mercancía y apilándola para aprovechar al máximo el espacio. García, Segura, Vicente. Manipulación de cargas con carretillas elevadoras (ingeniería industrial online, s.f.)

La carretilla hidráulica es un equipo de acero, consta de una bomba hidráulica y pistones de cromado duro. Brazo de tracción, con muelle de retorno automático a su posición vertical, tiene una bomba hidráulica totalmente sellada para evitar ingreso de humedad, corrosión y así prolongar su vida útil. Tiene un mando cómodo y seguro, consta de dos ruedas direccionales y dos puntos de apoyo. Tiene un peso propio de 78 kg. Ruedas de horquillas y de dirección. La carretilla hidráulica ha sido diseñada para el traslado de mercadería evitando el maltrato y la manipulación de esta además reduciendo los tiempos de traslado y manipulación de la carga. (ingeniería industrial online, s.f.)

### 5.1.2 Tiempos de carga y descarga optimizados ruta 1A

En la siguiente tabla se detalla los nuevos tiempos en el proceso de carga y descarga en la ruta semanal 1A luego de implementar la carretilla hidráulica.

Tabla 49.

*Tiempos de carga y descarga optimizados ruta 1 A*

| <b>Secuencia</b>             | <b>Tiempo Carga</b> | <b>Tiempo Descarga</b> |
|------------------------------|---------------------|------------------------|
| Reciclart - Hospital Militar | 15 min (1,8 Tm)     | 3 min (150 kilos)      |

|   |               |                   |
|---|---------------|-------------------|
| Hospital Militar - Hospital Eugenio Espejo                | N/A           | 8 min (350 kilos) |
| Hospital Eugenio Espejo - Hospital Carlos Andrade Marín   | N/A           | 5 min (200 kilos) |
| Hospital Carlos Andrade Marín - Nuevo Dispensario Central | N/A           | 3 min (150 kilos) |
| Nuevo Dispensario Central - Hospital E. Sur Occidental    | N/A           | 7 min (300 kilos) |
| Hospital E. Sur Occidental - Unidad Médica Chimbacalle    | N/A           | 3 min (150 kilos) |
| Unidad Médica Chimbacalle - Hospital less Quito Sur       | N/A           | 8 min (350 kilos) |
| Hospital less Quito Sur - Reciclart                       | N/A           | N/A               |
| <b>TOTAL</b>  | <b>15 min</b> | <b>37 min</b>     |

### 5.1.3 Tiempos de carga y descarga optimizados ruta 1B

En la siguiente tabla se detalla los nuevos tiempos en el proceso de carga y descarga en la ruta semanal 1B luego de implementar la carretilla hidráulica.

Tabla 50.

#### *Principales Cusos De Los Problemas De La Empresa*

| <b>Secuencia</b>  | <b>Tiempo Carga</b> | <b>Tiempo Descarga</b> |
|---|---------------------|------------------------|
| Reciclart - Hospital San F. Quito                           | 13 min (1,4 Tm)     | 10 min (400 kilos)     |
| Hospital San F. Quito - Centro E. Comité Del Pueblo         | N/A                 | 10 min (400 kilos)     |
| Centro E. Comité Del Pueblo - Centro Ambulatorio Cotocollao | N/A                 | 10 min (400 kilos)     |
| Centro Ambulatorio Cotocollao - Hospital Del Día El Batán   | N/A                 | 7 min (250 kilos)      |

|                                       |               |               |
|---------------------------------------|---------------|---------------|
| Hospital Del Día El Batán - Reciclart | N/A           | N/A           |
| <b>TOTAL</b>                          | <b>13 min</b> | <b>37 min</b> |

#### 5.1.4 Tiempos de carga y descarga optimizados ruta quincenal

A continuación en la siguiente tabla se detalla los nuevos tiempos en el proceso de carga y descarga en la ruta quincenal luego de implementar la carretilla hidráulica.

Tabla 51

#### *Tiempos de carga y descarga optimizados ruta quincenal*

| <b>Secuencia</b>                           | <b>Tiempo Carga</b> | <b>Tiempo Descarga</b> |
|--|---------------------|------------------------|
| Reciclart – Engoma Adhesivos               | 20 min (2,45 Tm)    | 3 min (150 kilos)      |
| Engoma – Ponte Selva                       | N/A                 | 7 min (250 kilos)      |
| Ponte Selva - Centro Medicina Familiar     | N/A                 | 3 min (150 kilos)      |
| Centro Medicina Familiar – Av. Corp.       | N/A                 | 7 min (250 kilos)      |
| Av. Corp. - Absorpelsa                     | N/A                 | 5 min (200 kilos)      |
| Absorpelsa – Mangueras Indupol             | N/A                 | 3 min (150 kilos)      |
| Mangueras Indupol - Prosisa                | N/A                 | 7 min (250 kilos)      |
| Prosisa – Bodegas Agro Plásticos           | N/A                 | 7 min (250 kilos)      |
| Bodegas Agro Plásticos – Química Comercial | N/A                 | 8 min (300 kilos)      |
| Química Comercial - Polifilm               | N/A                 | 8 min (300 kilos)      |
| Polifilm - Reciclart                       | N/A                 | N/A                    |
| <b>TOTAL</b>                               | <b>20 min</b>       | <b>58 min</b>          |

### 5.1.5 Tiempos de carga y descarga optimizados ruta mensual

A continuación en la siguiente tabla se detalla los nuevos tiempos en el proceso de carga y descarga en la ruta mensual luego de implementar la carretilla hidráulica.

Tabla 52.

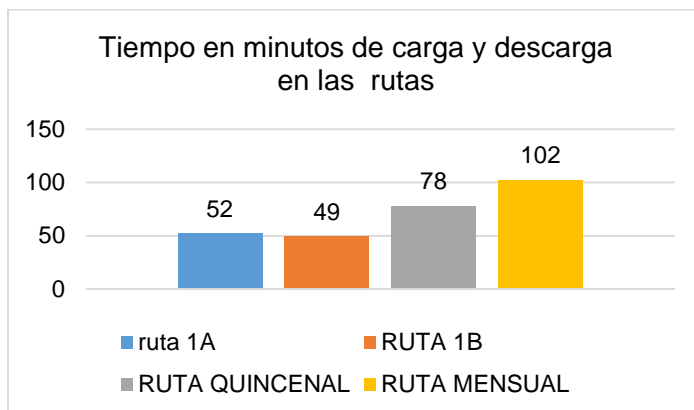
#### *Tiempos de carga y descarga optimizados ruta mensual*

| <b>Secuencia</b>              | <b>Tiempo Carga</b> | <b>Tiempo Descarga</b> |
|-------------------------------|---------------------|------------------------|
| Reciclart – Textiles Tornasol | 25 min (3 Tm)       | 8 min (350 kilos)      |
| Textiles Tornasol - Tonicomsa | N/A                 | 10 min (400 kilos)     |
| Tonicomsa - Reciplast         | N/A                 | 14 min (500 kilos)     |
| Reciplast - Fupel             | N/A                 | 8 min (300 kilos)      |
| Fupel - Codiempaques          | N/A                 | 10 min (400 kilos)     |
| Codiempaques - Plastiexpress  | N/A                 | 7 min (250 kilos)      |
| Plastiexpress – Unilimpio     | N/A                 | 10 min (400 kilos)     |
| Unilimpio - Multilimpio       | N/A                 | 10 min (400 kilos)     |
| Multilimpio - Reciclart       | N/A                 | N/A                    |
| <b>TOTAL</b>                  | <b>25 min</b>       | <b>1 h 17 min</b>      |

### 5.1.6 Comparación de tiempos de carga y descarga todas las rutas

A continuación, en el siguiente gráfico, se relaciona los nuevos tiempos en minutos luego de la implementación de la carretilla hidráulica de todas las rutas para posteriormente compararlos con los tiempos antes de la implementación de la carretilla hidráulica.

Tabla 53.

*Tiempos de carga y descarga optimizados ruta mensual*

## 5.2 Empaquetamiento de productos terminados

Es importante mencionar que, al momento de cargar y descargar los productos terminados, al igual que al momento de entregarlos a los distintos clientes en la actualidad, estos no se encuentran empacados o agrupados en volúmenes grandes para de esta manera reducir espacios en la flota de transporte, disminuir los tiempos al momento de entregarlos al cliente final y así mismo mejorar la presentación al momento de realizar las entregas en los distintos puntos de distribución.

Por esta razón se analizó la opción de realizar una inversión en una “MAQUINA ENVOLVEDORA STRECH – FILM WRAPPER” que a continuación se describe sus principales características.



Figura 9. Empaquetamiento de productos terminados

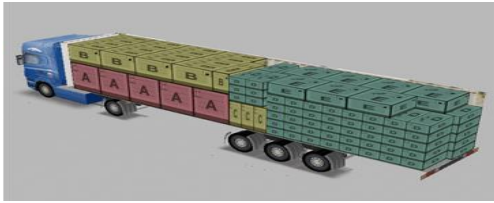
- Diseñada para envolver mercadería y todo tipo de paquetes de forma rápida y segura
- Ahorra Material
- Ahorra Tiempo Y Cuida Del Personal
- Peso 70 Kilos
- Largo 1 Metro 50 Cm
- Ancho 60 Centímetros
- Costo 350 USD

### 5.3 Secuencia de carga de productos terminados dentro de la flota de transporte

Es importante mencionar que en el proceso de distribución de los productos terminados dentro de la flota de transporte se lo realiza arbitrariamente sin ninguna secuencia lógica o algún patrón de acuerdo al orden en que se realiza las entregas.

Por esta razón, se analizó la posibilidad de implementar un patrón lógico de ordenamiento de los productos terminados dentro del camión de forma que los productos que se realizará la entrega primero deben estar en la parte más cercana a la puerta de salida del camión, para que al momento de realizarse la entrega estén a la mano y se pueda agilizar el proceso y no perder tiempo buscando los productos en cualquier parte del camión; así mismo, se propone que los productos que se entregan al final del recorrido del camión se los organice en la parte más lejana a la puerta de salida del camión, de esta forma siguiendo este patrón lógico de orden se asegura reducir los tiempos de descarga al momento de entregar los productos terminados en los puntos de distribución y un mayor orden en las flotas de transporte.

A continuación, en el siguiente gráfico se detalla el orden que debe seguir el almacenamiento de los productos terminados según sus puntos de distribución para optimizar espacios dentro del camión y principalmente para reducir los tiempos al momento de realizar la descarga de los productos.



Órdenes de primer punto de entrega



Órdenes de segundo punto de entrega



Órdenes de tercer punto de entrega

Figura 10. Órdenes

#### 5.4 Optimización de rutas

Para resolver problemas de optimización de rutas se utilizan varios 'software', pero es necesario analizar las condiciones, las restricciones y las necesidades para resolver el problema; para efectos de optimizar las rutas actuales de reparto de mercancía, se utilizó el programa en línea *LogVRP*.

Es importante mencionar que, a partir de implementar la carretilla hidráulica, el empaquetamiento de los productos terminados y además la secuencia de carga de productos terminados a la flota de transporte se optimizó los tiempos, a continuación, se realiza la optimización de cada una de las rutas para lograr una mejora en todo el proceso de distribución de productos terminados.

#### 5.5 Solución ruta semanal 1A CENTRO – SUR

##### 5.5.1 Datos de los clientes ruta 1 A

En la tabla se detallan los clientes de la ruta centro – sur 1A con sus respectivas direcciones en la ciudad de Quito y sus coordenadas en X (longitud)



y en Y (latitud) que son las que se ingresaron al software para efectos de la optimización de las rutas.

Tabla 54.

*Datos de los clientes ruta 1A*

| <b>Cliente</b>                | <b>Dirección</b>   | <b>Latitud</b>               | <b>Longitud</b>                |
|-------------------------------|--|------------------------------|--------------------------------|
| Hospital Militar              | Av. Queseras Del Medio 521 Y Av. Gran Colombia             | -<br>0.212171256145<br>3569  | -784.938.130.380               |
| Hospital Eugenio Espejo       | Av. Gran Colombia S/N Y Yaguachi                           | -<br>0.213931728761<br>2538  | -<br>7.849.738.799.99<br>9.990 |
| Hospital Carlos Andrade Marín | 18 De Septiembre N19-63 Entre Ayacucho Y Av. Universitaria | -<br>0.205493635616<br>47732 | -78.503.271.411                |
| Nuevo Dispensario Central     | Calles Flores 628 Y Olmedo, Barrio La Marín                | -<br>0.220523410945<br>73638 | -7.850.911.006                 |
| Hospital Sur Occidental       | Mariscal Sucre 11-27 Y Hernando Prado La Magdalena         | -<br>0.243251256049<br>9468  | -<br>7.853.304.309.93<br>7     |
| Unidad Médica Chimbacalle     | Av. Alonso De Angulo, Casitagua                            | -<br>0.245986364368<br>59667 | -<br>7.851.890.497.66<br>8     |
| Hospital Quito Sur            | Calles Moraspungo Y Pinllopata                             | -<br>0.258429093090<br>40146 | -785.259.273.411               |

### 5.5.2 Secuencia actual vs secuencia optimizada ruta 1A

En la siguiente grafico se muestra la nueva ruta determinada por LOGVRP al ingresar todos los datos correspondientes para su optimización.

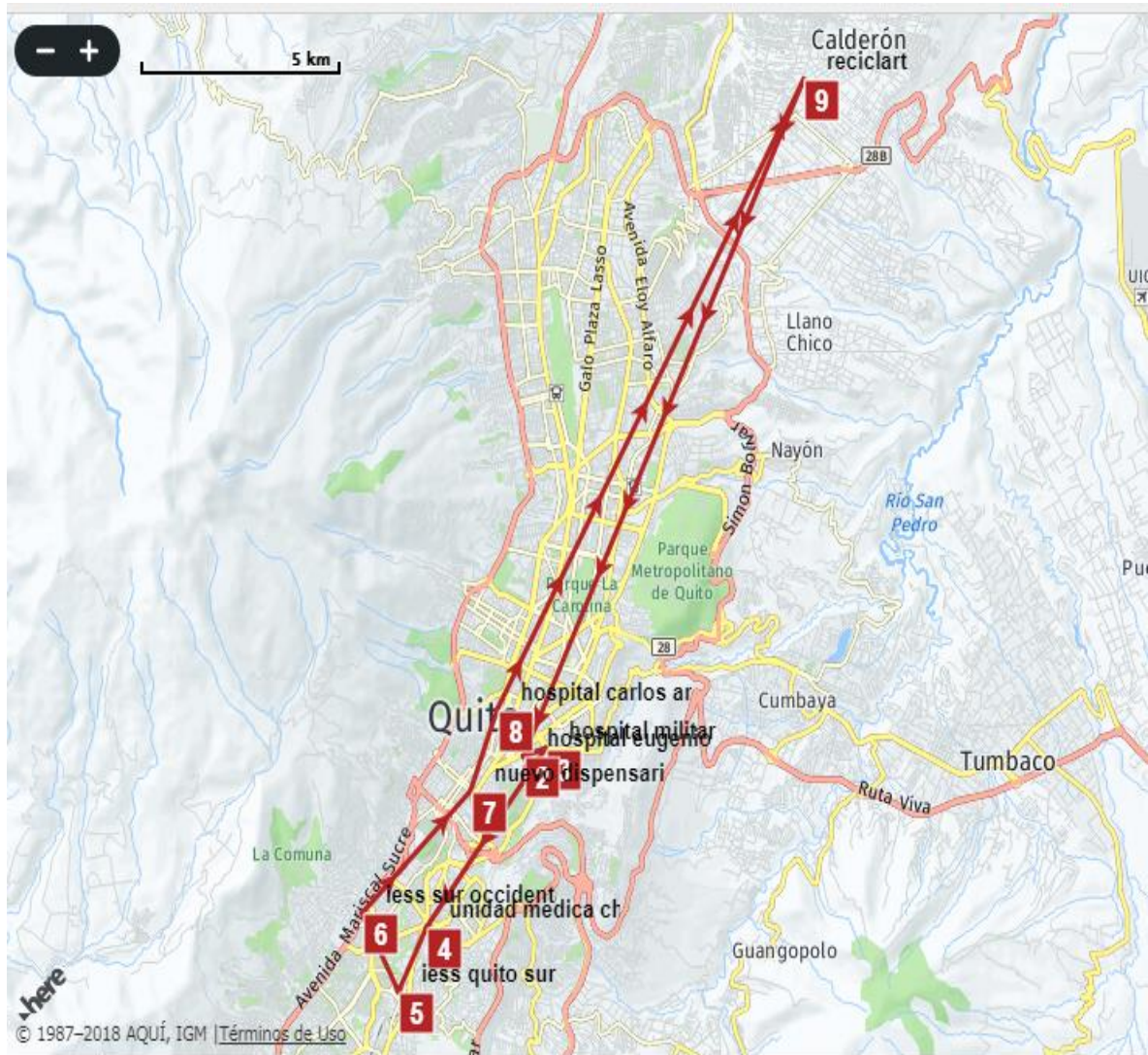


Figura 11. Secuencia actual vs secuencia optimizada ruta 1 A

Adaptado de Logvrp, 2018.

Se realiza una comparación entre la secuencia utilizada actualmente para la distribución de los productos terminados en la ruta semanal centro - sur 1A y la secuencia optimizada de la misma ruta después de utilizar el software de optimización de rutas.

Tabla 55.

*Comparación de secuencia*

| <b>Secuencia Actual</b>                                   | <b>Secuencia Optimizada</b>                               |
|---|---|
| Reciclart - Hospital Militar                              | Reciclart - Hospital Eugenio Espejo                       |
| Hospital Militar - Hospital Eugenio Espejo                | Hospital Eugenio Espejo - Hospital Militar                |
| Hospital Eugenio Espejo - Hospital Carlos Andrade Marín   | Hospital Militar - Unidad Médica Chimbacalle              |
| Hospital Carlos Andrade Marín - Nuevo Dispensario Central | Unidad Médica Chimbacalle - Hospital less Quito Sur       |
| Nuevo Dispensario Central - Hospital E. Sur Occidental    | Hospital less Quito Sur - Hospital E. Sur Occidental      |
| Hospital E. Sur Occidental - Unidad Médica Chimbacalle    | Hospital E. Sur Occidental - Nuevo Dispensario Central    |
| Unidad Médica Chimbacalle - Hospital less Quito Sur       | Nuevo Dispensario Central - Hospital Carlos Andrade Marín |
| Hospital less Quito Sur - Reciclart                       | Hospital Carlos Andrade Marín - Reciclart                 |

## 5.5.3 Distancias optimizada

Tabla 56.

*Distancias optimizada*

| <b>Secuencia Optimizada</b>                  | <b>Distancia (Km)</b> |
|--|-----------------------|
| Reciclart - Hospital Eugenio Espejo          | 20 km                 |
| Hospital Eugenio Espejo - Hospital Militar   | 1 km                  |
| Hospital Militar - Unidad Médica Chimbacalle | 6 km                  |
| Unidad Médica Chimbacalle - Hospital less    | 3 km                  |

|   |              |
|---|--------------|
| Quito Sur   |              |
| Hospital less Quito Sur - Hospital E. Sur Occidental      | 1.6 km       |
| Hospital E. Sur Occidental - Nuevo Dispensario Central    | 5.6 km       |
| Nuevo Dispensario Central - Hospital Carlos Andrade Marín | 2 km         |
| Hospital Carlos Andrade Marín – Reciclart                 | 18.8 km      |
| <b>TOTAL</b>  | <b>58 km</b> |

| S | Algoritmo | Distancia | Costo  | Viaje T.   | Recuento de vehícul... |
|---|-----------|-----------|--------|------------|------------------------|
| ✓ | JDAM      | 58.0 Km   | \$ 203 | 4 h. 15 m. | 1                      |
| ✓ | ALNS      | 58.0 Km   | \$ 203 | 4 h. 15 m. | 1                      |

Figura 12. Distancias optimizada

#### 5.5.4. Método Vecino Más Cercano

##### 5.5.4.1 Vecino más cercano (VMC)

A continuación en el gráfico y tablas se describe cual sería la ruta más óptima según el sistema Vecino Más Cercano (VMC) para llegar a estos valores se inyecto los valores y distancias de recorrido diario.

Tabla 57.

*Leyenda*

| <b>LEYENDA</b> |   |
|----------------|---|
|                | <b>A</b> Reciclart                                    |
| <b>1</b>       | <b>B</b> Hospital Militar, Queseras del Medi          |
| <b>2</b>       | <b>C</b> Hospital Eugenio Espejo                      |
| <b>3</b>       | <b>D</b> Hospital Carlos Andrade Marín                |
| <b>4</b>       | <b>E</b> Nuevo Dispensario Central Del IESS           |
| <b>5</b>       | <b>F</b> Centro De Especialidades Sur Occidental IESS |

|   |   |                                |
|---|---|--------------------------------|
| 6 | G | Centro Medico IESS Chimbacalle |
| 7 | H | Hospital less Quito Sur        |

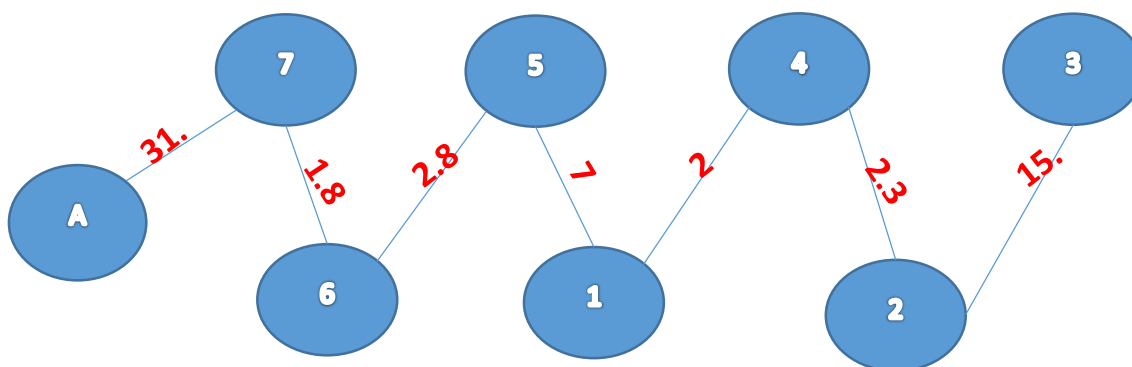
Tabla 58.

*Distancia desde cualquier*

| VECINO MÁS CERCANO |     |      |     |      |      |     |      |      |      |
|--------------------|-----|------|-----|------|------|-----|------|------|------|
| HACIA              |     | A    | 1   | 2    | 3    | 4   | 5    | 6    | 7    |
|                    | A   | -    | 23  | 20.4 | 12   | 27  | 26.8 | 29.5 | 31.4 |
| DESDE              | 1 B | 23   | -   | 2    | 7.2  | 2   | 5    | 7.9  | 7.4  |
|                    | 2 C | 20.4 | 2   | -    | 2.3  | 1.4 | 6.4  | 5    | 7.4  |
|                    | 3 D | 15.1 | 7.2 | 2.1  | -    | 2.7 | 10.8 | 9.4  | 11.3 |
|                    | 4 E | 27   | 2   | 1.4  | 2.7  | -   | 5    | 3.9  | 6.1  |
|                    | 5 F | 26.8 | 7   | 6.4  | 10.8 | 5   | -    | 2.3  | 9.7  |
|                    | 6 G | 29.5 | 7.9 | 5    | 9.4  | 3.9 | 2.8  | -    | 1.8  |
|                    | 7 H | 26.4 | 7.4 | 7.4  | 11.3 | 6.1 | 9.7  | 1.8  | -    |

Tabla 59.

*Nodos de secuencia optima según Vecino más cercano*



| Secuencia |      |     |     |   |   |     |     |    |
|-----------|------|-----|-----|---|---|-----|-----|----|
| Desde     | A    | 7   | 6   | 5 | 1 | 4   | 2   | 3  |
| KM        | 26.4 | 1.8 | 2.3 | 5 | 2 | 1.4 | 2.1 | 12 |

|  |       |
|--|-------|
| Total de Km según Vecino Más Cercano (VMC) | 53 km |
|--|-------|

#### 5.5.4.1 Comparativa ruta Actual vs Vecino Más Cercano vs LOGVRP

A continuación en la tabla se describe cual sería la ruta más óptima partiendo de la ruta actual, comparándola con métodos Vecino Más Cercano (VMC) y LOGVRP, para llegar a estos valores se usó métodos matemáticos.

Tabla 60.

*Comparación de km recorridos según el método*

| <b>COMPARATIVA</b> |                             |  |
|--------------------|-----------------------------|--|
| <b>Método</b>      | <b>Distancia Optimizada</b> | <b>Observación</b>   |
| Actual             | 75                          | Ruta actual usada  |
| VECINO CERCANO     | 53 Km                       |  |
| LOGVRP             | 58 Km                       | Es el sistema que incorpora mayores indicadores para poder una optimización más acercada a la realidad |

#### 5.5.5 Tiempo optimizado

Tabla 61.

*Tiempo optimizado*

| <b>Secuencia</b>                                       | <b>Tiempo Recorrido</b> |
|--|-------------------------|
| Reciclart - Hospital Eugenio Espejo                    | 55 Min                  |
| Hospital Eugenio Espejo - Hospital Militar             | 25 Min                  |
| Hospital Militar - Unidad Médica Chimbacalle           | 50 Min                  |
| Unidad Médica Chimbacalle - Hospital less Quito Sur    | 13 Min                  |
| Hospital less Quito Sur - Hospital E. Sur Occidental   | 15 Min                  |
| Hospital E. Sur Occidental - Nuevo Dispensario Central | 30 Min                  |

|   |                   |
|---|-------------------|
| Nuevo Dispensario Central - Hospital Carlos Andrade Marín | 17 Min            |
| Hospital Carlos Andrade Marín – Reciclar                  | 50 Min            |
| <b>Total</b>  | <b>4 H 15 Min</b> |

| S | Algoritmo | Distancia | Costo  | Viaje T.   | Recuento de vehicul... |
|---|-----------|-----------|--------|------------|------------------------|
| ✓ | JDAM      | 58.0 Km   | \$ 203 | 4 h. 15 m. | 1                      |
| ✓ | ALNS      | 58.0 Km   | \$ 203 | 4 h. 15 m. | 1                      |

Figura 13. Tiempo optimizado

### 5.5.6 Impacto ambiental

Tabla 62.

*Impacto ambiental*

|  |                           |
|--|---------------------------|
| Kilómetros recorridos ruta 1A mensual            | 232 km                    |
| Kilómetros recorridos ruta 1A anual              | 2784 km                   |
| Litros de gasolina consumidos mensual            | 22,04 litros              |
| Litros de gasolina consumidos anual              | 264.48 litros             |
| Kilogramos de CO <sub>2</sub> consumidos mensual | 57.304 kg CO <sub>2</sub> |
| Kilogramos de CO <sub>2</sub> consumidos anual   | 687.64 kg CO <sub>2</sub> |

### 5.5.7 Nuevo horario ruta 1A

Tabla 63.

*Nuevo horario ruta 1A*

|                 |          |
|-----------------|----------|
| Hora De Partida | 12:00 PM |
|-----------------|----------|

|                                  |                   |
|----------------------------------|-------------------|
| Hora De Llegada                  | 17:07 PM          |
| Tiempo Total De Ruta 1A          | 5 HORAS 7 MINUTOS |
| Horas Ordinarias Trabajadas      | 5 HORAS 7 MINUTOS |
| Horas Extraordinarias Trabajadas | N/A               |

### 5.5.8 Costos

Número trabajadores: 3 por camión

Costo hora trabajador: \$ 3,50

Costo 3 trabajadores: \$ 10.50 por hora

Costo hora extra trabajador: \$ 5.25

Costo hora extra 3 trabajadores: \$ 15.75

Costo gasolina por ruta: \$ 20

Tabla 64.

*Costo*

| <b>Concepto</b>                   | <b>Costo Semanal</b> | <b>Costo Quincenal</b> | <b>Costo Mensual</b> | <b>Costo Semestral</b> | <b>Costo Anual</b> |
|-----------------------------------|----------------------|------------------------|----------------------|------------------------|--------------------|
| 3 Trabajadores (Horas Ordinarias) | \$ 44,31             | \$ 88,62               | \$ 177,24            | \$ 1.063,44            | \$ 2.126,88        |
| Horas Extras 3 Trabajadores       | N/A                  | N/A                    | N/A                  | N/A                    | N/A                |
| Gasolina Camión                   | \$ 20,00             | \$ 40,00               | \$ 80,00             | \$ 480,00              | \$ 960,00          |
| Mantenimiento Camión              | N/A                  | N/A                    | N/A                  | \$ 250,00              | \$ 500,00          |



|                   |                 |                  |                     |                    |                    |
|-------------------|-----------------|------------------|---------------------|--------------------|--------------------|
| Cambio De Llantas | N/A             | N/A              | N/A                 | N/A                | \$ 600,00          |
| <b>Total</b>      | <b>\$ 64,31</b> | <b>\$ 128,62</b> | <b>\$ 257.24,00</b> | <b>\$ 1.793,44</b> | <b>\$ 4.186,88</b> |

#### 5.5.8.1 Costos por hora de transporte

Tiempo total de ruta anual: 245.6 HORAS

Costo total de ruta anual: 4.186,88 USD

Costo por hora de la ruta 1A: 17.04 USD por cada hora recorrida

#### 5.5.8.2 Costos por kilómetro de transporte.

Distancia total de ruta anual: 2784 kilómetros

Costo total de ruta anual: 4.186,88 USD

Costo por kilómetro de la ruta 1A: 1.50 USD por cada kilómetro recorrido

### 5.6 Solución ruta semanal 1B norte

#### 5.6.1 Datos de los clientes ruta 1B

En la tabla se detallan los clientes de la ruta norte 1B con sus respectivas direcciones en la ciudad de Quito y sus coordenadas en X (longitud) y en Y (latitud) que son las que se ingresaron al software para efectos de la optimización de las rutas.

Tabla 65.

#### *Datos de los clientes ruta 1B*

| <b>Cliente</b>              | <b>Dirección</b>                                       | <b>Latitud</b> | <b>Longitud</b> |
|-----------------------------|--|----------------|-----------------|
| Hospital San F. Quito       | Av. Jaime Roldós Aguilera Y Juan Ramón Jiménez         | -0.089631      | -78.476.279     |
| Centro E. Comité Del Pueblo | Calle Juncal Lote 100, Entre Ambrosio Y Manuel Amozaba | -0.119758      | -78.478.022     |
| Centro                      | Av. La Prensa N55-118 Y                                | -0.137829      | -78.493.237     |

|                           |                                |           |             |
|---------------------------|--------------------------------|-----------|-------------|
| Ambulatorio Cotocollao    | Pulida                         |           |             |
| Hospital Del Día El Batán | Av. De Las Palmeras Y Río Coca | -0.162120 | -78.473.938 |

### 5.6.2 Secuencia actual vs secuencia optimizada ruta 1B

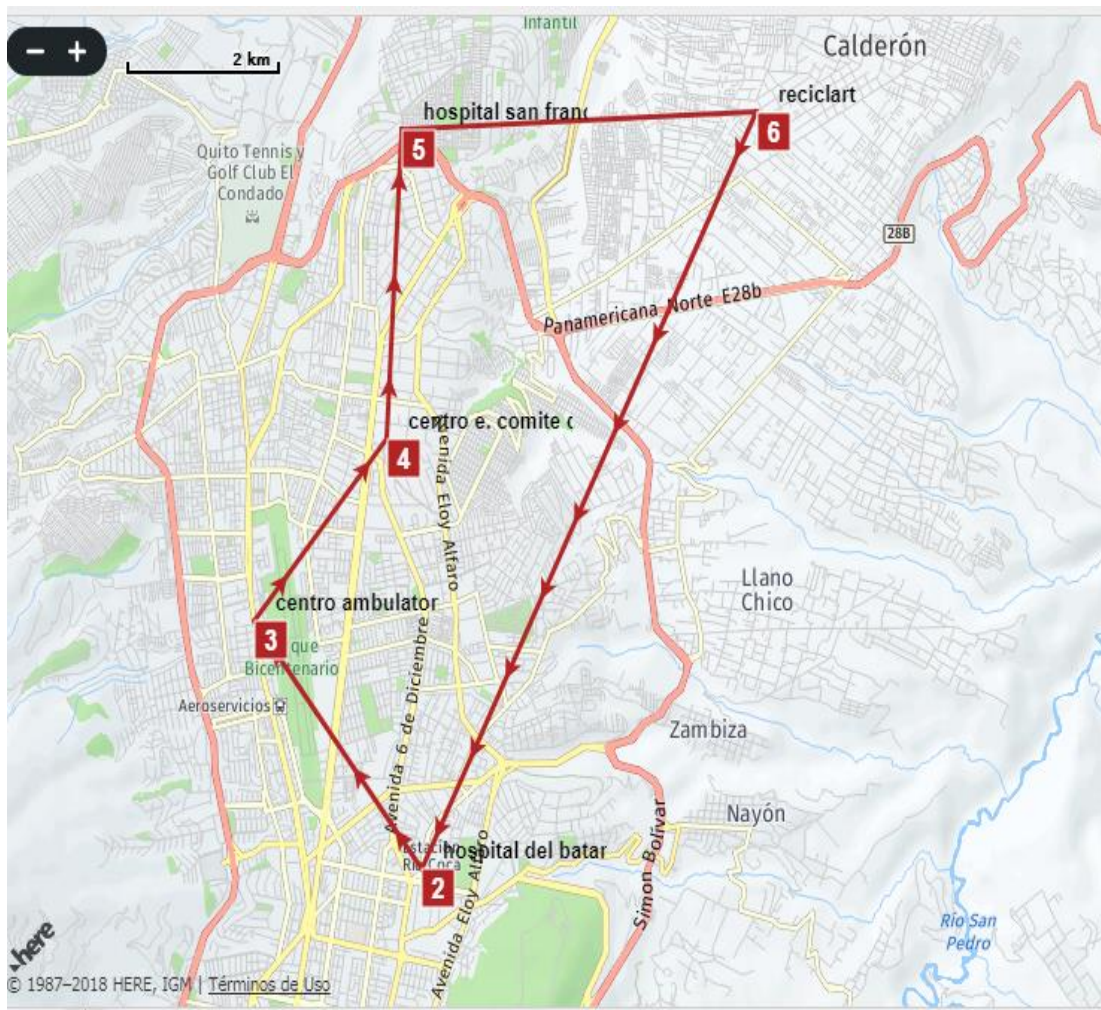


Figura 14. Secuencia actual vs secuencia optimizada ruta 1B

Adaptado de Logvrp, 2018.

Tabla 66.

*Secuencia actual vs secuencia optimizada ruta 1B*

| <b>Secuencia Actual</b>                                     | <b>Secuencia Optimizada</b>                                 |
|---|---|
| Reciclart - Hospital San F. Quito                           | Reciclart - Hospital Del Día El Batán                       |
| Hospital San F. Quito - Centro E. Comité Del Pueblo         | Hospital Del Día El Batán - Centro Ambulatorio Cotocollao   |
| Centro E. Comité Del Pueblo - Centro Ambulatorio Cotocollao | Centro Ambulatorio Cotocollao - Centro E. Comité Del Pueblo |
| Centro Ambulatorio Cotocollao - Hospital Del Día El Batán   | Centro E. Comité Del Pueblo - Hospital San F. Quito         |
| Hospital Del Día El Batán - Reciclart                       | Hospital San F. Quito - Reciclart                           |

## 5.6.3 Distancias optimizada

Tabla 67.

*Distancias optimizada*

| <b>Secuencia</b>  | <b>Distancia (Km)</b> |
|---|-----------------------|
| Reciclart - Hospital Del Día El Batán                       | 15 km                 |
| Hospital Del Día El Batán - Centro Ambulatorio Cotocollao   | 4.2 km                |
| Centro Ambulatorio Cotocollao - Centro E. Comité Del Pueblo | 4 km                  |
| Centro E. Comité Del Pueblo - Hospital San F. Quito         | 5 km                  |
| Hospital San F. Quito - Reciclart                           | 7 km                  |
| <b>TOTAL</b>  | <b>35.2 km</b>        |

| S | Algoritmo | Distancia | Costo  | Viaje T.   | Recuento de vehícul.. |
|---|-----------|-----------|--------|------------|-----------------------|
| ✓ | JDAM      | 35,2 km   | \$ 172 | 3 h. 45 m. | 1                     |
| ✓ | ALNS      | 35,2 km   | \$ 172 | 3 h. 45 m. | 1                     |

Figura 15. Distancia Optimizada

#### 5.6.4 Tiempo Optimizado 1b

Tabla 68.

##### Tiempo Optimizado

| Secuencia   | Tiempo Recorrido |
|---|------------------|
| Reciclart - Hospital Del Día El Batán                       | 40 min           |
| Hospital Del Día El Batán - Centro Ambulatorio Cotocollao   | 25 min           |
| Centro Ambulatorio Cotocollao - Centro E. Comité Del Pueblo | 40 min           |
| Centro E. Comité Del Pueblo - Hospital San F. Quito         | 30 min           |
| Hospital San F. Quito - Reciclart                           | 60 min           |
| <b>TOTAL</b>  | 3 h 45 min       |

| S | Algoritmo | Distancia | Costo  | Viaje T.   | Recuento de vehícul.. |
|---|-----------|-----------|--------|------------|-----------------------|
| ✓ | JDAM      | 35,2 km   | \$ 172 | 3 h. 45 m. | 1                     |
| ✓ | ALNS      | 35,2 km   | \$ 172 | 3 h. 45 m. | 1                     |

Figura 16. Tiempo optimizado

#### 5.6.5 Impacto Ambiental

Tabla 69.

##### Impacto ambiental

|                                       |           |
|---------------------------------------|-----------|
| Kilómetros recorridos ruta 1B mensual | 140.8 km  |
| Kilómetros recorridos ruta 1B anual   | 1689.6 km |

|  |                           |
|--|---------------------------|
| Litros de gasolina consumidos mensual            | 13.38 litros              |
| Litros de gasolina consumidos anual              | 160.56 litros             |
| Kilogramos de CO <sub>2</sub> consumidos mensual | 34.78 kg CO <sub>2</sub>  |
| Kilogramos de CO <sub>2</sub> consumidos anual   | 417.36 kg CO <sub>2</sub> |

#### 5.6.6 Nuevo Horario ruta 1B

Tabla 70.

##### *Nuevo Horario ruta 1B*

|                                  |                |
|----------------------------------|----------------|
| Hora De Partida                  | 12:00 Pm       |
| Hora De Llegada                  | 16:35 Pm       |
| Tiempo Total De Ruta 1b          | 4 H 35 Min     |
| Horas Ordinarias Trabajadas      | 4 Horas 35 Min |
| Horas Extraordinarias Trabajadas | N/A            |

#### 5.6.7 Costos

Numero trabajadores: 3 por camión

Costo hora trabajador: \$ 3.50

Costo 3 trabajadores: \$ 10.50 por hora

Costo hora extra trabajador: \$ 5.25

Costo hora extra 3 trabajadores: \$ 15.75

Costo gasolina por ruta: \$ 15

Tabla 71.

##### *Costo*

| <b>Concepto</b> | <b>Costo Semanal</b> | <b>Costo Quincenal</b> | <b>Costo Mensual</b> | <b>Costo Semestral</b> | <b>Costo Anual</b> |
|-----------------|----------------------|------------------------|----------------------|------------------------|--------------------|
| 3 Trabajador    | \$ 47.25             | \$ 94.5                | \$ 189               | \$ 1134                | \$ 2268            |

|                             |                 |                 |               |                |                |
|-----------------------------|-----------------|-----------------|---------------|----------------|----------------|
| es (Horas Ordinarias)       |                 |                 |               |                |                |
| Horas Extras 3 Trabajadores | N/A             | N/A             | N/A           | N/A            | N/A            |
| Gasolina Camión             | \$ 15,00        | \$ 30,00        | \$ 60,00      | \$ 360,00      | \$ 720,00      |
| Mantenimiento Camión        | N/A             | N/A             | N/A           | \$ 250,00      | \$ 500,00      |
| Cambio De Llantas           | N/A             | N/A             | N/A           | N/A            | \$ 600,00      |
| <b>TOTAL</b>                | <b>\$ 62.25</b> | <b>\$ 124.5</b> | <b>\$ 249</b> | <b>\$ 1744</b> | <b>\$ 4088</b> |

#### 5.6.7.1 Costos por hora de transporte

Tiempo total de ruta anual: 220 HORAS

Costo total de ruta anual: 4088 USD

Costo por hora de la ruta 1B: 18.58 USD por cada hora recorrida

#### 5.6.7.2 Costos por kilómetro de transporte.

Distancia total de ruta anual: 1689.6 kilómetros

Costo total de ruta anual: 4088 USD

Costo por kilómetro de la ruta 1B: 2.41 USD por cada kilómetro recorrido

### 5.7 Solución ruta quincenal

#### 5.7.1 Datos de los clientes ruta quincenal

En la tabla se detallan los clientes de la ruta quincenal con sus respectivas direcciones en la ciudad de Quito y sus coordenadas en X (longitud) y en Y

(latitud) que son las que se ingresaron al software para efectos de la optimización de las rutas.

Tabla 72.

*Datos de los clientes ruta quincenal*

| <b>Cliente</b>           | <b>Dirección</b>  | <b>Latitud</b> | <b>Longitud</b> |
|--------------------------|---|----------------|-----------------|
| Engoma Adhesivos         | Panamericana Norte, Km 13.2 Sector Alegría, Gabriel García Moreno | -0.110950      | -78.446.238     |
| Ponte Selva              | De Los Guarumos & Mayas   | -0.156725      | -78.475.530     |
| Centro Medicina Familiar | Av. Cristóbal Colón Y Joaquín Pinzón                              | -0.201564      | -78.487.874     |
| Av. Corp.                | Calle S41 # S41-28 Y Av. Maldonado                                | -0.305171      | -78.544.186     |
| Absorpelsa               | Panam. Sur Km.7 1/2 Y Psje. Sin Nombre                            | -0.284504      | -78.534.007     |
| Mangueras Indupol        | Av. Occidental N70 324 Y Río Peripa, Sector El Condado            | -0.109429      | -78.504.026     |
| Prosisa                  | Manuel Córdova Galarza, Km. 3 1/2 - Sector Pusuquí                | -0.069043      | -78.469.461     |
| Bodegas Agro Plásticos   | Manuel Córdova Galarza, Quito                                     | -0.050505      | -78.456.647     |
| Química Comercial        | Enrique Portilla Guerrero   | -0.105032      | -78.476.249     |

5.7.2 Secuencia actual vs Secuencia optimizada ruta quincenal



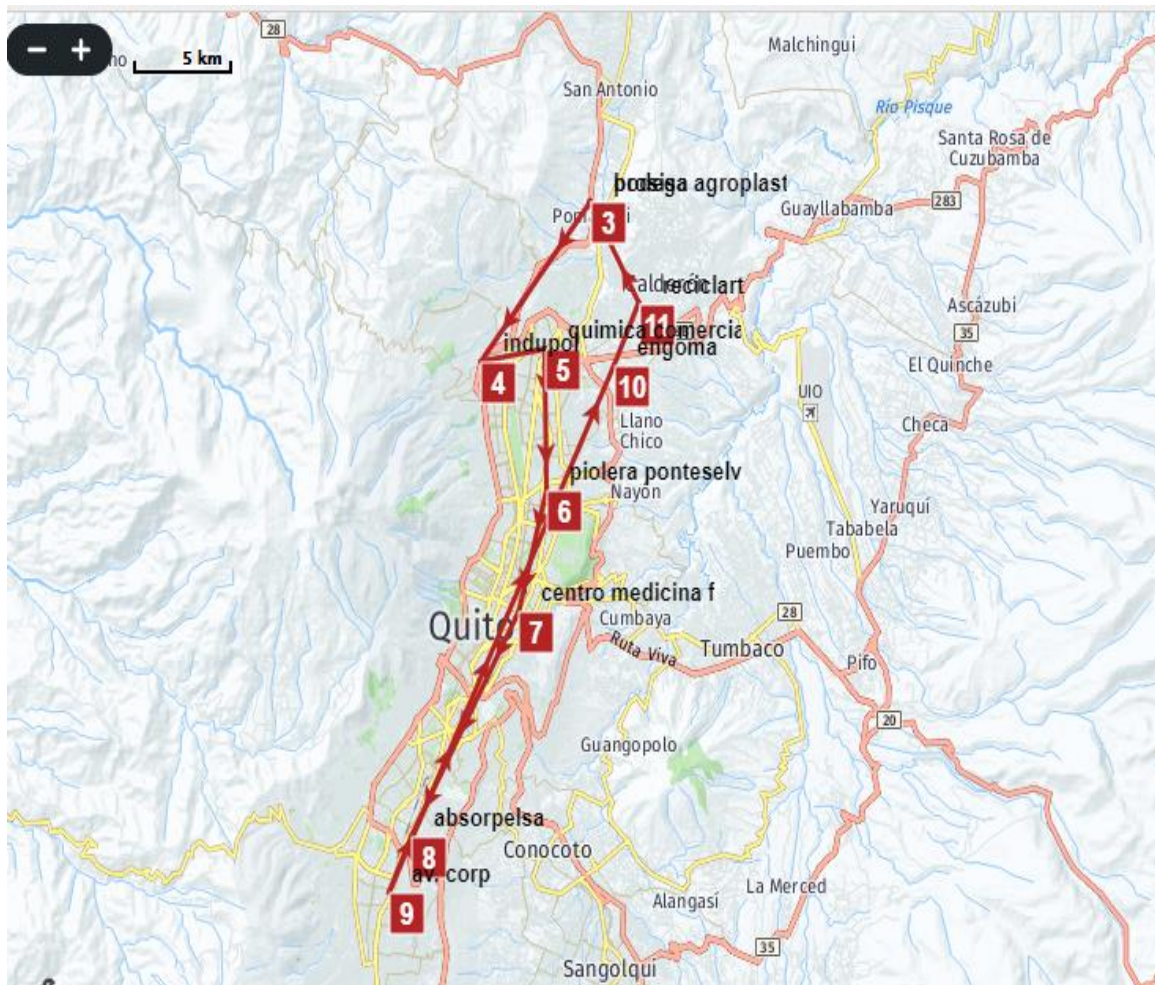


Figura 17. Secuencia actual vs Secuencia optimizada ruta quincenal  
Adaptado de Logvrp, 2018.

Tabla 73.

*Secuencia actual vs Secuencia optimizada ruta quincenal*

| <b>Secuencia Actual</b>                | <b>Secuencia Optimizada</b>           |
|--|---------------------------------------|
| Reciclart – Engoma Adhesivos           | Reciclart - Bodegas Agro Plásticos    |
| Engoma – Ponte Selva                   | Bodegas Agro Plásticos - Prosisa      |
| Ponte Selva - Centro Medicina Familiar | Prosisa - Mangueras Indupol           |
| Centro Medicina Familiar – Av. Corp.   | Mangueras Indupol - Química Comercial |
| Av. Corp. – Absorpelsa                 | Química Comercial - Ponte Selva       |



|  |                                 |
|--|---------------------------------|
| Absorpelsa – Mangueras Indupol             | Ponte Selva - Medicina Familiar |
| Mangueras Indupol – Prosisa                | Medicina Familiar - Absorpelsa  |
| Prosisa – Bodegas Agro Plásticos           | Absorpelsa - Av. Corp           |
| Bodegas Agro Plásticos – Química Comercial | Av. Corp - Engoma               |
| Química Comercial – Reciclart              | Engoma - Reciclart              |

### 5.7.3 Distancias optimizada

Tabla 74.

#### *Distancia Optimizada*

| <b>Secuencia</b>                      | <b>Distancia (Km)</b> |
|---------------------------------------|-----------------------|
| Reciclart - Bodegas Agro Plásticos    | 11 Km                 |
| Bodegas Agro Plásticos - Prosisa      | 3 Km                  |
| Prosisa - Mangueras Indupol           | 7 Km                  |
| Mangueras Indupol - Química Comercial | 6 Km                  |
| Química Comercial - Ponte Selva       | 8 Km                  |
| Ponte Selva - Medicina Familiar       | 7 Km                  |
| Medicina Familiar - Absorpelsa        | 14 Km                 |
| Absorpelsa - Av. Corp                 | 5 Km                  |
| Av. Corp – Engoma                     | 41 Km                 |
| Engoma – Reciclart                    | 5 Km                  |
| <b>Total</b>                          | <b>107 Km</b>         |

| S | Algoritmo | Distancia | Costo  | Viaje T.   | Recuento de vehíc... |
|---|-----------|-----------|--------|------------|----------------------|
| ⊗ | JDAM      | 107 km    | \$ 264 | 5 h. 51 m. | 1                    |
| ⊗ | ALNS      | 107 km    | \$ 264 | 5 h. 51 m. | 1                    |

Figura 18. Distancias optimizada

#### 5.7.4 Tiempo optimizado

Tabla 75.

*Tiempo optimizado*

| Secuencia Optimizada                  | Tiempo Recorrido  |
|---------------------------------------|-------------------|
| Reciclart - Bodegas Agro Plásticos    | 38 min            |
| Bodegas Agro Plásticos - Prosisa      | 25 min            |
| Prosisa - Mangueras Indupol           | 32 min            |
| Mangueras Indupol - Química Comercial | 30 min            |
| Química Comercial - Ponte Selva       | 32 min            |
| Ponte Selva - Medicina Familiar       | 23 min            |
| Medicina Familiar - Absorpelsa        | 45 min            |
| Absorpelsa - Av. Corp                 | 16 min            |
| Av. Corp - Engoma                     | 60 min            |
| Engoma - Reciclart                    | 30 min            |
| <b>TOTAL</b>                          | <b>5 h 51 min</b> |

| S | Algoritmo | Distancia | Costo  | Viaje T.   | Recuento de vehíc... |
|---|-----------|-----------|--------|------------|----------------------|
| ⊗ | JDAM      | 107 km    | \$ 264 | 5 h. 51 m. | 1                    |
| ⊗ | ALNS      | 107 km    | \$ 264 | 5 h. 51 m. | 1                    |

Figura 19. Tiempo optimizado

#### 5.7.5 Impacto Ambiental

Tabla 76.

*Impacto Ambiental*

|  |        |
|--|--------|
| Kilómetros recorridos ruta quincenal mensual | 214 km |
|--|--------|

|  |                           |
|--|---------------------------|
| Kilómetros recorridos ruta quincenal anual       | 2568 km                   |
| Litros de gasolina consumidos mensual            | 20.33 litros              |
| Litros de gasolina consumidos anual              | 243.96 litros             |
| Kilogramos de CO <sub>2</sub> consumidos mensual | 52.86 kg CO <sub>2</sub>  |
| Kilogramos de CO <sub>2</sub> consumidos anual   | 634.32 kg CO <sub>2</sub> |

#### 5.7.6 Nuevo horario ruta quincenal

Tabla 77.

##### *Nuevo horario ruta quincenal*

|                                  |                        |
|----------------------------------|------------------------|
| Hora De Partida                  | 10:00 AM               |
| Hora De Llegada                  | 05:09 PM               |
| Tiempo Total De Ruta Quincenal   | 7 H 09 MIN             |
| Horas Ordinarias Trabajadas      | 7 HORAS (10 AM – 5 PM) |
| Horas Extraordinarias Trabajadas | N/A                    |

#### 5.7.7 Costos

Numero trabajadores: 3 por camión

Costo hora trabajador: \$ 3.50

Costo 3 trabajadores: \$ 10.50 por hora

Costo hora extra trabajador: \$ 5.25

Costo hora extra 3 trabajadores: \$ 15.75

Costo gasolina por ruta: \$ 20

Tabla 78.

##### *Costo*

| <b>Concepto</b>             | <b>Costo Semanal</b> | <b>Costo Quincenal</b> | <b>Costo Mensual</b> | <b>Costo Semestral</b> | <b>Costo Anual</b> |
|-----------------------------|----------------------|------------------------|----------------------|------------------------|--------------------|
| 3<br>Trabajadores<br>(Horas | N/A                  | \$<br>73,50            | \$<br>147,00         | \$<br>882,00           | \$<br>1.764,0<br>0 |

|                                   |     |                     |                      |                        |                             |
|-----------------------------------|-----|---------------------|----------------------|------------------------|-----------------------------|
| Ordinarias)                       |     |                     |                      |                        |                             |
| Horas Extras<br>3<br>Trabajadores | N/A | N/A                 | N/A                  | N/A                    | N/A                         |
| Gasolina<br>Camión                | N/A | \$<br>20,00         | \$<br>40,00          | \$<br>240,00           | \$<br>480,00                |
| Mantenimiento<br>Camión           | N/A | N/A                 | N/A                  | N/A                    | N/A                         |
| Cambio De<br>Llantas              | N/A | N/A                 | N/A                  | N/A                    | N/A                         |
| <b>TOTAL</b>                      | N/A | <b>\$<br/>93,50</b> | <b>\$<br/>187,00</b> | <b>\$<br/>1.122,00</b> | <b>\$<br/>2.244,0<br/>0</b> |

#### 5.7.7.1 Costos por hora de transporte

Tiempo total de ruta anual: 172 HORAS

Costo total de ruta anual: 2244 USD

Costo por hora de la ruta quincenal: 13 USD por cada hora recorrida

#### 5.7.7.2 Costos por kilómetro de transporte.

Distancia total de ruta anual: 2568 kilómetros

Costo total de ruta anual: 2244 USD

Costo por kilómetro de la ruta quincenal: 0.87 USD por cada kilómetro recorrido

### 5.8 Solución Ruta Mensual

#### 5.8.1 Datos de los clientes ruta mensual

En la tabla se detallan los clientes de la ruta mensual con sus respectivas direcciones en la ciudad de Quito y sus coordenadas en X (longitud) y en Y

(latitud) que son las que se ingresaron al software para efectos de la optimización de las rutas.

Tabla 79.

*Datos de los clientes ruta mensual*

| <b>Cliente</b>       | <b>Dirección</b>   | <b>Latitud</b> | <b>Longitud</b> |
|----------------------|--|----------------|-----------------|
| Textiles<br>Tornasol | De Los Guarumos N45-206 Y<br>Mayas, Esq                                    | -0.095088      | -<br>78.438.734 |
| Tonicomsa            | Calle Medicinwow Lote 14 Y El<br>Vergel                                    | -0.098055      | -<br>78.449.301 |
| Reciplast            | Tadeo Benítez Oe 1-324 Y<br>Vicente Duque 1                                | -0.096455      | -<br>78.472.382 |
| Fupel                | Sebastián Moreno E2-71 Y<br>Bartolomé Sánchez<br>Panamericana Norte Km 6 ½ | -0.107684      | -<br>78.474.955 |
| Codiempaques         | Fernando De Vera N71-71 Y<br>Sebastián Moreno                              | -0.107270      | -<br>78.473.875 |
| Plastiexpress        | Bartolomé Sánchez N72-292 Y<br>Antonio Basantes                            | -0.104029      | -<br>78.473.202 |
| Unilimpio            | De Los Eucaliptos E1-140 Y<br>Pasaje Juncos                                | -0.116187      | -<br>78.477.703 |
| Multilimpio          | Eloy Alfaro N27-52 Y 10 De<br>Agosto                                       | -0.195449      | -<br>78.494.673 |

5.8.2 Secuencia actual vs secuencia optimiza de la ruta mensual

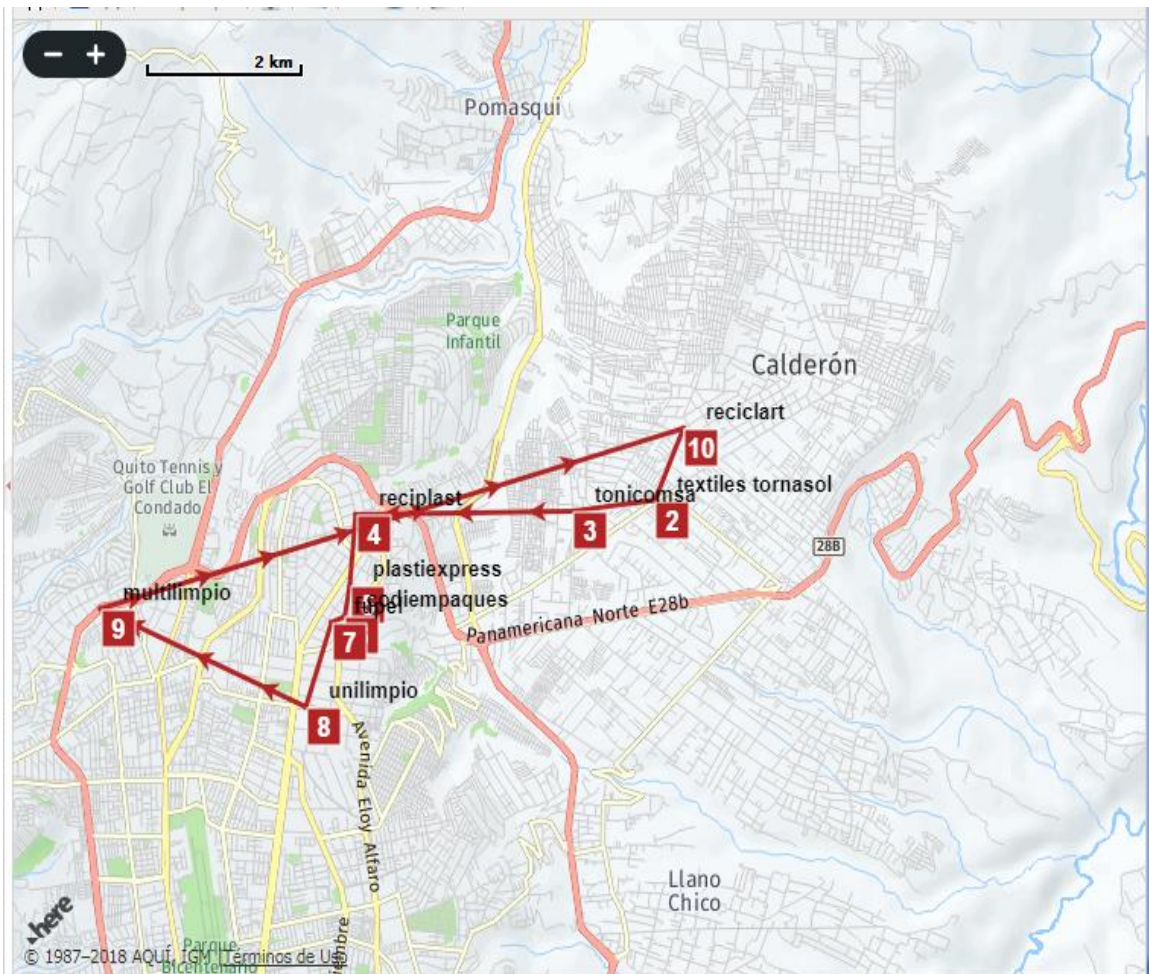


Figura 20. Secuencia actual vs secuencia optimiza de la ruta mensual  
Adaptado de Logvrp, 2018.

Tabla 80.

*Secuencia actual secuencia optimizada*

| <b>Secuencia Actual</b>       | <b>Secuencia Optimizada</b>   |
|-------------------------------|-------------------------------|
| Reciclart – Textiles Tornasol | Reciclart – Textiles Tornasol |
| Textiles Tornasol - Tonicomsa | Textiles Tornasol - Tonicomsa |
| Tonicomsa - Reciplast         | Tonicomsa – Reciplast         |
| Reciplast – Fupel             | Reciplast - Plastiexpress     |
| Fupel – Codiempaques          | Plastiexpress - Codiempaques  |
| Codiempaques - Plastiexpress  | Codiempaques – Fupel          |

|                           |                         |
|---------------------------|-------------------------|
| Plastiexpress – Unilimpio | Fupel – Unilimpio       |
| Unilimpio – Multilimpio   | Unilimpio – Multilimpio |
| Multilimpio – Reciclar    | Multilimpio – Reciclar  |

### 5.8.3 Distancias optimizada

Tabla 81.

#### *Distancia optimizada*

| <b>Secuencia Actual</b>       | <b>Distancia (Km)</b> |
|-------------------------------|-----------------------|
| Reciclar – Textiles Tornasol  | 1 km                  |
| Textiles Tornasol - Tonicomsa | 1.5 km                |
| Tonicomsa - Reciplast         | 5 km                  |
| Reciplast - Plastiexpress     | 1.3 km                |
| Plastiexpress - Codiempaques  | 0.3 km                |
| Codiempaques - Fupel          | 0.5 km                |
| Fupel – Unilimpio             | 1.4 km                |
| Unilimpio - Multilimpio       | 7 km                  |
| Multilimpio - Reciclar        | 11 km                 |
| <b>TOTAL</b>                  | <b>29 km</b>          |

| S | Algoritmo | Distancia | Costo  | Viaje T.   | Recuento de vehíc... |
|---|-----------|-----------|--------|------------|----------------------|
| ✓ | JDAM      | 29.0 km   | \$ 148 | 6 h. 30 m. | 1                    |
| ✓ | ALNS      | 29.0 km   | \$ 148 | 6 h. 30 m. | 1                    |

Figura 21. Distancia optimizada

### 5.8.4 Tiempo optimizado

Tabla 82.

#### *Tiempo optimizado*

| <b>Secuencia Actual</b>       | <b>Tiempo Recorrido</b> |
|-------------------------------|-------------------------|
| Reciclar – Textiles Tornasol  | 20 min                  |
| Textiles Tornasol - Tonicomsa | 20 min                  |

|                              |                   |
|------------------------------|-------------------|
| Tonicomsa – Reciplast        | 40 min            |
| Reciplast - Plastiexpress    | 14 min            |
| Plastiexpress - Codiempaques | 5 min             |
| Codiempaques – Fupel         | 5 min             |
| Fupel – Unilimpio            | 5 min             |
| Unilimpio - Multilimpio      | 30 min            |
| Multilimpio - Reciclart      | 30 min            |
| <b>TOTAL</b>                 | <b>2 h 49 min</b> |

| S | Algoritmo | Distancia | Costo  | Viaje T.   | Recuento de vehíc... |
|---|-----------|-----------|--------|------------|----------------------|
| ✓ | JDAM      | 29.0 km   | \$ 148 | 6 h. 30 m. | 1                    |
| ✓ | ALNS      | 29.0 km   | \$ 148 | 6 h. 30 m. | 1                    |

Figura 22. Tiempo Optimizado

### 5.8.5 Impacto Ambiental

Tabla 83.

#### *Impacto Ambiental*

|  |                          |
|--|--------------------------|
| Kilómetros recorridos ruta mensual al mes        | 29 km                    |
| Kilómetros recorridos ruta mensual anual         | 348 km                   |
| Litros de gasolina consumidos mensual            | 2.76 litros              |
| Litros de gasolina consumidos anual              | 33.12 litros             |
| Kilogramos de CO <sub>2</sub> consumidos mensual | 7.17 kg CO <sub>2</sub>  |
| Kilogramos de CO <sub>2</sub> consumidos anual   | 86.04 kg CO <sub>2</sub> |

### 5.8.6 Nuevo horario ruta mensual

Tabla 84.

#### *Nuevo horario ruta mensual*

|                 |          |
|-----------------|----------|
| Hora De Partida | 12:00 PM |
| Hora De Llegada | 4:31 PM  |



|                                  |            |
|----------------------------------|------------|
| Tiempo Total De Ruta Mensual     | 4 H 31 MIN |
| Horas Ordinarias Trabajadas      | 4 H 31 MIN |
| Horas Extraordinarias Trabajadas | N/A        |

### 5.8.7 Costos

Numero trabajadores: 3 por camión

Costo hora trabajador: \$ 3.50

Costo 3 trabajadores: \$ 10.50 por hora

Costo hora extra trabajador: \$ 5.25

Costo hora extra 3 trabajadores: \$ 15.75

Costo gasolina por ruta: \$ 20

Tabla 85.

Costo

| <b>Concepto</b>                   | <b>Costo Semanal</b> | <b>Costo Quincenal</b> | <b>Costo Mensual</b> | <b>Costo Semestral</b> | <b>Costo Anual</b> |
|-----------------------------------|----------------------|------------------------|----------------------|------------------------|--------------------|
| 3 Trabajadores (Horas Ordinarias) | N/A                  | N/A                    | \$ 47.25             | \$ 283.5               | \$ 567,00          |
| Horas Extras 3 Trabajadores       | N/A                  | N/A                    | N/A                  | N/A                    | N/A                |
| Gasolina Camión                   | N/A                  | N/A                    | \$ 20,00             | \$ 120,00              | \$ 240,00          |
| Mantenimiento Camión              | N/A                  | N/A                    | N/A                  | N/A                    | N/A                |
| Cambio De Llantas                 | N/A                  | N/A                    | N/A                  | N/A                    | N/A                |

|              |     |     |                    |                    |                     |
|--------------|-----|-----|--------------------|--------------------|---------------------|
| <b>TOTAL</b> | N/A | N/A | \$<br><b>67,25</b> | \$<br><b>403,5</b> | \$<br><b>807,00</b> |
|--------------|-----|-----|--------------------|--------------------|---------------------|

#### 5.8.7.1 Costos por hora de transporte

Tiempo total de ruta anual: 54.2 HORAS

Costo total de ruta anual: 807 USD

Costo por hora de la ruta quincenal: 14.88 USD por cada hora recorrida.

#### 5.8.7.2 Costos por kilómetro de transporte.

Distancia total de ruta anual: 348 kilómetros

Costo total de ruta anual: 807 USD

Costo por kilómetro de la ruta quincenal: 2.31 USD por cada kilómetro recorrido

## 6. CAPITULO VI. ANÁLISIS ECONÓMICO DE MEJORA

En el siguiente capítulo, se realiza la comparación del escenario actual de la empresa de reciclaje versus la situación propuesta para de esta forma analizar la mejora, la optimización y el ahorro neto de la empresa luego de implementar las mejoras.

### 6.1 Comparación de distancia de rutas.

Se analiza la distancia en kilómetros de cada ruta anual versus la distancia optimizada en kilómetros de cada ruta anual.

Tabla 86.

*Distancia recorrida por ruta en km anual.*

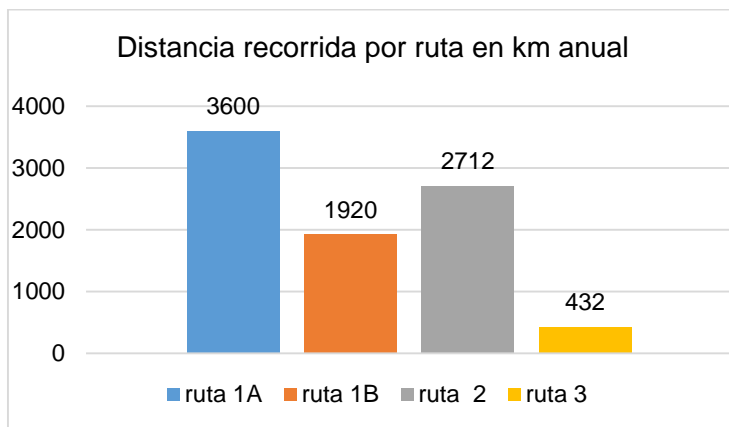


Tabla 87.

*Distancia optimizada por ruta*

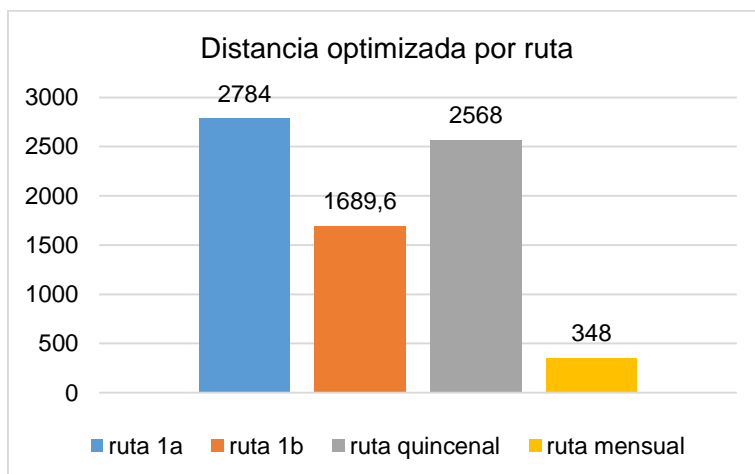
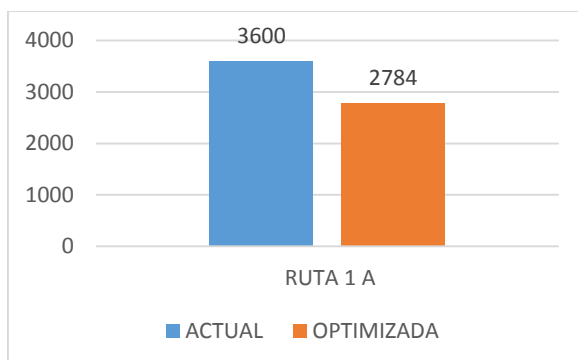


Tabla 88.

*Ruta 1 A*

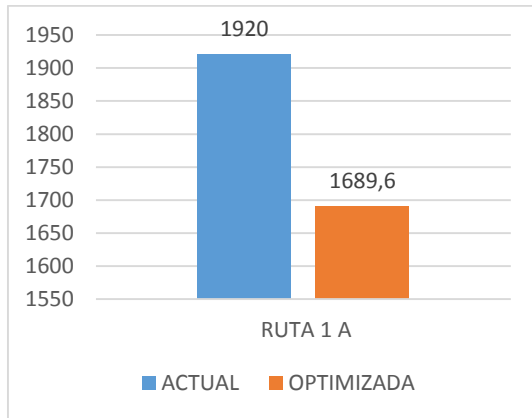


Cantidad de kilómetros optimizados: 816 kilómetros optimizados anual.

Porcentaje optimizado de la ruta actual: 22.67 %

Tabla 89.

*Ruta 1 B*

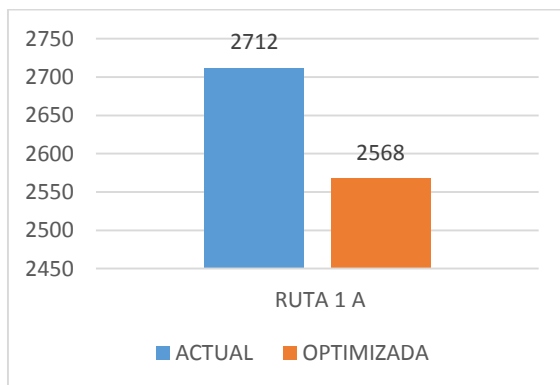


Cantidad de kilómetros optimizados: 230.4 kilómetros optimizados anual.

Porcentaje optimizado de la ruta actual: 12 %

Tabla 90.

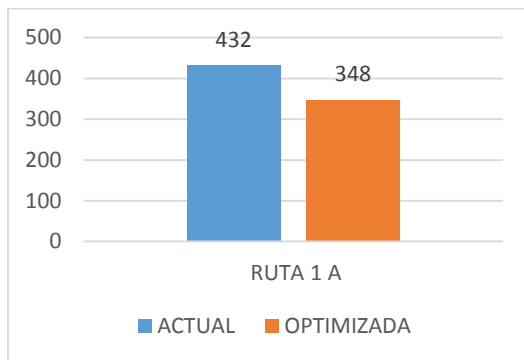
*Ruta quincenal*



Cantidad de kilómetros optimizados: 144 kilómetros optimizados anual.

Porcentaje optimizado de la ruta actual: 5.31

Tabla 91.

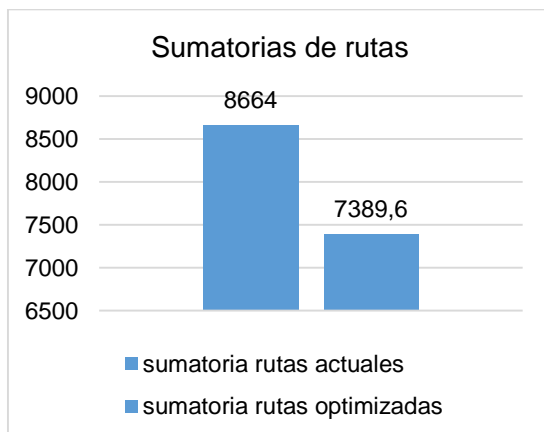
*Ruta mensual*

Cantidad de kilómetros optimizados: 84 kilómetros optimizados anual.

Porcentaje optimizado de la ruta actual: 19.4 %

A continuación se describe la sumatoria de kilómetros anuales de las rutas actuales comparadas con la sumatoria de kilómetros anuales de las rutas luego de la optimización para analizar la cantidad de kilómetros optimizados y el porcentaje.

Tabla 92.

*Sumatorias de rutas*

Cantidad de kilómetros optimizados: 1279.4 kilómetros optimizados anual.

Porcentaje optimizado de la ruta actual: 14.8 %

## 6.2 Comparación tiempos de carga y descarga

En los gráficos se describe los tiempos de carga y descarga actuales de cada ruta anual versus los tiempos optimizados de carga y descarga de las rutas anual.

Tabla 93.

### *Tiempo carga y descarga anual por ruta*

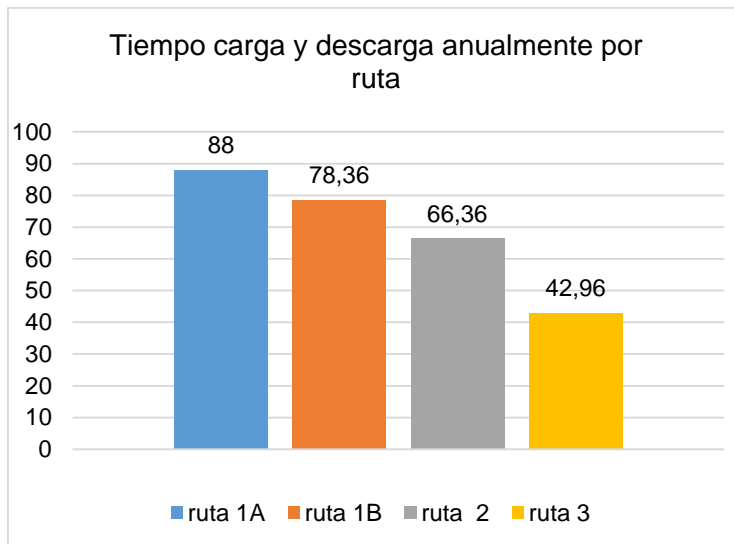


Tabla 94.

### *Tiempo carga y descarga optimizado anual por ruta*

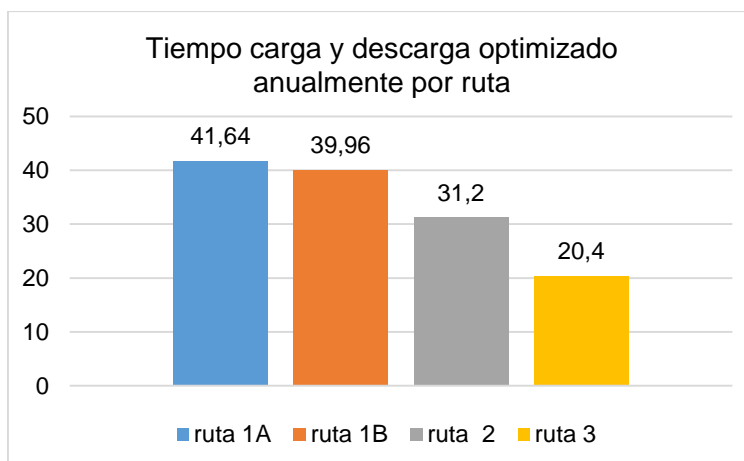
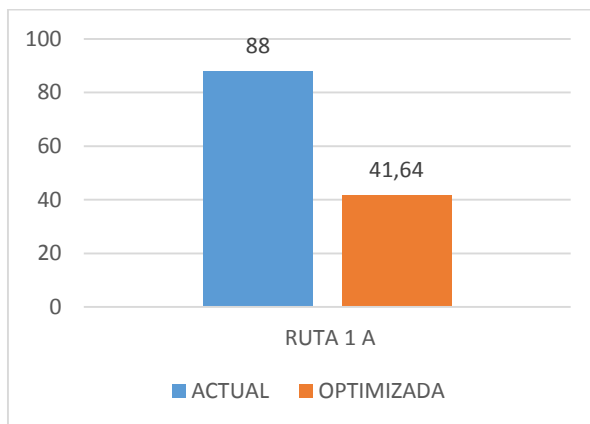


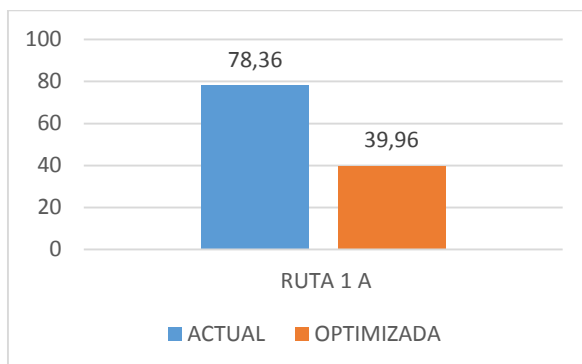
Tabla 95.

*Ruta 1 A tiempo carga y descarga*

Cantidad de horas optimizadas con la carretilla hidráulica: 46.36

Porcentaje horas optimizadas del tiempo de carga y descarga manual: 52.68 %.

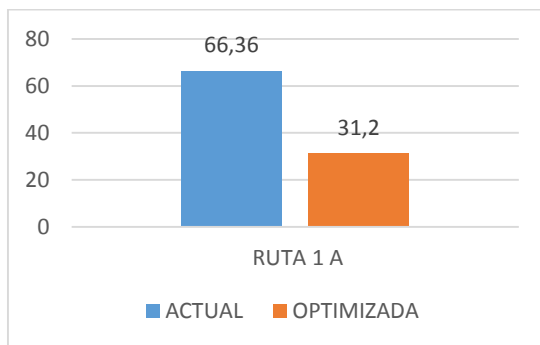
Tabla 96.

*Ruta 1 B tiempo carga y descarga*

Cantidad de horas optimizadas con la carretilla hidráulica: 38.4 h

Porcentaje horas optimizadas del tiempo de carga y descarga manual: 49 %.

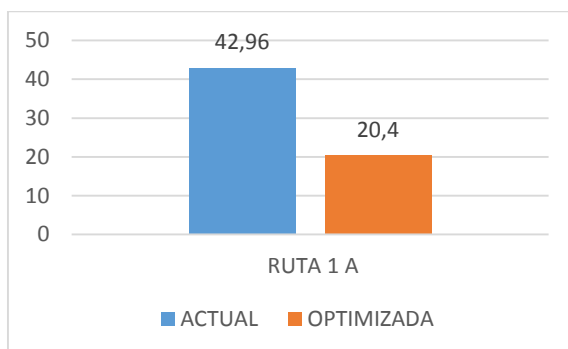
Tabla 97.

*Ruta quincenal tiempo carga y descarga*

Cantidad de horas optimizadas con la carretilla hidráulica: 35.16

Porcentaje horas optimizadas del tiempo de carga y descarga manual: 52.98 %.

Tabla 98.

*Ruta mensual tiempo carga y descarga*

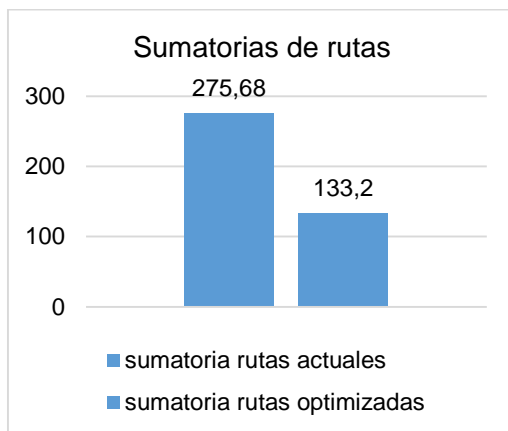
Cantidad de horas optimizadas con la carretilla hidráulica: 22.56 h

Porcentaje horas optimizadas del tiempo de carga y descarga manual: 52.51 %.

Se describe la sumatoria de los tiempos actuales de carga y descarga anual que se los realiza manual comparados con la sumatoria de los tiempos optimizados de carga y descarga que se realiza luego de la obtención de la carretilla hidráulica.



Tabla 99.

*Sumatorias de rutas*

Cantidad de horas optimizadas con la carretilla hidráulica: 142.48

Porcentaje de horas optimizadas del tiempo de carga y descarga manual: 51.6 %.

## 6.3 Comparación de tiempos de rutas.

En los gráficos se describe la cantidad de tiempo en horas de cada ruta versus la cantidad de tiempo en horas de cada ruta optimizada.

Tabla 100.

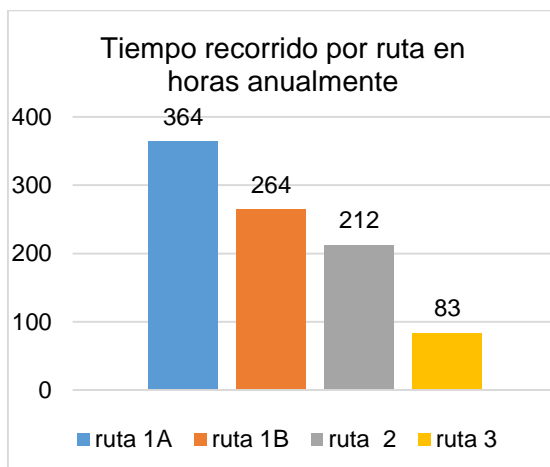
*Tiempo recorrido por ruta en horas anual*

Tabla 101.

*Tiempo optimizado recorrido por ruta en horas anual*

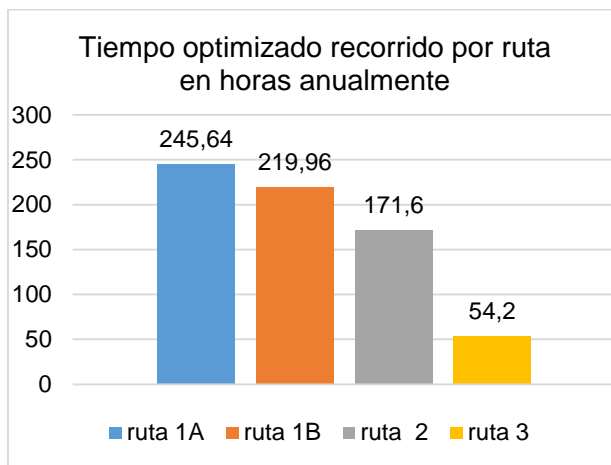
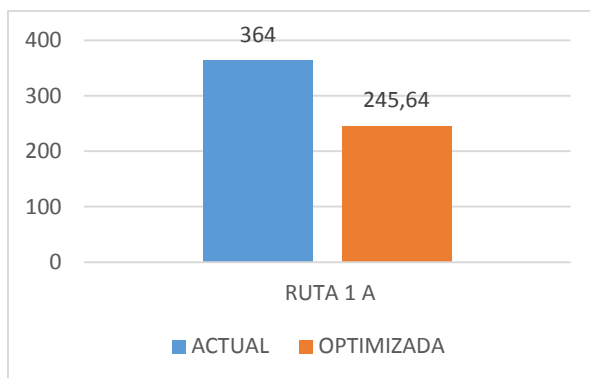


Tabla 102.

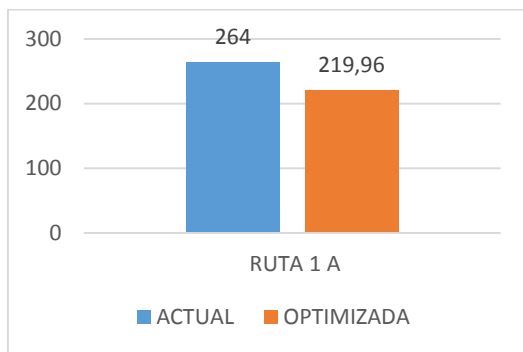
*Tiempo Ruta 1 A*



Cantidad de horas optimizadas: 118.36 h

Porcentaje de horas optimizadas de la ruta actual: 32.51 %

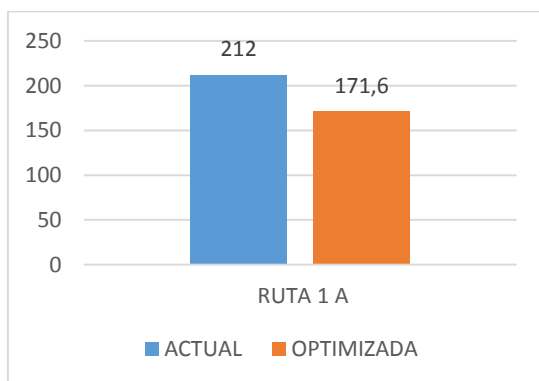
Tabla 103.

*Tiempo Ruta 1 B*

Cantidad de horas optimizadas: 44.04 h

Porcentaje de horas optimizadas de la ruta actual: 16.68 %

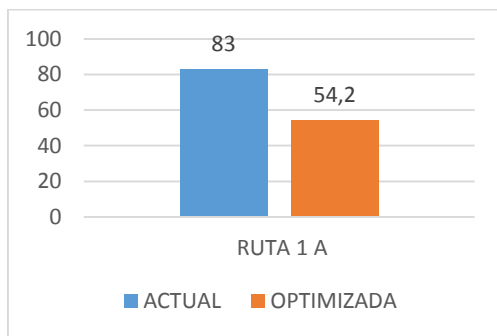
Tabla 104.

*Tiempo Ruta quincenal*

Cantidad de horas optimizadas: 40.4 h

Porcentaje de horas optimizadas de la ruta actual: 19 %

Tabla 105.

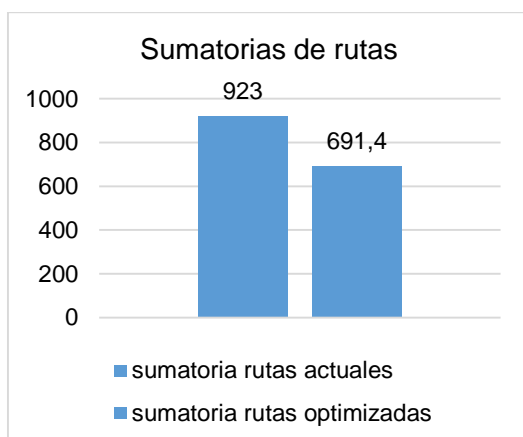
*Tiempo Ruta mensual*

Cantidad de horas optimizadas: 28.8 h

Porcentaje de horas optimizadas de la ruta actual: 34.69 %

Se analiza la sumatoria de tiempo en horas de todas las rutas actuales comparadas con la sumatoria de tiempo en horas de todas las rutas optimizadas para posterior analizar las horas optimizadas anual y el porcentaje del tiempo actual que estas representan.

Tabla 106.

*Sumatorias de rutas*

Cantidad de horas optimizadas: 231.6

Porcentaje de horas optimizadas de la ruta actual: 25.1 %

## 6.4 Comparación de costos

A continuación, en los gráficos, se describe los costos actuales de cada ruta anual versus los costos optimizados de cada ruta anual.

Tabla 107.

### *Costos actuales anuales de cada ruta*

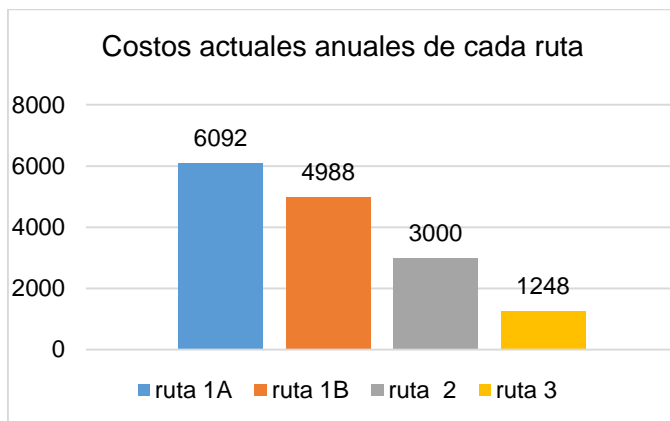


Tabla 108.

### *Costos optimizados anuales de cada ruta*

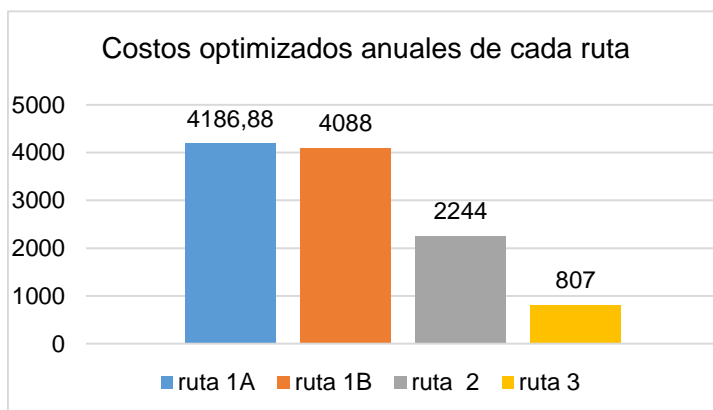
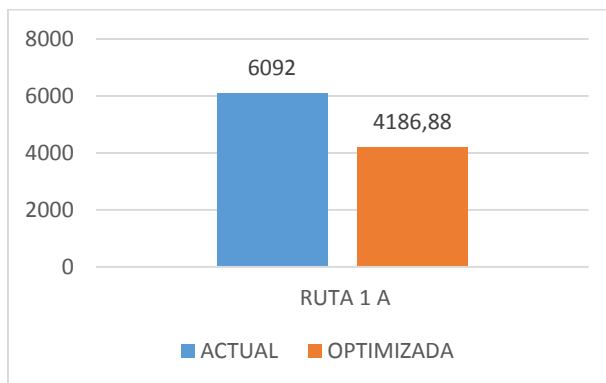


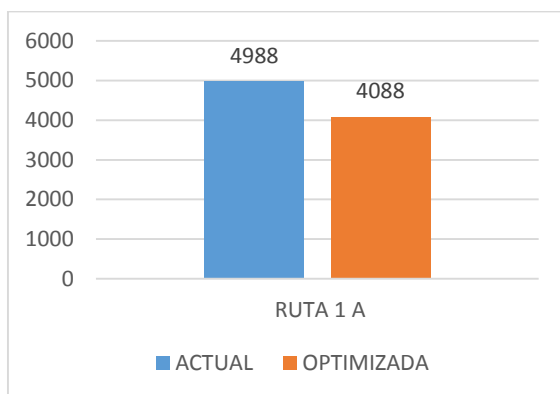
Tabla 109.

*Costo anual ruta 1 A*

Ahorro neto anual total: 1905.12 USD

Porcentaje de ahorro de los costos actuales: 31.27%

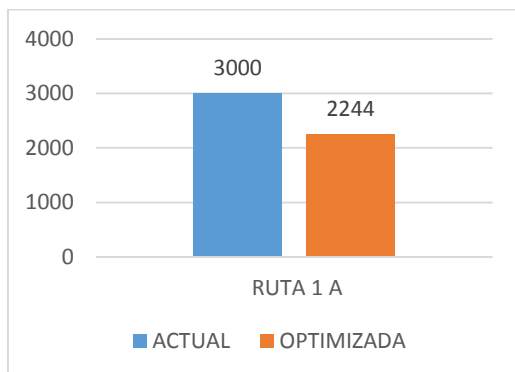
Tabla 110.

*Costo anual ruta 1 B*

Ahorro neto anual total: 900 USD

Porcentaje de ahorro de los costos actuales: 18%

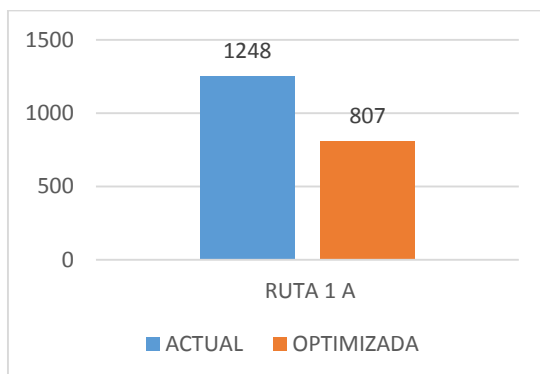
Tabla 111.

*Costo anual ruta quincenal*

Ahorro neto anual total: 756 USD

Porcentaje de ahorro de los costos actuales: 25.2%

Tabla 112.

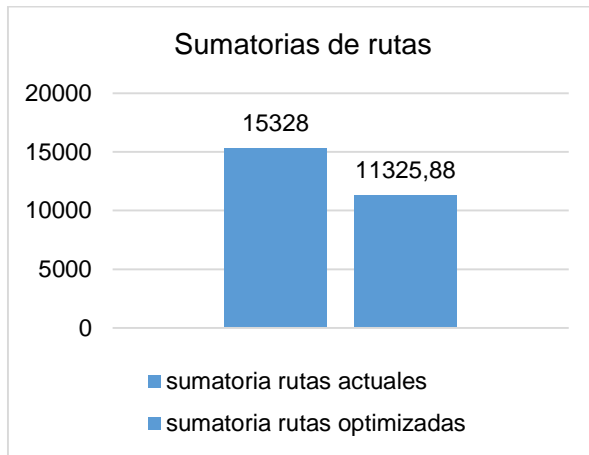
*Costo anual ruta mensual*

Ahorro neto anual total: 441 USD

Porcentaje de ahorro de los costos actuales: 35.33%

A continuación se describe la sumatoria de los costos actuales de cada ruta comparados con los costos optimizados de cada ruta para posteriormente evaluar el ahorro neto anual y el porcentaje que este representa de los costos actuales

Tabla 113.

*Sumatorias de rutas*

## 6.4.1 Ahorro neto anual

En este literal se describe el ahorro total neto anual del primer año que es el resultado de la sumatoria de los costos de ruta actuales menos la sumatoria de los costos de ruta optimizados y este valor menos la inversión de la maquina empacadora y la carretilla hidráulica que da como resultado los siguientes valores.

Ahorro neto anual total:  $4002.12 - 350 - 400 = 3252.12$  USD

Porcentaje de ahorro de los costos actuales: 21.21%

Al ahorro neto anual a partir del segundo año es la sumatoria de los costos de rutas actuales menos la sumatoria de los costos de ruta optimizados sin tomar en cuenta la inversión de la carretilla hidráulica, ni la maquina empacadora debido a que la inversión de estos se la realiza una sola vez.

Ahorro neto anual a partir del segundo año:  $15328 - 11325.88 = 4002.12$  USD

Porcentaje de ahorro de los costos actuales: 26%

## 6.5 Impacto ambiental

## 6.5.1 Comparación de litros de combustible



A continuación en los gráficos se describe los litros actuales de combustible consumidos anual por cada ruta tomando en cuenta que el cálculo que se realizó para llegar a estos valores es la distancia anual optimizada de cada ruta por el factor 0.095 para llegar a estos valores mencionados a continuación.

Tabla 114.

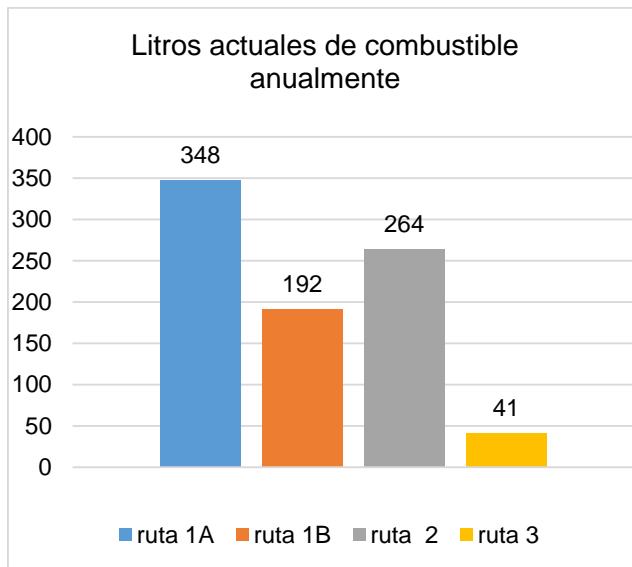
*Litros actuales de combustible anual*

Tabla 115.

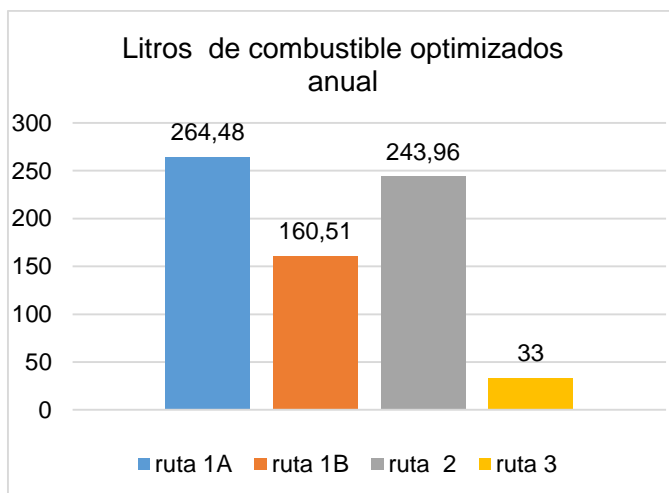
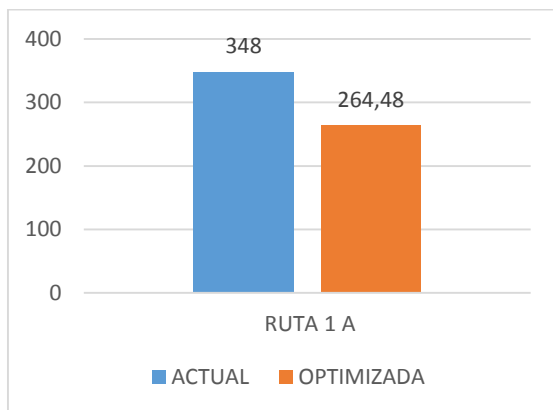
*Litros de combustible optimizados anual*

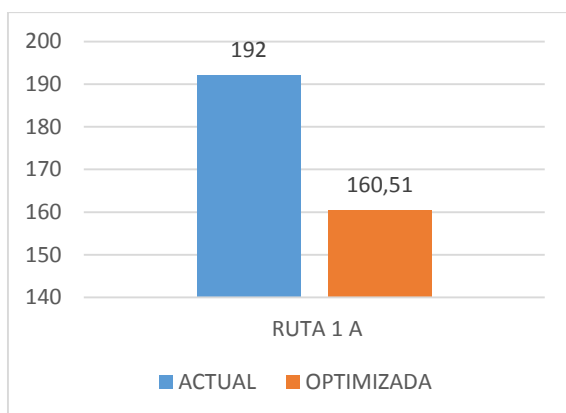
Tabla 116.

*Litros combustible anual ruta 1 A*

Litros de combustible optimizados: 83.52

Porcentaje de ahorro de combustible del utilizado actual: 24 %

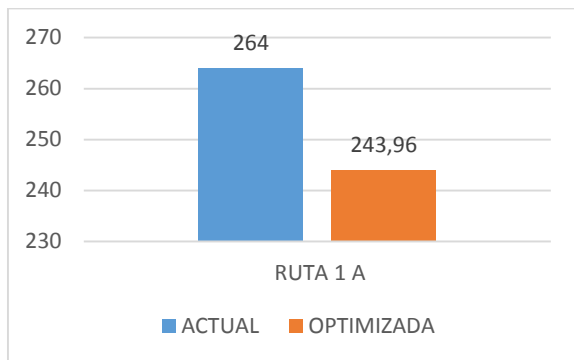
Tabla 117.

*Litros combustible anual ruta 1B*

Litros de combustible optimizados: 31.49

Porcentaje de ahorro de combustible del utilizado actual: 16.40 %

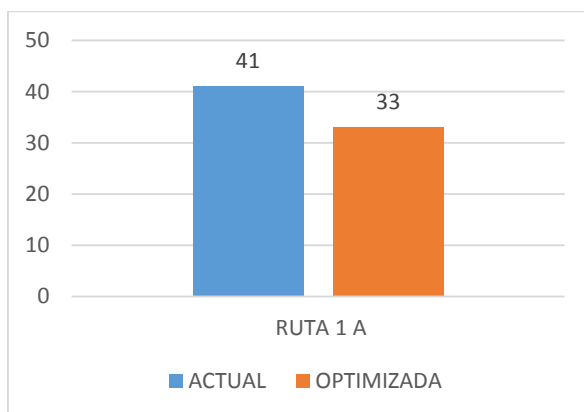
Tabla 118.

*Litros combustible anual ruta quincenal*

Litros de combustible optimizados: 20.04

Porcentaje de ahorro de combustible del utilizado actual: 7.6 %

Tabla 119.

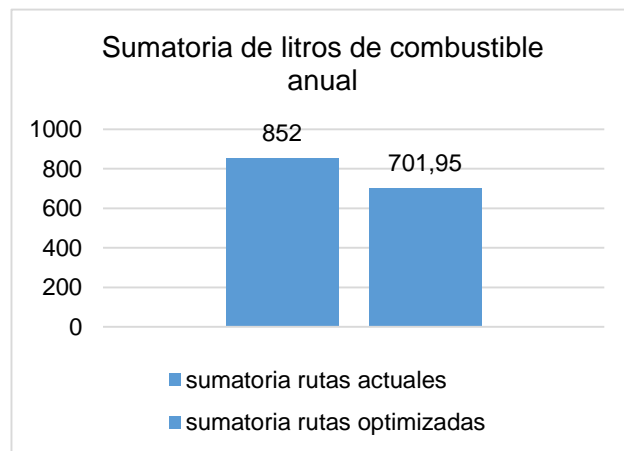
*Litros combustible anual ruta mensual*

Litros de combustible optimizados: 8

Porcentaje de ahorro de combustible del utilizado actual: 19.51 %

A continuación se describe la sumatoria de los litros actuales de combustible anual y la sumatoria de litros de combustible optimizados anual para posterior analizar los litros de combustible optimizados con las mejoras propuestas.

Tabla 120.

*Sumatoria de litros de combustible anual*

Litros de combustible optimizados: 150

Porcentaje de ahorro de combustible del utilizado actual: 17.6%

6.5.2 Comparación de kilogramos de CO<sub>2</sub>

Se describe los kilogramos de CO<sub>2</sub> actualmente emitidos al año versus los kilogramos de CO<sub>2</sub> optimizados que se emiten.

Tabla 121.

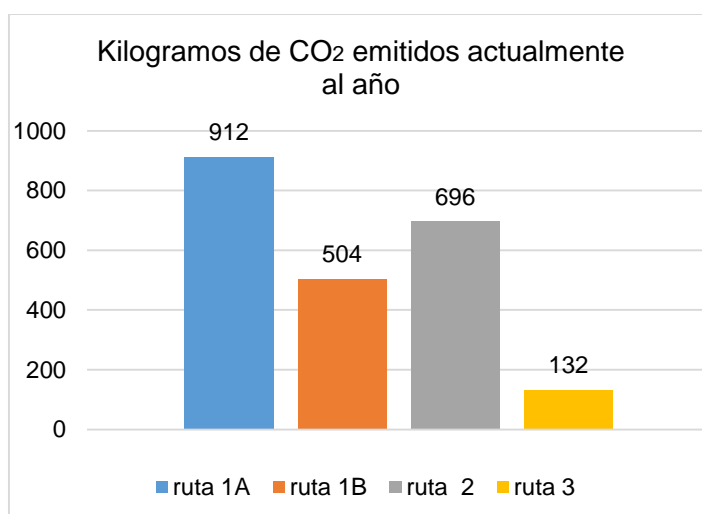
*Kilogramos de CO<sub>2</sub> emitidos actualmente al año*

Tabla 122.

*Kilogramos de CO<sub>2</sub> emitidos con las optimizaciones anual*

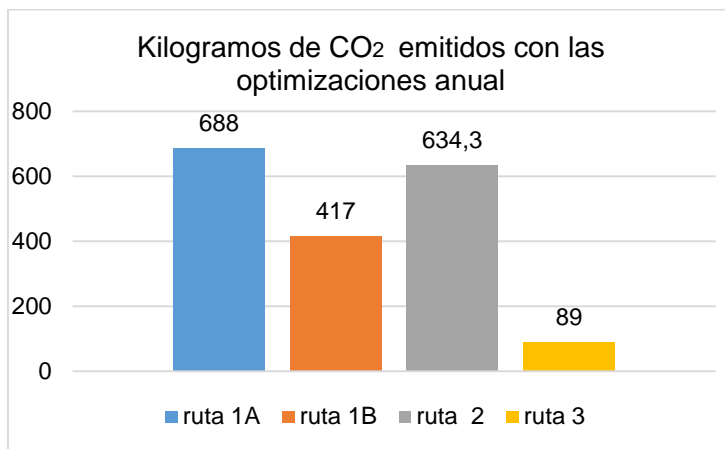
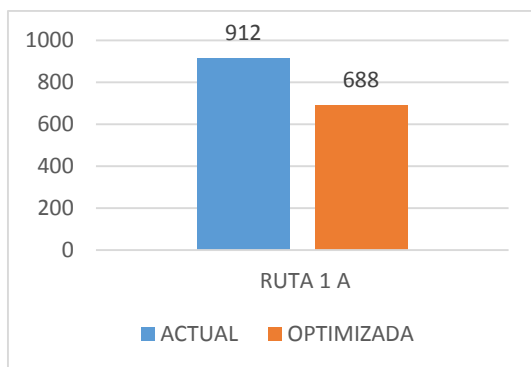


Tabla 123.

*Kg de CO<sub>2</sub> anual ruta 1 A*

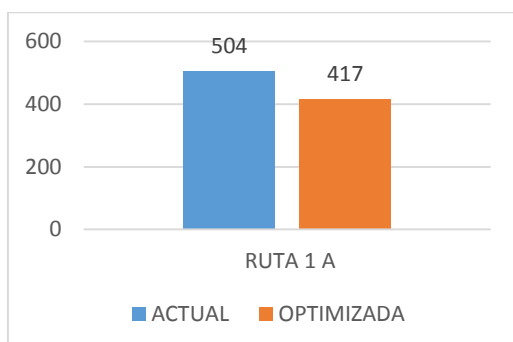


Kilogramos de CO<sub>2</sub> optimizados: 224 kg CO<sub>2</sub>

Porcentaje de kg de CO<sub>2</sub> optimizados: 24.56 %

Tabla 124.

*Kg de CO<sub>2</sub> anual ruta 1B*

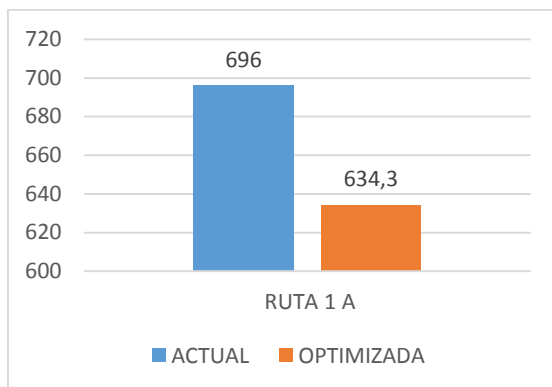


Kilogramos de CO<sub>2</sub> optimizados: 87 kg CO<sub>2</sub>

Porcentaje de kg de CO<sub>2</sub> optimizados: 17.26 %

Tabla 125.

*Kg de CO<sub>2</sub> anual ruta quincenal*

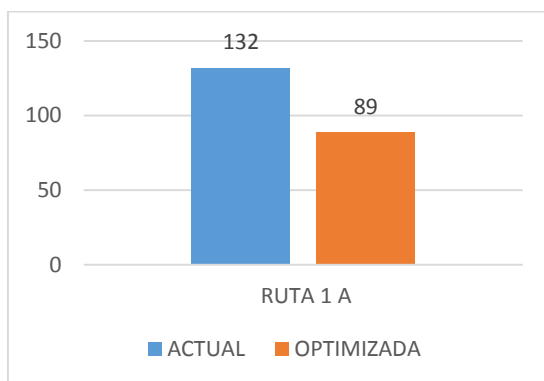


Kilogramos de CO<sub>2</sub> optimizados: 61.7 kg CO<sub>2</sub>

Porcentaje de kg de CO<sub>2</sub> optimizados: 8.86 %

Tabla 126.

*Kg de CO<sub>2</sub> anual ruta mensual*



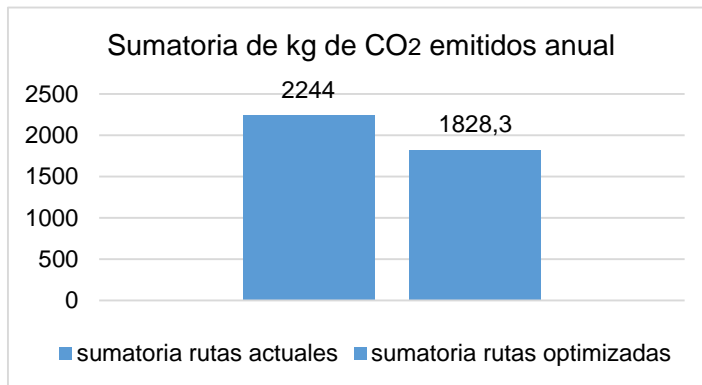
Kilogramos de CO<sub>2</sub> optimizados: 43 kg CO<sub>2</sub>

Porcentaje de kg de CO<sub>2</sub> optimizados: 32.58 %

Se realizará la sumatoria de los kg de CO<sub>2</sub> actuales que se emiten al año respecto a la sumatoria de kg de CO<sub>2</sub> que se emiten anual luego de realizar las optimizaciones en las rutas

Tabla 127.

*Sumatoria de kg de CO<sub>2</sub> emitidos anual*



Kilogramos de CO<sub>2</sub> optimizados: 415.7 kg CO<sub>2</sub>

Porcentaje de kg de CO<sub>2</sub> optimizados: 18.5%

## **7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **7.1 Conclusiones**

Para concluir se demostró mediante el programa LOGVRP, que es factible y posible la optimización de todas las rutas de distribución de productos terminados, lo que conlleva ahorro de tiempo, mayor aprovechamiento de los recursos materiales y por consecuencia un ahorro económico que implica ganancias para la empresa a mediano y largo plazo.

Se demostró que mediante la optimización y cambio de secuencia de todas las rutas de productos terminados y reducción de tiempos de las mismas se reduce el consumo de combustible de toda la flota de transporte y eso conlleva a disminuir las emisiones de CO<sub>2</sub> al medio ambiente lo que reduce el impacto ambiental generado por la empresa.

Además se concluyó que al implementar en el proceso de carga y descarga de productos terminados la carretilla hidráulica y máquina de empaquetado, los tiempos se reducen notablemente en todas las rutas y se optimizan recursos tanto humanos como materiales.

Por último se demostró que al implementar todas las mejoras propuestas en la logística de distribución de productos terminados se redujo un 21% de los costos actuales en el primer año que se realiza la inversión de la carretilla hidráulica y la maquina empacadora, a partir del segundo año el ahorro neto anual es del 26% de los costos actuales.

### **7.2 Recomendaciones**

Se recomienda que la empresa con el fin de unificar los recursos y la información pertinente se realice el proceso de integrar las rutas de abastecimiento de materia prima con las de distribución de productos terminados para optimizar recursos tanto materiales como humanos y los tiempos en todo el proceso de logística

Además es importante que la empresa estudie la implementación y aplicación de sistemas de gestión de almacenes y un sistema de gestión de transporte en los procesos tanto de recepción de materia prima como distribución de



productos terminados para de esta forma tener información más detallada de los procesos y tomar decisiones en base a dicha información.

Por otra parte se recomienda analizar la forma de pago a los trabajadores de la flota de transporte debido a que se pueden optimizar costos realizando pagos fijos mensuales en lugar de la forma actual de pago por horas de trabajo.

Por último se recomienda la implementación de un sistema de rastreo en la flota de transporte para el control óptimo y cumplimiento estricto de las rutas de distribución de productos terminados planteadas.

## REFERENCIAS

- Aite. (2015). Asociación de industriales textiles del Ecuador. Recuperado el 18 de Diciembre de 2018 de Aite: <http://www.aite.com.ec/industria.html>
- automatizacion industrial wordpress. (2011). Automatizacion Industrial. Recuperado el 18 de Diciembre del 2018 de <https://automatizacionindustrial.wordpress.com/2011/02/09/queeslaautomatizacionindustrial/>
- CNN. (2016). Industria del reciclaje. Recuperado el 15 de octubre del 2018 de <https://www.expoknews.com/la-octubre-del-industria-del-reciclaje-en-ecuador-innovacion-y-oportunidad/>
- Costas, J., & Puche, J. (2010). Entender el ciclo PDCA de mejora continua. España: Calidad 60.
- ESPAE-ESPOL. (2017). Global entrepreneurship monitor. Ecuador: Offset Abad.
- Focoeconomico. (2017). Automatizacion y el futuro del empleo. Recuperado el 27 de Noviembre del de <http://focoeconomico.org/2017/11/01/la-automatizacion-y-el-futuro-del-empleo/>
- García, S. (2012). Manipulación de cargas con carretillas elevadoras. Recuperado el 10 de diciembre del 2018 de <http://ebookcentral.proquest.com/lib/udlasp/detail.action?docID=3211939>. Created from udlasp on 2018-12-17 13:54:51.
- Hamdy, T. (2004). Investigación de operaciones. Mexico: Pearson.
- IBM Knowledge Center. (s.f.). Análisis vecino más cercano. Recuperado el 28 de Diciembre del 2018 de [https://www.ibm.com/support/knowledgecenter/es/SSLVMB\\_sub/statistics\\_mainhelp\\_ddita/spss/base/idh\\_idd\\_knn\\_variables.html](https://www.ibm.com/support/knowledgecenter/es/SSLVMB_sub/statistics_mainhelp_ddita/spss/base/idh_idd_knn_variables.html)
- INEC. (2016). Ecuador en estadísticas. Recuperado el 23 de Diciembre del 2018 de <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/inec-publica-cifras-del-mercado-laboral-de-junio-2016/>
- ingenieria industrial online. (s.f.). PROCESOS INDUSTRIALES. Recuperado el 20 de Diciembre del 2018 de <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/procesos-industriales/>
- LOGVRP. (2012). Características del Software. Recuperado el 22 de Diciembre del 2018 de <https://logvrp.com/logvrpsite/en/index.html>
- Lyonnet, P. (2008). Los métodos de la calidad total. Mexico: Diaz de santos.

- MANUFACTURING TERMS. (s.f.). Herramientas de lean. Recuperado el 18 de Diciembre del 2018 de <https://www.manufacturingterms.com/Spanish/Affinity.html>
- Martinez, A. (2014). Gestion por procesos de negocio. Madrid: Editorial del economista.
- Niebel, B. (2009). Metodos, estándares y diseño del trabajo. Mexico: Mc Graw Hill.
- Palacio, E. (2014). Sobre el direccionamiento estratégico y sus componentes. Recuperado el 26 de Diciembre de 2018 de <http://haztuplandenegocios.com/blog/sobre-el-direccionamiento-estrategico-y-sus-componentes/>
- Pardo, J. (2012). Configuracion y uso de un mapa de procesos. Madrid: Aenor.
- Paredro, A. (2015). Diseño de productos. Recuperado el 20 de Diciembre del 2018 de <https://www.paredro.com/4-claves-en-el-diseno-de-empaque/>
- Perez, J. A. (2004). Gestión por procesos. Madrid: Esic.
- Records, G. W. (2017). Guinness World Records. Recuperado el 25 de Noviembre del 2018 de <http://www.guinnessworldrecords.es/news/2018/7/piramide-ancestral-de-rosas-rompe-record-en-ecuador>
- Sales, M. (2013). Diagrama de Pareto (Vol. 1). Mexico: EALDE Business School.
- School, E. (s.f.). Diagrama de Pareto. Mexico: Esic
- SPC CONSULTING. (s.f.). Lean Manufacturing. Recuperado el 15 de Diciembre del 2018 de <https://spcgroup.com.mx/7-mudas/>
- Tovar, A., & Mota, A. (2007). Un modelo de administración por procesos. Mexico: Panorama Editorial S.A.
- Verizon. (s.f.). Optimizacion de rutas. Recuperado el 20 de Diciembre del 2018 de <https://www.verizonconnect.com/mx/glosario/que-es-optimizacion-de-ruta/>

