



# **UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**

## **DIRECCIÓN DE POSGRADO**

### **MAESTRÍA EN ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS**

#### **MODALIDAD: INFORME DE INVESTIGACIÓN**

**Título:**

---

**“Diseño de Rutas de la Compañía Internacional de Transportes  
Iza CITRAIZA S.A.”**

---

Informe de Investigación previo a la obtención del Título de Magíster en  
Administración de Empresas

**Autor:**

Diana Maribel Iza Corrales

**Tutor:**

Héctor Raúl Reinoso Peñaherrera MBA

**LATACUNGA – ECUADOR**

**2021**

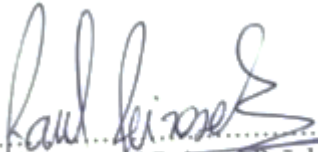
## **APROBACIÓN DEL TUTOR**

En mi calidad de Tutor del Trabajo de Titulación “DISEÑO DE RUTAS DE LA COMPAÑÍA INTERNACIONAL DE TRANSPORTES IZA CITRAIZA S.A.” presentado por Diana Maribel Iza Corrales, para optar por el Título Magíster en Administración de Empresas

### **CERTIFICO**

Que dicho trabajo de investigación ha sido revisado en todas sus partes y considero que reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del Tribunal de Lectores que se designe.

Latacunga, Julio del 2021

  
MBA. Héctor Raúl Reinoso Peñaherrera  
C.C. 0502150899

## APROBACIÓN TRIBUNAL

El trabajo de Titulación: “DISEÑO DE RUTAS DE LA COMPAÑÍA INTERNACIONAL DE TRANSPORTES IZA CITRAIZA S.A.”, ha sido revisado, aprobado y autorizada su impresión y empastado, previo a la obtención del Título de Magíster en Administración de Empresas, reúne los requisitos de fondo y forma para que el estudiante pueda presentarse a la sustentación del trabajo de titulación.

Latacunga, Julio de 2021



.....  
MBA. Marlon Rubén Tinajero Jiménez  
C.C. 0502080336  
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL



.....  
MBA. Milton Marcelo Merino Zurita  
C.C. 0501802441  
LECTOR 2



.....  
MSc. Ángel Alberto Villarroel Maya  
C.C. 0602765406  
LECTOR 3

## **DEDICATORIA**

Al alcanzar una meta, es el momento en el que todo ser humano se detiene a recordar el apoyo recibido durante el difícil trajín recorrido; es por eso que, el presente trabajo investigativo lo dedico a Dios, por ser mi fortaleza; al motor de mi vida, mis hijos: Camilo Alejandro, mi primer amor, Kaleth Javier, mi pequeño guerrero, y finalmente a mi familia por ser mi apoyo incondicional.

**Diana**



## **AGRADECIMIENTO**

Mi infinita gratitud va dirigida en primer lugar a Dios, que me bendice día a día y me fortalece para vencer las adversidades pues, con Cristo todo sin Cristo nada.

A la Universidad Técnica de Cotopaxi, por brindarme la oportunidad de adquirir nuevos conocimientos, por demostrar que existe educación superior de calidad.

A la Compañía Internacional de Transportes Iza CITRAIZA S.A., por la autorización y apertura brindada para el desarrollo del presente trabajo.

Al Tutor de mi tesis y tribunal evaluador, por su predisposición y valioso aporte en el desarrollo de este trabajo.

**Diana Maribel Iza Corrales**

## RESPONSABILIDAD DE AUTORÍA

Quien suscribe, declara que asume la autoría de los contenidos y los resultados obtenidos en el presente trabajo de titulación.

Latacunga, Julio del 2021



.....  
Diana Maribel Iza Corrales  
C.C. 0503058596

## RENUNCIA DE DERECHOS

Quien suscribe, cede los derechos de autoría intelectual total y/o parcial del presente trabajo de titulación a la Universidad Técnica de Cotopaxi.

Latacunga, Julio del 2021



.....  
Diana Maribel Iza Corrales

C.C. 0503058596



## **AVAL DEL VEEDOR**

Quien suscribe, declara que el presente Trabajo de Titulación: “DISEÑO DE RUTAS DE LA COMPAÑÍA INTERNACIONAL DE TRANSPORTES IZA CITRAIZA S.A.” contiene las correcciones a las observaciones realizadas por los lectores en sesión científica del tribunal.

Latacunga, Julio del 2021

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Marlon', is written over a light yellow rectangular background.

.....  
MBA. Marlon Rubén Tinajero Jiménez  
C.C. 0502080336  
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI  
DIRECCIÓN DE POSGRADO**

**MAESTRÍA EN ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS**

**Título:** “Diseño de Rutas de la Compañía Internacional de Transportes Iza CITRAIZA S.A.”

**Autor:** Diana Maribel Iza Corrales

**Tutor:** MBA. Héctor Raúl Reinoso Peñaherrera

**RESUMEN**

El presente trabajo investigativo, cuyo objetivo fue diseñar adecuadamente las rutas de la Compañía Internacional de Transportes Iza CITRAIZA S.A., nace de la necesidad de crear un sistema de selección de rutas, proceso que lo realizaban empíricamente, generando problemas operativos y económicos; para este estudio se empleó la metodología cuantitativa y para el diseño de rutas el modelo de la ruta más corta, usando para los cálculos el método simplex de programación lineal y mediante la herramienta Solver de Excel; de esta forma, se logró optimizar la distancia de 4 rutas de un total de 7 rutas, resultados que representan un ahorro económico de hasta 2.691,00 dólares mensuales para la Compañía; por tanto, el trabajo expuesto presenta una propuesta para el diseño de rutas y cadena de suministro que al ser aplicado permitirá a la empresa mantenerse competitiva en el mercado del transporte de carga pesada.

**PALABRAS CLAVE:** Diseño de rutas, cadena de suministro, transporte pesado, método simplex, ruta más corta, solver Excel.

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI  
DIRECCIÓN DE POSGRADO**

**MAESTRÍA EN ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS**

**Title:** “Diseño de Rutas de la Compañía Internacional de Transportes Iza CITRAIZA S.A.”

**Author: Diana Maribel Iza Corrales**

**Tutor: MBA. Héctor Raúl Reinoso Peñaherrera**

**ABSTRACT**

The present investigative work, whose objective was to properly design the routes of the Compañía Internacional de Transportes Iza CITRAIZA S.A., arises from the need to create a route selection system, a process that was carried out empirically, generating operational and economic problems; for this study the quantitative methodology was used and for the design of routes the model of the shortest route, using for the calculations the simplex method of linear programming and using the Solver tool in Excel; in this way, it was possible to optimize the distance of 4 routes out of a total of 7 routes, results that represent an economic saving of up to \$2,691.00 per month for the Company; therefore, the present work represents a proposal for the design of routes and supply chain that, when applied, will allow the company to remain competitive in the heavy cargo transport market.

**KEYWORD:** Route design, supply chain, heavy transport, simplex method, shortest route, Excel solver.

GUERRERO ESPINOZA DOLORES DEL CARMEN con cédula de identidad número: 0501598684 Licenciado/a en: “CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN PROFESORA DE ENSEÑANZA MEDIA ESPECIALIZACIÓN DE IDIOMAS INGLÉS Y FRANCÉS” con número de registro de la SENESCYT: 1005-05-604037; **CERTIFICO** haber revisado y aprobado la traducción al idioma inglés del resumen del trabajo de investigación con el título: “Diseño de Rutas de la Compañía Internacional de Transportes Iza CITRAIZA S.A.” de: Diana Maribel Iza Corrales, aspirante a Magíster en Administración de Empresas

Latacunga, Julio de 2021



Dolores del Carmen Guerrero Espinoza  
C.C. 0501598684

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

APROBACIÓN DEL TUTOR.....	ii
APROBACIÓN TRIBUNAL .....	iii
DEDICATORIA .....	iv
AGRADECIMIENTO .....	vi
RESPONSABILIDAD DE AUTORÍA .....	vii
RENUNCIA DE DERECHOS.....	viii
AVAL DEL VEEDOR.....	ix
RESUMEN.....	x
ABSTRACT.....	xi
ÍNDICE DE CONTENIDOS .....	xii
ÍNDICE DE TABLAS .....	xvi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xix
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xxii
<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>CAPÍTULO I. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....</b>	<b>11</b>
1.1. ANTECEDENTES .....	11
1.2. FUNDAMENTACIÓN EPISTEMOLÓGICA .....	14
1.2.1. Supply Chain o Cadena de Suministro (CS).....	16
1.2.1.1. Gestión de la Cadena de Suministro (SCM).....	16
1.2.1.2. Etapas de la Cadena de Suministro.....	17
1.2.1.3. Modelo General de una Cadena de Suministro .....	17
1.2.1.4. Cadena de Suministro para Servicios .....	18
1.2.2. Distribución y Transporte .....	19
1.2.3. Distribución Física .....	21

1.2.3.1.	Canales de distribución .....	21
1.2.3.2.	Modelos de Distribución Física .....	22
1.2.3.3.	Medios de Transporte .....	23
1.2.3.4.	Tipos de carga .....	24
1.2.4.	Planeación de Rutas de una red de transporte.....	25
1.2.4.1.	Problema de la ruta más corta.....	27
1.2.5.	Buenas prácticas para mejorar el proceso de transporte .....	30
1.3.	FUNDAMENTACIÓN DEL ESTUDIO DEL ARTE.....	30
1.4.	CONCLUSIONES DEL CAPÍTULO .....	34
<b>CAPÍTULO II. ESTADO INICIAL Y DISEÑO DE RUTAS PARA LA COMPAÑÍA INTERNACIONAL DE TRANSPORTES IZA CITRAIZA S.A.</b>		
.....		<b>36</b>
2.1.	DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA COMPAÑÍA INTERNACIONAL DE TRANSPORTES IZA CITRAIZA S.A. ....	36
2.1.1.	Antecedentes .....	36
2.1.2.	Información de Recursos Internos de la Compañía Internacional de Transportes Iza CITRAIZA S.A. ....	37
2.1.2.1.	Productos y Servicios.....	37
2.1.2.2.	Estructura Organizacional.....	38
2.1.2.3.	Planificación Estratégica Actual de la Compañía Internacional de Transportes Iza CITRAIZA S.A. ....	39
2.1.2.4.	Caracterización de la Flota .....	41
2.2.	PROPUESTA DE CADENA DE SUMINISTRO PARA LA COMPAÑÍA INTERNACIONAL DE TRANSPORTES IZA CITRAIZA S.A. ....	42
2.2.1.	Cadena de Valor de la Compañía Internacional de Transportes Iza CITRAIZA S.A. ....	42

2.2.2.	Descripción de los Procesos de Apoyo propuestos para la Compañía Internacional de Transportes Iza CITRAIZA S.A. ....	43
2.2.3.	Descripción de los Procesos Críticos Propuestos para la Compañía Internacional de Transportes Iza CITRAIZA S.A. ....	44
2.2.3.1.	Ventas .....	44
2.2.3.2.	Operación.....	44
2.2.3.3.	Servicio al Cliente.....	46
2.2.4.	Cadena de Suministro de la Compañía Internacional de Transportes Iza CITRAIZA S.A.....	46
2.2.5.	Macroproceso de Operación .....	48
2.2.5.1.	Propuesta de flujo para el proceso de Logística Interna .....	49
2.2.5.2.	Propuesta de flujo para el proceso de Transporte .....	49
2.2.5.3.	Propuesta de flujo para el proceso de logística externa .....	50
2.2.6.	Gestión de rutas de la Compañía Internacional de Transporte Iza CITRAIZA S.A.....	51
2.3.	DISEÑO DE RUTAS PARA LA COMPAÑÍA INTERNACIONAL DE TRANSPORTES IZA CITRAIZA S.A. ....	53
2.3.1.	Estado inicial del diseño de rutas de la Compañía Internacional de Transportes Iza CITRAIZA S.A.....	53
2.3.2.	Enfoque de variables de acuerdo al proceso de optimización y descripción metodológica .....	54
2.3.3.	Identificación de las rutas actuales .....	55
2.3.4.	Diseño de rutas óptimas de la Compañía Internacional de Transportes Iza CITRAIZA S.A.....	57
2.3.4.1.	Resumen Diseño de rutas de la Compañía Internacional de Transportes Iza CITRAIZA S.A.....	58
2.3.5.	Análisis de resultados .....	64

2.4. CONCLUSIONES DEL CAPÍTULO.....	69
<b>CAPÍTULO III. VALIDACIÓN DE LA PROPUESTA .....</b>	<b>71</b>
3.1 EVALUACIÓN DE EXPERTO .....	71
3.1.1 Selección del evaluador .....	71
3.1.2 Metodología.....	72
3.1.3 Resultados de la evaluación.....	75
3.2 EVALUACIÓN DE USUARIOS .....	75
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>77</b>
CONCLUSIONES.....	77
RECOMENDACIONES .....	79
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>81</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>89</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tareas por Objetivo.....	4
Tabla 2. Etapas del Problema.....	5
Tabla 3. Ponderación de factores vs modos de transporte .....	24
Tabla 4. Definición de elementos que forman parte de una red de distribución o ruteo.....	27
Tabla 5. Últimos estudios relacionados con el problema VPR.....	31
Tabla 6. Unidades Operativas y Características de la flota CITRAIZA S.A.....	41
Tabla 7. Codificación de Procesos de la Compañía Internacional de Transportes Iza CITRAIZA S.A. ....	47
Tabla 8. Rutas actuales de la Compañía Internacional de Transportes Iza CITRAIZA S.A. ....	56
Tabla 9. Diseño de las rutas de la Compañía Internacional de Transportes Iza CITRAIZA S.A. ....	60
Tabla 10. Ahorro mensual proyectado al usar las rutas óptimas diseñadas para la Compañía Internacional de Transportes Iza CITRAIZA S.A.....	64
Tabla 11. Criterios para la evaluación de la formulación del problema. ....	73
Tabla 12. Criterios para la evaluación de la fundamentación teórica. ....	73
Tabla 13. Criterios para la evaluación de la propuesta de cadena de suministro para la Compañía Internacional de Transportes Iza CITRAIZA S.A. ....	74
Tabla 14. Criterios para la evaluación del diseño de rutas para la Compañía Interanacional de Transportes Iza CITRAIZA S.A.....	74
Tabla 15. Resultado de análisis de los expertos.....	75
Tabla 16. CIU para Servicio de Transporte .....	91
Tabla 17. Vías del país que presentan novedades .....	126
Tabla 18. Nomenclatura de nodos de la red Guayaquil-Manta.....	131
Tabla 19. Arcos y costos unitarios de la ruta Guayaquil-Manta .....	132
Tabla 20. Solución inicial ruta Guayaquil-Manta .....	135
Tabla 21. Solución alterna ruta Guayaquil-Manta .....	136
Tabla 22. Parámetros de comparación de las rutas Guayaquil-Manta.....	137
Tabla 23. Gastos adicionales en las rutas Guayaquil-Manta.....	137
Tabla 24. Nomenclatura de nodos de la red Guayaquil-Esmeraldas .....	138



Tabla 25. Arcos y costos unitarios de la ruta Guayaquil-Esmeraldas.....	139
Tabla 26. Solución inicial ruta Guayaquil-Esmeraldas.....	142
Tabla 27. Solución alterna ruta Guayaquil - Esmeraldas.....	143
Tabla 28. Parámetros de comparación de las rutas Guayaquil-Esmeraldas.....	144
Tabla 29. Gastos adicionales en las rutas Guayaquil-Esmeraldas .....	144
Tabla 30. Nomenclatura de nodos de la red Guayaquil - Ibarra .....	145
Tabla 31. Arcos y costos unitarios de la ruta Guayaquil-Ibarra.....	146
Tabla 32. Solución inicial ruta Guayaquil-Ibarra.....	149
Tabla 33. Solución alterna ruta Guayaquil-Ibarra.....	150
Tabla 34. Parámetros de comparación de las rutas Guayaquil-Ibarra.....	151
Tabla 35. Gastos adicionales en las rutas Guayaquil-Ibarra .....	151
Tabla 36. Nomenclatura de nodos de la red Guayaquil - Nanegalito .....	152
Tabla 37. Arcos y costos unitarios de la ruta Guayaquil-Nanegalito.....	153
Tabla 38. Solución inicial ruta Guayaquil-Nanegalito.....	156
Tabla 39. Solución alterna ruta Guayaquil-Nanegalito.....	157
Tabla 40. Parámetros de comparación de las rutas Guayaquil-Nanegalito.....	157
Tabla 41. Gastos adicionales en las rutas Guayaquil-Nanegalito .....	158
Tabla 42. Nomenclatura de nodos de la red Guayaquil - Quito.....	158
Tabla 43. Arcos y costos unitarios de la ruta Guayaquil-Quito .....	160
Tabla 44. Solución inicial ruta Guayaquil-Quito .....	162
Tabla 45. Solución alterna ruta Guayaquil-Quito .....	164
Tabla 46. Parámetros de comparación de las rutas Guayaquil-Quito .....	164
Tabla 47. Gastos adicionales en las rutas Guayaquil-Quito.....	165
Tabla 48. Nomenclatura de nodos de la red Guayaquil - Latacunga .....	165
Tabla 49. Arcos y costos unitarios de la ruta Guayaquil-Latacunga .....	166
Tabla 50. Solución inicial ruta Guayaquil-Latacunga.....	169
Tabla 51. Solución alterna ruta Guayaquil-Latacunga.....	170
Tabla 52. Parámetros de comparación de las rutas Guayaquil-Latacunga.....	171
Tabla 53. Gastos adicionales en las rutas Guayaquil-Latacunga .....	171
Tabla 54. Nomenclatura de nodos de la red Guayaquil - Riobamba .....	172
Tabla 55. Arcos y costos unitarios de la ruta Guayaquil-Riobamba.....	173
Tabla 56. Solución inicial ruta Guayaquil-Riobamba.....	175

Tabla 57. Solución alterna ruta Guayaquil-Riobamba.....	176
Tabla 58. Parámetros de comparación de las rutas Guayaquil-Riobamba.....	177
Tabla 59. Gastos adicionales en las rutas Guayaquil-Riobamba .....	177
Tabla 60. Relación rutas actuales con rutas óptimas y alternas .....	178

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Organización de la Cadena de Suministros .....	16
Figura 2. Esquema de procesos de una cadena de suministro.....	17
Figura 3. Esquema generalizado de una cadena de suministro para transporte de carga.....	18
Figura 4. Caracterización de la Función Logística del Transporte .....	20
Figura 5. Estructura de decisión de la problemática de enrutamiento y programación de vehículos.....	20
Figura 6. Canales de distribución de consumo e industriales y sus niveles.....	22
Figura 7. Modos básicos de transporte.....	23
Figura 8. Clasificación general de los tipos de Carga.....	25
Figura 9. Modelos de resolución para problemas de enrutamiento de transporte.	27
Figura 10. Modelo de red y sus elementos.....	29
Figura 11. Porcentaje de transporte de los dos últimos años según el tipo de carga .....	37
Figura 12. Organigrama de la compañía CITRAIZA S.A. ....	39
Figura 13. Esquema de Procesos de la Cadena de Valor Compañía Internacional de Transportes Iza CITRAIZA S.A. ....	43
Figura 14. Procesos de Apoyo - Compañía Internacional de Transportes Iza CITRAIZA S.A. ....	44
Figura 15. Cadena de Suministro de la Compañía Internacional de Transportes Iza CITRAIZA S.A. ....	47
Figura 16. Procesos Logísticos de Transporte CITRAIZA S.A.....	48
Figura 17. Propuesta de flujo para el proceso de Logística Interna de la Compañía Internacional de Transportes Iza CITRAIZA S.A.....	49
Figura 18. Propuesta de flujo para el proceso de transporte de la Compañía de Internacional de Transportes Iza CITRAIZA S.A.....	50
Figura 19. Propuesta de flujo para el proceso de logística externa de la Compañía Internacional de Transportes Iza CITRAIZA S.A.....	51
Figura 20. Propuesta de flujo para el subproceso de Gestión de Rutas de la Compañía Internacional de Transportes Iza CITRAIZA S.A. ....	52
Figura 21. Árbol de Problemas .....	89

Figura 22. Diagrama de Ishikawa .....	90
Figura 23. Género-Encuesta.....	97
Figura 24. Propietarios y choferes-Encuesta.....	98
Figura 25. Edad-Encuesta .....	98
Figura 26. Nivel de educación-Encuesta.....	99
Figura 27. ¿Conoce usted cómo la compañía CITRAIZA S.A. diseña las rutas? - Encuesta.....	100
Figura 28. ¿Cuán satisfactorio es su sistema de rutas en tiempo? - Encuesta.....	101
Figura 29. ¿Cuán satisfactoria es su sistema de rutas en distancias recorridas? - Encuesta.....	101
Figura 30. ¿Cuán satisfactoria es su sistema de rutas en gastos generados por viajes? -Encuesta .....	102
Figura 31. ¿Considera que existen mejores rutas por las que podrían llegar a su destino mejorando tiempo-distancia-costos? - Encuesta.....	103
Figura 32. ¿Alguna vez ha sugerido una ruta alterna para que sea considerada en sus viajes? -Encuesta .....	104
Figura 33. ¿Considera que existen rutas peligrosas que por seguridad no deben ser usadas como alternativa? - Encuesta.....	104
Figura 34. Red de la ruta Guayaquil-Manta.....	131
Figura 35. Grafo ruta Guayaquil-Manta.....	132
Figura 36. Función optimizada para la ruta Guayaquil-Manta usando el solver de Excel .....	134
Figura 37. Grafo de solución óptima para la ruta Guayaquil-Manta .....	135
Figura 38. Grafo de solución óptima para la ruta alternativa Guayaquil-Manta	136
Figura 39. Red de la ruta Guayaquil-Esmeraldas.....	139
Figura 40. Grafo ruta Guayaquil-Esmeraldas .....	140
Figura 41. Función optimizada para la ruta Guayaquil-Esmeraldas usando el solver de Excel.....	141
Figura 42. Grafo de solución óptima para la ruta Guayaquil-Esmeraldas .....	142
Figura 43. Grafo de solución óptima para la ruta alternativa Guayaquil- Esmeraldas.....	143
Figura 44. Red de rutas Guayaquil-Ibarra.....	146

Figura 45. Grafo ruta Guayaquil-Ibarra .....	147
Figura 46. Función optimizada para la ruta Guayaquil-Ibarra usando el solver de Excel .....	148
Figura 47. Grafo de solución óptima para la ruta Guayaquil-Ibarra .....	149
Figura 48. Grafo de solución óptima para la ruta alternativa Guayaquil-Ibarra .	150
Figura 49. Red de rutas Guayaquil-Nanegalito.....	153
Figura 50. Grafo ruta Guayaquil-Nanegalito .....	154
Figura 51. Función optimizada para la ruta Guayaquil-Nanegalito usando el solver de Excel .....	155
Figura 52. Grafo de solución óptima para la ruta Guayaquil-Nanegalito .....	155
Figura 53. Grafo de solución óptima para la ruta alternativa Guayaquil-Nanegalito .....	156
Figura 54. Red de rutas Guayaquil-Quito .....	159
Figura 55. Grafo ruta Guayaquil-Quito.....	160
Figura 56. Función optimizada para la ruta Guayaquil-Quito usando el solver de Excel .....	162
Figura 57. Grafo de solución óptima para la ruta Guayaquil-Quito .....	162
Figura 58. Grafo de solución óptima para la ruta alternativa Guayaquil-Quito..	163
Figura 59. Red de rutas Guayaquil-Latacunga.....	166
Figura 60. Grafo ruta Guayaquil-Latacunga .....	167
Figura 61. Función optimizada para la ruta Guayaquil-Latacunga usando el solver de Excel .....	168
Figura 62. Grafo de solución óptima para la ruta Guayaquil-Latacunga.....	169
Figura 63. Grafo de solución óptima para la ruta alternativa Guayaquil-Latacunga .....	170
Figura 64. Red de rutas Guayaquil-Riobamba.....	172
Figura 65. Grafo ruta Guayaquil-Riobamba .....	173
Figura 66. Función optimizada para la ruta Guayaquil-Riobamba usando el solver de Excel .....	175
Figura 67. Grafo de solución óptima para la ruta Guayaquil-Riobamba .....	175
Figura 68. Grafo de solución óptima para la ruta alternativa Guayaquil-Riobamba .....	176

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Árbol de problemas .....	89
Anexo 2: Diagrama de Ishikawa .....	90
Anexo 3: CIIU – Código Industrial Internacional Uniforme .....	91
Anexo 4: Diseño de la Encuesta.....	94
Anexo 5: Análisis e interpretación de datos de la encuesta .....	97
Anexo 6: Instrumento de Observación 1.....	106
Anexo 7: Instrumento de Observación 2.....	108
Anexo 8: Entrevista.....	110
Anexo 9: Resumen de la Entrevista .....	113
Anexo 10: Documentación Superintendencia de Compañías y SRI.....	116
Anexo 11: Validación de los Instrumentos .....	119
Anexo 12: Reporte del Sistema Integrado de Seguridad ECU - 911 de vías que presentan novedades.....	126
Anexo 13: Diseño detallado por rutas de la Compañía Internacional de Transportes Iza CITRAIZA S.A. ....	130
Anexo 14: Validación de la propuesta por parte del experto .....	179
Anexo 15: Aval de la Compañía Internacional de Transportes Iza CITRAIZA S.A. .....	198
Anexo 16: Macros en Excel Diseño de Rutas .....	201

## INTRODUCCIÓN

**Antecedentes:** El presente trabajo, tiene como línea de investigación “Procesos Industriales” y sublínea “Fundamentos de administración”, esto debido a la contribución del transporte como un proceso y factor relevante dentro de la cadena de suministros, que puede causar una considerable afectación dentro del desarrollo económico por dicho servicio y en particular de la compañía.

La gestión de la cadena de suministro busca la coordinación y la integración estratégica de las empresas, al establecer una base sólida de información y cooperación con los proveedores y consumidores, siendo el propósito, mejorar el rendimiento y la ventaja competitiva, la satisfacción y el desarrollo sostenible a largo plazo de las organizaciones (R. García et al., 2018). En el marco de una economía global, como soporte necesario para el desarrollo de una estrategia de cooperación orientada a fortalecer la cadena de suministro, las actividades de transporte han surgido como un elemento integrado entre ciudades, regiones o países, volviéndose en el elemento más importante al actuar como nexo entre diversos sectores económicos que buscan abastecerse de productos en distintos criterio similar pues, localiza al transporte en el peldaño más alto de la cadena logística, ya que juega un papel importante básicamente en el proceso de suministro y distribución.

Sin embargo, estos también están estrechamente relacionados con el proceso productivo; por lo que, el transporte no puede aislarse de la cadena logística.

El desarrollo de un país y su potencial lugares establecidos. (Sarache & Cardona, 2007). Cancelas (2016), sostiene un económico se ven reflejados de acuerdo a la importancia que se le dé al desarrollo del transporte, debido a que un país no solo necesita equipos de producción económicamente bien desarrollados, sino también la infraestructura y los medios necesarios para transportar sus productos a cualquier parte del mundo. (Sarache & Cardona, 2007). Esto concuerda con lo que establece Cancelas (2016), pues afirma que en la actualidad, el crecimiento económico de un país y su estabilidad dependen de la distribución de mercaderías, factor relacionado con el transporte, que busca otorgar créditos tanto a los consumidores como a las compañías.

Según datos del Fondo Monetario Internacional, los costos de logística promedian alrededor del 12% del PIB mundial. Estos costos muestran diferencias en varias economías a nivel mundial, por ejemplo, los costos de logística en el Reino Unido representaron el 16% de las ventas y los costos de logística en Japón representaron el 26,5% de las ventas; en la Comunidad Económica Europea, el coste logístico es del 21% en términos de valor añadido mientras que en los Estados Unidos, el costo logístico de una empresa típica es aproximadamente el 10,5% de las ventas (R. H. Ballou, 1997).

Los costos de transporte y distribución son los más altos entre los costos de logística, ya que absorben del 55% al 66% de los costos logísticos totales y pueden convertirse en el costo más alto e importante en los precios de venta de productos (R. García et al., 2018), los altos costos en transporte son considerados el mayor obstáculo para el comercio latinoamericano, lo que a su vez limita los factores que pueden incrementar la productividad a través de los canales de redistribución (Montoya, 2010). Según datos del Banco Central del Ecuador, durante el periodo 2000-2017, la industria del transporte representó un promedio del 6% del PIB, del cual alrededor del 50% reflejó la industria del transporte pesado (BCE, 2020).

El transporte es un elemento importante y fundamental en la planificación y gestión del diseño de gestión logística integrada, que busca que las materias primas, los productos terminados e incluso el personal sean transportados a través de la cadena de transporte diseñada para completar el envío a tiempo, al menor costo posible (González, 2016). Para administrar eficazmente el sistema de transporte, se debe utilizar un método de asignación de rutas (VRP), cuyo enfoque es optimizar el proceso de distribución de personal y mercancías, siendo su objetivo principal minimizar el tiempo y costo en el proceso de entrega y recepción, otorgando de esta manera un valor al producto a entregar (Muñoz & Carderón, 2009).

En el ámbito ambiental, es necesario reducir la contaminación provocada por el uso de combustibles fósiles pues, constituye una de las premisas de desarrollo mundial el trabajar en investigación y aplicación de fuentes de energía renovable, pero mientras esto sucede se puede trabajar a las distintas estrategias para reducción del



consumo de combustibles como es la optimización de su uso (Serrano & Montero, 2019).

**Planteamiento del Problema:** En Ecuador existen 83.863 empresas dedicadas al transporte y almacenamiento, que representa el 9.33% de todas las actividades económicas según INEC (2019); de estos, el sector del transporte pesado en el país aporta cerca de \$2.7 mil millones del PIB según la Federación Nacional de Transporte Pesado del Ecuador (Ekosnegocios, 2018). Cada compañía de transporte pesado debería tener en promedio 12 vehículos (Ortega, 2014). Según el INEC (2019a), en el año 2018 se matricularon 110.226 camiones, 13.480 trailers, 3.826 tanqueros y 16.442 volquetas en el país, representando cerca del 6% del total motorizados, de esta cantidad el 5.5% se encuentran en la provincia de Cotopaxi.

El transporte pesado basa su ejercicio en unir las regiones del país y a pesar de existir diferentes rutas para trasladarse del origen al destino, no existen estudios o una documentación que permita establecer las óptimas y la selección se realiza de manera empírica basado en experiencia en carretera. Es así que, la Compañía Internacional de Transportes Iza CITRAIZA S.A. que tiene más de 14 años prestando servicios de transporte de carga pesada por carretera a nivel nacional, ve la necesidad de diseñar un sistema de rutas con el fin de optimizar sus operaciones; así como también, reducir costos y tiempos de traslados.

El no tener un diseño de rutas adecuado, debido a la falta de conocimiento de itinerarios de clientes y al ejercicio empírico de la logística de la actividad, genera problemas como la insatisfacción de clientes y proveedores, factores que provocan la afectación significativa de la competitividad de la compañía en el mercado. En el Anexo 1 se encuentra el árbol de problemas y en el Anexo 2 el diagrama de Ishikawa, donde se especifican las causas y efectos inherentes al problema planteado.

Por lo expuesto, es indispensable mejorar el diseño de rutas de la compañía para así optimizar la logística de la actividad, mediante reducción de distancias, tiempos y costos hacia el consumidor final; lo cual, a su vez, permitirá incrementar la competitividad en el mercado.

**Formulación del problema:** A partir de la problemática expuesta, se establece la siguiente pregunta: ¿El inadecuado diseño de rutas genera incrementos de tiempos y costos en el desarrollo del servicio de transporte de carga pesada?.

Por tanto, dentro del estudio se describen objetivos de investigación que se listan más adelante.

**Objetivo General:** Diseñar adecuadamente las rutas de la Compañía Internacional de Transportes Iza CITRAIZA S.A.

**Objetivos Específicos:** Se proponen objetivos específicos que, a través del cumplimiento sistemático de actividades en cada una de ellas, busca alcanzar el cumplimiento del objetivo general. Estos objetivos y sus respectivas actividades, se detallan en la Tabla 1.

*Tabla 1. Tareas por Objetivo*

Objetivo	Tarea
Analizar las variables que influyen en el proceso logístico de distribución de productos	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Revisión bibliográfica de las variables del proceso logístico de distribución</li> <li>2. Revisión de literatura de los factores que influyen en el desarrollo óptimo de la logística de la compañía</li> <li>3. Recabar información referente a la operatividad de rutas y unidades operativas con visitas en campo (oficina matriz de la Compañía Internacional de Transportes Iza CITRAIZA S.A. ubicada en la provincia de Cotopaxi, cantón Saquisilí, en las calles Gonzáles Suárez S/N y Oriente) y la aplicación de instrumentos tales como guía de observación y cuestionarios</li> </ol>
Determinar los métodos adecuados para el diseño de rutas de transporte	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Revisión de expedientes de mercadería de distribución, datos de proveedores (nombres, direcciones), rutas actuales, información de las unidades de transporte.</li> <li>2. Determinación de distancias generadas por las unidades operativas en el transporte de carga pesada</li> <li>3. Diseño de rutas de la Compañía Internacional de Transportes Iza CITRAIZA S.A. mediante la aplicación del método adecuado que permita optimizar distancias recorridas en el desarrollo del transporte</li> </ol>

<b>Objetivo</b>	<b>Tarea</b>
Aprobar la propuesta para el diseño de rutas de transporte de la Compañía Internacional de Transportes Iza CITRAIZA S.A. con la Gerencia	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Presentación formal de la propuesta final para el Diseño de rutas de la Compañía Internacional de Transportes Iza CITRAIZA S.A. a la Gerencia de la referida compañía</li> <li>2. Emisión de documento aval de validación de resultados y aprobación de la propuesta para el Diseño de rutas de transporte por parte de la Gerencia de la Compañía Internacional de Transportes Iza CITRAIZA S.A.</li> </ol>

*Fuente: Elaborado por la autora*

El trabajo se divide en cuatro etapas principales, que comienzan con la revisión de literatura, luego se procede a la obtención de datos de campo, datos de investigación para por último proceder a la aplicación del método de optimización, la Tabla 2 detalla las cuatro etapas.

**Tabla 2. Etapas del Problema**

<b>Etapas</b>	<b>Descripción</b>
Revisión de Literatura	Investigar lo que señala la literatura referente a la cadena de suministro, logística de operaciones, logística de distribución, canales y modelos de distribución, medios de transporte de carga, costos de flota vehicular, métodos de diseño de rutas y fundamentos de servicio al cliente.
Investigación de campo	Con el fin de determinar las variables que intervienen en el modelo de optimización de rutas para la empresa se debe obtener datos primarios. Estos deben incluir variables como: tiempos, distancias, rutas, origen, destino, peajes, estado de la vía.
Obtención de datos secundarios de la empresa	Obtener la mayor cantidad de información en lo que concierne a los registros internos de la organización tales como: expedientes de mercadería de distribución, datos de proveedores (nombres, direcciones), rutas actuales, información de las unidades de transporte.
Aplicación del modelo	Para aplicar el modelo, se deben considerar dos aspectos: lo que señala la revisión de literatura y el análisis del modelo que más

Etapa	Descripción
	se adapte a las necesidades de la empresa, mediante un cuadro comparativo de ponderaciones

*Fuente: Elaborado por la autora*

**Justificación:** La Compañía Internacional de Transportes Iza CITRAIZA S.A. presenta problemas en diseño de rutas de transporte de carga pesada, debido a la operación logística empírica del servicio, lo que genera: grandes pérdidas económicas, averías en los vehículos, multas, sanciones y muchas veces insatisfacción de los clientes, debido a retrasos en el servicio. El método de diseño de rutas propuesto en el presente trabajo, cuya línea de investigación es: “Procesos Industriales” y sublínea “Fundamentos de administración”, tiene como objetivo principal resolver el problema del inadecuado patrón logístico de rutas que aplica la flota vehicular de la compañía en mención; de esta manera, mediante la utilización de un modelo de diseño de rutas, la empresa podrá reducir las distancias recorridas y costos en el transporte de carga pesada, resultados que se reflejarán en la satisfacción del cliente y en el incremento de la competitividad en el sector del transporte. Para el desarrollo del tema propuesto, se investiga conceptualizaciones referentes a métodos de diseño de rutas, logística de distribución, canales y modelos de distribución, medios de transporte de carga, costos de flota vehicular y fundamentos de servicio al cliente.

**Metodología:** Con el fin de responder a la pregunta planteada en la problemática, se abordará la metodología cuantitativa pues, dicha metodología permitirá recolectar y examinar los datos de manera numérica, mismos que servirán para la aplicación del método de optimización de rutas.

Como modalidad de estudio, se hará uso de la investigación aplicada, que según Murillo (2008 citó en Vargas Cordero, 2009) se denomina “investigación práctica o empírica”, pues se basa en el uso de los conocimientos adquiridos vinculados con la investigación básica de campo y un análisis documental, además del estudio de bibliografía en relación al tema y problemática a resolver. Las fases que comprende este estudio son: la observación, la indagación, la interpretación, la reflexión y el análisis, que permiten obtener bases necesarias para el desarrollo del tema y que

aportarán con información para el enfoque cuantitativo del problema (Martinez, 2004), para después aplicarlas a su resolución, en busca de un método para la optimización de rutas para la Compañía Internacional de Transportes Iza CITRAIZA S.A.

Se aplicará la investigación descriptiva, con el fin de encontrar la propiedades, características, sesgos de un fenómeno o caso analizado (Hernández Sampieri et al., 2010), estas representan las tendencias de una población y definen las variables que intervendrán en el modelo de optimización a aplicar en el estudio (Hernandez Sampieri et al., 2010). Una vez definido el tipo de estudio, se procede a limitar la población y muestra a los que se les va a medir, también es necesario establecer si se toma una muestra o la población completa; todo esto parte de una unidad de análisis establecida que tenga concordancia con el problema a tratar (Monje Álvarez, 2011). De esta manera, a continuación, se detalla el universo y la población que se considera para el presente trabajo de investigación:

- Universo: Compañía Internacional de Transportes Iza CITRAIZA S.A. (39 personas).
- Población: Propietarios y Conductores de la Compañía Internacional de Transportes Iza CITRAIZA S.A.

Uno de los criterios para seleccionar la muestra es la lógica del investigador y los recursos disponibles para el estudio, tratando de cubrir la mayor parte de la población con el fin de reducir el error en la muestra (Luis, 2004). Tomando esta premisa en consideración, la muestra será la población completa, al tener un universo reducido de 39 personas entre personal administrativo, conductores y accionistas de la compañía; además de ser accesible para tratar todos los datos, con un bajo costo de recursos.

Para el presente estudio se recolectará información de fuentes primarias y secundarias, con el fin de obtener bases de conocimientos y reconstruir hechos a través de algunas herramientas e instrumentos (Rivera & María, 2015), que faciliten la consecución de la investigación y la resolución del problema planteado. Para la obtención de información se utilizará diferentes técnicas de recolección de campo

provenientes del contacto directo con hechos y actividades propias de la compañía, específicamente se usarán las siguientes técnicas de recolección de datos:

- Entrevistas simi-estructuradas: Se utiliza como instrumento de adquisición de datos, va dirigida al gerente de la Compañía Internacional de Transportes Iza CITRAIZA S.A. con el fin de identificar el estado actual de la misma; tanto en la parte administrativa, de constitución; así como, indagar sobre la actividad principal de la compañía que es la transportación, centrándose en la gestión de rutas y específicamente en el diseño actual de las rutas de la compañía. La entrevista de manera presencial se basa en un cuestionario semi-estructurado, que permite obtener mayor información durante la entrevista de acuerdo a los aspectos principales y las aristas que se generen en el desarrollo. Esta entrevista permitirá realizar un análisis del estado inicial de la compañía que a su vez formará parte del diseño de rutas como datos primarios.
- Encuestas: Una forma de obtener información son los formularios, que entre sus ventajas está "reducir los sesgos ocasionados por la presencia del entrevistador" y es básicamente una encuesta estructurada y compartida usando herramientas digitales (Monje Álvarez, 2011), que en la actual situación de distanciamiento social provocada por la pandemia del COVID-19, se adapta a los requerimientos. Como instrumento de recolección de datos, se prevee aplicar un cuestionario a través de un formulario creado en Google Forms que será aplicado a los 20 propietarios y 15 conductores que pertenece y/o laboran en la Compañía Internacional de Transportes Iza CITRAIZA S.A. En este, se usan escalas nominales, para generar respuestas cerradas con alta confiabilidad; así como, de intervalo para enmarcar en un rango predefinido las edades de los entrevistados; y además, de escala de Likert para evaluar la percepción de los encuestados sobre el estado inicial del ruteo de vehículos de la compañía.
- Estadística, fuentes secundarias: Se revisará las fuentes secundarias provenientes de estadísticas, censos, legislación y estudios realizados y revisados en la literatura, con el fin de complementar el estudio con información existente y contrastarla con el estudio propuesto.

- Observación sistemática controlada: Se aplica con el fin de observar fenómenos a los que se les puede establecer un control (Monje Álvarez, 2011), como el evaluar los viajes por diferentes rutas, de esta manera se obtienen los valores de las variables críticas.
  - En su primera instancia se usará una ficha de observación para los 20 propietarios, 15 conductores y 4 administrativos de la Compañía Internacional de Transportes Iza CITRAIZA S.A. con la finalidad de definir las rutas actuales que la compañía maneja. Se usa este instrumento para obtener datos sobre las posibles rutas, partiendo de un origen a un destino, de acuerdo a lo ofertado por la compañía. Con los datos obtenidos de todo el personal de la compañía (administrativos, choferes, dueños), se generará el ruteo global inicial.
  - La segunda ficha de observación se usa para ahondar más en temas específicos de cada ruta; para lo que, se aplica este instrumento a viajes reales donde, en cada viaje el conductor debe llenar las fichas. Con la información que se obtenga, se generará un detalle de las rutas, lo que permitirá definir las variables necesarias para la aplicación del diseño:
    - Dependientes:
      - Ruta Óptima
    - Independientes:
      - Distancia
      - Peajes
      - Seguridad
      - Estados de las vías
      - Recorrido detallado

La recolección de datos o información será segmentada, clasificada y analizada mediante la aplicación de: cuestionarios estructurados, ficha de observación y fichas de resumen, para efectuar el análisis de información interna y externa que

posea la compañía. Los parámetros de análisis son: definición de los sujetos o personas a investigar, elección de la técnica para la recolección de la información (observación, encuesta, estadística), diseño de instrumentos en función a la técnica seleccionada, determinación de recursos de apoyo, explicación del procedimiento a emplear para la recopilación de información (empleo de instrumentos, condiciones de tiempo y espacio), medición de variables, análisis de variables y codificación de datos. Se usará la herramienta de Office “Excel”, para la interpretación gráfica, tabulación y análisis de resultados de la encuesta. Posteriormente, se dilucidarán los resultados con la finalidad de establecer conclusiones y recomendaciones referidas a mejorar el diseño de rutas de la Compañía Internacional de Transportes Iza CITRAIZA S.A.

En lo que concierne al diseño de rutas de la Compañía Internacional de Transportes Iza CITRAIZA S.A. se aplica el método de la ruta más corta a través de la herramienta de Excel “Solver” que permite optimizar una función objetivo y usa el método simplex de programación lineal para resolverlo. Previamente, se deben recolectar los datos y posterior generar los grafos de acuerdo a las rutas de la compañía, estableciendo origen, destino y pesos en cada arco. Además, se entregará una hoja de cálculo que permite la selección de rutas de manera dinámica entre los orígenes y destinos que fueron establecidos en el estado inicial de las rutas de la compañía; en esta se podrá generar rutas de acuerdo a las necesidades e imprevistos cuyos datos pueden ser colectados de la página del Sistema Integrado de Seguridad ECU 911 y de esta manera establecer las restricciones. Esto permitirá cumplir los objetivos planteados en el presente trabajo investigativo y a su vez, su implementación aportará a que la citada compañía sea más competitiva en el mercado.



## **CAPÍTULO I. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA**

### **1.1. ANTECEDENTES**

La incidencia del transporte en la cadena de suministro y el crecimiento de las ventas en línea han adquirido mayor valor con la globalización, esto debido a que las dos tienden a aumentar las distancias que viajan los productos (Chopra & Meindl, 2013). La cadena de suministro en el segmento de la logística dispone, transportar más productos con trayectos cada vez mayores, de esta forma, una mejor gestión de los recursos podría implicar no solo mejoras en la práctica financiera, sino también la supervivencia de la empresa (Cancelas & González, 2016). La reducción de costos totales, los conflictos internos de operaciones y el servicio al cliente son características de la aplicación organizada de actividades logísticas. Para ofrecer mejores precios a los clientes y aumentar la rentabilidad es indispensable trabajar en la disminución de costos (Orjuela et al., 2017) y el diseño óptimo de rutas de transporte aportan en gran medida a esto.

El primer trabajo donde se plantea un problema de rutas de vehículos data de 1959 en “The Truck Dispatching Problem” (Lüer et al., 2009). Este documento aborda una metodología de optimización de rutas para una flota de camiones de distribución de gasolina, que parte desde la terminal hacia las diferentes estaciones, buscando con esto, abastecer la demanda en todos los puntos con el mínimo kilometraje total y cubierto por la flota completa; el método aplicado es de programación lineal, cuyos cálculos se pueden realizar a mano o en una máquina numérica informática (Dantzig & Ramser, 1959). Cinco años después, Clarke y Wright propusieron un método llamado algoritmo de ahorro, que puede resolver eficazmente el problema de enrutamiento, siendo el comienzo de muchas investigaciones y trabajos en este campo (Hernández et al., 2014).

Para resolver la situación real del problema de ruteo de vehículos (VRP), se han propuesto diferentes variantes al método original, que incluyen la adición de variables y restricciones, como el uso de ventanas de tiempo (VRPTW), con demanda estocástica (VRPSD), problema de generación de rutas para vehículos de entrega dividida (SDVRP), problema de generación de rutas periódicas para vehículos (PVRP), entre otras variantes al problema clásico del agente viajero (TSP) (Rocha et al., 2011, p.1). Para resolverlo existen varios métodos entre los que destacan los métodos exactos, heurísticos y metaheurísticos (Machuca et al., 2018).

Sin embargo, para la resolución de problemas de rutas de destinos separados, el método de la ruta más corta, es la técnica que presenta mejores prestaciones en cuanto a sencillez y rapidez de cálculo al ser un procedimiento directo. En este se determina una red con un punto de partida y de llegada, cuyo objetivo es minimizar (distancia-tiempo) en el recorrido (R. Ballou, 2004, p. 225). Existen varios algoritmos y técnicas para resolver este problema; es así que, el diseño del holandés Edsger Dijkstra en 1959 es uno de los primeros registros en la literatura; el algoritmo, utiliza para encontrar el camino de coste mínimo desde un nodo origen hacia todos los puntos del grafo (Facultad de Ingeniería de la UDB, 2005), en la actualidad, con la evolución de los equipos informáticos y las mejoras en las velocidades de procesamiento se pueden usar computadores para calcular valores optimizados, María-Dolores et al. (2005) en su estudio utiliza hojas de cálculo de Excel para resolver modelos de programación lineal, con el fin de otorgar una herramienta para las PYMES, para que puedan resolver sus problemas de optimización de rutas y que su selección permita minimizar los costes de transporte.

En referencia a los modelos matemáticos se establece que, éstos involucran varias restricciones y condiciones, representan problemas de ruteo con mucha complejidad y la obtención de soluciones óptimas frecuentemente pueden involucrar costos altos desde el punto de vista computacional; es así que los métodos aproximados (heurística y metaheurística) son de gran utilidad en términos prácticos (Flores Benítez, 2009).

El enrutamiento utilizado por los algoritmos heurísticos y metaheurísticos es diferente en algoritmos como Dijkstra, Bellman-Ford, Floyd Warshall, Ford-

Fulkerson, etc. (llamados algoritmos convencionales), estos buscan la optimización basada en sistemas de costos vectores de distancia, pero si el alcance de la solución es muy dinámico y el caudal es variable, serán difíciles de aplicar (A. B. Rodriguez et al., 2017).

En la actualidad, existen varias soluciones tecnológicas que permiten medir la eficiencia de las rutas de transporte de carga por carretera, en el trabajo realizado por Castanedo et al. (2014) que hace referencia al uso de la plataforma “Innotransmer”, que permite optimizar las rutas, distancias entre destinos, número de paradas realizadas, consumo de combustible y velocidad promedio. Al realizar una búsqueda de los softwares en Capterra Ecuador, que es un sitio web especializado en búsqueda de softwares disponibles en el mercado ecuatoriano para diferentes soluciones empresariales destacan:

- Stream GO: Permite realizar ruteo, calendarización, visualización y navegación con montos aproximados a los USD. 150,00 al mes.
- Titanwinds TMS: Tiene funciones de enrutamiento, facturación, gestión de conductores, optimización de cargas. El costo aproximado es de USD. 135/mes
- PC\*Miller GO Permite realizar ruteo, calendarización, visualización y navegación a un valor aproximado de USD. 3000 dólares de acuerdo a las funciones y servicios.

Desde la perspectiva de la aplicabilidad en el desarrollo de sistemas de apoyo a la decisión (DSS), la aparición de las tecnologías de la información en el uso diario hace necesario evaluar la inclusión de la API de Google Maps en el diseño de rutas (Machuca et al., 2018).

Otro método para encontrar el camino más corto se basa en el comportamiento colectivo de las hormigas, llamada "inteligencia de enjambre", que se enfoca en la auto organización, el ambiente de trabajo y la poca supervisión, así como la interacción entre cada hormiga en la colonia, brindando soluciones efectivas a los difíciles problemas de diseño de rutas (R. Ballou, 2004). De esta manera, la metaheurística puede proporcionar múltiples soluciones a problemas multiobjetivos, de modo que los resultados de estas soluciones se puedan utilizar para desarrollar mapas de límites efectivos como el trabajo realizado por McMullen

& Tarasewich (2006) pero, según Griffis et al. (2012), su aplicación involucra conocimientos avanzados de programación y manejo de redes neuronales. Existen trabajos recientes que utilizan este método como los realizados por Brito et al. (2015); D. Rodríguez et al. (2013), estos están apoyados en la utilización de herramientas informáticas o software para encontrar soluciones óptimas; ya que, el método se basa en la funcionalidad de la colonia de hormigas, con métodos de aprendizaje en donde se almacena el camino por donde han ido hasta llegar a su destino, con esto permite encontrar secuencias de caminos de coste mínimo. Para aplicar este tipo de métodos es necesario tener conocimientos amplios en redes neuronales, inteligencia artificial, o el uso de herramientas informáticas ya desarrolladas para estos campos (Vargas & Granado, 2016).

## **1.2. FUNDAMENTACIÓN EPISTEMOLÓGICA**

Con el fin de mantener una buena gestión organizacional, siempre se ha buscado optimizar los procesos administrativos y productivos (Chopra & Meindl, 2013). La gestión se ha reinventado, enfocándose en estrategias empresariales para conseguir una cadena de suministros más eficiente y competitiva (Gibson et al., 2005) con la implementación de perspectivas basadas en la calidad total, mejora continua de procesos, rediseños en procesos, incorporación de procesos externos a través del benchmarking y la buena planificación de outsourcing o subcontratación externa (S. García & Francisco, 2006).

La cadena de suministro está relacionada con todas las partes involucradas directa o indirectamente en el cumplimiento de los requisitos del cliente; esta incluye no solo a los fabricantes y proveedores, sino también a los remitentes, almacenes, minoristas e incluso a los propios clientes y son conocidos como “stakeholders” (Chopra & Meindl, 2013). Según Camacho et al. (2012) como su nombre indica, una cadena de suministro es una serie de eslabones (procesos), cuyo objetivo principal es satisfacer de manera competitiva las necesidades de los clientes finales (p. 3). La eficiencia logística de la cadena de suministro determina la competitividad de una empresa (Balza & Cardona, 2020, p. 1), de esta manera, es uno de los procesos de mayor valor es la logística.

Desde el nacimiento de la humanidad, su progreso y avances han sido apoyados por la eficiencia de la movilización de recursos a gran escala (Balza & Cardona, 2020), con la aparición del transporte y el almacenamiento, además de la inclusión de conceptos como la dirección coordinada, valor agregado a los productos y servicios, en lo que dispone a satisfacción del cliente y ventas, la logística ha venido tomando un rol protagónico en la cadena de suministro (R. Ballou, 2004).

El Consejo de Gerencia Logística (CLM) (como se citó en R. H. Ballou, 1997), define a la logística como la planificación, implementación y control del proceso de flujo y almacenamiento efectivo y rentable de materias primas, inventario de trabajo en proceso, productos terminados e información relacionada desde el origen hasta el punto de consumo en busca de cumplir con los requisitos del cliente. El (CLM) cambió su nombre a Council of Supply Chain Management Professionals (CSCMP) o consejo de profesionales de la cadena de suministro traducido al español (Gibson et al., 2005) y en el 2008, esta entidad emite nuevos alcances de la función logística (como se citó en Servera, 2010), pues se constituye y especifica como la parte de la cadena de suministro encargada de planificar, implementar y controlar el flujo y almacenamiento de información, bienes o servicios de manera eficiente y eficaz, desde un punto de origen hasta que es consumido, siempre en sintonía con los requerimientos del cliente. La logística es importante porque puede crear valor para los clientes, proveedores y todos los stakeholders de la empresa y su valor se expresa en tiempo y lugar, creando valor si los productos y servicios están en posesión de los consumidores cuándo y dónde deseen consumirlos (R. H. Ballou, 1997). Tanto el concepto como las entidades evolucionan, a pesar de ser la definición del (CSCMP) adoptada como oficial, no se asume a una definición u otra incorrecta, estas definiciones pueden tomarse como punto de partida para generar discusiones adicionales entre académicos y profesionales del área (Gibson et al., 2005).

Dentro de las actividades logísticas destacan el servicio al cliente, transporte, gestión de inventarios, procesamiento de pedidos, almacenamiento, manejo de mercaderías, compras, gestión de información, logística inversa, coordinación entre departamentos (Servera, 2010). En la presente sección se realiza una exhaustiva revisión de literatura con el fin de incorporar las teorías, investigaciones y

metodologías más relevantes que involucran al transporte pesado, basados en la necesidad de encontrar un método adecuado para la resolución del problema de enrutamiento y optimización de distancias y costos de transporte.

### 1.2.1. Supply Chain o Cadena de Suministro (CS)

La cadena de suministro o Supply Chain es definida como un conjunto de empresas que colaboran entre sí en la entrega de productos y servicios a los clientes (Martín, 2006). Los actores que conforman una (CS) son los proveedores, fabricantes, distribuidores, minoristas y los propios clientes finales (Carreño, 2018).

La cadena de suministros es un conjunto de procesos en el que se involucra a toda una cadena productiva (Camacho et al., 2012), desde la concepción de materias primas, hasta la entrega al cliente final (R. Ballou, 2004). La Figura 1 muestra una representación general de los involucrados en la cadena de suministros según S. García & Francisco (2006).



*Figura 1. Organización de la Cadena de Suministros*

*Fuente: Realizado por la autora en base a S. García & Francisco (2006).*

Los tres elementos que forman parte de la organización general de una cadena de suministro pueden actuar de manera bidireccional en todos los procesos.

#### 1.2.1.1. Gestión de la Cadena de Suministro (SCM)

También conocida como Supply Chain Management (SCM) que en su traducción al español es Gestión de la Cadena de Suministro. Es una disciplina que se encuentra en etapa de evolución y su primera aparición en la literatura data a 1982 y desde entonces sus estudios han ido progresando de manera exponencial teniendo gran información de diferentes autores sobre el tema (Gibson et al., 2005).

El Council of Logistics Management o Consejo Profesional de la Gestión de la Cadena de Suministro lo define como la sistematización y coordinación estratégica de las funciones de negocio tradicional, además del uso de tácticas propias de cada

función de negocio, de manera interna o externa entre las diferentes empresas de una Cadena de Suministro; todo esto con la finalidad de mejorar el desempeño a largo plazo de las empresas individuales y de toda la cadena. La SCM es la encargada de la gestión, control y seguimiento de todas las operaciones relacionadas con la cadena de suministro (S. García & Francisco, 2006).

### **1.2.1.2. Etapas de la Cadena de Suministro**

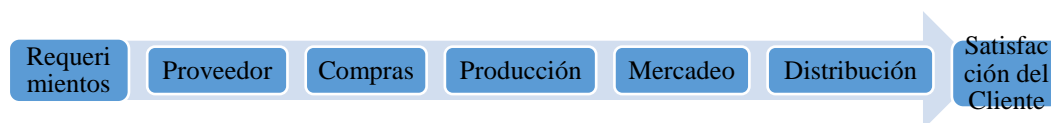
Todos los stakeholders de la cadena de suministro participan con el objetivo de mover un producto o servicio a través de proveedores, fabricantes, distribuidores pasando a minoristas y llegando al cliente, este proceso debe ser visualizado de manera bidireccional (G. García & Escobar, 2016). Según Chopra & Meindl (2013), la cadena de suministros está dispuesta por varias etapas:

- Clientes
- Detallistas
- Mayoristas y distribuidores
- Fabricantes
- Proveedores de componentes y materias primas

No sólo una empresa o actor puede estar involucrado en cada eslabón, una empresa puede recibir productos de varios proveedores y estos pueden vender o comercializar a uno o más clientes, formando de esta manera una red (Balza & Cardona, 2020), cuyo flujo puede ser en varias direcciones.

### **1.2.1.3. Modelo General de una Cadena de Suministro**

Se pueden distinguir varios subprocesos provenientes del proceso integrado de la cadena de suministros en los que destacan la oferta, manufactura, producción, distribución, ventas y post-ventas que forman parte del servicio al cliente (S. García & Francisco, 2006). La Figura 2, muestra un gráfico de los procesos que intervienen en la cadena de suministro, basado en Camacho et al. (2012).



*Figura 2. Esquema de procesos de una cadena de suministro*

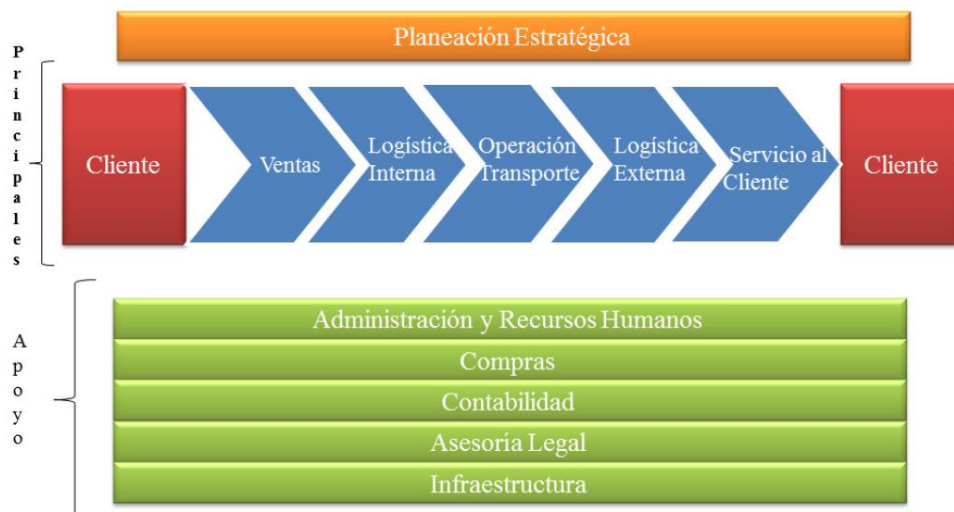
*Fuente: Realizado por la autora en base a Camacho et al. (2012)*

Todos estos procesos están entrelazados y se relacionan con el fin de cumplir con la satisfacción del cliente final (Martín, 2006). Cada eslabón tiene sus objetivos trazados y en caso de una falla en la cadena, esta se rompe y produce errores en el cumplimiento del objetivo principal (Camacho et al., 2012).

#### 1.2.1.4. Cadena de Suministro para Servicios

El papel del cliente y la dirección del proceso de entrega son las principales diferencias entre la cadena de suministro de servicios y la cadena de suministro de fabricación (Aldana et al., 2016). La cadena de suministro de servicios se centra en la interacción entre clientes y proveedores, mientras que la cadena de fabricación se centra en la creación y entrada de materiales. En la cadena de suministro de servicios, los clientes desempeñan otro papel: brindan retroalimentación a los proveedores de servicios. Esto da como resultado una cadena de suministro de servicios de dos vías, que tiene solo una dirección con la cadena de suministro de fabricación (Chase & Jacobs, 2009).

Existen varias cadenas de suministro generalizadas para servicios, pero en un enfoque más minucioso, se pueden definir modelos de cadena de suministro específicas para transporte de carga. La Figura 3, definida por C. Cruz (2015) muestra una cadena de suministro para una empresa de transporte de carga.



**Figura 3. Esquema generalizado de una cadena de suministro para transporte de carga**

**Fuente: (C. Cruz, 2015)**

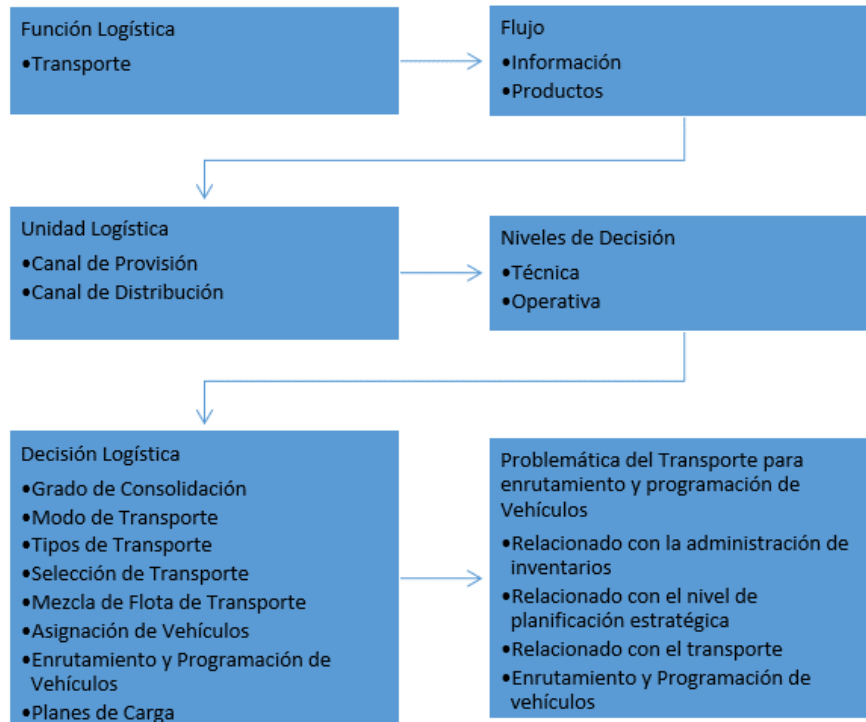


### **1.2.2. Distribución y Transporte**

La logística de distribución es la encargada de entregar los productos al consumidor final en el momento oportuno y en las condiciones establecidas (Ministerio de Industria y Comercio, 2011). Según Mora (2013), el transporte es el eslabón final de distribución, convirtiéndose en un factor clave en la efectividad, valorizando la entrega oportuna, las expectativas de calidad de entrega y cumplimiento de pedidos. En un marco globalizado, se determina al transporte como medio fundamental para el desarrollo de estrategias enmarcadas en la cadena de suministro, al ser el nexo entre sitios geográficamente separados (Sarache & Cardona, 2007), además de constituir del 45 al 50% de los costos logísticos totales (Barrera et al., 2016). Para el comercio internacional, la distribución como subsistema logístico se ha convertido dentro de la gestión empresarial en un factor clave para la toma de decisiones sobre las cuales se basan las estrategias de negocio y los procesos de distribución física como función del marketing (Muñoz & Carderón, 2009).

Según Berrones (2010), el transporte es un momento del proceso socio-económico y político, que incluye el movimiento de personas o mercancías desde un punto de partida hasta un destino. Sin la gestión del transporte sería imposible el intercambio comercial en cualquiera de sus niveles, pues este solo existe si los proveedores son capaces de entregar el producto demandado en la cantidad, calidad y tiempo exigido por su cliente (Muñoz & Carderón, 2009). Además, en un campo de análisis económico nacional, su nivel de progreso en infraestructura referencian el desarrollo del país (Sarache & Cardona, 2007).

El transporte puede tomar una combinación de varios métodos y rutas, cada uno con sus propias características de desempeño. Las opciones de transporte tienen un gran impacto en la capacidad de respuesta y la eficiencia de la cadena de suministro (Chopra & Meindl, 2013). En el estudio realizado por (R. García et al., 2018), se genera una estructura de los problemas y disposiciones entorno a la función logística del transporte (FLT), en este plantean varios niveles y categorías para toma de decisiones como se muestra en la Figura 4.

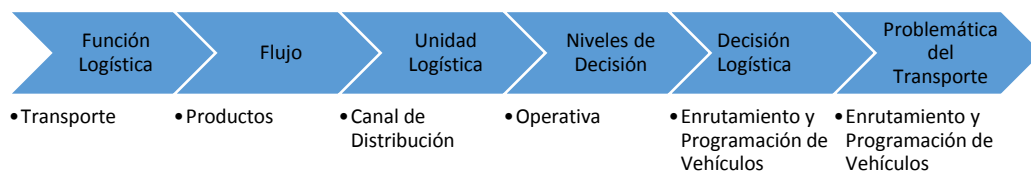


**Figura 4. Caracterización de la Función Logística del Transporte**

**Fuente:** Elaborado por la autora en base a G. García & Escobar (2016); R. García et al. (2018)

La Figura 3 se basa en los trabajos realizados por G. García & Escobar (2016); R. García et al. (2018) que presentan una síntesis de las funciones logísticas y sus niveles de decisión y sirven como fundamento teórico para realizar una ruta crítica al problema de enrutamiento de vehículos con las decisiones logísticas que inmiscuyen, niveles de decisión, unidad logística y flujo de transporte con los que se van a trabajar.

La Figura 5 muestra la función logística relacionada con el enrutamiento y programación de vehículo para transporte de productos.



**Figura 5. Estructura de decisión de la problemática de enrutamiento y programación de vehículos**

**Fuente:** Realizado por la autora, basado en (R. García et al., 2018)

Para tomar decisiones referentes a la resolución de problemáticas de transporte relacionadas al enrutamiento y programación de vehículos para flujo de productos, es necesario definir la unidad logística en niveles de decisión operativa.

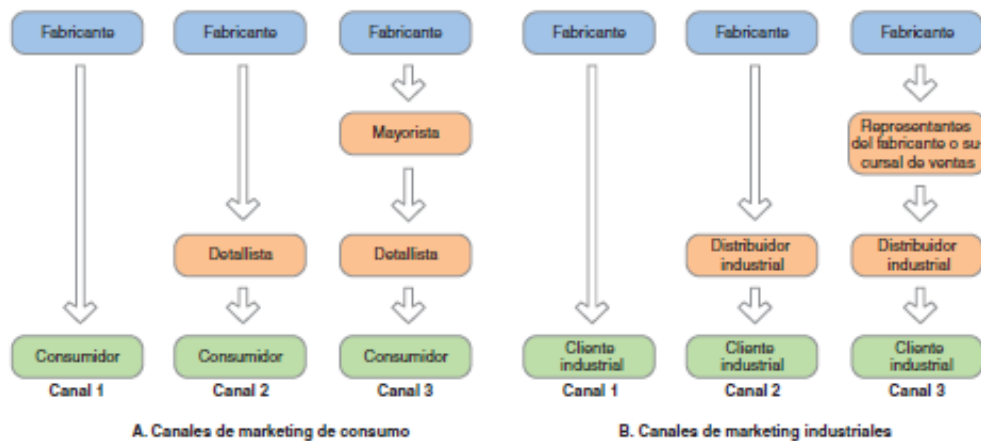
### **1.2.3. Distribución Física**

Es la parte de la logística que se refiere al movimiento externo y adecuado de productos del vendedor al cliente o comprador (Machado, 2006), en un tiempo necesario y a un costo mínimo (Ares, 2003). La distribución física tiene como funciones logísticas al transporte, almacenamiento de productos, productos terminados, proceso de pedidos, gestión de stock (Carro & González Gómez, 2013). En la fase de distribución, las mercancías se pueden transportar en una variedad de métodos de transporte, mismos que se pueden estacionar varias veces en el almacén o en el nodo hasta que lleguen a su destino final, es decir se puede elegir entre varios canales y modelos de distribución (Estrada, 2007).

#### **1.2.3.1. Canales de distribución**

Los canales de distribución o marketing son definidos por Kotler & Armstrong (2008) como un conjunto de organizaciones independientes que participan en el proceso de proporcionar productos o servicios a los usuarios finales o usuarios industriales. Por otro lado Stern (1998) lo denomina canales de comercialización y lo define como un grupo de organizaciones interdependientes involucradas en el proceso de hacer que un producto o servicio esté disponible para el consumo. Ambos conceptos involucran la participación de organizaciones en la entrega de productos o servicios al usuario final.

Los canales de distribución se clasifican en Industriales y de consumo, y tienen tres niveles cada uno, el número de intermediarios define la longitud del canal (Kotler & Armstrong, 2008) y pueden ser largos o cortos (Carro & González Gómez, 2013). La Figura 6, muestra la clasificación de acuerdo al tipo y canales obtenida de Kotler & Armstrong (2008).



**Figura 6. Canales de distribución de consumo e industriales y sus niveles**  
**Fuente: Kotler & Armstrong, (2008, p. 303)**

Según la Facultad de estudios a Distancia de la Universidad Militar de Nueva Granada (FAEDIS, 2016) los canales de distribución pueden agrupar en tres tipos de venta: al mayorista, detallista y usuario final (pág. 5). Estos coinciden con el canal 3 de tipo consumidor que presenta Kotler & Armstrong (2008), que congrega los tres niveles posibles y los que son definidos a continuación:

- **Mayorista:** Adquieren los productos para comercializarlos a los detallistas, están en el primer nivel del canal 3 de canales de distribución de consumo, pueden ser considerados directamente los fabricantes, mayoristas independientes o mayoristas propiedad del detallista (Stern, 1998).
- **Detallista:** Adquiere los productos de los mayoristas, estos son vendidos al consumidor final, se encarga de generar valor agregado en busca de la satisfacción del cliente final (FAEDIS, 2016).
- **Consumidor:** Es el cliente final, el último eslabón en el canal de tipo 3 (Kotler & Armstrong, 2008).

### 1.2.3.2. Modelos de Distribución Física

Desde la perspectiva de la logística, el modelo de distribución se puede definir como la infraestructura que establece la organización para poner sus productos en el mercado (Kluwer, 2016). Los modelos típicos según Anaya (2015)

- Modelo de distribución directa
- Modelo de distribución escalonada

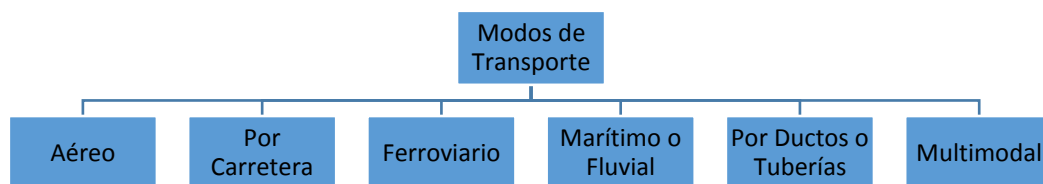
- Modelo de almacén central
- Modelo de distribución directa desde almacén central
- Plana de distribución

Para diseñar un modelo de distribución es necesario verificar algunos criterios de eficiencia y eficacia, con el fin de optimizar los costos sujetos a diferentes condiciones variables que según (Mateu & Maraver, 2013):

- Objetivos de servicio a cubrir
- Puntos de stock requeridos
- Localización física de almacenes
- Medios de Transporte

### 1.2.3.3. Medios de Transporte

En lo que se refiere a los tipos de transporte R. Ballou (2004) los clasifica en: ferrocarriles, camiones, aviones, barco, ductos y multimodales, estos de acuerdo a su medio pueden ser catalogados como aéreos, por carretera, ferroviario, marítimo o fluvial y por ductos o tuberías Chopra & Meindl (2013); esta categorización coincide con la establecida en Villamizar (2018) con la variación que añade un tipo intermodal que resulta de la combinación de dos o más de estos medios. De esta manera y al considerar la contribución de estos tres autores, se puede generar una clasificación básica de los modos de transporte, como se muestra en la Figura 7 .



**Figura 7. Modos básicos de transporte**

**Fuente: Realizado por la autora en base a Villamizar (2018)**

Para la elección del modo de transporte a utilizar, se deben establecer algunas variables que los caracterizan y según Chopra & Meindl (2013) son las siguientes:

- Precio
- Tiempo/Rapidez
- Capacidad

- Flexibilidad
- Pérdidas y Daños /Seguridad
- Frecuencia

Estas variables, traducidas a factores como Villamizar, (2018) las denomina, influyen directamente en la selección del modo de transporte, ya que es de vital importancia para las empresas hacer un análisis interno de sus necesidades particulares al momento de transportar. La Tabla 3 hace una comparación y pondera los factores que más influyen de acuerdo a los modos de transporte básicos, siendo 1 la de mayor valor y 5 la de menor valor; esto se traduce por ejemplo en el factor “Precio”, el modo de transporte más costoso es el aéreo al igual que por ductos, seguidos por el terrestre, ferroviario y marítimo respectivamente.

**Tabla 3. Ponderación de factores vs modos de transporte**

Factores/Modo	Ferroviano	Terrestre	Aéreo	Marítimo/Fluvial	Ductos
Precio	3	2	1	4	1
Rapidez	3	2	1	4	5
Capacidad	2	4	5	1	3
Flexibilidad	3	1	2	4	5
Seguridad	3	1	4	5	2
Frecuencia	4	1	3	5	2

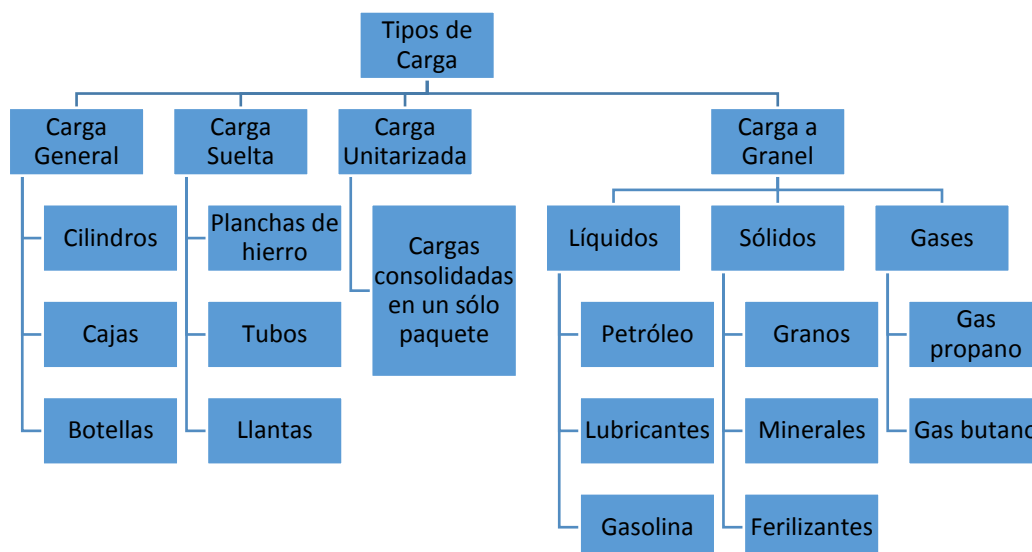
*Fuente: Realizado la autora, compilación de R. H. Ballou (1997); Chopra & Meindl (2013); L. A. Mora (2010)*

Para la selección del modo de transporte se puede partir de los datos de la Tabla 3, a lo que se le puede aplicar el modelo multi-criterio aditivo propuesto por Kasilingam (1998), en el cual, a cada criterio se le añade un peso y cada alternativa de transporte, es evaluado según el criterio, donde la mayor peso es la seleccionada.

Es importante mencionar que uno de los medios de transporte más usados y considerados importantes según A. Mora (2013) es el transporte terrestre, mismo que puede transportar diferentes tipos de cargas.

#### **1.2.3.4. Tipos de carga**

De acuerdo a Villamizar (2018), se distinguen cuatro tipos de carga, la Figura 8 muestra la clasificación y ejemplos del tipo de carga en cada una.



*Figura 8. Clasificación general de los tipos de Carga*

*Fuente: Realizado por la autora en base a Villamizar (2018)*

Estos tipos de carga por su naturaleza, se pueden clasificar en: perecedera, frágil, peligrosa y extra-dimensionada.

#### **1.2.4. Planeación de Rutas de una red de transporte**

Consiste en definir una red de transporte que establezca el conjunto de rutas y nodos por los que se produce un flujo o tránsito de mercancías o productos (R. Ballou, 2004). Para planificar las rutas de transporte se debe considerar varios aspectos importantes como: los artículos que se transportarán, tipo de mercancía, tiempo de transporte, además de conocer el origen y destino, las posibles rutas, restricciones de peso, volumen y otras condiciones como el trato de mercaderías peligrosas y restricciones de ruta como peajes, materiales y clima (Cancelas & González, 2016).

El enrutamiento de vehículos busca obtener una ruta con costo de distribución mínimo, operados desde uno o más almacenes centrales y cuyo diseño depende de la necesidad y las restricciones propias de cada caso (Domingos & Sardinha, 2017). Los modelos de red son aquellos que involucran el origen y destino y están clasificados en dos tipos; el primero es de transporte y el segundo el modelo de la ruta más corta (Muñoz & Carderón, 2009).

En una recolección de los problemas enunciados por R. Ballou (2004); Carvalho, (2012); Costa et al. (2010) los más frecuentes se encuentran:

- Problema del agente viajero
- Problemas de rutas para múltiples vehículos
- Problema del camino más corto
- Problema de flujo máximo
- Problema de flujo de costo mínimo
- Problema clásico de transporte
- Problema de transporte con depósitos intermedios

El modelo de transporte busca encontrar solución al problema de ruteo de vehículos o "VRP", el cual establece que las mercancías deben transportarse entre el almacén y el cliente a través de la red de carreteras con una flota de vehículos (E. Cruz et al., 2007), engloba los problemas con restricciones. Todos son una variación al problema original del agente viajero que se basa en minimizar el costo de recorrido de transporte delimitando a la visita de varios nodos, unidireccionalmente; es decir que, solo puede pasar por cada nodo una sola vez, con un orden indiferente y volviendo al mismo punto de partida (Machuca et al., 2018). Para puntos de origen y destino separados y sencillos, sin que exista restricciones de demanda, o de entregas en almacenes intermedios, es recomendable el uso de técnicas directas y sencillas como la ruta más corta (R. Ballou, 2004).

Para resolver los problemas de enrutamiento VPR y sus variantes, se han estudiado modelos matemáticos, heurísticos y metaheurísticos (Arboleda et al., 2016). Una sub-clasificación de los problemas a resolver de acuerdo a los métodos, basado en el estudio de (Lüer et al., 2009), se detalla en la Figura 9.



<b>Modelos de resolución para problemas de enrutamiento de transporte</b>	<b>Matemáticos</b>	Problema de la ruta más corta
		Problema de flujo máximo
		Problema de flujo de costo mínimo
		Problema clásico de transporte
		Problema de transporte con depósitos intermedios
	<b>Heurísticos</b>	Método del agente viajero
		Método de los ahorros
		Método de emparejamientos
		Heurística de mejora de multirutas
	<b>Metaheurísticos</b>	Algoritmos de hormigas
		Programación restringida
		Recocido simulado, Algoritmos genéticos
		Búsqueda tabú
		Tabú granular
		Procedimiento de memoria adaptativa.

**Figura 9. Modelos de resolución para problemas de enrutamiento de transporte**  
**Fuente: Realizado por la autora**

#### **1.2.4.1. Problema de la ruta más corta**

Este problema se limita a transportar mercadería entre dos puntos, para encontrar una red o secuencia de nodos y ramificaciones o caminos a recorrer con el fin de minimizar el costo total (Carvalho, 2012). Los costos a optimizar pueden ser en función a la distancia, tiempo, o una combinación de ambos y con un valor promedio de las dos variables (R. Ballou, 2004). Existen varios algoritmos eficientes para resolver este problema, uno de los primeros y vigentes hasta la fecha es el algoritmo de Dijkstra (1959).

Para una mejor comprensión del modelo de red, es necesario definir algunos elementos que lo caracterizan, la Tabla 4 muestra la definición de los elementos que forman parte de una red con aplicación logística en ruteo.

**Tabla 4. Definición de elementos que forman parte de una red de distribución o ruteo**

<b>Elemento</b>	<b>Definición</b>
Nodo	Representa las locaciones o puntos de una red (ciudades, puntos clave)
Arcos	Representan las ramificaciones o uniones entre dos puntos o nodos
Arco no dirigido	Representa los ramales que no presentan una dirección específica y se puede convertir en bidireccional
Trayectoria	Es la secuencia de puntos y arcos que establecen una ruta

Elemento	Definición
Ciclo	Cuando la ruta comienza y termina en un mismo punto
Costo del arco	Es el valor en distancia o tiempo que tiene un arco

*Fuente: Realizado la autora, basado en (Ferrando et al., 2017)*

En el modelo matemático adaptado de (E. Cruz et al., 2007) está definido de la siguiente manera:

$$\text{Min } z = \sum_{(i,j) \in A} c_{ij} x_{ij}$$

Sujeto a:

$$\sum_{i:(i,1) \in A} X_{i1} - \sum_{j:(1,j) \in A} X_{1j} = -1$$

$$\sum_{i:(i,k) \in A} X_{ik} - \sum_{j:(j,k) \in A} X_{kj} = 0, k \in N \setminus \{1, n\}$$

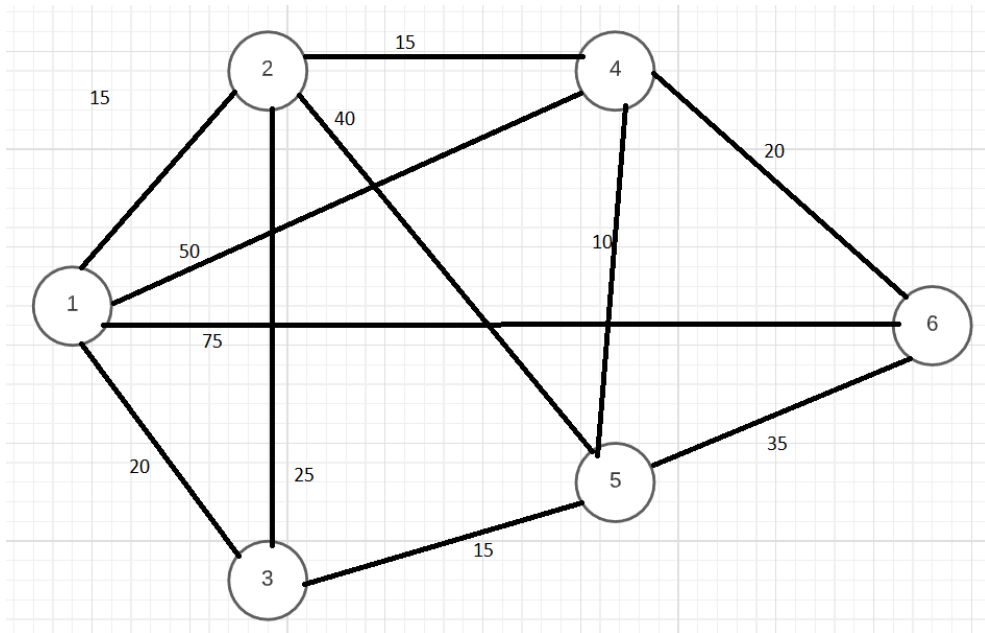
$$\sum_{i:(i,1) \in A} X_{in} - \sum_{j:(n,j) \in A} X_{nj} = 1$$

El resultado es un número binario

Donde:

- A – conjunto de arcos de la red
- (i,j) – arco con origen en el nodo i y fin en el nodo j
- C<sub>ij</sub> – costo del arco (i,j)
- X<sub>ij</sub> – 1 si el arco (i,j) pertenece al camino; 0 caso contrario
- N – Conjunto de nodos {1.....n}
- Nodo de origen 1
- Nodo destino n

Este modelo de red se conforma de un conjunto de ramas o arcos que unen dos nodos, se caracteriza por la presencia de un costo del arco, representado como distancia o tiempo, valor que se establece entre un origen y un destino de intermedio de la red (María et al., 2005), la Figura 10 muestra una representación gráfica de una red y sus elementos.



**Figura 10. Modelo de red y sus elementos**  
**Fuente: Realizado por la autora**

Para resolver este tipo de problemas se pueden usar procedimientos matemáticos de programación lineal, existen potentes softwares como las hojas de cálculo de Excel a través de su herramienta Solver que facilitan la obtención de resultados. (Ferrando et al., 2017). De acuerdo a Cruz et al. (2007); Obregón (2005); María et al. (2005), para la aplicación de este método se debe aplicar el siguiente proceso:

1. Definir las variables de decisión
  - a. Expresada de acuerdo al problema (distancia, tiempo, peso)
  - b. A cada arco se le va asignando un valor, si existe conexión entre arcos se coloca 1, caso contrario 0.
  - c. Se coloca una tabla que es el producto de entre los valores y las distancias de cada nodo.
2. Definir las restricciones
  - a. En cada uno de los problemas se debe especificar el origen y el destino a analizar siendo 1 el punto de partida y n el destino.
  - b. El resultado es binario, es decir de uno si es un arco es considerado en la ruta, caso contrario el valor es 0
  - c. El resultado debe estar sujeto a que la sumatoria de arcos  $ik$  menos las sumatoria de los arcos  $kj$  debe ser igual a cero.

$$\sum_{i:(i,1)\in A} X_{i1} - \sum_{j:(1,j)\in A} X_{1j} = -1$$

$$\sum_{i:(i,k)\in A} X_{ik} - \sum_{j:(j,k)\in A} X_{kj} = 0, k \in N \setminus \{1, n\}$$

$$\sum_{i:(i,1)\in A} X_{in} - \sum_{j:(n,j)\in A} X_{nj} = 1$$

El resultado es un número binario

### 3. Definir la función objetivo

- a. La función objetivo a optimizar queda establecida por la sumatoria de los productos de los costos unitarios por las rutas generadas en la solución.

$$\text{Min } z = \sum_{(i,j)\in A} c_{ij}x_{ij}$$

4. Aplicar el Solver usando el método simplex con el objetivo de minimizar la función, con las debidas restricciones.

#### 1.2.5. Buenas prácticas para mejorar el proceso de transporte

Con la finalidad de cumplir con las exigencias de los clientes en relación a entregas sincronizadas, a continuación, la Dirección General de Política de la Pequeña y Mediana Empresa - España (2007) lista algunas prácticas que las organizaciones deberían adoptar para mejorar el proceso de distribución y transporte:

- Establecer una zona de carga y descarga rápida
- Reducción al mínimo los movimientos de la mercancía
- Uso de la técnica cross- docking
- Aprovechar los retornos vacíos
- Aprovechar el máximo número de cargas completas
- Optimización de rutas y uso de GPS
- Reducir el número de vehículos utilizados. (pág. 42)

### 1.3. FUNDAMENTACIÓN DEL ESTUDIO DEL ARTE

El modelo matemático que representa el problema de planificación de rutas es muy complejo (Lüer et al., 2009). Desde un punto de vista computacional, obtener la mejor solución suele ser muy caro, por lo que es muy útil en la práctica analizarlo

mediante métodos aproximados, por ejemplo, heurísticas y metaheurísticas (Arboleda et al., 2016). El enrutamiento utilizado por los algoritmos heurísticos y metaheurísticos es diferente en algoritmos como Dijkstra, Bellman-Ford, Floyd Warshall, Ford-Fulkerson, etc. (llamados algoritmos convencionales), estos buscan la optimización basada en sistemas de costos vectores de distancia, pero si el alcance de la solución es muy dinámico y el caudal es variable, serán difíciles de aplicar (A. B. Rodriguez et al., 2017).

Aplicando una exhaustiva revisión literaria de los estudios realizados en los últimos 6 años, se puede determinar los modelos más usados para resolver distintos problemas con diferentes complejidades. La Tabla 5 muestra una compilación de los últimos estudios relacionados a la optimización de rutas, la cita del autor, el problema que plantea resolver cada estudio, efectos o resultados obtenidos en el artículo y el método que se aplicó para cada uno.

**Tabla 5. Últimos estudios relacionados con el problema VPR**

<b>Autores</b>	<b>Autores</b>	<b>Problema</b>	<b>Efecto/Resultados</b>	<b>Método</b>
Selección de rutas de distribución en un operador logístico aplicando un procedimiento basado en VRP-TW.	(Hernández et al., 2014)	Enrutamiento y selección de rutas de una flota tomando en cuenta diferentes almacenes con diferentes demandas	Usa el software Loware 5.0 para obtener las soluciones óptimas a la selección de rutas. Su aplicación disminuye los recorridos y ahorro económico para un operador logístico al que se aplica el estudio	Heurística para solución del agente viajero
An algorithm for the routing problem with split deliveries and time windows (SDVRPTW) applied on retail SME distribution activities	(Sepúlveda et al., 2014)	Enrutamiento con entregas divididas y ventanas de tiempo (SDVRPTW)	Aplicado para actividades de distribución de las PYMES, que no disponen de recursos para adquirir softwares costosos. Usa Excel para la aplicación de la heurística reduciendo aproximadamente el	Heurística de inserción simple

<b>Autores</b>	<b>Autores</b>	<b>Problema</b>	<b>Efecto/Resultados</b>	<b>Método</b>
			50% del tamaño de la flota	
Solución al Problema de Ruteo de Vehículos con Capacidad Limitada (CVRP) usando una técnica	(Orrego et al., 2016)	Problema de ruteo de Vehículos con capacidad limitada (CVRP) para satisfacer N clientes con demanda positiva	Utilizó Matlab como software para programar el modelo, donde se generan buenos resultados tanto computacionales como en soluciones básicas y factibles desde el comienzo de las interacciones. Se determina que la complejidad del problema no depende sólo del tamaño de las instancias y del número de vehículos, sino también de la tipología de red aplicada	Heurística de barrido
Solución Metaheurística para el Problema de Enrutamiento (RWA) en Redes de Ópticas de Multiplexación por División de Longitud de Onda (WDM)	(A. B. Rodriguez et al., 2017)	Optimizar rutas de flujo de redes ópticas	Utiliza NSFNET como simulador, logrando enrutar en varios escenarios y usando recursos óptimos. Deja abierta la posibilidad de utilizar este método para diferentes tipos de multiplexación y enrutamientos complejos	Metaheurística de Snake One
Una aplicación del método MTZ a la solución del agente viajero	(Villegas et al., 2017)	Recorrer varias ciudades partiendo del origen,	Usa el software AMPL para resolver el problema, en el cual a pesar de ser una aproximación	Heurística MTZ

<b>Autores</b>	<b>Autores</b>	<b>Problema</b>	<b>Efecto/Resultados</b>	<b>Método</b>
		recorriendo una sola vez cada punto y cumpliendo un ciclo cerrado	heurística elimina subtours de buena forma. Recomienda la utilización de esta heurística cuando el número de ciudades es pequeño; su tiempo de resolución puede aumentar considerablemente con el aumento de nodos	
Evaluación experimental de un modelo de programación lineal para el problema de ruteo de vehículos (VRP)	(Machuca et al., 2018)	Problema de ruteo de Vehículos (VRP) con capacidad limitada, diferentes puntos de entrega y retorno al origen	La resolución tiene una complejidad ( $O(kn)$ ), que hacen que con un rango de 40 a 50 puntos sea óptima la utilización de este método, si no se recomienda la utilización de métodos de aproximación heurísticos y metaheurísticos. Su aplicación reduce a la mitad y hasta la tercera los tiempos de entrega de mercaderías	Adopción del modelo de Baldacci et al. (2004) con programación lineal para VPR
Metaheurísticas aplicadas al Problema de Ruteo de Vehículos	(Villagra et al., 2018)	Encontrar la ruta óptima para una flota de vehículos que sirven a un conjunto de clientes, con restricciones de velocidades de vehículos,	Depende de la complejidad del problema se plantean diferentes métodos de resolución basados en metaheurísticas, destacando dos grupos, el primero es el VPR (Problema de ruteo de Vehículos) y el	Estudio literario de los métodos metaheurísticos disponibles

Autores	Autores	Problema	Efecto/Resultados	Método
		ventana de tiempo en entregas	segundo, manejo de procesos de búsqueda. Se usan las metaheurísticas para problemas de complejidad alta	

*Fuente: Realizado la autora, recopilación de varios autores mencionados en la tabla*

Para la optimización del camino más corto es posible usar la metaheurística de la colonia de hormigas o (ACO), existen trabajos recientes que utilizan este método como los realizados por Brito et al. (2015); D. Rodriguez et al. (2013), estos están apoyados en la utilización de herramientas informáticas o software para encontrar soluciones óptimas. El método se basa en la funcionalidad de la colonia de hormigas, con métodos de aprendizaje en donde se almacena el camino por donde han ido hasta llegar a su destino, con esto permite encontrar secuencias de caminos de coste mínimo. Para aplicar este tipo de métodos es necesario tener conocimientos amplios en redes neuronales, inteligencia artificial, o el uso de herramientas informáticas ya desarrolladas para estos campos (Vargas & Granado, 2016).

Existen varias soluciones tecnológicas que permiten medir la eficiencia de las rutas de transporte de carga por carretera, en el trabajo realizado por Castanedo et al. (2014) que hace referencia al uso de la plataforma “Innotransmer”, que permite optimizar las rutas, distancias entre destinos, número de paradas realizadas, consumo de combustible y velocidad promedio. Desde la perspectiva de la aplicabilidad en el desarrollo de sistemas de apoyo a la decisión (DSS), la aparición de las tecnologías de la información en el uso diario hace necesario evaluar inclusión de la API de Google Maps en el diseño de rutas (Machuca et al., 2018)

#### **1.4. CONCLUSIONES DEL CAPÍTULO**

La cadena de suministro involucra varios procesos en los que intervienen diferentes actores tanto internos como externos, estos contribuyen al objetivo de entregar un producto o servicio de calidad al cliente final. La logística está definida por varios autores como la acción de llevar una mercadería o producto desde su origen a su destino, buscando siempre la satisfacción del cliente final; para esto, es necesario



la intervención de varios procesos, entre los cuales se destaca la función logística del transporte.

Existen diferentes canales y modelos de distribución, estos pueden ser determinados de acuerdo a las necesidades del cliente y la finalidad de la empresa; es así que, para la distribución de mercancías se pueden usar diferentes tipos de transporte que dependen del medio y variables como: costos, rapidez, frecuencia, tipos de carga, entre otros.

En la planificación de rutas se definen las redes por las cuales se va a dar el servicio; para lo cual, es importante delimitar el problema de transporte al que está enfocada la empresa. Se deben considerar variables como el tiempo de transporte, el modelo de transportación, el origen y destino, las posibles restricciones de demanda, tipos de carga que se maneja y condiciones climáticas físicas de las carreteras. De acuerdo al modelo logístico que se desea manejar se selecciona el problema, destacando para transporte el problema de agente viajero, problema del camino más corto, problema clásico de transporte, problemas de flujo, de transporte con depósitos intermedio y manejo de demanda, entre otros.

Los estudios más recientes se basan en problemas complejos con la utilización de metaheurísticas por su dinámica en el tiempo, destacan modelos con demanda y modelos estocásticos, donde las variables de estudio varían de manera continua y brusca en el tiempo. Estos modelos a pesar de ser los más cercanos a la realidad establecen un estudio y conocimientos profundos en simulación, esto además del uso de herramientas y máquinas poderosas para su resolución.

## **CAPÍTULO II. ESTADO INICIAL Y DISEÑO DE RUTAS PARA LA COMPAÑÍA INTERNACIONAL DE TRANSPORTES IZA CITRAIZA S.A.**

### **2.1. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA COMPAÑÍA INTERNACIONAL DE TRANSPORTES IZA CITRAIZA S.A.**

#### **2.1.1. Antecedentes**

De acuerdo a datos públicos encontrados en la Superintendencia de Compañías (Anexo 10), la Compañía Internacional de Transportes Iza CITRAIZA S.A., fue constituida el 14 de junio del 2006 en la provincia de Cotopaxi, tiene registrada la ciudad de Saquisilí como dirección legal, su oficina matriz está ubicada en la provincia de Cotopaxi, cantón Saquisilí, en las calles Gonzáles Suárez S/N y Oriente). Por su tamaño se clasifica como pequeña empresa, en su forma jurídica colectiva se cataloga como Sociedad Anónima, su principal actividad económica es “Servicio de transporte de carga pesada”.

De acuerdo al sistema Armonizado de Nomenclatura de Carácter Económica en la sección referente al Código Industrial Internacional Uniforme (CIIU), que forma parte del servicio de transporte pesado dentro del ítem que involucra a servicio de transporte, comunicaciones y almacenamiento; la compañía, dentro de la división de transporte terrestre CIIU-I60 forma parte de la subclase CIIU-60219 (Anexo 3) que especifica el transporte terrestre de carga pesada.

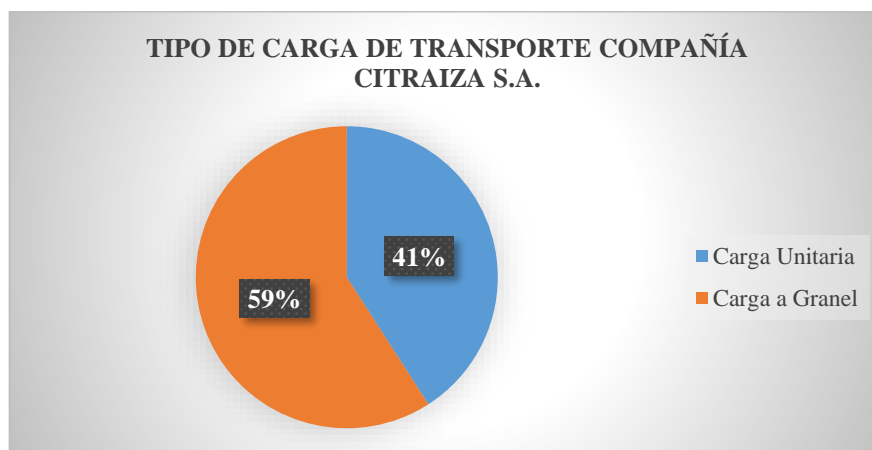
La compañía está constituida desde hace más de 14 años, en los que ha unido al país sirviendo de manera responsable, honesta y seria, ganándose la confianza de sus clientes pues, las empresas del cantón Guayas son las que mayoritariamente han puesto su confianza en los servicios de la Compañía Internacional de Transportes Iza CITRAIZA S.A. (Gerente, entrevista personal, 1 de mayo del 2020).

## 2.1.2. Información de Recursos Internos de la Compañía Internacional de Transportes Iza CITRAIZA S.A.

### 2.1.2.1. Productos y Servicios

La compañía tiene como actividad económica el transporte de carga pesada que incluye todas las actividades de transporte de carga por carretera. Está habilitada para la movilización de troncos, ganado, transporte refrigerado, carga unitaria y carga a granel (Anexo 10).

De todos estos permisos, la empresa se centra en la transportación de carga tanto a granel como unitaria, que de acuerdo a la estadística de los dos últimos años se reparten en 41% en carga suelta y 59% en carga a granel (Gerente, entrevista personal, 1 de mayo del 2020). La Figura 11, muestra de forma gráfica esta estadística.



*Figura 11. Porcentaje de transporte de los dos últimos años según el tipo de carga  
Fuente: Realizado por la autora*

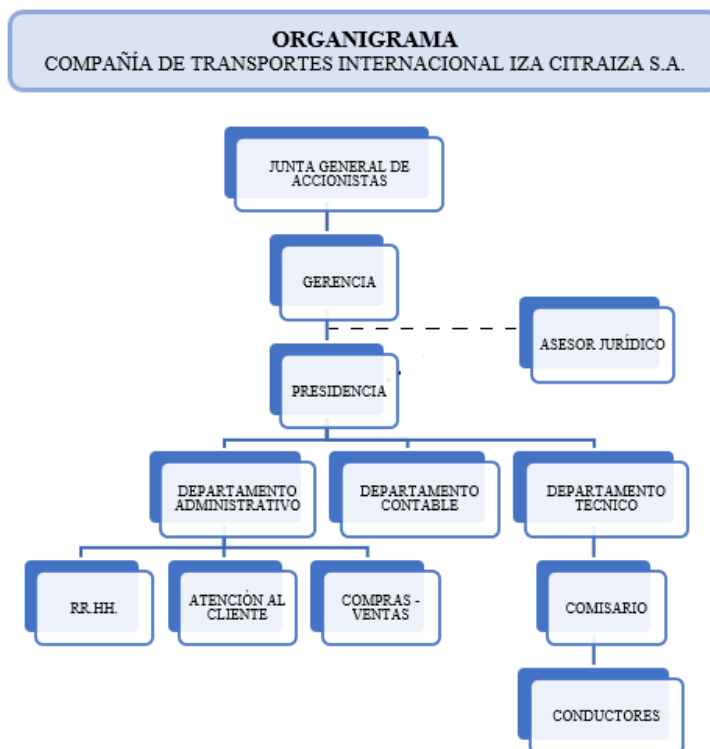
Como características del servicio que presta y de acuerdo a entrevista realizada a la Gerente de la Compañía Internacional de Transportes Iza CITARIZA S.A. (entrevista personal, 1 de mayo del 2020) resaltan:

- Transporte eficiente y responsable del producto proveniente de las bodegas de Proveedores hacia las bodegas de los Clientes finales.
- Manejo organizado del producto, tanto en bodegas de Proveedores como en bodegas de Clientes finales, clasificación de la mercadería en los vehículos con los cuidados respectivos.

- Uso adecuado de los equipos de seguridad personal tales como: casco, calzado, guantes, chalecos; por parte de los señores transportistas designados y supervisado por personal capacitado de la Compañía Internacional de Transportes Iza CITARIZA S.A.
- Seguridad del producto transportado; en este punto se recalca que, los vehículos de la Compañía Internacional de Transportes Iza CITARIZA S.A. cuentan con rastreo satelital, lo cual permite el monitoreo de la flota desde el sitio de carga hasta el lugar de destino.
- Capacidad de respuesta, voluntad de colaborar y sobre todo de prestar un servicio oportuno.
- Empatía por parte de los señores conductores de las unidades de la Compañía Internacional de Transportes Iza CITARIZA S.A., denotando una atención individualizada con nuestros colaboradores y clientes.

#### **2.1.2.2. Estructura Organizacional**

La compañía tiene una estructura organizacional de forma jerárquica y vertical como se muestra en la Figura 12., presenta 4 personas dedicadas a la parte administrativa, 20 propietarios y 15 conductores (Gerente, entrevista personal, 1 de mayo del 2020).



*Figura 12. Organigrama de la compañía CITRAIZA S.A.*

*Fuente: Elaborado por la autora en base a la documentación de la compañía*

Dentro de la estructura destacan pocos departamentos, mismos que se incluyen dentro de la parte administrativa (que se relacionan con las tareas recursos humanos, atención al cliente, compras y ventas) y contable; además, cuenta con otro departamento operativo en el que se encuentran los conductores.

### **2.1.2.3. Planificación Estratégica Actual de la Compañía Internacional de Transportes Iza CITRAIZA S.A.**

Dentro del direccionamiento organizacional existe la definición de la estrategia organizacional que la compañía en la actualidad posee como base para la toma de decisiones, así como para plantearse ventajas competitivas a largo plazo. Estas fueron obtenidas de la entrevista a la Gerente de la Compañía Internacioanl de Transportes Iza CITRAIZA S.A. (entrevista personal, 1 de mayo del 2020) y son descritas a continuación:

#### **Misión**

Ser la compañía de transporte de carga pesada más reconocida de la provincia de Cotopaxi por su calidad de servicio, experiencia y capacidad de proporcionar la

flota necesaria y renovada para nuestros clientes, siempre comprometidos con el medio ambiente y seguridad.

### **Visión**

Prestar el servicio de transporte de carga pesada de manera eficiente y segura, ofreciendo una asistencia personalizada con personal calificado en toda la línea logística que involucra nuestra compañía.

### **Valores**

- Calidad en el servicio
- Ética
- Buen ambiente laboral
- Seguridad
- Seriedad
- Cumplimiento

### **Objetivo General**

Entregar a nuestros clientes un servicio de transporte de carga pesada a nivel nacional e internacional, cumpliendo con nuestros valores.

### **Objetivos Específicos**

- Realizar planes mensuales de mantenimiento preventivo y correctivo para todas las unidades
- Capacitar al personal de operativo y administrativo de la empresa en temas relacionados a servicio al cliente, cada seis meses
- Establecer una comunicación directa con la flota de transporte y clientes finales

### **Estrategias**

- Establecer contratos de servicio de mantenimiento con talleres mecánicos en las ciudades de Guayaquil, Quito e Imbabura, que garanticen un plan de mantenimiento continuo con personal calificado y a precios competitivos.
- Contratar firmas consultoras que midan y analicen los niveles de satisfacción de nuestros clientes

- Emitir al cliente final reportes e informes en tiempo real respecto al desempeño operacional y ubicación, mediante el aplicativo del sistema de rastreo satelital con el que cuenta la compañía.

#### 2.1.2.4. Caracterización de la Flota

Todos los vehículos de la flota cumplen con revisiones periódicas y mantenimientos tanto correctivos como preventivos, con el fin de contar con todas las unidades para solventar la demanda del cliente final.

La Compañía Internacional de Transportes Iza CITRAIZA S.A. está constituida por 18 accionistas y se distribuye con 20 vehículos, que por sus características se catalogan en cinco clases (Gerente, entrevista personal, 1 de mayo de 2020). La Tabla 6, muestra el resumen de la flota donde, se especifica la cantidad de vehículos por clase y su capacidad de carga.

**Tabla 6. Unidades Operativas y Características de la flota CITRAIZA S.A.**

<b>COMPAÑÍA INTERNACIONAL DE TRANSPORTES IZA CITRAIZA S.A. UNIDADES OPERATIVAS</b>	
<b>CARACTERÍSTICAS</b>	<b>CANTIDAD</b>
Marca: Hino – GH Tipo: Sencillo Capacidad: 13,5 Toneladas Capacidad mínima: 380 sacos de balanceado de 40 Kg. Capacidad máxima: 400 sacos de balanceado de 40 Kg.	6 unidades
Marca: Hino – FM Tipo: Mula Capacidad: 17 Toneladas Capacidad mínima: 300 sacos de balanceado de 40 Kg. Capacidad máxima: 500 sacos de balanceado de 40 Kg.	8 unidades
Marca: Hino – SS1EKSA Tipo: Mula 700 Capacidad de carga: 38 Toneladas Capacidad mínima: 450 sacos de balanceado de 40 Kg. Capacidad máxima: 500 sacos de balanceado de 40 Kg.	2 unidades
Marca: Hino – GD Capacidad: 17 Toneladas Capacidad mínima: 450 sacos de balanceado de 40 Kg. Capacidad máxima: 500 sacos de balanceado de 40 Kg.	2 unidades
Marca: Chevrolet - NPR Capacidad: 4.8 Toneladas Capacidad mínima: 450 sacos de balanceado de 40 Kg. Capacidad máxima: 500 sacos de balanceado de 40 Kg.	2 unidades

**Fuente: Realizado la autora**

## **2.2. PROPUESTA DE CADENA DE SUMINISTRO PARA LA COMPAÑÍA INTERNACIONAL DE TRANSPORTES IZA CITRAIZA S.A.**

### **2.2.1. Cadena de Valor de la Compañía Internacional de Transportes Iza CITRAIZA S.A.**

Tomando en cuenta que la empresa maneja en su gran mayoría los procesos de manera empírica, es conveniente elaborar documentos de manera secuencial y organizada que permitan su desarrollo a lo largo del tiempo, enfatizandos en el mejoramiento, eficiencia y productividad; esto con el objetivo de encontrar ventajas competitivas que en un futuro permitan que la compañía se establezca en el mercado nacional e internacional.

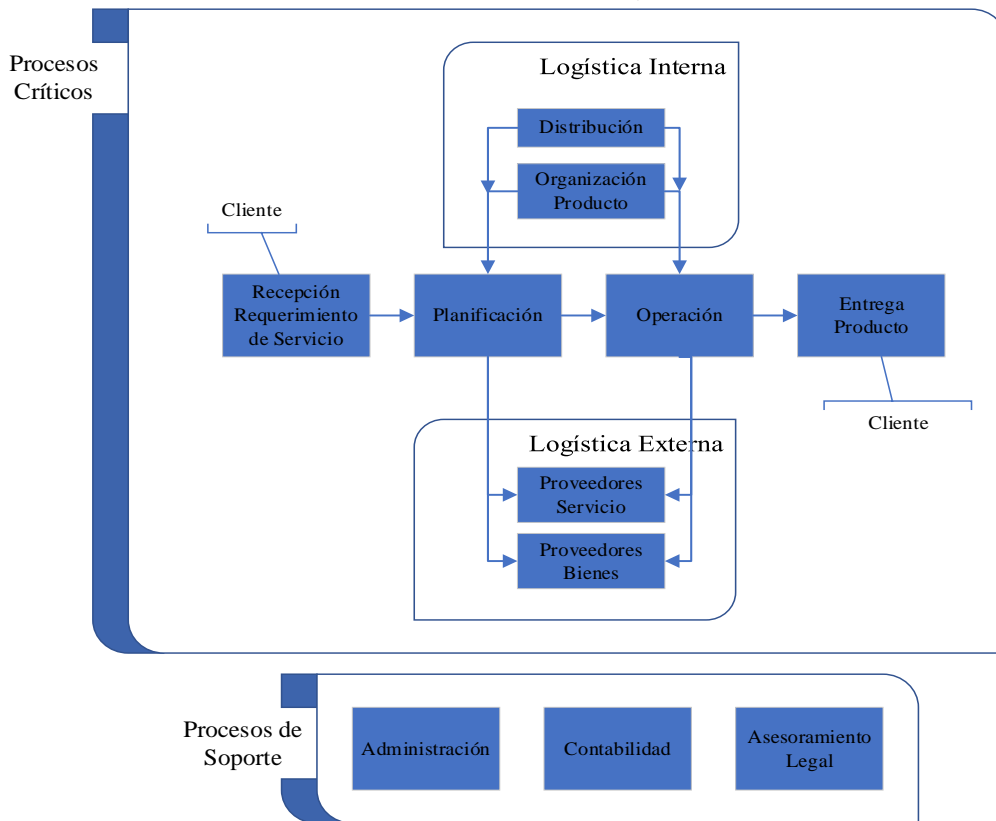
Para la elaboración de la cadena de suministro, es de gran importancia el uso de herramientas basadas en la gestión de procesos, con esto se puede hacer un análisis de los procesos actuales de la compañía para valorarlos y encontrar alternativas y soluciones a procesos en falla. Es pertinente basarse en las actividades y diferenciar las críticas, dentro de estas y en base al tema de desarrollo se hará mayor énfasis en el diseño de rutas dentro del proceso logístico de la compañía.

De esta forma, se establece la cadena de valor con los procesos en los que la compañía requiere una especial atención; para ello, se opta por usar la herramienta basada en la recopilación de la literatura, especialmente en el modelo por procesos presentado en Camacho et al. (2012) y el modelo específico de cadena de suministro expuesto por C. Cruz (2015) en el numeral 1.2.1.4; con lo cual, es factible establecer una propuesta para la cadena de valor de la compañía. La Figura 13, muestra la cadena de valor propuesta para la Compañía Internacional de Transportes Iza CITRAIZA S.A. donde se destacan los procesos principales o críticos y de soporte de la empresa.



## CADENA DE VALOR

Planificación Estratégica



*Figura 13. Esquema de Procesos de la Cadena de Valor Compañía Internacional de Transportes Iza CITRAIZA S.A.*

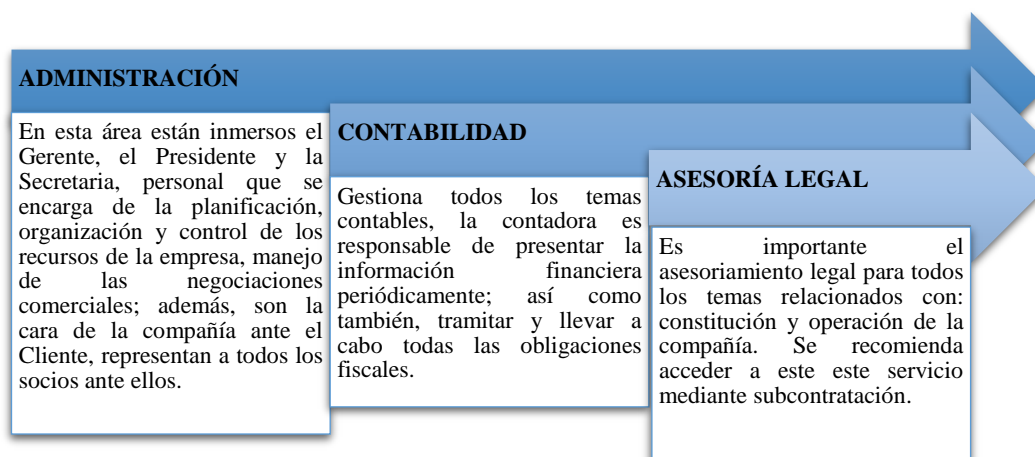
*Fuente: Realizado por la autora*

Los procesos de logística interna, transporte y logística externa se pueden definir como proceso de operación.

### **2.2.2. Descripción de los Procesos de Apoyo propuestos para la Compañía Internacional de Transportes Iza CITRAIZA S.A.**

Los procesos de apoyo se caracterizan por ser procesos de respaldo o soporte a la actividad principal de la compañía que es el transporte de carga pesada, estos se describen en la

*Figura 14.*



*Figura 14. Procesos de Apoyo - Compañía Internacional de Transportes Iza CITRAIZA S.A.*

*Fuente: Realizado por la autora*

### **2.2.3. Descripción de los Procesos Críticos Propuestos para la Compañía Internacional de Transportes Iza CITRAIZA S.A.**

#### **2.2.3.1. Ventas**

Dentro de este proceso participan el Gerente y el Presidente, y de ser necesario los socios a través de una junta extraordinaria. Consiste en ofertar los servicios y presentarlos a los clientes con la consigna de obtener contratos favorables.

Dentro de este proceso se distinguen dos subprocesos:

- Costos
- Negociación

Es importante establecer correctamente los costos; para lo cual, se debe tomar en cuenta todos los factores y procurar que sean competitivos para negociaciones más dinámicas y que resulten productivas.

#### **2.2.3.2. Operación**

Dentro del macro proceso de operación se encuentran los procesos de: logística interna, transporte y logística externa.

## **Logística Interna**

En este proceso se busca solventar todo lo relacionado a la gestión administrativa y de operaciones de los servicios, enfocándose en:

- Gestión de mantenimiento
- Planificación de servicios
- Gestión de flotas
- Gestión de rutas

Es de vital importancia para el manejo de los otros procesos la gestión adecuada de la logística interna. El presente trabajo de investigación tendrá gran incidencia en este proceso ya que se enfoca específicamente al diseño de rutas para la compañía.

## **Transporte**

En este proceso interactúan todas las planificaciones realizadas en los otros escalones de la cadena de suministro, es donde se satisface la necesidad de entrega de un producto desde un origen a un destino. En este se involucran los siguientes subprocesos:

- Carga
- Movilización
- Descarga

Todo inicia con la carga del producto, luego existe una etapa de tránsito que de acuerdo a la planificación descrita en la logística interna, el chofer se encarga de ejecutarla, para concluir con la emisión de una orden y el descargue.

## **Logística Externa**

Este proceso se lo realiza una vez concluido el proceso de transporte; comprende todo lo referente a documentación: guías de embarque y descarga, pagos a proveedores y personal que labora en la compañía. Básicamente intervienen los subprocesos de:

- Documentación
- Facturación
- Pagos

### **2.2.3.3. Servicio al Cliente**

En busca de un servicio diferenciador, es necesario poner énfasis en los procesos de servicio al cliente, que buscan dar apoyo al servicio de transporte que ofrece la compañía; es así que, el personal de la empresa acompaña al cliente desde antes que realice su pedido hasta la entrega y seguimiento.

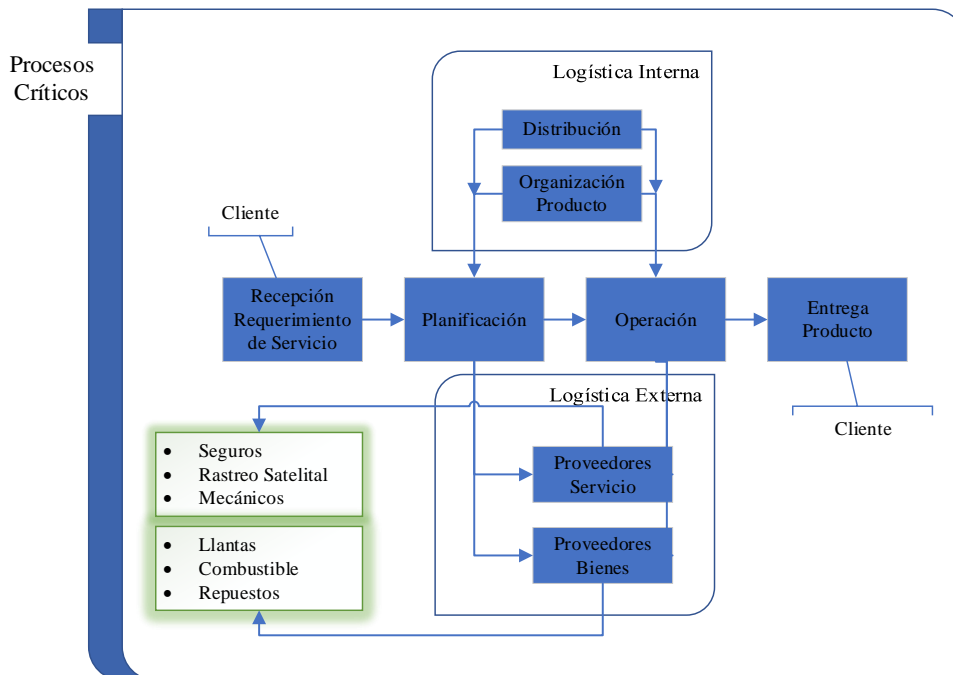
Es importante señalar que, la compañía trabaja con empresas con las que tiene contratos establecidos para tiempos amplios y varios números de viaje; por lo que, los siguientes subprocessos son necesarios realizarlos:

- Post venta
- Recepción de quejas
- Seguros

### **2.2.4. Cadena de Suministro de la Compañía Internacional de Transportes Iza CITRAIZA S.A.**

Para la concepción de la cadena de suministro de la Compañía Internacional de Transportes Iza CITRAIZA S.A. es necesario identificar todos los involucrados, tanto en procesos externos e internos, la Figura 15 muestra una propuesta de la cadena de suministro para la citada compañía, misma que se basa en la cadena de valor propuesta.

### CADENA DE SUMINISTRO



**Figura 15. Cadena de Suministro de la Compañía Internacional de Transportes Iza CITRAIZA S.A.**

**Fuente: Realizado por la autora.**

Cada proceso que la compañía posee aporta para elaborar el mapa de procesos, donde se diferencia los macroprocesos o críticos y de soporte, además de procesos y subprocesos de cada sub-clasificación. Esta información se secuencia y codifica, como se muestra en la Tabla 7.

**Tabla 7. Codificación de Procesos de la Compañía Internacional de Transportes Iza CITRAIZA S.A.**

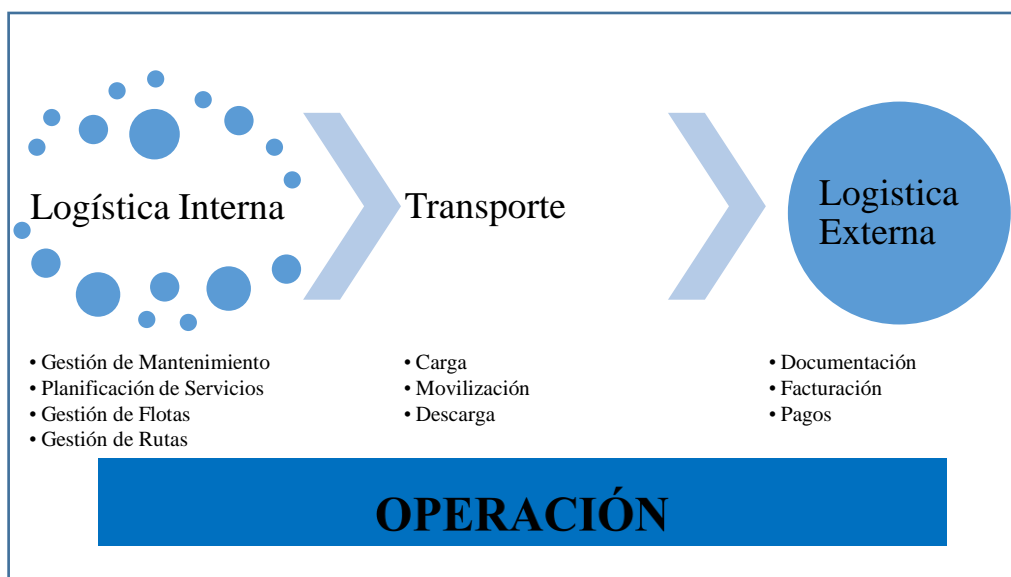
CODIFICACIÓN DE LOS NIVELES DE LOS PROCESOS						
MACROPROCESOS		PROCESOS		SUBPROCESOS		
COD	DESCRIPCIÓN	COD	DESCRIPCIÓN	COD	DESCRIPCIÓN	
01	CRÍTICOS	OPERACIÓN	01.01	VENTAS	01.01.01	COSTOS
					01.01.02	NEGOCIACIÓN
			01.02	LOGÍSTICA INTERNA	01.02.01	GESTIÓN DE MANTENIMIENTO
					01.02.02	PLANIFICACIÓN DE SERVICIOS
		01.02.03			GESTIÓN DE FLOTAS	
		01.02.04			GESTIÓN DE RUTAS	
		01.03	TRANSPORTE	01.03.01	CARGA	
				01.03.02	MOVILIZACIÓN	
				01.03.03	DESCARGA	
		01.04	LOGÍSTICA EXTERNA	01.04.01	DOCUMENTACIÓN	
				01.04.02	FACTURACIÓN	
				01.04.03	PAGOS	

CODIFICACIÓN DE LOS NIVELES DE LOS PROCESOS						
MACROPROCESOS			PROCESOS		SUBPROCESOS	
COD	DESCRIPCIÓN		COD	DESCRIPCIÓN	COD	DESCRIPCIÓN
			01.05	SERVICIO AL CLIENTE	01.05.01	POST VENTA
					01.05.02	RECEPCIÓN DE QUEJAS
					01.05.03	SEGUROS
02	SOPORTE		02.01	ADMINISTRACIÓN Y RRHH		
			02.02	CONTABILIDAD		
			02.03	LEGAL		

*Fuente: Realizado la autora*

### 2.2.5. Macroproceso de Operación

El subproceso de transporte involucra una interacción entre todos los procesos de la cadena de suministro, basa su éxito en la comunicación entre todos los que intervienen; sin embargo, su buen desempeño va de la mano principalmente con los procesos de logística interna y logística externa; por lo que, es importante hacer un análisis de cada uno para comprender y solventar el eslabón de transporte.



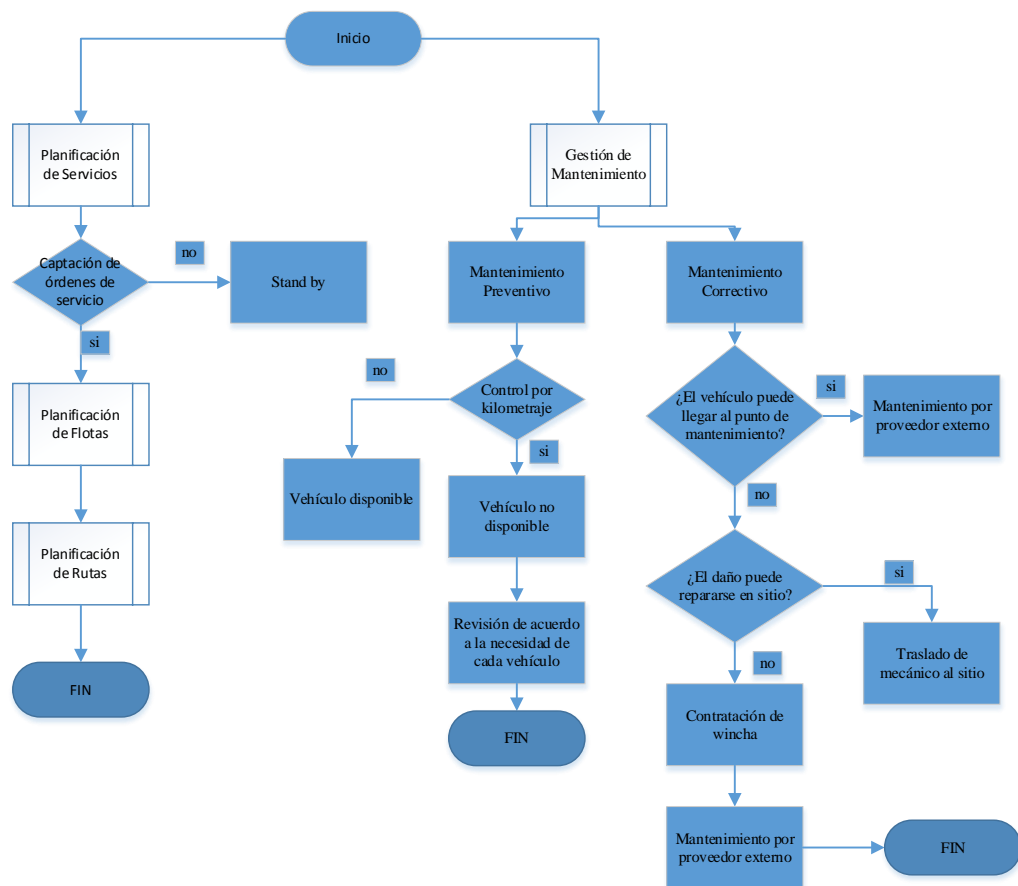
*Figura 16. Procesos Logísticos de Transporte CITRAIZA S.A.*

*Fuente: Realizado por la autora*

En la actualidad, el servicio de transporte se lo realiza de manera empírica y sin ninguna documentación específica; por lo que, se propone un diagrama de flujo con las actividades para cada una de estas etapas.

### 2.2.5.1. Propuesta de flujo para el proceso de Logística Interna

El proceso codificado como 01.02 inicia con la planificación de los servicios donde, se comienza con la orden de carga para posterior planificar y asignar los vehículos de acuerdo a las necesidades y disponibilidad, luego se realiza la planificación de las rutas por las que se va a dirigir (origen – destino) y finalmente se concluye con la asignación del presupuesto para cada ruta. Paralelamente se realiza la gestión de mantenimiento tanto preventivo como correctivo, el servicio de mecánica es externo. La Figura 17 describe paso a paso este proceso.



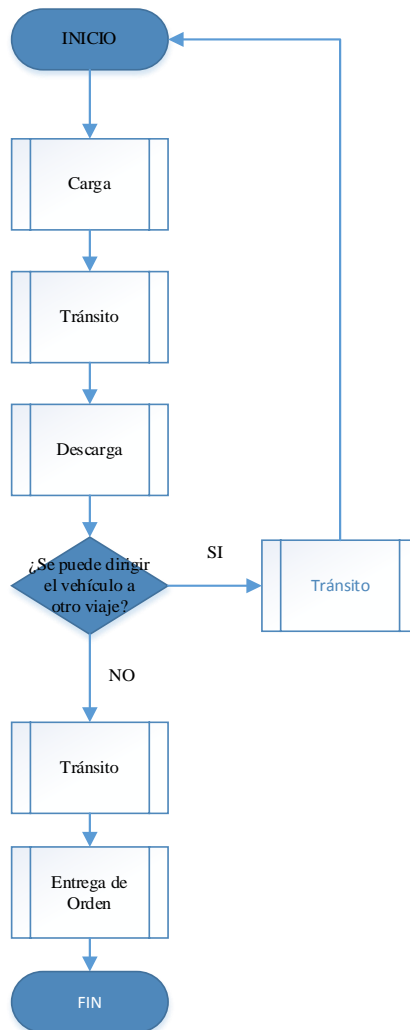
*Figura 17. Propuesta de flujo para el proceso de Logística Interna de la Compañía Internacional de Transportes Iza CITRAIZA S.A.*

*Fuente: Realizado por la autora*

### 2.2.5.2. Propuesta de flujo para el proceso de Transporte

El proceso codificado como 01.03 de transportación se basa en subprocesos de: carga, tránsito o movilización y descarga. Una vez finalizada la entrega al cliente

final, se debe analizar si se regresa al origen o puede partir a otro viaje. Este proceso se detalla en el diagrama expuesto en la Figura 18.



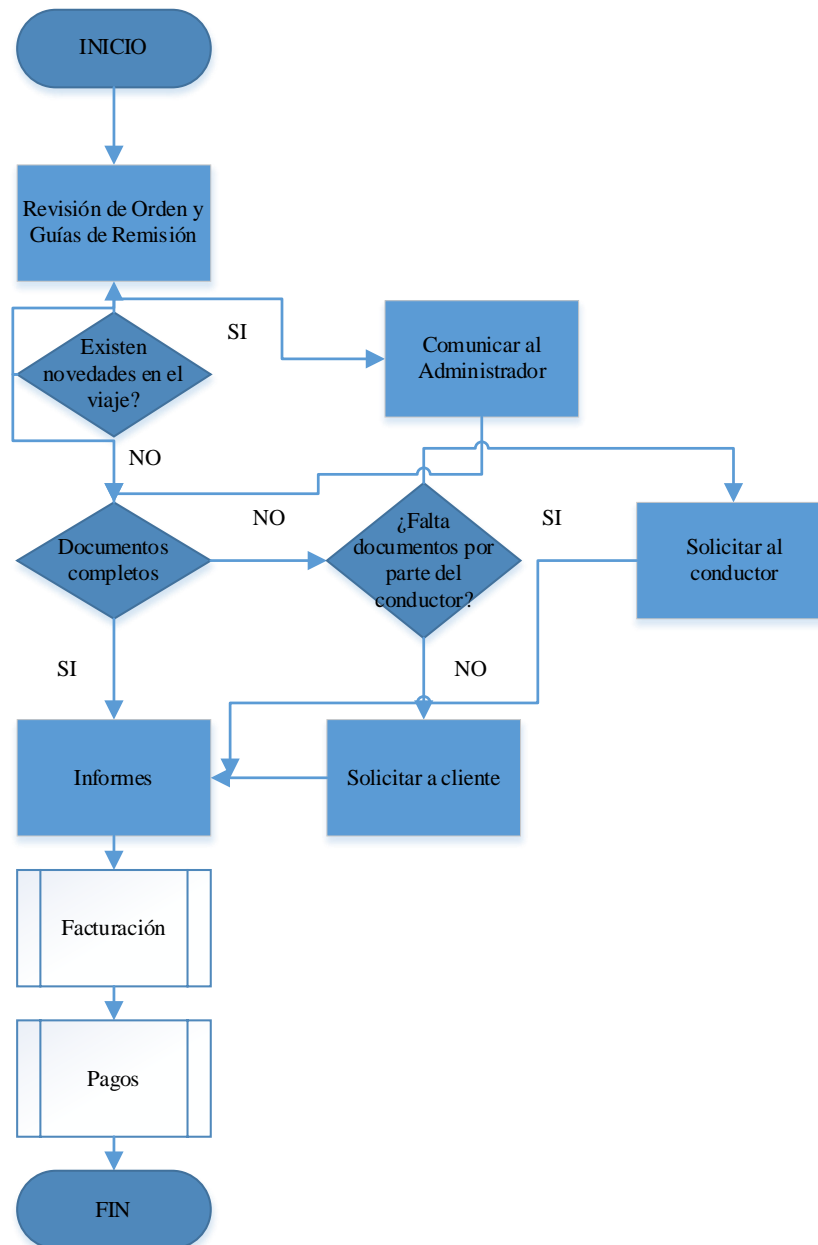
**Figura 18. Propuesta de flujo para el proceso de transporte de la Compañía de Internacional de Transportes Iza CITRAIZA S.A.**

*Fuente: Realizado por la autora*

### 2.2.5.3. Propuesta de flujo para el proceso de logística externa

Este proceso está codificado como 01.04., una vez que se complete la entrega de la carga al cliente final, es necesario realizar la documentación respectiva para poder facturar y realizar los pagos a los propietarios de los vehículos. Las guías de remisión con los datos de pesos descargados son entregadas por el conductor, si no tiene ninguna novedad se procede a la facturación; caso contrario, se informa al administrador para que pueda solventar el problema con el cliente. La Figura 19 muestra el flujo de este proceso.





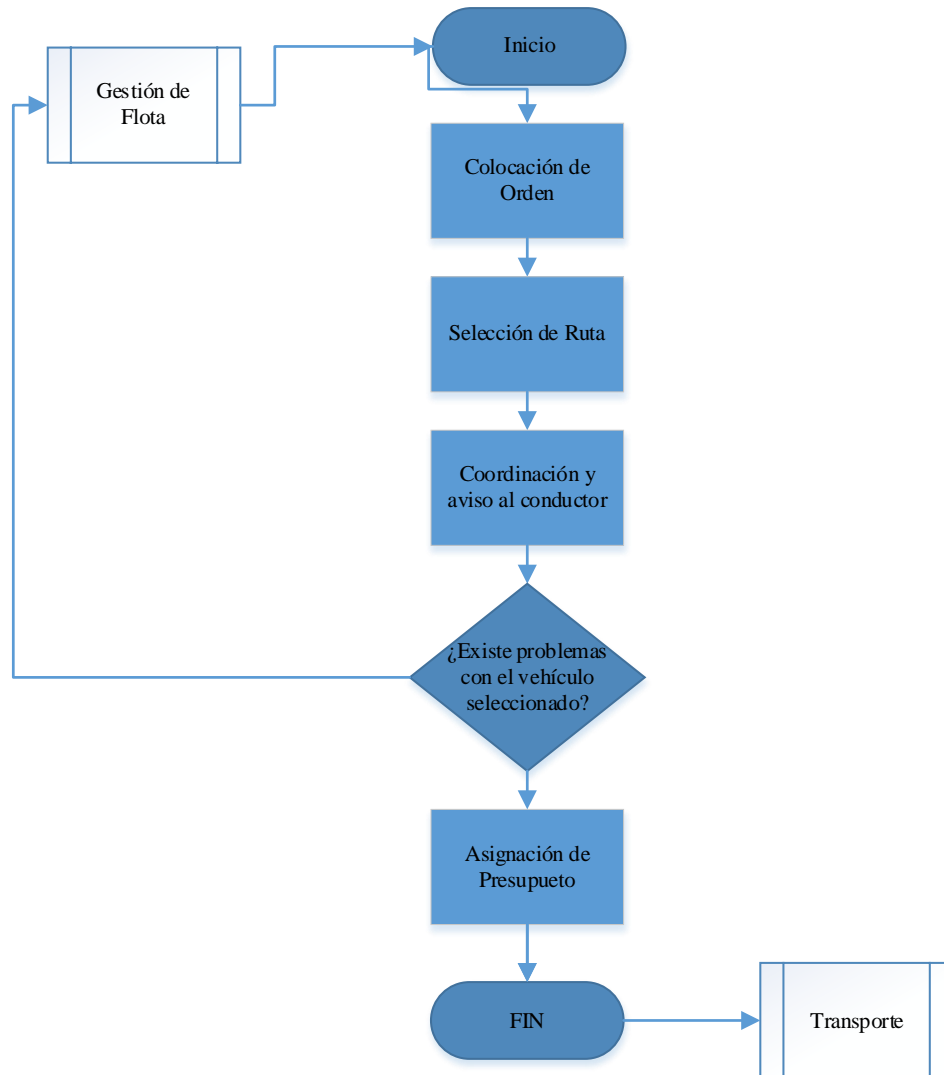
**Figura 19. Propuesta de flujo para el proceso de logística externa de la Compañía Internacional de Transportes Iza CITRAIZA S.A.**

*Fuente: Realizado por la autora*

### **2.2.6. Gestión de rutas de la Compañía Internacional de Transporte Iza CITRAIZA S.A.**

El proceso de gestión de rutas codificado como 01.02.04 de la Compañía Internacional de Transportes Iza CITRAIZA S.A. se la realiza de manera empírica y no presenta documentación al respecto; por lo que, es sustancial identificar las actividades que son parte de este proceso; en tal virtud, se propone un flujograma

que cubre los procesos inmiscuidos en la gestión de rutas, mismo que se presenta en la Figura 20.



**Figura 20. Propuesta de flujo para el subproceso de Gestión de Rutas de la Compañía Internacional de Transportes Iza CITRAIZA S.A.**

**Fuente: Realizado por la autora**

Se puede observar en la Figura 20 que el proceso de Gestión de Flotas es predecesor a la Gestión de Rutas, por lo que para dar inicio se debe establecer ya el vehículo de la flota selecto, origen y destino de la carga, todo esto en una orden. A partir de esto se realiza la selección de la ruta, se coordina el viaje con el conductor y además se asigna el presupuesto para el viaje.

## **2.3. DISEÑO DE RUTAS PARA LA COMPAÑÍA INTERNACIONAL DE TRANSPORTES IZA CITRAIZA S.A.**

### **2.3.1. Estado inicial del diseño de rutas de la Compañía Internacional de Transportes Iza CITRAIZA S.A.**

Para establecer el diagnóstico inicial de la gestión de rutas que realiza la Compañía Internacional de Transportes Iza CITRAIZA S.A., se aplicó una encuesta con la finalidad de indagar los aspectos principales del proceso actual de diseño de rutas que tiene la compañía, y saber la percepción de los conductores y propietarios de las 20 unidades operativas; el detalle a profundidad de los resultados de la encuesta se exponen en el Anexo 5.

De los resultados obtenidos de la encuesta, se establecen los siguientes datos para el diseño:

- La mayor parte de la población no conoce cómo se diseñan las rutas; además, consideran que las rutas actuales son malas en relación al tiempo, distancia y gastos por viaje.
- Ninguno de los encuestados consideró que las rutas que la compañía mantiene como principales son buenas ni muy buenas en relación a costo-tiempo-distancia.
- El 85% de los encuestados considera que se podría mejorar el sistema de rutas en tiempo-costo-distancia.
- El 60% de encuestados alguna vez han propuesto rutas alternas para circular.
- El 97.1% consideran que el factor seguridad es primordial en la selección de rutas.

Con los datos obtenidos, se determina que los conductores y dueños de los vehículos no están de acuerdo con el sistema de rutas que maneja la compañía actualmente y piensan que se podría mejorar; en tal virtud, se establece tres variables a analizar: costo, distancia y tiempo, todas estas están relacionadas a la selección y son proporcionales; además, se debe considerar que un factor sustancial es, seleccionar una ruta que no tenga muchos peligros, pues si la ruta es peligrosa se debe considerar caminos alternos.

### **2.3.2. Enfoque de variables de acuerdo al proceso de optimización y descripción metodológica**

Como punto de partida es necesario definir las reglas que rigen el transporte de mercadería de la Compañía Internacional de Transportes Iza CITRAIZA S.A., los siguientes datos se obtienen de la aplicación de la entrevista a la Gerente de la compañía (entrevista personal, 1 de mayo del 2020) y se describen a continuación:

- Cada ruta inicia en un punto de origen y termina en un depósito
- La ruta es desarrollada para toda la flota sin discriminación
- No se considera demanda
- No existen bodegas intermedias

#### **Descripción metodológica:**

Para definir las variables es necesario establecer un modelo a usar, de acuerdo a la revisión de literatura, el modelo que mejor se adapta al cumplimiento de los objetivos planteados es el problema de la ruta más corta, mismo que presenta como objetivo la minimización de la variable distancia. Para su aplicación es necesario tener claro: el conjunto de arcos de la red, establecer el origen y destino de la ruta, la cantidad de nodos (siendo 1 el origen y n el destino) y el costo que puede expresarse en función de la distancia o tiempo entre dos nodos contiguos.

Estas variables van a cambiar de acuerdo a la ruta específica; para lo cual, se definen las posibles rutas con el uso de la herramienta Google Maps, misma que permite establecer todos los caminos posibles y viables, y las ciudades principales a recorrer que parten de un origen 1 y lleguen a un destino n; tanto los caminos como ciudades se transportan a un grafo y se traducen a arcos y nodos para el diseño. Las distancias entre nodos son también establecidas con la herramienta de Google pues, proporciona distancias establecidas por carreteras y caminos reales.

La resolución de cada problema, se realizará con el apoyo de herramientas informáticas como es el Solver de Excel, con el modelo simplex de programación lineal, el cual permite optimizar la variable distancia en cada una de las rutas y por cada grafo generado.

Para una mejor comprensión del diseño es importante definir los tres tipos de rutas a usar:

- Ruta actual: Ruta que actualmente la compañía utiliza para trasladarse de un origen a un destino
- Ruta óptima: Ruta con menos recorrido que se consigue al aplicar el modelo de la ruta más corta con el método Simplex de programación lineal
- Ruta alterna: Segunda mejor solución al aplicar una restricción a la ruta óptima.

Con el procedimiento descrito, se obtiene la ruta óptima que define la sumatoria de los arcos cuyo resultado es la menor distancia recorrida para un trayecto o viaje. Para obtener las rutas alternas se propone que previo a su diseño, se consideren datos proporcionados por el Servicio Integrado de Seguridad ECU-911 referente a: estado, condiciones climáticas, flujo vehicular, restricciones y seguridad; cabe indicar que, la información de la fuente mencionada es actualizada constantemente; en caso de no encontrarse novedades, se establece una condición de restricción para la ruta óptima, para que la ruta alterna se considere la segunda mejor solución.

Una vez obtenidos los datos, se analiza la ruta actual, la ruta óptima y la ruta alterna, con el fin de establecer diferencias en gastos y distancias recorridas.

### **2.3.3. Identificación de las rutas actuales**

Para la obtención de la información sobre las rutas actuales que cubre la compañía, de manera general se creó un instrumento de observación, cuyo detalle a profundidad se expone en el Anexo 6.; con el instrumento citado, se busca identificar el origen y destino de las rutas de acuerdo a lo ofertado por la Compañía Internacional de Transportes Iza CITRAIZA S.A.; además, permite conocer el estado de las vías de las rutas actuales, la seguridad de tránsito y la frecuencia de viajes por cada ruta. El instrumento de la referencia se aplicó a todo el personal de la compañía (administrativos, choferes, propietarios), con la información obtenida es posible generar un ruteo global inicial, la síntesis de este se muestra en la Tabla 8.

**Tabla 8. Rutas actuales de la Compañía Internacional de Transportes Iza CITRAIZA S.A.**

N°	ORIGEN	DESTINO	RUTA ACTUAL	DESCRIPCIÓN BREVE RUTA	N° PEAJES	DISTANCIA RECORRIDA (km)	ESTADO	PELIGRO EN LA VÍA (SI / NO)	FRECUENCIA MENSUAL (# VIAJES)
1	GYE	MANTA	Vía la Cadena - Jipijapa – Manta	Fallas geológicas	3	211	Buena	SI (robos y asaltos)	20
2	GYE	ESMERALDAS	Vía Sto. Domingo - La Concordia – Esmeraldas	Fallas geológicas	3	408	Buena	SI (robos y asaltos)	12
3	GYE	IBARRA	Vía Esmeraldas - San Lorenzo – Ibarra	Desolada	3	779	Buena	SI (robos y asaltos)	12
4	GYE	NANEGALITO	Vía Daule - La Concordia – Nanegalito	Plano, cuesta arriba	3	449	Buena	SI (excesivo tráfico de transporte - peligro de colisión)	12
5	GYE	QUITO	Vía Ventanas - Sto. Domingo – Quito	Plano, cordillera	4	426,7	Buena	SI (excesivo tránsito - peligro de colisión - derrumbes)	12
6	GYE	LATACUNGA	Vía Daule - Sto. Domingo - Machachi – Latacunga	Plano, cordillera	4	447	Buena	SI (excesivo tránsito - peligro de colisión - derrumbes)	12
7	GYE	RIOBAMBA	Vía Triunfo - Bucay - Riobamba	Plano, cordillera, nublado	2	230	Mala	SI (excesivo tránsito - peligro de colisión - derrumbes)	16

**Fuente: Realizado la autora**

### 2.3.4. Diseño de rutas óptimas de la Compañía Internacional de Transportes Iza CITRAIZA S.A.

El diseño de rutas de la Compañía Internacional de Transportes Iza CITRAIZA S.A. de acuerdo con el modelo propuesto para resolver la ruta más corta a través de un método lineal y usando la herramienta Solver de Excel se debe considerar cuatro pasos principales, esto en función a la revisión de literatura:

1. Definir las variables:

- Distancia (km) a recorrer en la ruta

2. Definir las restricciones:

- $\sum_{i:(i,1) \in A} X_{i1} - \sum_{j:(1,j) \in A} X_{1j} = -1$
- $\sum_{i:(i,k) \in A} X_{ik} - \sum_{j:(j,k) \in A} X_{kj} = 0, k \in N \setminus \{1, n\}$
- $\sum_{i:(i,1) \in A} X_{in} - \sum_{j:(n,j) \in A} X_{nj} = 1$

La respuesta debe expresarse en forma binaria (0-1)

3. Definir la función objetivo

- $Min z = \sum_{(i,j) \in A} c_{ij} x_{ij}$

Sujeto a:

$$\sum_{i:(i,1) \in A} X_{i1} - \sum_{j:(1,j) \in A} X_{1j} = -1$$

$$\sum_{i:(i,k) \in A} X_{ik} - \sum_{j:(j,k) \in A} X_{kj} = 0, k \in N \setminus \{1, n\}$$

$$\sum_{i:(i,1) \in A} X_{in} - \sum_{j:(n,j) \in A} X_{nj} = 1$$

El resultado es un número binario

Donde:

- A – conjunto de arcos de la red
- (i,j) – arco con origen en el nodo i y fin en el nodo j
- Cij – costo del arco (i,j)
- Xij – 1 si el arco (i,j) pertenece al camino; 0 caso contrario

- N – Conjunto de nodos {1.....n}
- Nodo de origen 1
- Nodo destino n

#### 4. Resolver en el Solver de Excel aplicando el método simplex

Para el problema del análisis, se procede a elaborar una tabla con las rutas establecidas y los pesos que representan las distancias en kilómetros que se desea aplicar el Solver de Excel para la obtención del valor mínimo a través del método simplex.

Por tanto, la ruta se obtiene de forma automática, donde: la función es “a optimizar” de tipo “minimización”; además, se establece las condiciones, mismas que están determinadas por un número binario (1 o 0) y que parten de un origen 1 y llegar al destino -1.

El Anexo 13, detalla paso a paso el diseño de la ruta óptima o de menor distancia que se obtiene al aplicar el modelo de la ruta más corta, para cada grafo o red de los 7 orígenes y destinos que la compañía CITRAIZA S.A. presenta actualmente.

#### **2.3.4.1. Resumen Diseño de rutas de la Compañía Internacional de Transportes Iza CITRAIZA S.A.**

El diseño de rutas otorga datos de: distancia, tiempo, costos extra, estado de las vías y peligros; estos datos son divididos para las rutas óptimas, rutas alternas (segunda mejor opción) y rutas actuales de la compañía.

Es importante señalar que, el costo extra de 0,50 dólares es un dato proporcionado por la empresa, valor que de acuerdo a lo indicado por la Gerente de la Compañía Internacional de Transportes Iza CITRAIZA S.A. (entrevista personal, 1 de mayo del 2020) fue determinado mediante un análisis de costos interno en el que se consideró rubros como: consumo de diesel, desgaste de neumáticos, mantenimiento, desgaste del vehículo, entre otros.

Las siete redes que cubre la Compañía Internacional de Transportes Iza CITRAIZA S.A. se detallan en la Tabla 9, misma que consta de 17 campos que son descritos a continuación:



- Origen: Lugar de partida del viaje, se considera como el nodo 0 en la red.
- Destino: Lugar de destino, nodo final del recorrido.
- Definición de Ruta (RA-RO-RAL): Se establece siglas para identificar RA(ruta actual), RO(ruta óptima), RAL(ruta alterna); las definiciones de estos tres elementos se encuentran en el apartado 1.2.3.2 (Enfoque de variables de acuerdo al proceso de optimización y descripción metodológica)
- Recorrido (nodos): Ciudades o nodos por los que recorre en la ruta seleccionada.
- Media de velocidad (km/h): Velocidad media de los camiones expresada en kilómetros/hora.
- Tiempo adicional (min): Tiempo adicional que toma seleccionar otra ruta, con respecto a la ruta óptima; expresada en minutos.
- Recorrido (km): Distancia total de la ruta, expresada en kilómetros
- Recorrido adicional (km): Distancia adicional que toma seleccionar otra ruta, con respecto a la ruta óptima; expresada en kilómetros.
- Costo km adicional (USD): Se considera 0.5 centavos (dato proporcionado por la compañía).
- Total recorrido adicional (USD): Producto de Recorrido adicional y Costo km adicional.
- Número de peajes: Cantidad de peajes en la ruta seleccionada.
- Costo peaje (USD): Costo de peaje para camiones de dos ejes.
- Total Peajes (USD): Producto de Número de peajes por Costo peaje
- Total (USD): Suma de Total de recorrido adicional y Total de Peajes
- Diferencia Costos (USD): Diferencia de gastos en relación a la ruta óptima por viaje.
- Estado: Representa el estado de las vías de la ruta seleccionada.
- Peligro: Representa el peligro de la ruta.

**Tabla 9. Diseño de las rutas de la Compañía Internacional de Transportes Iza CITRAIZA S.A.**

Origen	Destino	Definición de Ruta (RA-RO-RAL)	Recorrido (nodos)	Media de velocidad (km/h)	Tiempo adicional (min)	Recorrido (km)	Recorrido adicional (km)	Costo km adicional (USD)	Total recorrido adicional (USD)	Número de peajes	Costo peaje (USD)	Total Peajes (USD)	Total (USD)	Diferencia Costos (USD)	Estado	Peligro
Guayaquil	Manta	Ruta Actual/Óptima	Guayaquil-Pedro Carbo-Paján-Jipijapa-Montecristi-Manta	50	0	211	0	\$ 0,50	\$ -	3	\$ 3,00	\$ 9,00	\$ 9,00	\$ -	Buena	vía desolada
		Ruta Alternativa	Guayaquil-Zapotal-Monte Verde-Puerto Cayo-Manta	50	120	311	100	\$ 0,50	\$ 50,00	0	\$ 3,00	\$ -	\$ 50,00	\$ 41,00	Buena	vía desolada
Guayaquil	Esmeraldas	Ruta Actual/Óptima	Guayaquil-Quevedo-Santo Domingo-Esmeraldas	50	0	408	0	\$ 0,50	\$ -	3	\$ 3,00	\$ 9,00	\$ 9,00	\$ -	Buena	vía desolada
		Ruta Alternativa	Guayaquil-Daule-Montecristi-San Jacinto-Pedernales-Esmeraldas	50	186	563,1	155,1	\$ 0,50	\$ 77,55	1	\$ 3,00	\$ 3,00	\$ 80,55	\$ 71,55	Buena	vía desolada
Guayaquil	Ibarra	Ruta Óptima	Guayaquil-Babahoyo-Balzapamba-Ambato-Latacunga-Aloag-Ibarra	50	0	528,7	0	\$ 0,50	\$ -	4	\$ 3,00	\$ 12,00	\$ 12,00	\$ -	Buena	vía desolada - neblina

Origen	Destino	Definición de Ruta (RA-RO-RAL)	Recorrido (nodos)	Media de velocidad (km/h)	Tiempo adicional (min)	Recorrido (km)	Recorrido adicional (km)	Costo km adicional (USD)	Total recorrido adicional (USD)	Número de peajes	Costo peaje (USD)	Total Peajes (USD)	Total (USD)	Diferencia Costos (USD)	Estado	Peligro
		Ruta Alternativa	Guayaquil-Babahoyo-Quevedo-Santo Domingo-Aloag-Ibarra	50	8	535,5	6,8	\$ 0,50	\$ 3,40	4	\$ 3,00	\$ 12,00	\$ 15,40	\$ 3,40	Buena	derrumbes
		Ruta Actual	Vía Esmeraldas - San Lorenzo - Ibarra	50	300	779	250,3	\$ 0,50	\$ 125,15	3	\$ 3,00	\$ 9,00	\$ 134,15	\$ 122,15	Buena	vía desolada
Guayaquil	Nanegalito	Ruta Óptima	Guayaquil-Babahoyo-Quevedo-Santo Domingo-San Miguel de los Bancos-Nanegalito	50	0	385,8	0	\$ 0,50	\$ -	3	\$ 3,00	\$ 9,00	\$ 9,00	\$ -	Buena	vía desolada
		Ruta Alternativa	Guayaquil-Balzar-Quevedo-Santo Domingo-San Miguel de los Bancos-Nanegalito	50	19	402	16,2	\$ 0,50	\$ 8,10	2	\$ 3,00	\$ 6,00	\$ 14,10	\$ 5,10	Buena	vía desolada
		Ruta Actual	Vía Daule - La Concordia - Nanegalito	50	76	449	63,2	\$ 0,50	\$ 31,60	3	\$ 3,00	\$ 9,00	\$ 40,60	\$ 31,60	Buena	derrumbes

Origen	Destino	Definición de Ruta (RA-RO-RAL)	Recorrido (nodos)	Media de velocidad (km/h)	Tiempo adicional (min)	Recorrido (km)	Recorrido adicional (km)	Costo km adicional (USD)	Total recorrido adicional (USD)	Número de peajes	Costo peaje (USD)	Total Peajes (USD)	Total (USD)	Diferencia Costos (USD)	Estado	Peligro
Guayaquil	Quito	Ruta Óptima	Guayaquil-Babahoyo-Balzapamba-Ambato-Latacunga-Aloag-Quito	50	0	419,9	0	\$ 0,50	\$ -	4	\$ 3,00	\$ 12,00	\$ 12,00	\$ -	Buena	vía desolada - neblina
		Ruta Actual/Ruta Alterna	Guayaquil-Babahoyo-Quevedo-Santo Domingo-Tandapi-Aloag-Quito	50	8	426,7	6,8	\$ 0,50	\$ 3,40	4	\$ 3,00	\$ 12,00	\$ 15,40	\$ 3,40	Buena	derrumbes
Guayaquil	Latacunga	Ruta Óptima	Guayaquil-Babahoyo-Balzapamba-Ambato-Latacunga-Aloag-Quito	50	0	312,8	0	\$ 0,50	\$ -	4	\$ 3,00	\$ 12,00	\$ 12,00	\$ -	Buena	vía desolada - neblina
		Ruta Alterna	Guayaquil-Cumandá-Ambato-Latacunga	50	19	328,5	15,7	\$ 0,50	\$ 7,85	3	\$ 3,00	\$ 9,00	\$ 16,85	\$ 4,85	Mala	vía desolada
		Ruta Actual	Vía Daule - Sto. Domingo - Machachi - Latacunga	50	161	447	134,2	\$ 0,50	\$ 67,10	4	\$ 3,00	\$ 12,00	\$ 79,10	\$ 67,10	Buena	derrumbes

Origen	Destino	Definición de Ruta (RA-RO-RAL)	Recorrido (nodos)	Media de velocidad (km/h)	Tiempo adicional (min)	Recorrido (km)	Recorrido adicional (km)	Costo km adicional (USD)	Total recorrido adicional (USD)	Número de peajes	Costo peaje (USD)	Total Peajes (USD)	Total (USD)	Diferencia Costos (USD)	Estado	Peligro
Guayaquil	Riobamba	Ruta Actual/Óptima	Guayaquil-Virgen de Fátima-Cumandá-Riobamba	50	0	230	0	\$ 0,50	\$ -	2	\$ 3,00	\$ 6,00	\$ 6,00	\$ -	Mala	vía desolada
		Ruta Alternativa	Guayaquil-Yaguachi-Naranjito-Cumandá-Riobamba	50	5	234,1	4,1	\$ 0,50	\$ 2,05	2	\$ 3,00	\$ 6,00	\$ 8,05	\$ 2,05	Mala	vía desolada

*Fuente: Realizado por la autora*

Con los resultados obtenidos de las rutas resultantes del diseño expuestas en la Tabla 9 y al considerar las frecuencias de viajes, se analiza el gasto mensual en relación a recorridos extras y peajes adicionales que incurren en las rutas que actualmente maneja la compañía; esto con el fin de establecer el ahorro mensual que CITRAIZA S.A. tendría al utilizar las rutas óptimas diseñadas. Los valores obtenidos del análisis se detallan en la Tabla 10.

**Tabla 10. Ahorro mensual proyectado al usar las rutas óptimas diseñadas para la Compañía Internacional de Transportes Iza CITRAIZA S.A.**

Origen	Destino	Definición de Ruta (RA-RO-RAL)	Recorrido (nodos)	Diferencia Costos/ Viaje (USD)	Frecuencia/Mes	Valor adicional/mes (USD)
Guayaquil	Manta	Ruta Actual/Óptima	Guayaquil-Pedro Carbo-Paján-Jipijapa-Montecristi-Manta	\$ 0,00	20	\$ 0,00
Guayaquil	Esmeraldas	Ruta Actual/Óptima	Guayaquil-Quevedo-Santo Domingo-Esmeraldas	\$ 0,00	12	\$ 0,00
Guayaquil	Ibarra	Ruta Actual	Vía Esmeraldas - San Lorenzo - Ibarra	\$ 122,15	12	\$ 1.465,80
Guayaquil	Nanegalito	Ruta Actual	Vía Daule - La Concordia - Nanegalito	\$ 31,60	12	\$ 379,20
Guayaquil	Quito	Ruta Actual	Guayaquil-Babahoyo-Quevedo-Santo Domingo-Tandapi-Aloag-Quito	\$ 3,40	12	\$ 40,80
Guayaquil	Latacunga	Ruta Actual	Vía Daule - Sto. Domingo - Machachi - Latacunga	\$ 67,10	12	\$ 805,20
Guayaquil	Riobamba	Ruta Actual/Óptima	Guayaquil-Virgen de Fátima-Cumandá-Riobamba	\$ 0,00	16	\$ 0,00
<b>Total Ahorro Mensual</b>						<b>\$2.691,00</b>

*Fuente: Realizado por la autora*

### 2.3.5. Análisis de resultados

El análisis de los resultados del diseño de rutas de Compañía Internacional de Transportes Iza CITRAIZA S.A. se enfoca en relacionar las distancias recorridas, costos y tiempos que generan las 7 redes por las que transita las unidades de la

compañía para la prestación del servicio de transporte; lo que, permite evaluar la ruta óptima, la alterna (segunda mejor opción) y la ruta que recorre actualmente.

1. Para cubrir la ruta Guayaquil – Manta se proponen dos rutas: la actual es (Guayaquil-Pedro Carbo-Paján-Jipijapa-Montecristi-Manta) mientras que la alterna es (Guayaquil-Zapotal-Monte Verde-Puerto Cayo-Manta). Estas dos presentan las siguientes características en relación a distancia y tiempo:

- Tienen una diferencia en la distancia de recorrido de 100 km, que traducidos a tiempo a una velocidad media de 50km/h equivale a 120 minutos.

Para la selección de la mejor ruta además de la distancia es importante verificar los costos adicionales, el peligro y estado de las vías que involucran la selección de una de las dos rutas. De esta manera, en gastos generados se tiene que:

- El gasto por peajes es cero en la ruta alterna pues, no presenta peajes; mientras que, la ruta actual que es igual a la ruta óptima, genera un gasto de 9.00 dólares por concepto de 3 peajes.
- En gastos generados por kilómetros adicionales de recorrido, el circular por la ruta alterna tiene un costo adicional de 50.00 dólares.

Después de ponderar el costo generado por la distancia recorrida extra y considerar que las dos rutas se encuentran en buen estado, se conserva la ruta óptima como la mejor; sin embargo, en caso de existir algún problema vial en esta ruta, es conveniente considerar la ruta alterna con un gasto mayor que oscila entre los 41.00 dólares.

2. En la ruta Guayaquil – Esmeraldas existen dos rutas sugeridas, la ruta óptima que a la vez es la que usa actualmente la compañía, y pasa por los nodos (Guayaquil-Quevedo-Santo Domingo-Esmeraldas) y la alterna (Guayaquil-Daule-Montecristi-San Jacinto-Pedernales-Esmeraldas). En relación a distancia recorrida se caracterizan por:

- La ruta alterna recorre 155,1 km adicionales, lo que en tiempo a una velocidad de 50km/h es equivalente a 186 minutos extra.

Además, se pondera los costos de la siguiente manera:

- La ruta óptima tiene dos peajes extra que se traducen a 6,00 dólares adicionales.
- El costo por kilómetros adicionales de la ruta alterna es de 77,55 dólares.

Ambas carreteras se encuentran en buen estado y conllevan peligros de robos y asaltos; sin embargo, frente a eventualidades en la ruta óptima resulta conveniente optar por la ruta alterna; al considerar la ruta alterna como desolada, es necesario mantener medidas de seguridad como restringir el horario de tránsito u organizar viajes en conjunto para sí garantizar cumplir con el servicio al cliente final.

3. En la ruta Guayaquil – Ibarra, existen tres rutas para analizar, siendo la óptima la que cruza por los nodos (Guayaquil-Babahoyo-Balzapamba-Ambato-Latacunga-Aloag-Ibarra); la alterna, al aplicar una restricción de cruce por Balzapamba surge la ruta (Guayaquil-Babahoyo-Quevedo-Santo Domingo- Aloag- Ibarra), y como tercera opción, la ruta que actualmente transita la compañía que presenta el siguiente recorrido (Vía Esmeraldas - San Lorenzo – Ibarra). En relación a distancias y tiempos en cada red se tiene que:

- La diferencia de recorrido es de 6,8 km mayor en la ruta alterna y 250,3 km mayor en la ruta actual con relación a la ruta óptima.
- Las distancias convertidas a tiempos con una velocidad media de 50km/h son 8 minutos adicionales en la ruta alterna y 300 minutos adicionales en la ruta actual con relación a la ruta óptima.

En costos adicionales por viajes se tiene:

- La ruta óptima y la ruta alterna generan por concepto de peajes un gasto de 12,00 dólares; mientras que, la ruta actual presenta un gasto de 9,00 dólares.
- En costos por distancia extra recorrida se tiene que, la ruta alterna genera un gasto de 3,4 dólares adicionales y la ruta actual presenta un gasto de 125,15 dólares en relación a la ruta óptima.



Por lo tanto, con la aplicación de la ruta óptima se puede tener un ahorro de 112,15 dólares con relación a la ruta que actualmente las unidades de la compañía recorren.

4. La ruta Guayaquil – Nanegalito, en referencia a esta ruta, actualmente la compañía utiliza para este viaje la vía que pasa por (Vía Daule - La Concordia - Nanegalito ); al considerar que la ruta de la referencia tiene algunos arcos que permiten establecer rutas alternas de acuerdo a la necesidad, resulta como ruta óptima la comprendida entre las ciudades (Guayaquil-Babahoyo-Quevedo-Santo Domingo-San Miguel de los Bancos-Nanegalito), y como alterna en caso de un cierre en el trayecto Guayaquil-Babahoyo, la ruta (Guayaquil-Balzar-Quevedo-Santo Domingo-San Miguel de los Bancos-Nanegalito). En relación a distancias y tiempos se tiene:

- La distancia recorrida extra de la ruta alterna es de 16,2 km; mientras que, la ruta actual recorre 63,2 km más en relación a la ruta óptima.
- Al considerar 50km/h como velocidad media de los camiones, el tiempo adicional de la ruta alterna es de 19 minutos y de la ruta actual es de 76 minutos con relación a la ruta de menor distancia

Al considerar los gastos adicionales de transitar por las vías determinadas, se tiene:

- Existe un gasto adicional de 5,11 dólares en la ruta alterna y de 31,60 dólares en la ruta actual, esto con relación a la ruta óptima.

Posterior al análisis de las tres alternativas se determina que, al cambiar la ruta actual por la ruta alterna se estaría generando un ahorro de 31,6 dólares. De igual forma, al considerar que las tres vías están en buen estado y conllevan peligro, la primera por mayor tráfico, la segunda por ser una vía desolada y en la que actualmente circulan existen derrumbes constantes, permite establecer la ruta de menor recorrido como óptima.

5. La ruta seleccionada para cubrir el viaje Guayaquil – Quito de acuerdo al diseño de la ruta más corta es (Guayaquil-Babahoyo-Balzapamba-Ambato-Latacunga-Aloag-Quito), mientras que la ruta (Guayaquil-Babahoyo-Quevedo-Santo Domingo- Tandapi-Aloag- Quito) es la que actualmente la

compañía utiliza para cubrir esta red. En relación a distancias, tiempos y gastos se tiene:

- La ruta óptima tiene 6,8 km de recorrido menos que la ruta actual
- En relación al tiempo, al considerar una velocidad media de 50km/h, la ruta actual tiene 8 minutos adicionales de recorrido en referencia a la ruta óptima.
- Incurrir la ruta óptima en un gasto menor en 3,4 dólares por concepto de peajes y costo por km adicionales en referencia a la ruta actual.

Del análisis se concluye que, la ruta determinada con el diseño de la ruta más corta es la ideal; sin embargo, es importante considerar que, la ruta óptima es desolada y tiene neblina muy densa en el transcurso de Balzapamba-Ambato; por lo que, esta ruta es recomendable usar para viajes en el día, mientras que la alterna puede ser programada para viajes en la noche.

6. Para el traslado de Guayaquil a Latacunga, la vía con menos recorrido es la que cubre la ruta (Guayaquil-Babahoyo-Balzapamba-Ambato-Latacunga), la segunda alternativa es la que pasa por (Guayaquil-Cumandá-Ambato-Latacunga) y la ruta que actualmente usa la compañía no coincide con estas dos, esta recorre (Vía Daule - Sto. Domingo - Machachi - Latacunga). En función a la distancia y tiempo se puede citar:

- La ruta alterna recorre 15,7 km adicionales y la ruta actual 134,2 km en relación a la ruta óptima.
- En tiempo, la ruta alterna recorre 19 minutos más y la ruta actual 161 minutos adicionales con relación a la ruta óptima.

Al considerar los gastos adicionales de trasladarse por las rutas señaladas, se obtiene que:

- Existe un gasto adicional de 4,85 dólares en la ruta alterna y 67,10 dólares en la ruta actual, esto con relación a la ruta óptima.

Sobre el análisis y adicionalmente al considerar que, la ruta por Cumandá no se encuentra en buen estado, resulta mejor circular por la ruta Balzapamba (ruta óptima), lo que genera un ahorro de 67,10 dólares por viaje en relación a la ruta que actualmente tiene la compañía.

7. La ruta actual para la circulación de Guayaquil a Riobamba concuerda con la ruta óptima; sin embargo, al relacionar la ruta óptima y la ruta alterna, se puede establecer que son muy parecidas en costo de traslado y distancia recorrida pues, apenas distan en 4,1 km, esto constituye un gasto adicional de 2,5 dólares; además, ambas rutas se consideran desoladas y no están en buen estado; por lo que, resulta conveniente considerar la ruta (Guayaquil-Virgen de Fátima-Cumandá-Riobamba) como la mejor; pero, de existir algún problema en esta ruta, se puede elegir la ruta alterna (Guayaquil-Yaguachi-Naranjito-Cumandá-Riobamba) sin que esto conlleve una gran diferencia en referencia a distancia, tiempo y gastos.

## **2.4. CONCLUSIONES DEL CAPÍTULO**

La Compañía Internacional de Transportes Iza CITRAIZA S.A. está constituida legalmente y cuenta con el permiso de operación que avala su servicio de transporte pesado; cuenta con 18 socios, dentro de su estructura jerárquica se encuentran: 4 administrativos, 15 conductores y 20 propietarios; tienen establecida su planificación estratégica con misión, visión y valores en base a la cual, se plantean objetivos a corto y largo plazo, y estrategias; con respecto a la flota vehicular, es importante indicar que la constituyen 20 vehículos tipo camión que transportan carga a granel y carga unitaria en su gran parte desde Guayaquil a la región Sierra. Estos datos son muy importantes como punto de partida tanto para realizar una propuesta de valor como para el diseño de las rutas que es el objetivo principal de este estudio.

Con lo desarrollado en el presente documento, se logró definir la cadena de suministro pues, inicialmente se parte de una propuesta enmarcada en la revisión de literatura de un estudio enfocado a una compañía de transporte pesado misma que se adaptó a las características y exigencias de la Compañía Internacional de Transportes Iza CITRAIZA S.A.; de esta manera, se establecieron macroprocesos críticos y de apoyo.

En los procesos críticos específicamente en el proceso de operación, se encuentra el proceso en el que se enfoca el presente estudio, principalmente en el subproceso de gestión de rutas mismo que tiene dentro de las actividades el diseño de rutas.

Al aplicar el modelo de la ruta más corta para la obtención de la ruta de menor recorrido en los 7 orígenes y destinos se obtuvo que:

- El 42.86% de las rutas actuales son las rutas óptimas; por tanto, no presentan costos adicionales.
- El 57.14% de las rutas actuales generan gastos adicionales altos por concepto de mayor recorrido (distancia y tiempo); en tal virtud, en estas rutas resulta conveniente optar por la ruta diseñada; lo cual, generaría un ahorro económico de 2.691,00 dólares mensuales a la compañía permitiendo ser competitiva en el mercado.

## **CAPÍTULO III. VALIDACIÓN DE LA PROPUESTA**

### **3.1 EVALUACIÓN DE EXPERTO**

Se basa en obtener el aval de dos expertos; para lo que, se propone una metodología de evaluación que incluye un instrumento de medición cualitativa en el cual, los especialistas califican los puntos más relevantes del estudio.

#### **3.1.1 Selección del evaluador**

El perfil del profesional debe cumplir las siguientes características:

- Título de Maestría en el área de Administración de Empresas o afines
- Más de 5 años de experiencia en el área

Con estos criterios, se realizó la selección de los evaluadores, dos profesionales externos, cuyos perfiles se presentan en el Anexo 14. Las características de los profesionales se adaptan a las requeridas, mismas que se resumen a continuación:

#### **EVALUADOR N° 1**

**NOMBRE:** CRISTHIAN ANDRÉS VILLAFUERTE HARO

#### **CARGO:**

- DOCENTE EDUCACIÓN SUPERIOR
- INVESTIGADOR

**AÑOS DE EXPERIENCIA:** 5 AÑOS

**TÍTULO DE PREGRADO:** INGENIERO EN GESTIÓN DE TRANSPORTE

**TÍTULO DE POSTGRADO:** MAESTRÍA EN TRANSPORTE Y LOGÍSTICA

**EVALUADOR N° 2**

**NOMBRE:** JOHNATAN ISRAEL CORRALES BONILLA

**CARGO:**

- DOCENTE EDUCACIÓN SUPERIOR
- PROYECTISTA

**AÑOS DE EXPERIENCIA:** 6 AÑOS

**TÍTULO DE PREGRADO:** INGENIERO EN MECATRÓNICA

**TÍTULO DE POSTGRADO:** MAESTRÍA EN GESTIÓN

**3.1.2 Metodología**

La metodología a usar para este análisis, será a través de la utilización de criterios técnicos que evalúen los elementos más relevantes del estudio (formulación del problema, fundamentación teórica, propuesta de cadena de suministro y diseño de rutas) implementado para la Compañía Internacional de Transportes Iza CITRAIZA S.A.

Los parámetros seleccionados se describen en las tablas siguientes, lo que tienen como finalidad obtener una evaluación cualitativa con indicadores (aceptable/no aceptable) para cada uno de los criterios.

La Tabla 11, muestra los criterios para el análisis de la formulación del problema, siendo cinco criterios a analizar como aceptable o no aceptable. Se debe marcar con una “X” de acuerdo a la percepción del evaluador, al final hay una casilla para agregar el porcentaje “Aceptable” de la evaluación.

**Tabla 11. Criterios para la evaluación de la formulación del problema.**

No.	Criterios	Aceptable	No Aceptable
1	El tema está acorde a la línea y sublínea de investigación		
2	Centra el tema de interés formulando objetivos, hipótesis y problemas concretos y claros		
3	Describe correctamente la metodología a usar		
4	Identifica las variables asociadas al tema de estudio		
5	Formula correctamente el problema de investigación		
	Total		
	%		

**Fuente: Elaborado por la autora**

La Tabla 12, muestra los cinco criterios a analizar; para lo cual, toma en cuenta la fundamentación teórica. Se procede de la misma manera que el elemento descrito anteriormente pues, se evalúa todos los criterios y calcula el porcentaje “Aceptable” y “No Aceptable”.

**Tabla 12. Criterios para la evaluación de la fundamentación teórica.**

No.	Criterios	Aceptable	No Aceptable
1	Identifica los aspectos relevantes conocidos, desconocidos y los controvertidos sobre el tema de investigación		
2	Describe extensamente la situación bajo estudio y la coloca en un entorno donde se puede comprender sus orígenes y relaciones.		
3	Incorpora perspectivas mundiales, regionales y locales		
4	Identifica los estudios disponibles actuales		
5	Cita fuentes con rigor y validez académica		
	Total		
	%		

**Fuente: Elaborado por la autora**

En la Tabla 13, se identifican seis criterios de evaluación en referencia a la propuesta de cadena de suministro para la Compañía Internacional de Transportes Iza CITRAIZA S.A.; en esta, el evaluador debe calificar como aceptable o no aceptable cada uno de los criterios.

**Tabla 13. Criterios para la evaluación de la propuesta de cadena de suministro para la Compañía Internacional de Transportes Iza CITRAIZA S.A.**

No.	Criterios	Aceptable	No Aceptable
1	Expone la información del estado actual de la compañía de manera concreta y objetiva		
2	La propuesta de cadena de valor está acorde con la necesidades de la compañía		
3	Es clara la propuesta de la cadena de suministro		
4	Realiza una codificación de procesos		
5	Identifica los procesos críticos y de soporte		
6	Usa gráficos adecuados para la descripción de cada proceso		
	Total		
	%		

**Fuente: Elaborado por la autora**

La Tabla 14 muestra nueve criterios a evaluar con respecto al diseño de las rutas propuesto para la compañía, se deben marcar con una X los “Aceptables” y “No Aceptables”

**Tabla 14. Criterios para la evaluación del diseño de rutas para la Compañía Interanacional de Transportes Iza CITRAIZA S.A.**

No.	Criterios	Aceptable	No Aceptable
1	Realiza un análisis del estado inicial del proceso de diseño de rutas		
2	Usa los instrumentos de medición adecuados para la recolección de datos		
3	Es clara la metodología de diseño de rutas		
4	Describe claramente las variables del proceso		
5	El método seleccionado para la optimización de rutas es el adecuado		
6	Presenta un detalle del diseño, explicando el procedimiento		
7	Muestra los resultados del diseño de una manera clara y concreta		
8	El diseño consigue optimizar las rutas de la compañía		
9	El diseño es flexible		
	Total		
	%		

**Fuente: Elaborado por la autora**

Mediante el instrumento, los evaluadores seleccionados evalúan los criterios de los cuatro elementos técnicos planteados; en cada uno, se realiza una sumatoria de los aceptables y no aceptables, con esto y con una relación directa que depende del



número de criterios, se obtiene el porcentaje (%) correspondiente a cada una de las valoraciones. Para finalizar se realiza el promedio de los cuatro elementos.

La evaluación de cada experto se considera aceptable si tiene al menos una media de 80%; esto a su vez, adjudica el trabajo para la presentación pública y entrega, al cumplir con los requisitos necesarios y plasmados en los criterios.

### 3.1.3 Resultados de la evaluación

En base a la metodología planteada, la aplicación del instrumento sugerido y una vez evaluados los criterios por parte de los expertos, se presentan los resultados en la Tabla 15.

*Tabla 15. Resultado de análisis de los expertos.*

Elementos	Aceptable
Formulación del problema.	100%
Fundamentación teórica	100%
Propuesta de cadena de suministro	100%
Diseño de rutas	100 %
<b>Promedio</b>	<b>100%</b>

*Fuente: Elaborado por la autora*

El detalle de la evaluación y el instrumento utilizado se presentan en el Anexo 14. Con la valoración y con un promedio del 100% de criterios “ACEPTABLES”, el presente trabajo es avalado por parte de los expertos, quienes manifiestan individualmente en su carta “De esta manera, y a mi criterio, este trabajo está AVALADO para ser presentado.”; pues, cumple con los requisitos para la presentación pública y entrega del estudio a la Compañía Internacional de Transportes Iza CITRAIZA S.A.

## 3.2 EVALUACIÓN DE USUARIOS

Una vez avalado el presente trabajo por dos expertos, se presentó de manera formal a la Compañía Internacional de Transportes Iza CITRAIZA S.A., mediante una carta, en la cual se detallan los elementos entregables siendo los siguientes:

- Estudio “DISEÑO DE RUTAS DE LA COMPAÑÍA INTERNACIONAL DE TRANSPORTES IZA CITRAIZA S.A.” (archivo digital)

- Hoja de cálculo “DISEÑO DE RUTAS DE LA COMPAÑÍA INTERNACIONAL DE TRANSPORTES IZA CITRAIZA S.A.” (archivo digital)

La compañía a su vez, emite una carta en la que describe la valoración a la información presentada, en la cual expresa de manera textual: “Sobre la base de lo expuesto, me permito avalar el estudio “DISEÑO DE RUTAS DE LA COMPAÑÍA INTERNACIONAL DE TRANSPORTES IZA CITRAIZA S.A.”; pudiendo la interesada hacer uso de este documento como estime conveniente”, AVALANDO con esto la presentación del estudio. Los documentos citados son expuestos en el Anexo 15.

## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **CONCLUSIONES**

Las soluciones para los problemas de transporte se pueden plantear mediante el uso de modelos matemáticos de optimización, heurísticos, metaheurísticos y una combinación de estos, siendo los modelos matemáticos los de mayor aplicabilidad en problemas como el que se nos presenta en este diseño de rutas, en el cual se recomienda utilizar el problema de la ruta más corta.

Para la obtención de datos referentes a los procesos y cadena de suministro, se realizó una entrevista con la Gerente de la Compañía Internacional de Transportes Iza CITRAIZA S.A.; de lo cual, se obtuvo información valiosa para la propuesta de la cadena de suministro pues, la mayoría de procesos se los realiza de manera informal y empírica. Se presentó de esta manera una propuesta de cadena de suministro que involucra los procesos del servicio de transporte que presta la compañía, basado en la infraestructura que poseen.

Mediante la encuesta realizada a los 20 propietarios y 15 conductores que pertenecen y/o labora en la Compañía Intrenacional de Transportes Iza CITRAIZA S.A., se consultó puntos de vista y perspectivas del estado inicial del sistema de rutas de la compañía, en donde la mayor parte de la población no conoce cómo se diseñan las rutas; además, consideran que las rutas actuales son malas en relación al tiempo, distancia y gastos por viaje. Entre los datos relevantes se obtuvo que ninguno de los encuestados consideró que las rutas que la compañía mantiene como principales son buenas en relación a tiempo, costo y distancia, el 85% de los encuestados considera que se podría mejorar el sistema de rutas en tiempo-costo-distancia, el 60% de encuestados alguna vez han propuesto rutas alternas para circular y el 97,1% consideran que el factor seguridad es primordial en la selección de rutas.

Con el uso de instrumentos de medición, se pudo obtener información referente a las rutas que utiliza la compañía, previo al diseño de rutas. De los siete orígenes y destinos que la compañía maneja, se obtuvo datos de frecuencias, distancias, número de peajes, descripción de rutas y seguridad de las vías transitadas; estos

datos, sirvieron como variables iniciales y factores de comparación que tienen que ver con la utilidad y eficiencia del diseño.

Con la aplicación del método de la ruta más corta para optimizar distancias, se pudo obtener como resultado que: el 42.86% de las rutas que la compañía utiliza actualmente son las mejores rutas (óptimas), y el 57.14% de las rutas actuales generan gastos adicionales altos por concepto de mayor recorrido (distancia y tiempo).

La hoja de cálculo elaborada para el diseño de rutas propuesto permite evidenciar la diferencia gráfica entre la ruta actual y las rutas del diseño; así también, en el Anexo 13. Entre los resultados de aplicar el diseño de rutas se distinguen los siguientes:

- Si se cambia la ruta actual para Guayaquil - Ibarra por la ruta óptima, se consigue un ahorro de 122,15 dólares por viaje; además, de una disminución en distancia recorrida de 250,3 km que en tiempo a una velocidad media de 50 km/h es aproximadamente 5 horas.
- Si se cambia la ruta actual para el trayecto Guayaquil - Nanegalito por la ruta óptima, se consigue un ahorro de 31,60 dólares por viaje, además de una disminución en distancia recorrida de 63,2 km que en tiempo a una velocidad media de 50 km/h equivale a 76 minutos.
- Si se cambia la ruta actual para el trayecto Guayaquil - Quito por la ruta óptima, se consigue un ahorro de 3,4 dólares por viaje; además, una disminución en distancia recorrida de 6,8 km que en tiempo a una velocidad media de 50 km/h equivale a 8 minutos. En esta ruta se debe considerar la presencia de neblina espesa que conlleva un peligro para transportarse en la noche; por tanto, resulta factible considerar la ruta actual que, es la misma que la ruta alterna en el diseño para los viajes nocturnos, ya que el gasto adicional es mínimo.
- Si se cambia la ruta actual para el trayecto Guayaquil - Latacunga por la ruta óptima, se consigue un ahorro de 67,10 dólares por viaje; además, de una disminución en distancia recorrida de 134,2 km que en tiempo a una velocidad media de 50 km/h equivale a 161 minutos.

- El 17,65% de las vías mencionadas en el diseño (ruta actual, ruta óptima y ruta alterna) se encuentran en mal estado de acuerdo a la información obtenida de las fichas de observación y del Sistema Integrado de Seguridad ECU911.
- El 100% del traslado en las rutas conlleva peligros, para tener una continua retroalimentación, se usó como datos de diseño la ficha de reportes de vías que se encuentran en la página del Sistema Integrado de Seguridad ECU-911, en la fecha del diseño no se reportó ningún daño o cierre de vías por lo que, para la selección de la ruta alterna se introdujeron restricciones en la ruta óptima, teniendo como resultado la segunda ruta de menor recorrido. El cálculo de lo indicado se presenta en la hoja Excel anexa al presente estudio.
- Al considerar la frecuencia mensual de las rutas actuales, el 57, 14% de las mismas, presentan un gasto adicional de 2.691,00 dólares para la compañía; es necesario recalcar que, el gasto más representativo se da en la ruta Guayaquil – Ibarra cuyo valor asciende a 1.465,80 dólares generados por el recorrido adicional de 250,3 km en relación a la ruta óptima.

Como medio de validación del trabajo y previo a la presentación, se estableció una metodología de validación de la propuesta a través de la evaluación de un experto y la de la compañía como usuario final. De esto se obtuvo que, el trabajo cumple con los requerimientos para la presentación pública y entrega a la empresa beneficiaria del estudio pues, la valoración del experto representa el 100% de Aceptabilidad de los criterios propuestos y la Compañía avala la presentación del trabajo mediante una carta (documento anexo).

## **RECOMENDACIONES**

Se considera necesario realizar un diseño enfocado a la optimización de cada proceso inmerso en la cadena de suministro, con el fin de elevar la eficiencia y productividad de los servicios que presta la compañía, además de aumentar su oferta y competitividad en un mercado tan cambiante y de mucha demanda como lo es el del transporte pesado.

El proceso de selección de rutas, depende de variables que pueden cambiar de manera inesperada, tal es el caso del cierre de vías; por esta razón, es necesario verificar las rutas activas antes de asignar un viaje; por lo que, se recomienda el uso de plataformas con información veraz, como por ejemplo, la información proporcionada por el Sistema Integrado de Seguridad ECU-911; sobre lo expuesto, la propuesta de diseño de rutas implica la entrega de un archivo digital y dinámico a la compañía para la obtención de rutas.

Existen rutas que no presentan mucha variación en relación a la distancia de recorrido y por ende los gastos extras por viaje son mínimos, como es el caso de la ruta Guayaquil – Quito, que entre la ruta alterna y la ruta óptima, tienen una diferencia de 3,40 dólares de gastos adicionales y en tiempo estimado son 8 minutos. En estos casos se debe valorar más otros factores como: peligros de circulación por las vías, condiciones climáticas (neblina espesa) que imposibilitan la circulación nocturna, peligros por vías desoladas.

Es recomendable realizar viajes en grupos o en convoy, con el fin de reducir la inseguridad y reaccionar ante cualquier amenaza latente en las vías; por tanto, en el proceso de asignación de flota, se recomienda en lo posible coordinar el mayor número de viajes a un conjunto de unidades (vehículos).

## BIBLIOGRAFÍA

- Aldana, D., Mosos, A., & Vanegas, M. (2016). El cliente como factor primordial en la cadena de suministro. Enfoque servicio al cliente. *Revista Ingeniería, Matemáticas y Ciencias de La Información*, 51–56. <https://doi.org/10.21017/rimci.2016.v3.n5.a5>
- Anaya, J. (2015). *Logística Integral. La gestión operativa de la empresa* (E. EDITORIAL (ed.); 5ta ed.).
- Arboleda, J., López, X., & Lozano, L. (2016). El problema de ruteo de vehículos [VRP] y su aplicación en medianas empresas colombianas. *Ingenium*, 10(27), 29. <https://doi.org/10.21774/ing.v10i27.622>
- Ares, F. (2003). *Análisis y business plan de una empresa de transporte de mercancías destinada al reparto a grandes superficies y plataformas asociadas* [Universidad Politécnica de Cataluña Barcelona]. <http://hdl.handle.net/2099.1/6368>
- Ballou, R. (2004). *Logística. Administración de la cadena de suministro*. Pearson Educación.
- Ballou, R. H. (1997). Business logistics. Importance and some research opportunities. *Gestão & Produção*, 4(2), 117–129. <https://doi.org/10.1590/s0104-530x1997000200001>
- Balza, V., & Cardona, D. (2020). La relación entre logística , cadena de suministro y competitividad. Una revisión de literatura. *Espacios*, 41(19). <https://www.researchgate.net/publication/341977224>
- Barrera, M., Daza, D., Yobani, D., Pulido, J., & Walter, A. (2016). *Gestión de Transportes Y Distribución*.
- BCE. (2020). *ESTADÍSTICAS MACROECONÓMICAS PRESENTACIÓN COYUNTURAL SUBGERENCIA DE PROGRAMACIÓN Y REGULACIÓN DIRECCIÓN NACIONAL DE SÍNTESIS MACROECONÓMICA*. <https://contenido.bce.fin.ec//documentos/Estadisticas/SectorReal/Previsiones/IndCoyuntura/EstMacro042020.pdf>

- Berrones, L. (2010). *Introducción a la ingeniería de logística y transporte*. August 2010. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.23091.32808>
- Brito, J., Martínez, F. J., Moreno, J. A., & Verdegay, J. L. (2015). An ACO hybrid metaheuristic for close-open vehicle routing problems with time windows and fuzzy constraints. *Applied Soft Computing Journal*, 32, 154–163. <https://doi.org/10.1016/j.asoc.2015.03.026>
- Camacho, H., Gomez, K., & Monroy, C. (2012). Importancia de la cadena de suministros. *Mintecon*. <http://www.laccei.org/LACCEI2012-Panama/RefereedPapers/RP200.pdf>
- Cancelas, N., & González, N. (2016). Presentación transporte y logística. *Revista Transporte y Territorio*, 14, 1–4.
- Carreño, A. (2018). Cadena de Suministro y logística. In *Pontificia Universidad Católica del Perú* (1st ed.). Fondo Editorial PUCP.
- Carro, R., & González Gómez, D. (2013). *Logística Empresarial* (apunte de estudio (ed.)). [https://unitecupv2011kmgv.files.wordpress.com/2011/06/logc3adstica\\_capacidad-y-localizacin-de-instalaciones2.pdf](https://unitecupv2011kmgv.files.wordpress.com/2011/06/logc3adstica_capacidad-y-localizacin-de-instalaciones2.pdf)
- Carvalho, J. (2012). *Logística e Gestão da Cadeia de Abastecimento*, (E. Sílabo (ed.)).
- Castanedo, J., Pesquera, M. Á., Casares-Hontañón, P., Coto-Millan, P., & Borissov, V. (2014). Efficient Route of Freight Transport by Road, Evaluated with Innotransmer. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 160(Cit), 634–643. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.12.177>
- Chase, R., & Jacobs, R. (2009). *Administración de Operaciones* (McGRAW-HILL (ed.); 13th ed.). <http://library1.nida.ac.th/termpaper6/sd/2554/19755.pdf>
- Chopra, S., & Meindl, P. (2013). *Supply Chain Management, 5th Edition* (Pearson (ed.); 5th ed.).
- Costa, J., Dias, J., & Godinho, P. (2010). *Logística* (I. da U. De & Coimbra (eds.)).



- Cruz, C. (2015). *Diseño de un sistema de cadena de suministros aplicable a una empresa de transporte de carga pesada. Caso Litena Cia. Ltda* [Pontificia Universidad Católica del Ecuador]. [http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/8843/Tesis Cesar Cruz Final.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/8843/Tesis%20Cesar%20Cruz%20Final.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Cruz, E., Medina, P., & Restrepo, J. (2007). Un problema logístico de ruteo de vehículos y una solución con solver de excel. *Scientia et Technica*, 5(37), 369–372. <https://doi.org/10.22517/23447214.4121>
- Dantzig, G. B., & Ramser, J. H. (1959). The truck dispatching problem. *Management Science*, 6(1), 80–91.
- Domingos, F., & Sardinha, J. (2017). *A Gestão de Transportes na Cadeia de Logística*. 87. [https://comum.rcaap.pt/bitstream/10400.26/22181/1/fernando sardinha - ISG final.pdf](https://comum.rcaap.pt/bitstream/10400.26/22181/1/fernando_sardinha_-_ISG_final.pdf)
- Duque, F., Pérez, H., & Fierro, J. (2019). Las 7 herramientas básicas de la calidad. In *Las 7 herramientas básicas de la calidad*. <https://doi.org/10.29018/978-9942-823-22-9>
- ECU911. (2021). *Vías del país que presentan novedades. Servicio Integrado de Seguridad ECU911*. <https://www.ecu911.gob.ec/consulta-de-vias/>
- Ekosnegocios. (2018). *Transporte de carga pesada, un aliado estratégico en los servicios de logística*. <https://www.ekosnegocios.com/articulo/transporte-de-carga-pesada-un-aliado-estrategico-en-los-servicios-de-logistica>
- Estrada, M. (2007). *Análisis de estrategias eficientes en la logística de distribución de paquetería*. 2007, 7–34.
- Facultad de estudios a Distancia de la Universidad Militar de Nueva Granada. (2016). Logística de distribución. *Appl. Phys. A*, 73, 1–21.
- Facultad de Ingeniería de la UDB. (2005). *Algoritmos para la ruta más corta en un Materiales y Equipo Introducción Teórica* (Issue 10, pp. 1–9). <http://www.udb.edu.sv/udb/archivo/guia/informatica-ingenieria/programacion-iv/2018/ii/guia-10.pdf>

- Ferrando, I., Albarracín, L., Gallart, C., García, L. M., & Gorgorió, N. (2017). Análisis de los modelos matemáticos producidos durante la resolución de problemas de fermi. *Bolema Boletim de Educação Matemática*, 31(57), 220–242. <https://doi.org/10.1590/1980-4415v31n57a11>
- Flores Benítez, D. (2009). *Propuesta de Rediseño de las Rutas de Entrega AM para DHL Express Quito para DHL Express Quito*. 74. <http://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/612/1/91227.pdf>
- García, G., & Escobar, W. (2016). Characterization of supply chain problems. *Dyna*, 83(198), 68. <https://doi.org/10.15446/dyna.v83n197.44532>
- García, R., Trujillo, J., & Mendoza, D. (2018). Estructura de decisión de la problemática logística del transporte. *Revista De Investigación, Desarrollo E Innovación*, 8(2), 321. <https://doi.org/10.19053/20278306.v8.n2.2018.7970>
- García, S., & Francisco, A. (2006). La Gestión de Cadenas de Suministros. Un enfoque de integración global de procesos. *Visión Gerencial*, 53–62.
- Gibson, B. J., Mentzer, J. T., & Cook, R. L. (2005). Supply Chain Management. The Pursuit of a Consensus Definition. *Journal of Business Logistics*, 26(2), 17–25. <https://doi.org/10.1002/j.2158-1592.2005.tb00203.x>
- González, N. (2016). Presentación: transporte y logística. *Revista Transporte y Territorio*, 4. <https://doi.org/10.34096/rtt.i14.2425>
- Griffis, S. E., Bell, J. E., & Closs, D. J. (2012). Metaheuristics in logistics and supply chain management. *Journal of Business Logistics*, 33(2), 90–106. <https://doi.org/10.1111/j.0000-0000.2012.01042.x>
- Hernández, R., Lazcano, M., Onipoqui, Z., & Hassan, A. (2014). Selección de rutas de distribución en un operador logístico aplicando un procedimiento basado en vrp-tw. In *Universidad de Matanzas Camilo Cienfuegos* (p. 27).
- Hernandez Sampieri, R., Fernandez Collado, C., & Baptista Lucio, M. del P. (2010). Definición del alcance de la investigación a realizar: exploratoria, descriptiva, correlacional o explicativa. In *Metodología de la investigación*. <http://www.casadellibro.com/libro-metodologia-de-la-investigacion-5-ed->

incluye-cd-rom/9786071502919/1960006

INEC. (2019a). Anuario de Estadísticas de Transporte 2018. In *Informes Anuales*.  
<http://www.inec.gob.ec/estadisticas/>

INEC. (2019b). *Directorio de Empresas y Establecimientos 2018*.

Kasilingam, R. (1998). Logistics and Transportation. In *Kluwer Academic*. Kluwer Academic.

Kluwer, W. (2016). La gestión del almacén en la pyme. *Apen*, 22.  
<https://apen.es/newsletters/PDF/ebook-gestion-almacenes-2016.pdf>

Kotler, P., & Armstrong, G. (2008). *Fundamentos de Marketing* (8va ed.). Pearson Educación.

Lüer, A., Benavente, M., Bustos, J., & Venegas, B. (2009). El problema de rutas de vehículos: Extensiones y métodos de resolución estado del arte. *CEUR Workshop Proceedings*, 558(January), 8.

Luis, P. (2004). Población Muestra Y Muestreo. *Punto Cero*, 09(08), 69–74.

Machado, O. (2006). *Transporte y distribución física*. Escuela de Negocios Internacionales de la Cámara Nacional de Comercio y Servicios del Uruguay.

Machuca, J. M., Dorin, M., & García Yi, A. I. (2018). Evaluación experimental de un modelo de programación lineal para el problema de ruteo de vehículos (VRP). *Interfases*, 011, 103–117.  
<https://doi.org/10.26439/interfases2018.n011.2956>

María, M., García, F., & Juan, B. (2005). Optimización con Modelos de Red en Hoja de Cálculo. *ASEPUMA*, 1, 1–12.  
<https://www.researchgate.net/publication/26440878> Optimización

Martín, R. (2006). Cadena De Suministros. *EOI Escuela de Negocios*, 1(La Gestión de Cadenas de Suministros: Un enfoque de integración global de procesos), 53–62. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=465545874007>

Martinez, J. (2004). *Estrategias metodológicas y técnicas para investigación social*.  
<http://mx.geocities.com/seguimientoycapacitacion/>

- Mateu, A., & Maraver, G. (2013). *Sistemas de distribución*. FUOC.
- McMullen, P. R., & Tarasewich, P. (2006). Multi-objective assembly line balancing via a modified ant colony optimization technique. *International Journal of Production Research*, 44(1), 27–42.  
<https://doi.org/10.1080/00207540500216748>
- Ministerio de Industria y Comercio. (2011). Logística y competitividad de las PYME. In *División De Información Documentación Y Publicaciones* (pp. 7–18). <http://www.060.es>
- Monje Álvarez, C. A. (2011). Metodología de la investigación cuantitativa y cualitativa. Guía didáctica. *Universidad Surcolombiana*, 1–216.  
<http://carmonje.wikispaces.com/file/view/Monje+Carlos+Arturo++Guía+didáctica+Metodología+de+la+investigación.pdf>
- Montoya, J. L. (2010). La era de la productividad: cómo transformar las economías desde sus cimientos. *Perfil de Coyuntura Económica*, 16, 223–227.
- Mora, A. (2013). Logística del transporte y distribución de carga. In *ECO Ediciones* (Vol. 1, Issue 9).
- Mora, L. A. (2010). Gestión logística integral Las mejores prácticas en la cadena de abastecimiento. *Editorial EcoEdiciones*, 1–34.
- Muñoz, E., & Carderón, J. (2009). Diseño de un modelo de optimización de rutas de transporte. *El Hombre y La Máquina*, 32, 52–67.  
<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=47811604005%0ACómo>
- Obregón, B. (2005). El problema de la ruta más corta. In *Universidad Nacional Autónoma de México*.  
 Ruta más corta
- Orjuela, J. A., Suárez, N., & Chinchilla, Y. I. (2017). Costos logísticos y metodologías para el costeo en cadenas de suministro: una revisión de la literatura. *Cuadernos de Contabilidad*, 17(44), 377–420.  
<https://doi.org/10.11144/javeriana.cc17-44.clmc>

- Orrego, J., Ospina, D., & Toro, E. (2016). Solución al Problema de Ruteo de Vehículos con Capacidad Limitada (CVRP) usando una técnica metaheurística. *Scientia et Technica*, 21(3), 225. <https://doi.org/10.22517/23447214.9013>
- Ortega, J. F. (2014). *Dimensionamiento de las Compañías de Transporte de Carga Pesada en el Ecuador*. 91.
- Rivera, M., & María, G. (2015). *Fuentes de Información*. 5. <http://www.uaeh.edu.mx/virtual>
- Rocha, L., González, E., & Orjuela-Castro, J. A. (2011). Una revisión al estado del arte del problema de ruteo de vehículos: Evolución histórica y métodos de solución. *Ingeniería*, 16(2), 35–55. <https://doi.org/10.1117/12.905506>
- Rodríguez, A. B., Ramírez, L. J., & Basile, F. R. M. (2017). Solución metaheurística para el problema de enrutamiento (RWA) en redes de ópticas de multiplexación por división de longitud de onda (WDM). *Informacion Tecnologica*, 28(6), 133–146. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642017000600015>
- Rodríguez, D., Olivera, A., & Brignole, N. (2013). *Metaheurística ACO para resolver un problema de transporte*. XXXII, 19–22.
- Sarache, W., & Cardona, C. (2007). *La Logística Del Transporte: Un Elemento Estratégico En El Desarrollo Agroindustrial*. <http://bdigital.unal.edu.co/51418/>
- Sepúlveda, J., Escobar, J. W., & Adarme-Jaimes, W. (2014). An algorithm for the routing problem with split deliveries and time windows (SDVRPTW) applied on retail SME distribution activities. *Dyna*, 81(187), 223–231. <https://doi.org/10.15446/dyna.v81n187.46104>
- Serrano, M., & Montero, L. (2019). El uso de modelos de redes y modelos de transporte para la optimización y reducción de tiempos y costos de transporte en la Comercializadora Gonac S. A de C. V. *RICEA Revista Iberoamericana de Contaduría, Economía y Administración*, 8(15), 29–53.

<https://doi.org/10.23913/ricea.v8i15.123>

Servera, D. (2010). Concept and evolution of the logistical function. *Innovar*, 20(38), 217–234.

Stern, L. (1998). *Canales de comercialización*. Pearson Educación.

Vargas Cordero, Z. R. (2009). La Investigación aplicada: Una forma de conocer las realidades con evidencia científica. *Revista Educación*, 33(1), 155. <https://doi.org/10.15517/revedu.v33i1.538>

Vargas, J., & Granado, V. (2016). *Estudio y aplicación de metaheurísticas y comparación con métodos exhaustivos*. Universidad Complutense de Madrid.

Villagra, S., Villagra, A., Lasso, M., Pandolfi, D., De San Pedro, E., Rasjido, J., Valdez, J., Seron, N., Montenegro, C., & Miño, R. (2018). *Metaheurísticas aplicadas al Problema de Ruteo de Vehículos*. [http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/19974/3783-WICC2011\\_Mhs.pdf?sequence=1](http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/19974/3783-WICC2011_Mhs.pdf?sequence=1)

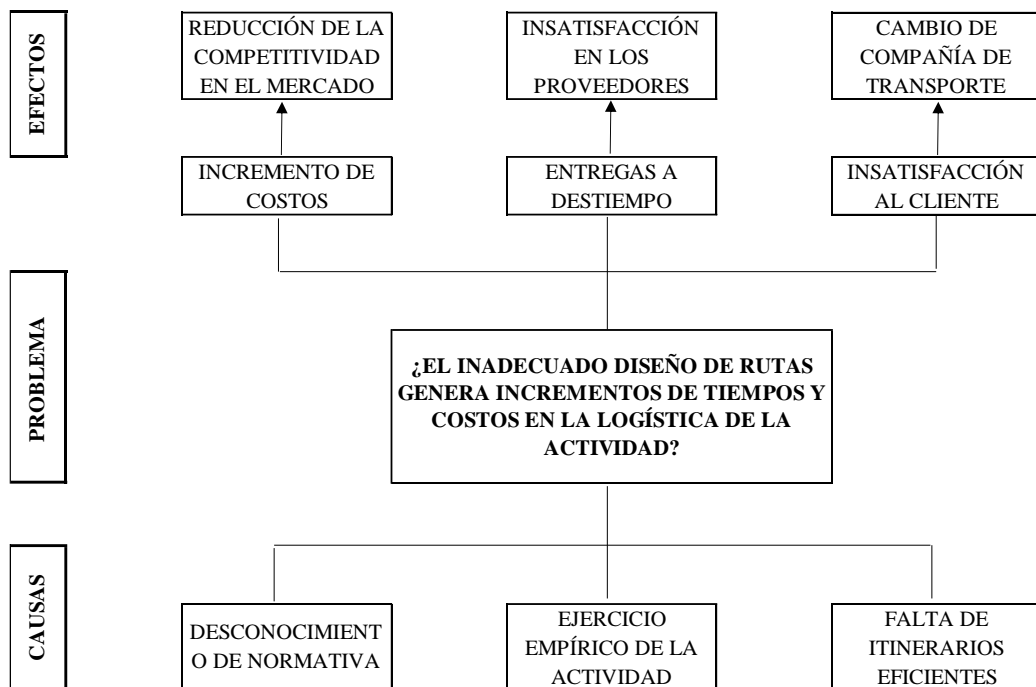
Villamizar, M. (2018). *Logística y Distribución Física Internacional: Clave en las operaciones de Comercio Exterior*. <https://bit.ly/2Dpp5SV>

Villegas, J., Zapata, C., & Gatica, G. (2017). Una aplicación del método MTZ a la solución del problema del agente viajero. *Scientia et Technica*, 22(4), 341–344. <https://doi.org/10.22517/23447214.12751>

## ANEXOS

### Anexo 1: Árbol de problemas

Usando la técnica de árbol de problemas, se pudo obtener de forma participativa varias ideas que permiten identificar y organizar la información, además de asociarlas usando este modelo de relaciones causales y efectos que conlleva el problema, esto se detalla en la Figura 21.



*Figura 21. Árbol de Problemas*  
*Fuente: Realizado por la autora*

## Anexo 2: Diagrama de Ishikawa

Los diagramas de causa-efecto, también llamados diagramas de espina de pescado, debido a su estructura, consisten en representaciones gráficas que pueden explicar visualmente la causa de un problema, convirtiéndolo en una herramienta para el manejo de enfermedades. En análisis de sistemas de calidad es utilizada como guía de toma de decisiones al abordar la base para determinar el desempeño deficiente (Duque et al., 2019). La Figura 22 muestra el diagrama de Ishikawa que representa el problema a solucionar en este estudio.

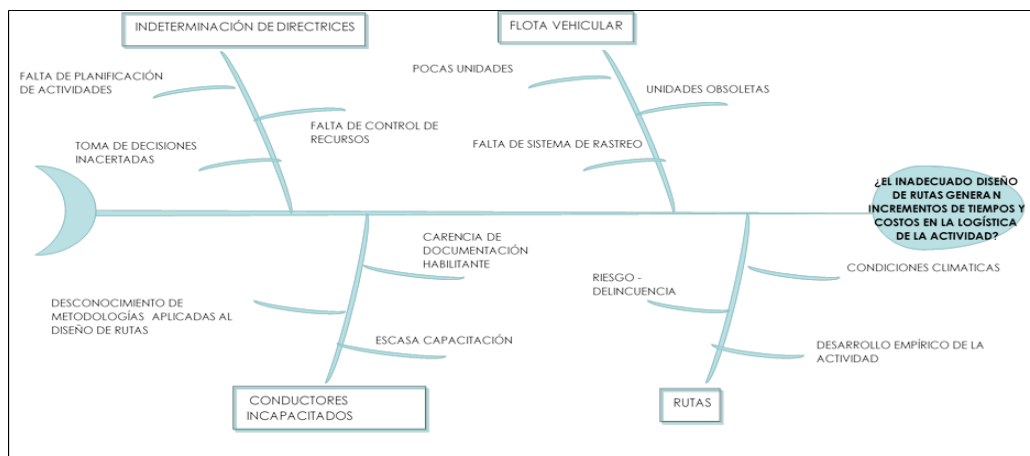


Figura 22. Diagrama de Ishikawa

Fuente: Realizado por la autora



### Anexo 3: CIIU – Código Industrial Internacional Uniforme

Es una clasificación de las actividades económicas según el proceso de producción, en este se clasifican según las principales actividades económicas de las unidades estadísticas. Su propósito es proporcionar un conjunto de categorías de actividades que se pueden utilizar para recopilar, analizar y mostrar información estadística basada en estas actividades.

La Tabla 16 muestra la clasificación del ítem I, relacionado al servicio de transporte, almacenamiento y de comunicaciones donde en su inciso 60219 se encuentra el “Transporte automotor de cargas n.c.p. (Incluye servicios de transporte de carga refrigerada, transporte pesado y de mercaderías peligrosas)”

**Tabla 16. CIIU para Servicio de Transporte**

SERVICIO DE TRANSPORTE, DE ALMACENAMIENTO Y DE COMUNICACIONES	
SERVICIO DE TRANSPORTE TERRESTRE	
Servicio de transporte ferroviario	
60110	Servicio de transporte ferroviario de cargas
60121	Servicio de transporte ferroviario urbano y suburbano de pasajeros
60122	Servicio de transporte ferroviario interurbano de pasajeros
Servicio de transporte automotor	
60211	Servicios de mudanza (Incluye servicios de guardamuebles)
60212	Servicios de transporte de mercaderías a granel, incluido el transporte por camión cisterna
60213	Servicios de transporte de animales
60218	Servicio de transporte urbano de carga n.c.p. (Incluye el transporte realizado por fleteros y distribuidores dentro del ámbito urbano)
60219	Transporte automotor de cargas n.c.p. (Incluye servicios de transporte de carga refrigerada, transporte pesado y de mercaderías peligrosas)
60221	Servicio de transporte automotor urbano regular de pasajeros (Incluye los servicios de transporte regular de menos de 50 km.)
60222	Servicio de transporte automotor de pasajeros mediante taxis y remises; alquiler de autos con
60223	Servicio de transporte escolar (Incluye servicios de transporte para colonias de vacaciones y
60224	Servicio de transporte automotor urbano de oferta libre de pasajeros -excepto mediante taxis y alquiler de autos con alquiler de autos con chofer y transporte escolar- (Incluye servicios urbanos especiales como charters, servicios contratados, servicios para ámbito portuario o aeroportuario, servicio de hipódromos y espectáculos deportivos y culturales)
60225	Servicio de transporte automotor interurbano de pasajeros (Incluye los servicios de transporte regular de más de 50 km. y los llamados servicios de larga distancia )
60226	Servicio de transporte automotor de pasajeros para el turismo
60229	Servicio de transporte automotor de pasajeros n.c.p.
Servicio de transporte por tuberías	
60310	Servicio de transporte por oleoductos y poliductos
60320	Servicio de transporte por gasoductos

<b>SERVICIO DE TRANSPORTE POR VÍA ACUÁTICA</b>	
	Servicio de transporte marítimo
	61110 Servicio de transporte marítimo de carga
	61120 Servicio de transporte marítimo de pasajeros
61	Servicio de transporte fluvial
	61210 Servicio de transporte fluvial de cargas
	61220 Servicio de transporte fluvial de pasajeros
<b>SERVICIO DE TRANSPORTE AÉREO</b>	
	Servicio de transporte aéreo de cargas
62	62100 Servicio de transporte aéreo de cargas
	Servicio de transporte aéreo de pasajeros
	62200 Servicio de transporte aéreo de pasajeros
<b>SERVICIOS ANEXOS AL TRANSPORTE; SERVICIOS DE AGENCIAS DE VIAJE</b>	
	Servicios de manipulación de carga
	63100 Servicios de manipulación de carga (Incluye los servicios de carga y descarga de mercancías o equipajes de pasajeros, sin discriminar medios de transporte, la estiba y desestiba, etc.)
	Servicios de almacenamiento y depósito
	63200 Servicios de almacenamiento y depósito (Incluye silos de granos, cámaras frigoríficas, almacenes para mercancías diversas, incluso productos de zona franca, etc.)
	Servicios complementarios para el transporte
	63311 Servicios de explotación de infraestructura; peajes y otros derechos
	63312 Servicios prestados por playas de estacionamiento y garajes
	63319 Servicios complementarios para el transporte terrestre n.c.p. (Incluye servicios de mantenimiento de material ferroviario, terminales y estaciones)
	63321 Servicios de explotación de infraestructura; derechos de puerto
	63322 Servicios de guarderías náuticas
	63323 Servicios para la navegación (Incluye servicios de practica y pilotaje, atraque y salvamento)
63	63329 Servicios complementarios para el transporte por agua n.c.p. (Incluye explotación de servicios de terminales como puertos y muelles)
	63331 Servicios de hangares, estacionamiento y remolque de aeronaves
	63332 Servicios para la aeronavegación (Incluye servicios de terminales como aeropuertos, actividades de control de tráfico aéreo, etc.)
	63339 Servicios complementarios para el transporte aéreo n.c.p. (Incluye servicios de prevención y extinción de incendios)
	Servicios de agencias de viaje y otras actividades complementarias de apoyo turístico
	63410 Servicios mayoristas de agencias de viajes
	63420 Servicios minoristas de agencias de viajes
	63430 Servicios complementarios de apoyo turístico
	Servicios de gestión y logística para el transporte de mercaderías
	63500 Servicios de gestión y logística para el transporte de mercaderías
<b>SERVICIOS DE CORREOS Y TELECOMUNICACIONES</b>	

64	Servicios de correos
	64100 Servicios de correos
	Servicios de telecomunicaciones
	64201 Servicios de transmisión de radio y televisión
	64202 Servicios de comunicación por medio de teléfono, telégrafo y telex
	64209 Servicios de transmisión n.c.p. de sonido, imágenes, datos u otra información

***Fuente: Realizado la autora***

## Anexo 4: Diseño de la Encuesta



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI



### INSTRUMENTO

#### Encuesta

##### Sección 1

“Diseño de Rutas de la Compañía Internacional de Transportes Iza CITRAIZA S.A.”

El presente cuestionario está aplicado para los propietarios y conductores que pertenecen y/o laboran en la Compañía Internacional de Transportes Iza CITRAIZA S.A.

Estimado(a) Participante

Soy estudiante de la Maestría en Administración de Empresas de la Universidad Técnica de Cotopaxi. Me encuentro realizando mi trabajo de titulación que tiene como objetivo el diseñar las rutas para la flota de carga pesada de la Compañía Internacional de Transportes Iza CITRAIZA S.A.; para lo cual, se aplicará el siguiente cuestionario con el fin de recopilar información que aporte con el estudio y diseño.

Toda la información obtenida es anónima y confidencial.

La respuesta a las siguientes preguntas tomará apenas unos minutos.

Al responder al cuestionario usted garantiza que leyó y está de acuerdo con las indicaciones y que acepta colaborar libre y voluntariamente en esta investigación. Puede entonces interrumpir sus respuestas al cuestionario en cualquier momento si así lo desea.

Cualquier inquietud puede hacerla llegar al siguiente e-mail: [diana.iza8596@utc.edu.ec](mailto:diana.iza8596@utc.edu.ec).

Agradecida por su colaboración.

Diana Iza

##### Términos y Condiciones

- He leído y comprendí la información antes mencionada
- No pretendo responder el cuestionario

## Sección 2

### Parte 1: Características socio-demográficas

1. Indique su género, por favor
  - Masculino
  - Femenino
  
2. Indique a qué área de la compañía pertenece
  - Dueño de Vehículo
  - Chofer
  
3. ¿Cuál es su edad?
  - De 18 a 30
  - De 30 a 45
  - De 45 a 55
  - Mayor de 55
  
4. ¿Cuál es su nivel de educación?
  - Primaria
  - Secundaria
  - Superior
  - Otros

### Parte 2: Sistemas de rutas de la compañía

1. ¿Conoce usted cómo la compañía CITRAIZA S.A. diseña las rutas?
  - Si
  - No
  
2. Valorando su experiencia en carreteras ¿Cuán satisfactoria es su sistema de rutas en tiempo?
  - Muy Mala
  - Mala
  - Regular
  - Buena
  - Muy Buena
  
3. Valorando su experiencia en carreteras ¿Cuán satisfactoria es su sistema de rutas en distancias recorridas?
  - Muy Mala
  - Mala
  - Regular
  - Buena
  - Muy Buena
  
4. Valorando su experiencia en carreteras ¿Cuán satisfactoria es su sistema de rutas en gastos generados por viajes?
  - Muy Mala
  - Mala
  - Regular
  - Buena
  - Muy Buena

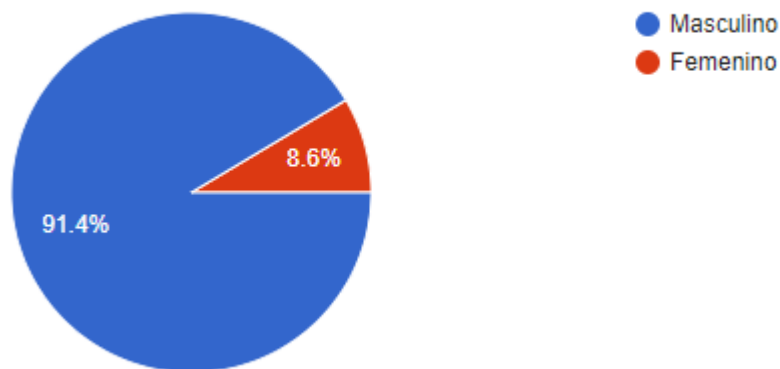
5. ¿Considera que existen mejores rutas por las que podrían llegar a su destino mejorando tiempo-distancia-costos?
  - Si
  - No
  
6. ¿Alguna vez ha sugerido alguna ruta alterna para que sea considerada en sus viajes?
  - Si
  - No
  
7. ¿Considera que existen rutas peligrosas que por seguridad no deben ser usadas como alternativa?
  - Si
  - No

## Anexo 5: Análisis e interpretación de datos de la encuesta

### Parte 1: Características socio-demográficas

#### 1. Indique su género, por favor

Detalle	Frecuencia Absoluta	Porcentaje
Masculino	32	91,4
Femenino	3	8,6
Total	35	100

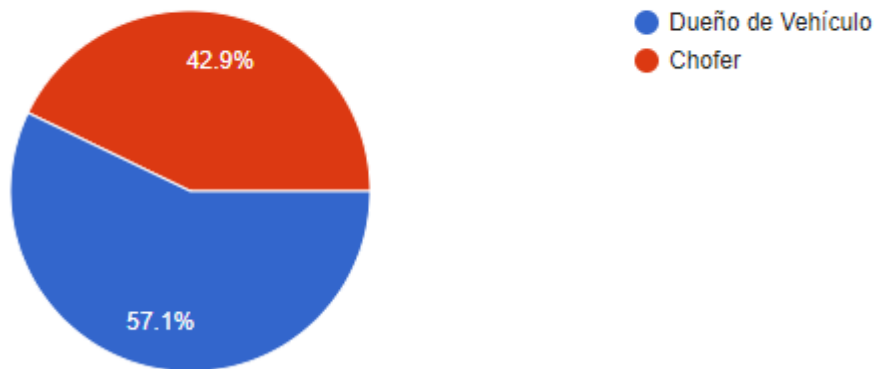


*Figura 23. Género-Encuesta*  
*Fuente: Realizado por la autora*

La mayoría de encuestados son hombres con el 91,4%, sólo 3 mujeres que son propietarios de los vehículos representan el 8,6%.

#### 2. Indique a qué área de la compañía pertenece

Detalle	Frecuencia Absoluta	Porcentaje
Dueño de Vehículo	20	57,1
Chofer	15	42,9
Total	35	100



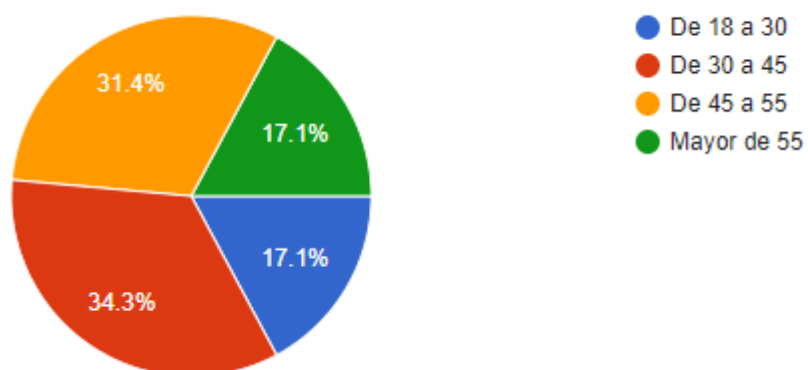
**Figura 24. Propietarios y choferes-Encuesta**

*Fuente: Realizado por la autora*

La encuesta se la aplicó a 20 propietarios y 15 choferes que representan el universo de la población seleccionada, y en porcentajes el 57,1% son dueños y el 42,9% propietarios.

### 3. ¿Cuál es su edad?

Detalle	Frecuencia Absoluta	Porcentaje
De 18 a 30	6	17,1
De 30 a 45	12	34,3
De 45 a 55	11	31,4
Mayor de 55	6	17,1
Total	35	100



**Figura 25. Edad-Encuesta**

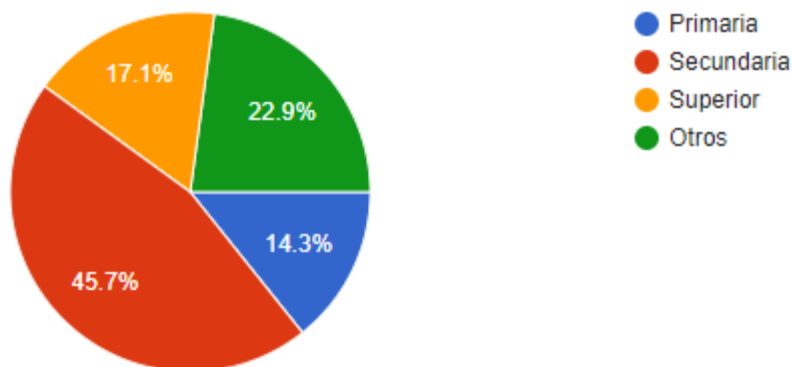
*Fuente: Realizado por la autora*



La mayor parte de la población encuestada se encuentra en un rango de edad de 30 a 45 años con el 34,3%, muy cerca está el rango de edades de 45 a 55 años, luego de 18 a 30 años que representan el 17,1% al igual que los mayores de 55 años. De esta manera, se establece que la mayor parte de encuestados se encuentran entre 30 y 55 años.

#### 4. ¿Cuál es su nivel de educación?

Detalle	Frecuencia Absoluta	Porcentaje
Primaria	5	14,3
Secundaria	16	45,7
Superior	6	17,1
Otros	8	22,9
Total	35	100



*Figura 26. Nivel de educación-Encuesta*

*Fuente: Realizado por la autora*

La mayor parte de encuestados terminaron sus estudios secundarios, lo que equivale a aproximadamente la mitad de participantes; es así que, al considerar que para acceder a licencia profesional es necesario tener título de bachiller, existen propietarios que terminaron sus estudios primarios y representan el 14,3%; además, 6 encuestados tienen estudios superiores y finalmente, el 22,9% de la población tienen otro tipo de estudios.

## Parte 2: Sistemas de rutas de la compañía

### 1. ¿Conoce usted cómo la compañía CITRAIZA S.A. diseña las rutas?

Detalle	Frecuencia Absoluta	Porcentaje
Sí	22	62,9
No	13	37,1
Total	35	100

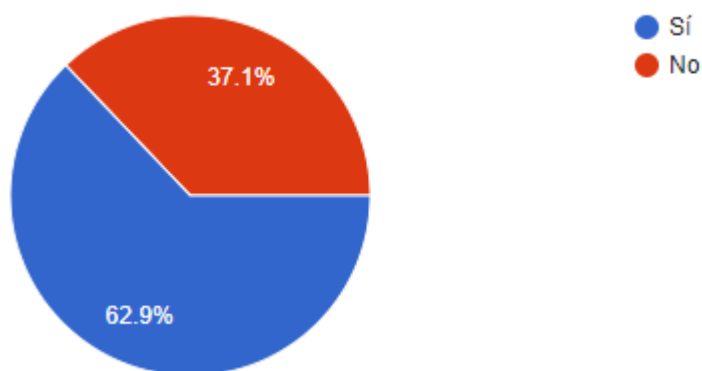


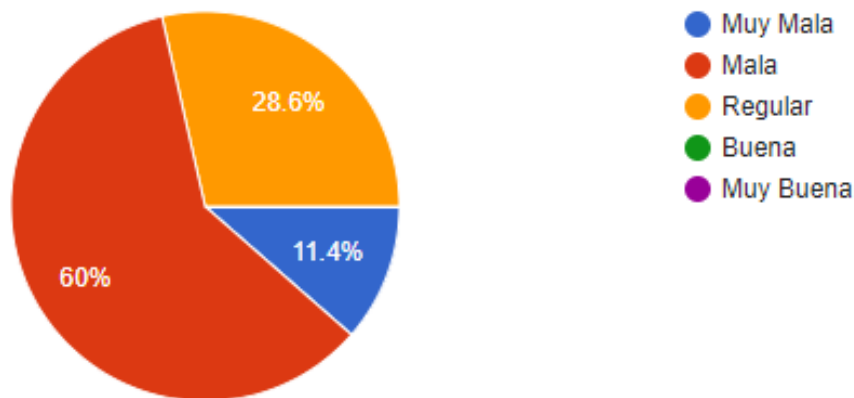
Figura 27. ¿Conoce usted cómo la compañía CITRAIZA S.A. diseña las rutas? -Encuesta

Fuente: Realizado por la autora

La mayor parte de los encuestados no conocen cómo la compañía diseña las rutas, lo que equivale al 62,9%, restando el 37,1% de la población que conoce que la compañía diseña sus rutas de manera empírica.

### 2. Valorando su experiencia en carreteras ¿Cuán satisfactorio es su sistema de rutas en tiempo?

Detalle	Frecuencia Absoluta	Porcentaje
Muy Mala	4	11,4
Mala	21	60,0
Regular	10	28,6
Buena	0	0,0
Muy Buena	0	0,0
Total	35	100



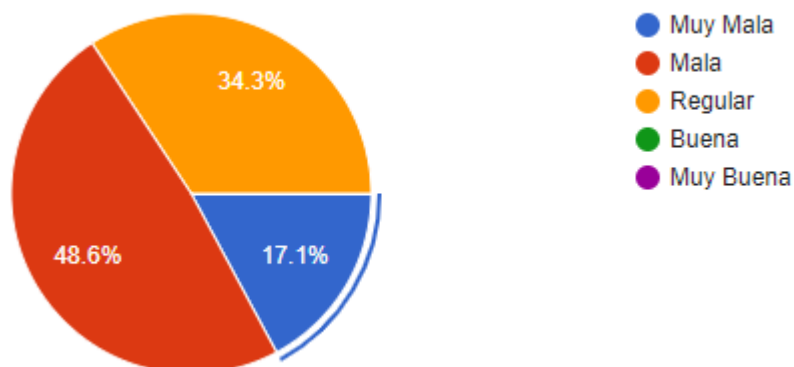
*Figura 28. ¿Cuán satisfactorio es su sistema de rutas en tiempo? - Encuesta*

*Fuente: Realizado por la autora*

En relación a la experiencia en carreteras, la mayor parte de encuestados con el 60% coinciden que el sistema de rutas empleado por la compañía es malo en relación al tiempo; además, el 11,4% señala que es muy malo y el 28,6% lo valora como regular. No existen valoraciones positivas para este caso.

**3. Valorando su experiencia en carreteras ¿Cuán satisfactorio es su sistema de rutas en distancias recorridas?**

Detalle	Frecuencia Absoluta	Porcentaje
Muy Mala	6	17,1
Mala	17	48,6
Regular	12	34,3
Buena	0	0,0
Muy Buena	0	0,0
Total	35	100



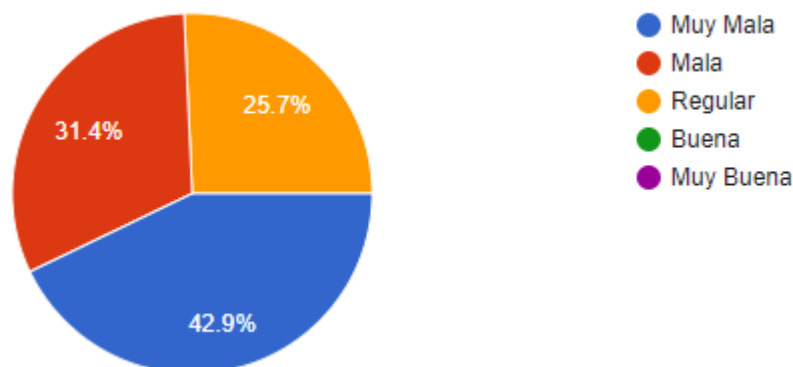
*Figura 29. ¿Cuán satisfactoria es su sistema de rutas en distancias recorridas? -Encuesta*

*Fuente: Realizado por la autora*

En relación a la experiencia en carreteras, aproximadamente la mitad de encuestados con el 48,6% coinciden que el sistema de rutas empleado por la compañía es malo en relación a las distancias que tienen que recorrer; además, el 17,1% menciona que es muy malo y el 34,3% lo valora como regular. No existen valoraciones positivas para este caso.

**4. Valorando su experiencia en carreteras ¿Cuán satisfactoria es su sistema de rutas en gastos generados por viajes?**

Detalle	Frecuencia Absoluta	Porcentaje
Muy Mala	15	42,9
Mala	11	31,4
Regular	9	25,7
Buena	0	0,0
Muy Buena	0	0,0
Total	35	100

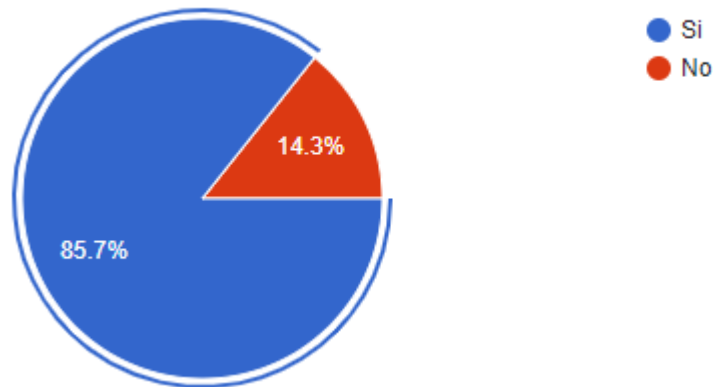


*Figura 30. ¿Cuán satisfactoria es su sistema de rutas en gastos generados por viajes? -Encuesta Fuente: Realizado por la autora*

En relación a la experiencia en carreteras, el 42.9% coinciden que el sistema de rutas empleado por la compañía es muy malo en relación a los gastos que incurre en el trayecto; además, el 31.4% señala que es malo y el 25.7% lo valora como regular. No existen valoraciones positivas para este caso.

**5. ¿Considera que existen mejores rutas por las que podrían llegar a su destino mejorando tiempo-distancia-costos?**

Detalle	Frecuencia Absoluta	Porcentaje
Si	30	85,7
No	5	14,3
Total	35	100



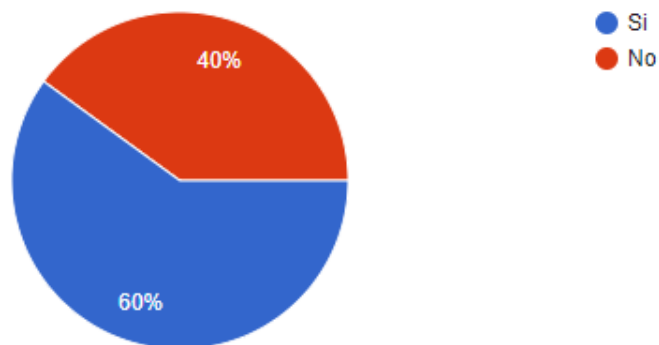
*Figura 31. ¿Considera que existen mejores rutas por las que podrían llegar a su destino mejorando tiempo-distancia-costos? - Encuesta*

*Fuente: Realizado por la autora*

La mayoría de encuestados coincide en que existen mejores rutas por las que se podría transitar, al reducir de esta manera el tiempo, la distancia recorrida y los gasto por viaje, lo que representa el 85,7%, 14,3% restante señala que no existe mejores rutas.

**6. ¿Alguna vez ha sugerido una ruta alterna para que sea considerada en sus viajes?**

Detalle	Frecuencia Absoluta	Porcentaje
Si	21	60,0
No	14	40,0
Total	35	100



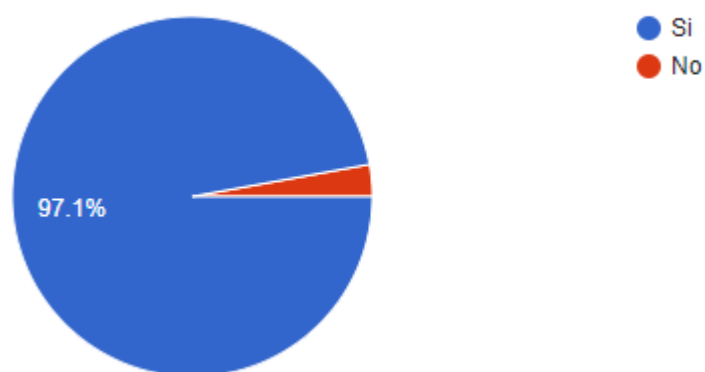
*Figura 32. ¿Alguna vez ha sugerido una ruta alterna para que sea considerada en sus viajes? - Encuesta*

*Fuente: Realizado por la autora*

El 60% de choferes y propietarios de vehículos de la compañía han propuesto rutas alternas y la opción de que la compañía maneje esas rutas como principales.

**7. ¿Considera que existen rutas peligrosas que por seguridad no deben ser usadas como alternativa?**

Detalle	Frecuencia Absoluta	Porcentaje
Si	34	97,1
No	1	2,9
Total	35	100



*Figura 33. ¿Considera que existen rutas peligrosas que por seguridad no deben ser usadas como alternativa? - Encuesta*

*Fuente: Realizado por la autora*

El 97,1% de encuestados coinciden en que, si una ruta se considera peligrosa, esta no se debería tomarse en cuenta para el diseño; es decir que, la mayoría de la población está dispuesta a incurrir en mayores gastos y distancias recorridas si fuera el caso, dándole prioridad a la seguridad.

## Anexo 6: Instrumento de Observación 1



# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI INSTRUMENTO DE MEDICIÓN



### Ficha de Observación 1

**Objetivo:** Obtención de rutas y datos generales

#### Descripción

La presente ficha de observación está dirigida para los propietarios, conductores y personal administrativo que pertenece y/o labora en la Compañía Internacional de Transportes Iza CITRAIZA S.A. Este representa un instrumento de adquisición de datos para obtener las rutas por las que circulan las unidades partiendo de un punto de origen a diferentes destinos.

**Tema:** DISEÑO DE RUTAS DE LA COMPAÑÍA INTERNACIONAL DE TRANSPORTES IZA CITRAIZA S.A.

#### I. Datos Personales

**Nombre:**

**Cargo:**

**Fecha:**

#### II. Datos Generales

Origen	Destino



**I. Probables rutas**

<b>Ítem</b>	<b>Ruta</b>	<b>Descripción breve ruta</b>	<b>Existe una Ruta Alternativa</b>	<b>Vías en buen estado (Si/No)</b>	<b>Vía Peligrosa (Si/No) Descripción</b>
1					
2					
3					

## Anexo 7: Instrumento de Observación 2



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI



### INSTRUMENTO DE MEDICIÓN

#### Ficha de Observación 2

**Objetivo:** Obtención de rutas y datos específicos en cada viaje

#### Descripción

La presente ficha de observación está dirigida para los conductores que pertenece y/o labora en la Compañía Internacional de Transportes Iza CITRAIZA S.A. Este representa un instrumento de adquisición de datos reales de viajes, con el fin de obtener una descripción detallada de cada una de las rutas establecidas en la ficha 1 y dimensionar de las variables tiempo-distancia-peajes.

**Tema:** DISEÑO DE RUTAS DE LA COMPAÑÍA INTERNACIONAL DE TRANSPORTES IZA CITRAIZA S.A.

#### I. Datos Personales

**Nombre del Conductor:**

**Placa del vehículo a su cargo:**

**Fecha:**

#### II. Datos Generales

Origen	Destino	Ruta

### III. Descripción detallada de la ruta de acuerdo a las ciudades visitadas

<b>Origen</b>	<b>Siguiente ciudad</b>	<b>Distancia (km)</b>	<b>Tiempo (min)</b>	<b>Peaje en el transcurso (Si-No)</b>	<b>Tiempo muerto, ocupado para alimentación-mecánica, etc. (min)</b>	<b>Averías en la vía (Si-No)</b>	<b>Vía Peligrosa (Si-No)</b>	<b>¿Existe una vía alterna? (Si-No)</b>

## Anexo 8: Entrevista



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI



### INSTRUMENTO MEDICIÓN

**Entrevista dirigida a:** Gerente de la Compañía Internacional de Transportes Iza CITRAIZA S.A.

**Objetivo:** Análisis del estado inicial de la Compañía Internacional de Transportes Iza CITRAIZA S.A.

#### Descripción

La presente entrevista semi-estructurada se aplica con el fin de indagar aspectos relevantes a la concepción, operación y sobre todo distinguir aspectos fundamentales para el diseño de rutas.

**Tema:** DISEÑO DE RUTAS DE LA COMPAÑÍA INTERNACIONAL DE TRANSPORTES IZA CITRAIZA S.A.

#### Datos Personales

**Nombre:**

**Fecha:**

#### Cuestionario

1. ¿En qué fecha fue constituida la compañía?

.....  
.....  
.....

2. ¿Con cuántos socios cuenta?

.....  
.....  
.....

3. ¿Puede ayudarme con una perspectiva de la planificación estratégica de la compañía considerando la misión, visión, valores?

.....  
.....  
.....

4. ¿Qué personal administrativo se mantiene laborando?

.....  
.....  
.....

5. ¿Cuál es la actividad principal de la compañía?

- .....  
.....  
.....
- 6. ¿La compañía cuenta con un permiso de operación para dicha actividad?**  
.....  
.....  
.....
- 7. ¿Qué tipo de carga manejan?**  
.....  
.....  
.....
- 8. ¿Cuántas unidades y de qué tipo tienen?**  
.....  
.....  
.....
- 9. ¿Cuáles son las características del servicio que presentan que pueden ser marcadas como ofertas de valor para los clientes?**  
.....  
.....  
.....
- 10. ¿Cuentan con un asesor legal?**  
.....  
.....  
.....
- 11. ¿La parte contable quién la maneja?**  
.....  
.....  
.....
- 12. ¿Mantienen información sobre las rutas a las que prestan servicios?**  
.....  
.....  
.....
- 13. ¿Cuentan con una persona en nómina para manejo de la parte logística y operativa de la compañía?**  
.....  
.....  
.....
- 14. ¿Me puede describir el proceso logístico de la compañía, desde el acceso a nuevos clientes hasta la prestación de servicio de transporte y pago a proveedores como se lo realiza actualmente?**

.....  
.....  
.....

**15. ¿Qué rutas cubren y cuáles son las más concurridas?**

.....  
.....  
.....

**16. ¿Cómo es el proceso asignación de rutas actual?**

.....  
.....  
.....

**17. ¿Están satisfechos con el sistema de ruteo que manejan actualmente?**

.....  
.....  
.....

**18. ¿Ha tenido problemas con los tiempos de entrega, a qué velocidad media circulan los vehículos?**

.....  
.....  
.....

**19. ¿Se ha realizado algún momento un diseño de rutas para los servicios que prestan?**

.....  
.....  
.....

**20. ¿Cómo asignan los costos por flete?**

.....  
.....  
.....

**21. ¿Tienen calculado un valor por km adicional de recorrido?**

.....  
.....  
.....

## Anexo 9: Resumen de la Entrevista



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI



### Resumen de la Entrevista

**Entrevista dirigida a:** Gerente de la Compañía Internacional de Transportes Iza CITRAIZA S.A.

**Tema:** DISEÑO DE RUTAS DE LA COMPAÑÍA INTERNACIONAL DE TRANSPORTES IZA CITRAIZA S.A.

#### Datos Personales

**Nombre:** Iza Quinapallo Silvia Narciza

**Fecha:** 1-5-2020

En la entrevista realizada de forma presencial a la Gerente de la Compañía Internacional de Transportes Iza CITRAIZA S.A., se establecieron varias preguntas en función al cuestionario propuesto en Anexo 8, de esto se logró adquirir información muy valiosa para establecer el estado inicial de la empresa, además de conocer la gestión de rutas actual de la compañía..

Partiendo de datos de la constitución de la compañía, la gerente manifestó: “La compañía fue constituida el 14 de junio del 2006, el trámite se realizó en la ciudad de Latacunga, pero su registro consta en la ciudad de Saquisilí, cuenta con 18 accionistas que serían los socios de la compañía, esta información más detallada se puede encontrar en los registros de acceso público de la compañía en la Superintendencia de Compañías.”

En relación a la planificación estratégica supo manifestar: “La empresa estableció sus misión, visión , valores, objetivos y estrategias desde hace un par de años atrás con las perspectivas de crecimiento, que tengo aquí y se los leeré: “Misión: Ser la compañía de transporte de carga pesada más reconocida de la provincia de Cotopaxi por su calidad de servicio, experiencia y capacidad de proporcionar la flota necesaria y renovada para nuestros clientes, siempre comprometidos con el medio ambiente y seguridad. Visión: Prestar el servicio de transporte de carga pesada de manera eficiente y segura, ofreciendo una asistencia personalizada con personal calificado en toda la línea logística que involucra nuestra compañía. Valores: calidad en el servicio, ética, buen ambiente laboral, seguridad, seriedad, cumplimiento. Objetivo General: Entregar a nuestros clientes un servicio de transporte de carga pesada a nivel nacional e internacional, cumpliendo con nuestros valores. Objetivos Específicos: Realizar planes mensuales de mantenimiento preventivo y correctivo para todas las unidades, Capacitar al personal de operativo y administrativo de la empresa en temas relacionados a servicio al cliente, cada seis meses, Establecer una

comunicación directa con la flota de transporte y clientes finales. Estrategias: Establecer contratos de servicio de mantenimiento con talleres mecánicos en las ciudades de Guayaquil, Quito e Imbabura, que garanticen un plan de mantenimiento continuo con personal calificado y a precios competitivos, Contratar firmas consultoras que midan y analicen los niveles de satisfacción de nuestros clientes, Emitir al cliente final reportes e informes en tiempo real respecto al desempeño operacional y ubicación, mediante el aplicativo del sistema de rastreo satelital con el que cuenta la compañía”.

Indagando sobre el personal administrativo que labora dentro de la compañía, la gerente manifestó: “la compañía tienen una secretaria, una contadora, un asesor legal externo, además de que la compañía está registrada con un presidente, el gerente es electo, un comisario, sumado a estos el resto de accionistas activos”

La compañía cuenta con un permiso de operación otorgado por la Agencia Nacional de Tránsito en conjunto con el Servicio de Rentas Internas, en la que consta el transporte de carga pesada como actividad principal. A pesar de que este permiso acredita transportar diferentes mercaderías, se establecen que se dedican estrictamente al transporte de carga unitaria y al granel. Esto en una estadística de los últimos dos años el 59% fue carga a granel.

La compañía tiene 20 vehículos, divididos en 4 tipos, el primero 6 vehículos Hino GH tipo sencillo, el segundo 8 mulas marca Hino FM, hay además 2 mulas Hino SS1EKSA y 2 camiones Hino GD; la compañía cuenta también con 2 camiones Chevrolet NPR, sus capacidades son estándar.

Dentro de las propuestas de servicio diferenciadoras según la entrevistada se encuentran: “Transporte eficiente y responsable del producto proveniente de las bodegas de Proveedores hacia las bodegas de los Clientes finales. Manejo organizado del producto, tanto en bodegas de Proveedores como en bodegas de Clientes finales, clasificando la mercadería en los vehículos con los cuidados respectivos. Uso adecuado de los equipos de seguridad personal tales como: casco, calzado, guantes, chalecos; por parte de los señores transportistas designados y supervisado por personal capacitado de la Compañía Internacional de Transportes Iza CITARIZA S.A. Seguridad del producto transportado; en este punto se recalca que los vehículos de la Compañía Internacional de Transportes Iza CITARIZA S.A. cuentan con rastreo satelital, lo cual permite el monitoreo de la flota desde el sitio de carga hasta el lugar de destino. Capacidad de respuesta, voluntad de colaborar y sobre todo de prestar un servicio oportuno. Empatía por parte de los señores conductores



de las unidades de la Compañía Internacional de Transportes Iza CITARIZA S.A., denotando una atención individualizada con nuestros colaboradores y clientes”.

La compañía maneja varias rutas, pero son 7 las comunes y con origen en Guayaquil, pero no se cierran a abrirse nuevas fronteras. El manejo de rutas es de forma empírica y no se cuenta con una persona específica que haga eso, el conductor decide básicamente. La logística interna según la gerente “es manejada por mi persona en conjunto con la secretaria”.

El proceso logístico comienza con la captación de clientes y servicios, luego se reciben las órdenes de servicio para asignar al vehículo de acuerdo a su disponibilidad, el mantenimiento lo realiza cada propietario. Los pagos se los efectúan los días viernes, con un tiempo estimado de 1 mes posterior a la facturación. Los cheques son entregados por la secretaria con las firmas del presidente y gerente.

En cuestión a las rutas, cada viaje inicia en un punto de origen y termina en un depósito, siendo la demanda asignada de acuerdo a la unidad por el cliente, no existen entregas intermedias, es decir se entrega en un solo destino. Los camiones son asignados de manera aleatoria, de acuerdo a las características de la carga en peso o volumen, de los disponibles se escoge un vehículo. Para no caer en beneficios, se asigna un número máximo de viajes por vehículo de acuerdo a la cantidad de carga negociada con los clientes.

Se tiene una ruta sugerida para cada origen-destino, de las siete principales, cada una de estas queda a libre elección del conductor, expresó “en realidad nos ha traído varios problemas este manejo y quisiéramos estandarizar y poder controlar esto de forma centralizada y que nosotros podamos enviar a cada conductor la ruta”. Nunca han tenido un diseño y la ruta propuesta se ha hecho de manera empírica, sin tener sustento para su ejercicio, han tenido varios problemas con los tiempos de entrega y la velocidad de los vehículos no es la misma, como velocidad media podría decir que circulan a unos 50 km/h, en las rectas suelen alcanzar velocidades mayores, pero en pendientes disminuyen.

En referencia a los costos señala que, son establecidos en base a la oferta y demanda, se tiene una tabla de costos de acuerdo al recorrido, enfatiza en que: “estos tenemos que establecer de acuerdo a los precios de la competencia, últimamente la competencia oferta a precios muy bajos y debemos tratar de reducirlos con todo lo que podamos, por ejemplo, la optimización de rutas ya que en un cálculo interno determinamos que el costo aproximado por km extra de recorrido es de 0.50 centavos para lo que se consideró rubros como: consumo de diesel, desgaste de neumáticos, mantenimiento, desgaste del vehículo, entre otros”.

## Anexo 10: Documentación Superintendencia de Compañías y SRI



### REPÚBLICA DEL ECUADOR

SUPERINTENDENCIA DE COMPAÑÍAS, VALORES Y SEGUROS DEL ECUADOR  
REGISTRO DE SOCIEDADES

#### ADMINISTRADORES ACTUALES DE LA COMPAÑÍA

No. de Expediente: 37969  
No. de RUC de la Compañía: 0531711156001  
Nombre de la Compañía: COMPAÑIA INTERNACIONAL DE TRANSPORTES IZA CITRAIZA S.A.

IDENTIFICACIÓN	NOMBRE	NACIONALIDAD	CARGO	FECH. NOMB.	PERIODO	FECHA DE REG. MERCANTIL	No. DE REGISTRO MERCANTIL	ART.	RL/ADM
1711596799	CHASI SOLORZANO GALO JOVANNY	ECUADOR	PRESIDENTE	29/08/2020	2	29/09/2020	19	12	ADM
0502139405	IZA QUINAPALLO SILVIA NARCIZA	ECUADOR	GERENTE GENERAL	29/08/2020	2	29/09/2020	20	13	RL

La información referente a los representantes legales y administradores se la concede sin perjuicio de la que consta inscrita actualmente en el Registro Mercantil o de la posible renuncia de los indicados funcionarios y que no haya sido comunicado a esta institución.

FECHA DE EMISIÓN: 12/01/2021 16:29:39

Es obligación de la persona o servidor público que recibe este documento validar su autenticidad ingresando al portal web [www.supercias.gob.ec/portalinformacion/verifica.php](http://www.supercias.gob.ec/portalinformacion/verifica.php) con el siguiente código de seguridad:



AFPJ1589387

12/01/2021 16:38:34

### DATOS GENERALES DE LA COMPAÑÍA

<b>RAZÓN O DENOMINACIÓN</b>	COMPañIA INTERNACIONAL DE TRANSPORTES IZA CITRAIZA S.A.		
<b>NOMBRE COMERCIAL:</b>			
<b>EXPEDIENTE:</b>	37969	<b>RUC:</b>	0591711156001
<b>FECHA DE CONSTITUCIÓN:</b>	14/06/2006	<b>PLAZO SOCIAL:</b>	14/06/2056
<b>NACIONALIDAD:</b>	ECUADOR	<b>TIPO DE CIA:</b>	ANÓNIMA
<b>OFICINA:</b>	AMBATO	<b>SITUACIÓN LEGAL:</b>	ACTIVA

**DIRECCIÓN LEGAL**

**PROVINCIA:** COTOPAXI **CANTÓN:** SAQUISILI **CIUDAD:**

**DIRECCIÓN POSTAL**

**PROVINCIA:** COTOPAXI **CANTÓN:** SAQUISILI **CIUDAD:** SAQUISILI

**PARROQUIA:** **CALLE:** GONZALEZ SUAREZ **NÚMERO:** SIN

**INTERSECCIÓN/MZ.** ORIENTE **CIUADAELA:**

**CONJUNTO:** **BLOQUE:**

**NÚMERO DE OFICINA:** **EDIFICIO/C.C.:**

**REFERENCIA / UBICACIÓN:** A MEDIA CUADRA AL SUR DE LA PLAZA VICEN

**PISO:** **TELÉFONO1:** 032806449 **TELÉFONO2:** 032690372

**FAX:** **CORREO ELECTRÓNICO 1:** citraiza@hotmail.com

**CASILLERO POSTAL:** **CORREO ELECTRÓNICO 2:** silvia\_iza\_q@hotmail.com

**CELULAR:** 0983058057 **PERTENECE A M.V.:** NO **SITIO WEB:** silvia\_iza\_q@hotmail.com

**INFORMACIÓN**

¿Es proveedora de bienes o servicios del estado?  NO ¿Ofrece servicios de pago a remesas?  NO ¿Sociedad de interés público?  NO

¿Pertenece a MV?  NO ¿Compañía vende a crédito?  NO Fecha de última act. de datos: 24/04/17 13:00

Disposición Judicial que afecta la compañía: NINGUNA

**ACTIVIDAD ECONÓMICA**

**OBJETO SOCIAL:** El objeto de la compañía es: TRANSPORTE DE CARGA PESADA

**CIIU Actividad Nivel 2:** H49 TRANSPORTE POR VÍA TERRESTRE Y POR TUBERÍAS

**CIIU Operación Principal:** H4923.01 TODAS LAS ACTIVIDADES DE TRANSPORTE DE CARGA POR CARRETERA, INCLUIDO EN CAMIONETAS DE TRONCOS, GANADO, TRANSPORTE REFRIGERADO, CARGA PESADA, CARGA A GRANEL, INCLUIDO EL TRANSPORTE EN CAMIONES

**CAPITAL A LA FECHA**

**CAPITAL SUSCRITO:** 1040.0000 **CAPITAL:** 2080.0000 **VALOR X ACCIÓN:** 1.00000



**REGISTRO ÚNICO DE CONTRIBUYENTES  
SOCIEDADES**



**NÚMERO RUC:** 058171156001  
**RAZÓN SOCIAL:** COMPAÑIA INTERNACIONAL DE TRANSPORTES IZA CITRAZA S.A.

**NOMBRE COMERCIAL:**  
**REPRESENTANTE LEGAL:** IZA GUINAPALLO FREDY ERNESTO  
**CONTADOR:** MINUEZA CARD A MARIA FERNANDA  
**CLASE CONTRIBUYENTE:** OTROS  
**CLASIFICACIÓN ARTESANAL:** SI  
**OBLIGADO LLEVAR CONTABILIDAD:** SI  
**NÚMERO:** SI

**FEC. NACIMIENTO:** 31/07/2008  
**FEC. INSCRIPCIÓN:** 31/07/2008  
**FEC. SUSPENSIÓN DEFINITIVA:**  
**FEC. INICIO ACTIVIDADES:** 14/05/2005  
**FEC. ACTUALIZACIÓN:** 30/05/2017  
**FEC. FINICIO ACTIVIDADES:**

**ACTIVIDAD ECONÓMICA PRINCIPAL**

SERVICIO DE TRANSPORTE DE CARGA PESADA

**DOMICILIO TRIBUTARIO**

País: GUATEMALA Calle: SAQUISILU Parroquia: SAQUISILU Barrio: GONZALEZ SUAREZ Cód. Postal: GONZALEZ SUAREZ Número: SI/No: SI Dirección: ORIENTE Referencia: 100 metros A MEDIA CUADRA A SUR DE LA PLAZA VICENTE RODRIGUEZ Teléfono: Trabajo: 052806449 Celular: 0528032861 Email: daniel@iza.net.gt

**DOMICILIO ESPECIAL**

SI

**OBLIGACIONES TRIBUTARIAS**

- \* ANEXO ACCIONISTAS, PARTICIPES, SOCIOS, MIEMBROS DEL DIRECTORIO Y ADMINISTRADORES
- \* ANEXO DE DIVIDENDOS, UTILIDADES O BENEFICIOS - ADI
- \* ANEXO RELACION DEPENDENCIA
- \* ANEXO TRANSACCIONALES SIMPLIFICADO
- \* DECLARACION DE IMPUESTO A LA RENTA SOCIEDADES
- \* DECLARACION DE RETENCIONES EN LA FUENTE
- \* DECLARACION MENSUAL LE NA

Señalar las de las compañías Ver Derechos de voto y condicionalidad, Derechos de asistencia a la administración, Derechos económicos, Derechos de información, Derechos procedimentales; para mayor información consulte en [www.sri.gov.gt](http://www.sri.gov.gt).  
Las personas naturales que operen como socios, accionistas o miembros de juntas y comités superiores a los límites establecidos en el Reglamento para la aplicación de la ley de régimen tributario interno, serán obligados a llevar contabilidad, constituirse en agente de retención, no podrán acogerse al Régimen Simplificado (RIS) y sus obligaciones de IVA deberán ser presentadas de manera mensual.  
Recuerde que las declaraciones de IVA podrán presentarse de manera mensual siempre y cuando no sea el contribuyente obligado a llevar contabilidad, transitar hacia o desde sistemas únicamente con tarifa 0% de IVA y/o sus ventas con tarifa de IVA de 0% son alícuota de retención del 100% de IVA

**# DE ESTABLECIMIENTOS REGISTRADOS**

ADJ ESTABLECIMIENTOS REGISTRADOS	RENTAS	RENTAS	RENTAS
JURISDICCIÓN	ZONA 3 COTOPAXI	RENTAS	RENTAS
		DERIVADOS	DERIVADOS
			0



Código: RIMRUC2018000695047

Fecha: 24/04/2018 18:17:40 PM

## **Anexo 11: Validación de los Instrumentos**















**Anexo 12: Reporte del Sistema Integrado de Seguridad ECU - 911 de vías  
que presentan novedades**

Este reporte es generado diariamente con las novedades que se encuentran en las vías del Ecuador, presenta las siguientes observaciones y características:

Página web: <https://www.ecu911.gob.ec/consulta-de-vias/>

Fecha de consulta: 04/03/2021, 11:09:01

La Tabla 17 detalla la provincia, vía, estado y observaciones con posibles rutas alternas para cada una de las vías con novedad.

**Tabla 17. Vías del país que presentan novedades**

<b>Provincia</b>	<b>Vía</b>	<b>Estado</b>	<b>Observaciones</b>
AZUAY	CUENCA - GUARUMALES - MENDEZ - MACAS	PARCIALMENTE HABILITADA	PARCIALMENTE HABILITADA DE PREFERENCIA USAR VIAS ALTERNAS <b>Vias alternas</b> <input type="checkbox"/> CUENCA - CHORDELEG - SIGSIG- GUALAQUIZA
AZUAY	CUENCA - MOLLETURO - NARANJAL	CERRADA	CONDUCCION CON PRECAUCION EN LOS KM 50+100 CERRADO POR DESLIZAMIENTO. TODA LA NOCHE ESTARA CERRADA, MAÑANA ACUDIRA MAQUINARIA DE MTOP. <b>Vias alternas</b> <input type="checkbox"/> BIBLIAN - ZHUD - LA TRONCAL
AZUAY	SEVILLA DE ORO - PALMAS	PARCIALMENTE HABILITADA	DOS CARRILES HABILITADOS EN EL KM 74+800, ANTES DE LLEGAR A LA ENTRADA DE TUBAN-SEVILLA DE ORO
CARCHI	PANAMERICANA NORTE SECTOR PUENTE INTERNACIONAL DE RUMICHACA	CERRADA	PRODUCTO DE LA EMERGENCIA SANITARIA, SE CIERRA EL PASO VEHICULAR EN EL PUENTE INTERNACIONAL DE RUMICHACA
CARCHI	CHICAL - SAN JUAN DE LACHAS	CERRADA	DESLIZAMIENTO DE TIERRA
EL ORO	EL CAMBIO - LA IBERIA	CERRADA	CERRADO POR HUNDIMIENTO DEL PUENTE, ESTA HABILITADA EL PUENTE NUEVO EN EL

Provincia	Vía	Estado	Observaciones
			TRAMO BELLA INDIA - TILLALES <b>Vías alternas</b>  <input type="checkbox"/> BELLA INDIA - TILLALES
ESMERALDAS	QUININDE-CUBE-EL MIRADOR-SECTOR EL VERGEL	PARCIALMENTE HABILITADA	VIA PARCIALMENTE HABILITADA A CAUSA DE UN SOCAVAMIENTO
ESMERALDAS	EL SALTO	PARCIALMENTE HABILITADA	POR SOCAVAMIENTO, EN COORDINACION CON SNGRE, UN CARRIL HABILITADO
ESMERALDAS	VIA ALTO TAMBO - LITA	PARCIALMENTE HABILITADA	VARIOS TRAMOS DE LA VIA EXISTEN DESLIZAMIENTOS Y SOCAVAMIENTOS. PERSONAL MTOP REALIZANDO TRABAJOS
MANABI	JIPIJAPA - LIMITE PROVINCIAL MANABI/GUAYAS (LA CADENA)	PARCIALMENTE HABILITADA	AFECTACION PARCIALMENTE DE UN CARRIL EN EL KM 75 DE LA VIA PAJAN -CASCOL POR HUNDIMIENTO DE VIA
MORONA SANTIAGO	LOGROÑO - BELLA UNION	PARCIALMENTE HABILITADA	DESLIZAMIENTO SECTOR BELLA UNION, KM 43+700
MORONA SANTIAGO	MACAS - RIOBAMBA	PARCIALMENTE HABILITADA	VIA CON DAÑO EN KM 47, 49, 62 Y 79 / A CAUSA DE DESLIZAMIENTOS / HABILITACION APROXIMADA TIEMPO INDETERMINADO <b>Vías alternas</b>  <input type="checkbox"/> PUENTE PASTAZA - MACAS
MORONA SANTIAGO	MENDEZ - GUARUMALES	PARCIALMENTE HABILITADA	VIA CON DAÑO EN VARIOS SECTORES / A CAUSA DE DESLIZAMIENTOS / HABILITACION APROXIMADA TIEMPO INDETERMINADO <b>Vías alternas</b>  <input type="checkbox"/> PLAN DE MILAGRO-CUENCA (POR LA LOMA DE LA VIRGEN)
MORONA SANTIAGO	Y DE PATUCA - TIWINTZA	PARCIALMENTE HABILITADA	VIA CON DAÑO SECTOR YAPAPAS / A CAUSA DE PÉRDIDA TOTAL DE CALZADA /

Provincia	Vía	Estado	Observaciones
			HABILITACION APROXIMADA TIEMPO INDETERMINADO/PASO ALTERNO
MORONA SANTIAGO	TIWINTZA - SAN JOSÉ DE MORONA	PARCIALMENTE HABILITADA	SECTOR SHAIME VARIANTE EN LA VÍA Y DESLIZAMIENTO/ CIRCULAR CON PRECAUCIÓN P ASO SOLO VEHICULOS PEQUEÑOS
MORONA SANTIAGO	BELLA UNION - LIMON	PARCIALMENTE HABILITADA	SECTOR EL ROSARIO, A CAUSA DE DESLIZAMIENTOS / HABILITACIÓN APROXIMADA TIEMPO INDETERMINADO
NAPO	Y DE BAEZA -Y DE NARUPA- COTUNDO	PARCIALMENTE HABILITADA	EN EL KM 19 SECTOR DE YAHUANA
NAPO	PAPALLACTA - BAEZA	PARCIALMENTE HABILITADA	CIRCULAR CON PRECAUCION KM 19 LY KM 24 AUREL <b>Vías alternas</b>  <input type="checkbox"/> PAPALLACTA - CUYUJA
PASTAZA	LIMITE PROVINCIAL PASTAZA/MORONA SANTIAGO (PUENTE PASTAZA)	CERRADA	DESLIZAMIENTO EN EL SECTOR DE CHUWITAYO JURISDICCIÓN DE PASTAZA.
SUCUMBIOS	VIA LAGO AGRIO - JIVINO - SHUSHUFINDI	CERRADA	MANIFESTACIONES EN EL KM 12 DE LA VIA LAGO AGRIO - JIVINO VERDE
SUCUMBIOS	VIA INTEROCEANICA - LA BONITA - EL PLAYON	PARCIALMENTE HABILITADA	SIN MESA VIAL POR COLAPSO DE ALCANTARILLA EN EL SECTOR DEL PLAYO. VIA ALTERNA EL CARMELO
SUCUMBIOS	VIA LAGO AGRIO - CUYABENO (TARAPOA) - PUERTO EL CARMEN	PARCIALMENTE HABILITADA	HUNDIMIENTO EL RECINTO EL EQUINOCIO- PASO PARA VEHICULOS LIVIANOS
SUCUMBIOS	LAGO AGRIO-EL REVENTADOR- LIMITE PROVINCIAL KM 102(NAPO)	PARCIALMENTE HABILITADA	DEBIDO A CAMBIOS DE TUBERÍA DE PETROECUADOR EL MTOP CERRARÁ LA VÍA DE 07H00 A 12H00 EN LA Y DE BAEZA - REVENTADOR KM65.
ZAMORA CHINCHIPE	VIA ZAMORA - LOJA	PARCIALMENTE HABILITADA	DESLIZAMIENTO EN EL SECTOR DE SABANILLA

<b>Provincia</b>	<b>Vía</b>	<b>Estado</b>	<b>Observaciones</b>
			/ MAQUINARIA EN EL LUGAR

*Fuente:* (ECU-911, 2021)

### **Anexo 13: Diseño detallado por rutas de la Compañía Internacional de Transportes Iza CITRAIZA S.A.**

Luego de establecer todas las rutas con su origen y destino, es necesario realizar un mapeo de las redes, que incluyan las rutas y las ciudades principales por las que se puede llegar. Para esto se utiliza una herramienta de Google llamada “Google Maps”. Este add-in permite generar rutas a través de la utilización de geolocalización propia de Google Maps; se inicia con la selección de nodos, luego se crea capas con las rutas, posterior se traza una línea que cruza por los lugares definidos automáticamente, generando de esta manera rutas reales.

Con los datos obtenidos, se procede a aplicar el método simplex de optimización de la herramienta Solver de Excel y encontrar la ruta óptima en función de minimización de la distancia a recorrer; además, se establecen condiciones para las rutas y se genera una alterna en cada caso. Para la ruta alterna se toma en cuenta los datos generados por el Sistema Integrado de Seguridad ECU911, estos oscilan a diario, el Anexo 12 muestra la tabla de vías cerradas o con daños consultados a la fecha del diseño.

Una vez identificadas las vías reportados con daños o cierres por el Sistema Integrado de Seguridad ECU911, se establece que a la fecha de diseño ninguna novedad influye en los siete trayectos que la compañía realiza; por lo que, para la selección de la ruta alterna, se procede a generar una restricción en la ruta óptima, esto da como resultado la ruta alterna como la segunda con menor distancia recorrida.

En la parte final del diseño se realiza una comparación de la ruta óptima inicial con la alterna y la ruta actual; además, se pondera factores como estado de la vía, costo por kilómetro adicional y peligros al circular por cada opción. Este proceso es recurrente y repetitivo para todas las rutas.

#### **1. Ruta Guayaquil - Manta**

Para la ruta Guayaquil-Manta, existen dos vías, una por la ruta de Spondylus y la otra por Pedro Carbo. Para la creación de la red es necesario asignar un número para cada ciudad, la Tabla 18 presenta la asignación para cada nodo.



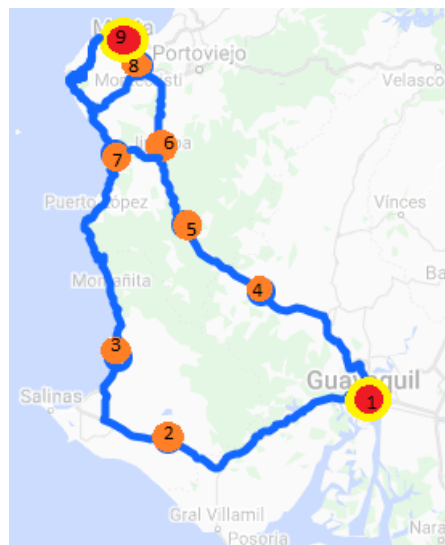
**Tabla 18. Nomenclatura de nodos de la red Guayaquil-Manta**

Designación (Número)	Punto (Ciudad)
1	Guayaquil
2	Zapotal
3	Monteverde
4	Pedro Carbo
5	Paján
6	Jipijapa
7	Puerto Cayo
8	Montecriti
9	Manta

*Fuente: Elaborado por la autora*

### Planteamiento del problema

Al considerar la red de la Figura 34, donde los nodos representan las ciudades y los arcos los caminos posibles, las distancias en Km son los valores presentados en la Tabla 19., se pretende encontrar el camino que permita ir de la ciudad 1 a la ciudad 9 recorriendo la menor distancia posible.



**Figura 34. Red de la ruta Guayaquil-Manta**

*Fuente: Realizado por la autora*

### Arcos y pesos de la ruta Guayaquil-Manta

Una vez definida la ruta, identificadas las ciudades y nexos, se traslada esta información a una tabla, donde además se detalla los pesos de las aristas que puede estar definida tanto en distancia o tiempo. La variable a optimizar será distancia, ya

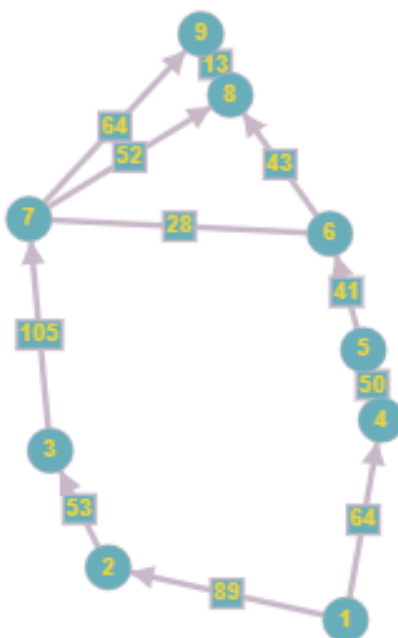
que es un valor fijo (no varía como el tiempo que está directamente relacionado con la velocidad); los datos de distancia en kilómetros (km) fueron extraídos de Google Maps y están detallados en la Tabla 19 .

**Tabla 19. Arcos y costos unitarios de la ruta Guayaquil-Manta**

Origen	Destino	Costo Unitario (km)
1	2	89
1	4	64
2	3	53
3	7	105
7	6	28
7	8	52
7	9	64
4	5	50
5	6	41
6	7	28
6	8	43
8	9	13

*Fuente: Realizado por la autora*

Para una mejor organización y comprensión se procede a realizar un grafo que servirá como punto de partida para la optimización de rutas a través del uso del Solver de Excel. La Figura 35 muestra el grafo que representa la ruta Guayaquil-Manta.



**Figura 35. Grafo ruta Guayaquil-Manta**

*Fuente: Realizado por la autora*

## Optimización de distancias de la ruta Guayaquil-Manta usando el Solver de Excel

De acuerdo con el modelo propuesto para resolver la ruta más corta que se enuncia en la revisión de literatura a través de un modelo lineal y usando la herramienta Solver de Excel se debe concebir cuatro pasos principales:

1. Definir las variables:

- Distancia (km) a recorrer en la ruta Guayaquil-Manta

2. Definir las restricciones:

- $X_{79} + X_{89} = 1$
- $X_{12} - X_{23} = 0$
- $X_{23} - X_{37} = 0$
- $X_{14} - X_{45} = 0$
- $X_{45} - X_{56} = 0$
- $X_{56} - X_{67} - X_{68} = 0$
- $-X_{76} - X_{78} - X_{79} + X_{67} = 0$
- $X_{78} + X_{68} - X_{89} = 0$
- $-X_{12} - X_{14} = -1$
- La respuesta debe expresarse como binaria (0-1)

3. Definir la función objetivo

- $Min z = 89X_{12} + 64X_{14} + 53X_{23} + 105X_{37} + 28X_{76} + 52X_{78} + 64X_{79} + 50X_{45} + 41X_{56} + 28X_{67} + 43X_{68} + 13X_{89}$

4. Resolver en el Solver de Excel aplicando el método simplex

Para este problema se procede a elaborar una tabla con las rutas establecidas y los costos unitarios o pesos que representan las distancias en kilómetros, a los que se desea aplicar el Solver de Excel para la obtención del valor mínimo a través del método simplex.

La ruta se obtiene de forma automática, siendo la función a optimizar de tipo minimización, posterior se establece las condiciones que debe ser un número binario (1 o 0) y que debe partir de un origen 1 y llegar al destino -1.

En este caso se tienen 9 nodos y 12 arcos, siendo el punto 1 el origen y el 9 el destino. La

Figura 36 muestra las tablas con el origen, el destino, el costo propio de cada arco. La celda “En ruta” muestra la solución óptima propuesta por Excel nominada con 1 la ruta aceptada y con cero la rechazada. La celda nodo son las ciudades o nodos de la red, el flujo es una función que permite establecer la condición de que el punto 1 es el origen y el -1 el destino, especificado en la celda “Condición”.

Origen	Destino	Costo Unitario (km)	En ruta
1	2	89	0
1	4	64	1
2	3	53	0
3	7	105	0
7	6	28	0
7	8	52	0
7	9	64	0
4	5	50	1
5	6	41	1
6	7	28	0
6	8	43	1
8	9	13	1

Nodo	Flujo		Condición
1	1	=	1
2	0	=	0
3	0	=	0
4	0	=	0
5	0	=	0
6	0	=	0
7	0	=	0
8	0	=	0
9	-1	=	-1

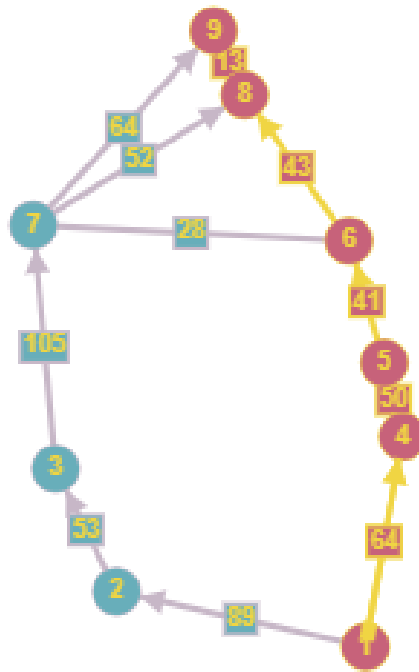
Distancia Mínima (km)                      211

**Figura 36. Función optimizada para la ruta Guayaquil-Manta usando el solver de Excel**

**Fuente: Realizado por la autora**

La función objetivo es la distancia mínima que para este caso es 211 (km) que recorrerá el vehículo si sigue la ruta sugerida.

Si se traduce en un grafo el resultado, se puede ver de manera gráfica la solución óptima propuesta para la ruta Guayaquil Manta, esta se observa de color vino con amarillo en la Figura 37.



**Figura 37. Grafo de solución óptima para la ruta Guayaquil-Manta**  
**Fuente: Realizado por la autora**

La ruta está expresada en números correspondientes a la nomenclatura de la Tabla 18; por lo que se procede a reemplazarlos, obteniendo la solución descrita en la Tabla 20.

**Tabla 20. Solución inicial ruta Guayaquil-Manta**

Origen	Destino
Guayaquil	Pedro Carbo
Pedro Carbo	Paján
Paján	Jipijapa
Jipijapa	Montecristi
Montecristi	Manta

**Fuente: Realizado por la autora**

Al consultar el Sistema Integrado de Seguridad ECU911 y al personal operativo (choferes) de la compañía, se establece que la ruta óptima presenta las siguientes condiciones:

- La ruta tiene 3 peajes.
- La vía se encuentra en buen estado.
- La ruta se considera peligrosa.

### Ruta alterna Guayaquil - Manta

En el caso de análisis, es factible establecer condiciones a la ruta óptima para que se determine la ruta alterna (segunda mejor opción), por ejemplo:

- Los nodos 4 y 5 no estén habilitados

Para este caso se selecciona una ruta alternativa que, al aplicar el mismo modelo anterior y sumar la restricción establecida, se pretende conseguir la ruta alterna sin pasar por ese punto. De esta manera se obtiene el resultado de la Figura 38.

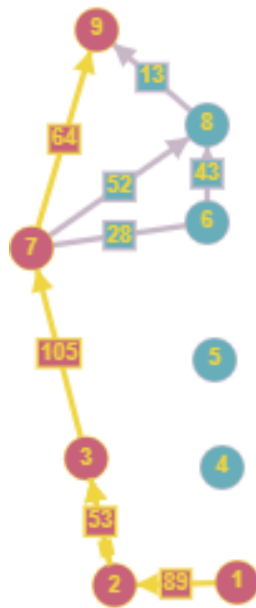


Figura 38. Grafo de solución óptima para la ruta alternativa Guayaquil-Manta

Fuente: Realizado por la autora

El resultado en función de las ciudades a recorrer se tiene la ruta descrito en la Tabla 21.

Tabla 21. Solución alterna ruta Guayaquil-Manta

Origen	Destino
Guayaquil	Zapotal
Zapotal	Monteverde
Monteverde	Puerto Cayo
Puerto Cayo	Manta

Fuente: Realizado por la autora

Con esta solución se recorre 311 km que parte de Guayaquil con destino a Manta; además, con los datos obtenidos en el Sistema Integrado de Seguridad ECU911 y los proporcionados por el personal operativo (choferes) de la compañía, se establecen las siguientes consideraciones:

- En la ruta no se paga peajes
- Ruta peligrosa
- Vía en buen estado

### Comparación de resultados rutas Guayaquil - Manta

Con los datos del diseño (ruta óptima y ruta alterna) y los obtenidos al aplicar el instrumento de observación del Anexo 7 (ruta actual), se establecen parámetros de análisis para comparar los resultados, estos se describen en la Tabla 22.

**Tabla 22. Parámetros de comparación de las rutas Guayaquil-Manta**

Recorrido (nodos)	Recorrido (km)	Número de peajes	Estado	Peligro
Guayaquil-Pedro Carbo-Paján-Jipijapa-Montecristi-Manta	211	3	Buena	robos y asaltos
Guayaquil-Zapotal-Monteverde-Puerto Cayo-Manta	311	0	Buena	robos y asaltos - vía desolada
Guayaquil – La Cadena – Jipijapa - Manta	211	3	Buena	robos y asaltos

*Fuente: Realizado por la autora*

La diferencia de distancia entre la ruta óptima y la alterna (segunda mejor opción) es de 100 km, pero se paga tres peajes más en la optimizada. Cabe indicar que, la ruta óptima es igual a la ruta actual.

De acuerdo a datos obtenidos de la empresa referente a los costos adicionales de 0,50 dólares por km recorrido adicional, se establece los costos globales extra por ruta, estos se detallan en la Tabla 23.

**Tabla 23. Gastos adicionales en las rutas Guayaquil-Manta**

Ruta	Recorrido (km)	Recorrido adicional (km)	Costo km adicional (USD)	Total recorrido adicional (USD)	Número de peajes	Costo peaje (USD)	Total Peajes (USD)	Total (USD)
Guayaquil-Pedro Carbo-Paján-Jipijapa-Montecristi-Manta	211	0	\$ 0,50	\$ -	3	\$ 3,00	\$ 9,00	\$ 9,00
Guayaquil-Zapotal-Monteverde-Puerto Cayo-Manta	311	100	\$ 0,50	\$ 50,00	0	\$ 3,00	\$ 0,00	\$ 50,00

Guayaquil – La Cadena – Jipijapa – Manta	211	0	\$ 0,50	\$ -	3	\$ 3,00	\$ 9,00	\$ 9,00
---	-----	---	---------	------	---	---------	---------	---------

*Fuente: Realizado por la autora*

Después de la ponderación de costos, se establece que la ruta óptima que es igual a la ruta actual, presenta menores costos pese a que se tiene 3 peajes más en relación a la ruta alterna; por tanto, en la actualidad el recorrer por esta ruta resulta efectivo para la compañía.

## 2. Ruta Guayaquil - Esmeraldas

Para la ruta Guayaquil-Esmeraldas, existen dos vías, una por la ruta de Spondylus y la otra por Santo Domingo. La asignación de la nomenclatura de los nodos expresada en la Tabla 24.

*Tabla 24. Nomenclatura de nodos de la red Guayaquil-Esmeraldas*

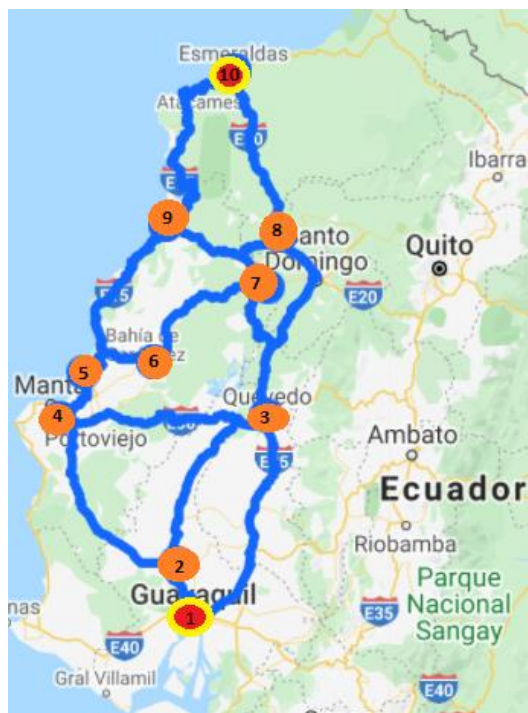
Designación (Número)	Punto (Ciudad)
1	Guayaquil
2	Daule
3	Quevedo
4	Monte Cristi
5	San Jacinto
6	Chone
7	El Carmen
8	Santo Domingo
9	Pedernales
10	Esmeraldas

*Fuente: Elaborado por la autora*

### Planteamiento del problema

Al considerar la red de la Figura 39, donde los nodos representan las ciudades y los arcos los caminos posibles, las distancias en Km son los valores que se presentan en la Tabla 24. Se pretende encontrar el camino que permita ir de la ciudad 1 a la ciudad 10 recorriendo la menor distancia posible.





**Figura 39. Red de la ruta Guayaquil-Esmeraldas**

*Fuente: Realizado por la autora*

### **Arcos y pesos de la ruta Guayaquil - Esmeraldas**

El peso para cada arco o el costo unitario es la variable distancia medida en (km), se utiliza la herramienta Google Maps para obtener los datos. La Tabla 25, detalla los costos unitarios de cada arco.

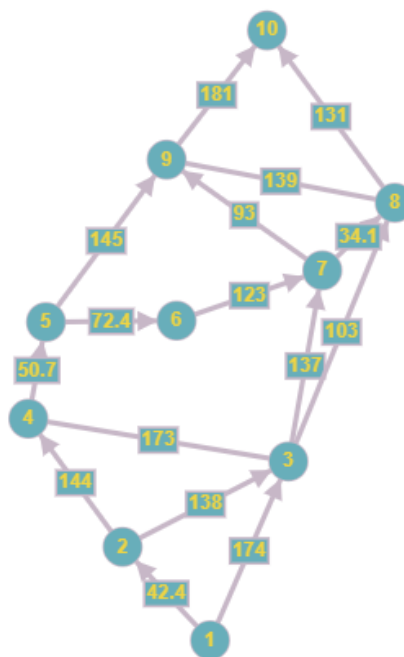
**Tabla 25. Arcos y costos unitarios de la ruta Guayaquil-Esmeraldas**

Origen	Destino	Costo Unitario (km)
1	2	42,4
1	3	174
2	4	144
2	3	138
3	4	173
3	7	137
3	8	103
4	3	173
4	5	50,7
5	6	72,4
5	9	145
6	7	123
7	8	34,1

Origen	Destino	Costo Unitario (km)
7	9	93
8	9	139
8	10	131
9	8	139
9	10	181

*Fuente: Realizado por la autora*

La Figura 40 muestra el grafo que representa la ruta Guayaquil - Esmeraldas



*Figura 40. Grafo ruta Guayaquil-Esmeraldas*

*Fuente: Realizado por la autora*

### **Optimización de distancias de la ruta Guayaquil-Esmeraldas usando el Solver de Excel**

Se establecen los siguientes parámetros

1. Definir las variables:
  - Distancia (km) a recorrer en la ruta Guayaquil-Esmeraldas
2. Definir las restricciones:
  - Nodo 1 inicio
  - Nodo 10 destino final

- La respuesta debe expresarse como binaria (0-1)

3. Definir la función objetivo

- $Min z = 42.4X_{12} + 174X_{13} + 144X_{24} + 138X_{23} + 173X_{34} + 137X_{37} + 103X_{38} + 173X_{43} + 50.7X_{45} + 72.4X_{56} + 145X_{59} + 123X_{67} + 34.1X_{78} + 93X_{79} + 139X_{89} + 131X_{810} + 139X_{98} + 181X_{910}$

4. Resolver en el Solver de Excel aplicando el método simplex

El problema tiene 10 nodos y 18 arcos, siendo el punto 1 el origen y el 10 el destino. La Figura 41 muestra las tablas con el origen, el destino, el costo por arco y la celda “En ruta” que muestra la solución óptima propuesta por Excel, siendo 1 la ruta aceptada y 0 la rechazada. La celda flujo establece las condiciones de origen, tránsito y destino final, este tiene que ser igual a lo especificado en la celda “Condición”.

Origen	Destino	Costo Unitario (km)	En ruta
1	2	42,4	0
1	3	174	1
2	4	144	0
2	3	138	0
3	4	173	0
3	7	137	0
3	8	103	1
4	3	173	0
4	5	50,7	0
5	6	72,4	0
5	9	145	0
6	7	123	0
7	8	34,1	0
7	9	93	0
8	9	139	0
8	10	131	1
9	8	139	0
9	10	181	0

Nodo	Flujo		Condición
1	1	=	1
2	0	=	0
3	0	=	0
4	0	=	0
5	0	=	0
6	0	=	0
7	0	=	0
8	0	=	0
9	0	=	0
10	-1	=	-1

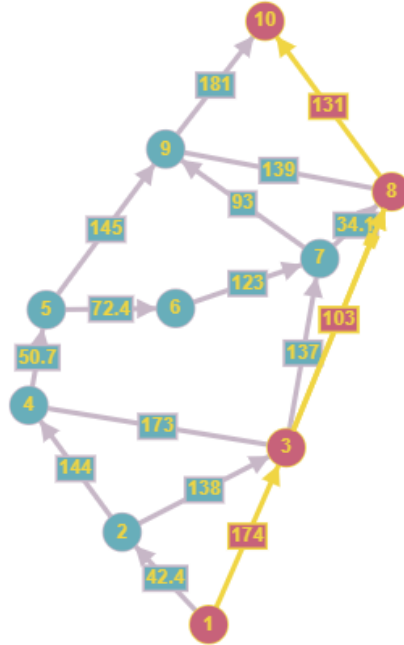
Distancia Mínima (km) 408

Figura 41. Función optimizada para la ruta Guayaquil-Esmeraldas usando el solver de Excel

Fuente: Realizado por la autora

La función objetivo es la distancia mínima que para este caso es 408 (km) que recorrerá el vehículo si sigue la ruta sugerida.

El grafo de la solución óptima propuesta para la ruta Guayaquil-Esmeraldas se observa de color vino con amarillo en la Figura 42.



*Figura 42. Grafo de solución óptima para la ruta Guayaquil-Esmeraldas*

*Fuente: Realizado por la autora*

La solución en términos de ciudades o nodos se expresa en la Tabla 26.

*Tabla 26. Solución inicial ruta Guayaquil-Esmeraldas*

Origen	Destino
Guayaquil	Quevedo
Quevedo	Santo Domingo
Santo Domingo	Esmeraldas

*Fuente: Realizado por la autora*

Al consultar el Sistema Integrado de Seguridad ECU911 y al personal operativo (choferes) de la compañía, se establece que la ruta óptima presenta las siguientes condiciones:

- La ruta tiene 3 peajes.
- La vía se encuentra en buen estado.
- La ruta se considera peligrosa por ser desolada

### Ruta alterna Guayaquil - Esmeraldas

En el caso de análisis, es factible establecer condiciones a la ruta óptima para que se determine la ruta alterna (segunda mejor opción), por ejemplo:

- Cierre ruta Quevedo (nodo 3)

Para este caso se debe seleccionar una ruta alternativa; para lo cual, se aplica el mismo modelo anterior y se suma la restricción establecida; con lo que, se pretende conseguir la ruta alterna sin pasar por ese punto. De esta manera se obtiene el resultado de la Figura 43.



Figura 43. Grafo de solución óptima para la ruta alternativa Guayaquil-Esmeraldas

Fuente: Realizado por la autora

El resultado en función de las ciudades a recorrer se describe en la Tabla 27.

Tabla 27. Solución alterna ruta Guayaquil - Esmeraldas

Origen	Destino
Guayaquil	Daule
Daule	Monte Cristi
Monte Cristi	San Jacinto
San Jacinto	Pedernales
Pedernales	Esmeraldas

Fuente: Realizado por la autora

Con esta solución se recorre 563,1 km partiendo de Guayaquil y con destino a Esmeraldas; además, con los datos obtenidos en el Sistema Integrado de Seguridad ECU911 y los proporcionados por el personal operativo (choferes) de la compañía se establece las siguientes consideraciones:

- 1 Peaje en la ruta
- Ruta peligrosa
- Vía en buen estado

### Comparación de resultados rutas Guayaquil - Esmeraldas

Con los datos del diseño (ruta óptima y ruta alterna) y los obtenidos al aplicar el instrumento de observación del Anexo 7 (ruta actual), se establecen parámetros de análisis para comparar los resultados, estos se describen en la Tabla 28.

**Tabla 28. Parámetros de comparación de las rutas Guayaquil-Esmeraldas**

Recorrido (nodos)	Recorrido (km)	Número de peajes	Estado	Peligro
Guayaquil-Quevedo-Santo Domingo-Esmeraldas	408	3	Buena	robos y asaltos
Guayaquil-Daule-Montecristi-San Jacinto-Pedernales-Esmeraldas	563,1	1	Buena	robos y asaltos - vía desolada
Guayaquil – Santo Domingo – La Concordia – Esmeraldas	408	3	Buena	robos y asaltos

*Fuente: Realizado por la autora*

La diferencia de distancia entre la ruta óptima y la alterna es de 155,1 km, pero se paga dos peajes más en la optimizada. Cabe señalar que, la ruta óptima es igual a la ruta actual; por tanto, la ruta que recorren las unidades de la compañía en la actualidad es la más recomendable pese a que existen 2 peajes más.

De acuerdo a datos obtenidos de la empresa referente a los costos adicionales de 0,50 dólares por km recorrido adicional, se establece los costos globales extra por ruta, estos se detallan en la Tabla 29.

**Tabla 29. Gastos adicionales en las rutas Guayaquil-Esmeraldas**

Ruta	Recorrido (km)	Recorrido adicional (km)	Costo km adicional (USD)	Total recorrido adicional (USD)	Número de peajes	Costo peaje (USD)	Total Peajes (USD)	Total (USD)
Guayaquil-Quevedo-Santo Domingo-Esmeraldas	408	0	\$ 0,50	\$ -	3	\$ 3,00	\$ 9,00	\$ 9,00
Guayaquil-Daule-	563,1	155,1	\$ 0,50	\$ 77,55	1	\$ 3,00	\$ 3,00	\$ 80,55

Montecristi- San Jacinto- Pedernales- Esmeraldas								
Guayaquil – Santo Domingo – La Concordia - Esmeraldas	408	0	\$ 0,50	\$ -	3	\$ 3,00	\$ 9,00	\$ 9,00

*Fuente: Realizado por la autora*

Después de la ponderación de costos, se establece que la ruta óptima que es igual a la ruta actual, presenta menores costos pese a que se tiene 2 peajes más en relación a la ruta alterna; por tanto, en la actualidad el recorrer por esta ruta resulta efectivo para la compañía.

### 3. Ruta Guayaquil - Ibarra

Para ir desde Guayaquil hasta Ibarra existen varias rutas, dentro de las que se pueden establecer las siguientes conexiones de red, mismas que se muestran en la Tabla 30.

*Tabla 30. Nomenclatura de nodos de la red Guayaquil - Ibarra*

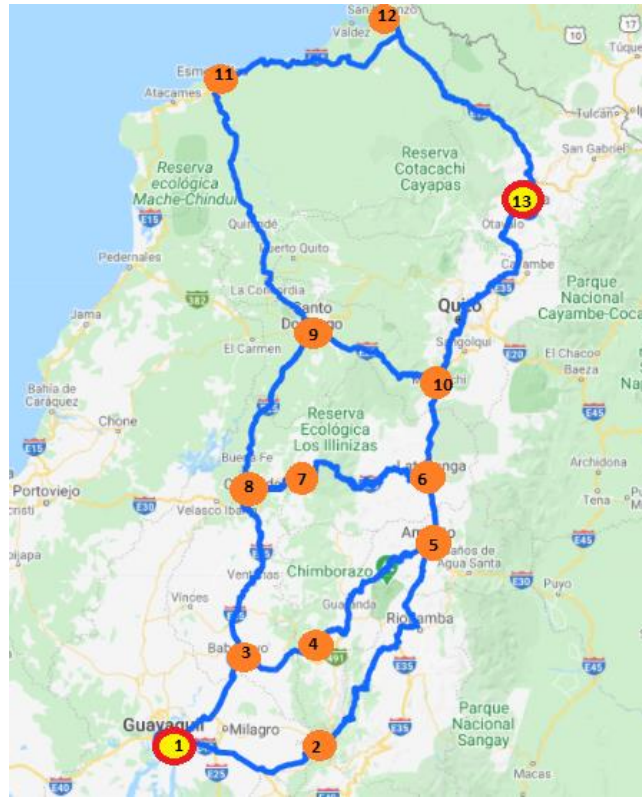
Designación (Número)	Punto (Ciudad)
1	Guayaquil
2	Cumandá
3	Babahoyo
4	Balzapamba
5	Ambato
6	Latacunga
7	La Maná
8	Quevedo
9	Santo Domingo
10	Aloag
11	Esmeraldas
12	San Lorenzo
13	Ibarra

*Fuente: Elaborado por la autora*

### Planteamiento del problema

Al considerar la red de la Figura 44, donde los nodos representan las ciudades, los arcos los caminos posibles y las distancias en kilómetros son los valores

presentados en la Tabla 31., con estos datos, se pretende encontrar el camino que permita ir de la ciudad 1 a la ciudad 13 recorriendo la menor distancia posible.



**Figura 44. Red de rutas Guayaquil-Ibarra**

*Fuente: Realizado por la autora*

**Arcos y pesos de la ruta Guayaquil - Ibarra**

El peso para cada arco, el costo unitario es la variable distancia medida en (km), se utiliza la herramienta Google Maps para obtener los datos. La Tabla 31, detalla los costos unitarios de cada arco.

**Tabla 31. Arcos y costos unitarios de la ruta Guayaquil-Ibarra**

Origen	Destino	Costo Unitario (km)
1	2	102
1	3	71,5
2	5	178
3	4	56,2
3	8	104
4	5	137
5	6	48
6	10	62
7	6	39



Origen	Destino	Costo Unitario (km)
8	9	103
9	10	98,9
9	11	181
10	13	154
11	12	151
12	13	177

*Fuente: Realizado por la autora*

La Figura 45 muestra el grafo que representa la ruta Guayaquil-Ibarra



*Figura 45. Grafo ruta Guayaquil-Ibarra*

*Fuente: Realizado por la autora*

### **Optimización de distancias de la ruta Guayaquil-Ibarra usando Solver de Excel**

Se establecen los siguientes parámetros

1. Definir las variables:
  - Distancia (km) a recorrer en la ruta Guayaquil-Ibarra
2. Definir las restricciones:
  - Nodo 1 inicio
  - Nodo 13 destino final

- La respuesta debe expresarse como binaria (0-1)
- Definir la función objetivo
    - $Min z = 102X_{12} + 91.7X_{13} + 178X_{25} + 56.2X_{34} + 104X_{38} + 137X_{45} + 48X_{56} + 62X_{610} + 140X_{76} + 31X_{89} + 103X_{89} + 103X_{910} + 181X_{911} + 154X_{1013} + 151X_{1112} + 177X_{1213}$
  - Resolver en el Solver de Excel aplicando el método simplex

El problema tiene 13 nodos y 16 arcos, siendo el punto 1 el origen y el 13 el destino. La Figura 46 muestra las tablas con el origen, el destino, el costo por arco y la celda “En ruta” que muestra la solución óptima propuesta por Excel, siendo 1 la ruta aceptada y 0 la rechazada. La celda flujo establece las condiciones de origen, tránsito y destino final, este tiene que ser igual a lo que se especifica en la celda “Condición”.

Origen	Destino	Costo Unitario (km)	En ruta
1	2	102	0
1	3	71,5	1
2	5	178	0
3	4	56,2	1
3	8	104	0
4	5	137	1
5	6	48	1
6	10	62	1
7	6	140	0
8	7	31	0
8	9	103	0
9	10	98,9	0
9	11	181	0
10	13	154	1
11	12	151	0
12	13	177	0

Nodo	Flujo		Condición
1	1	=	1
2	0	=	0
3	0	=	0
4	0	=	0
5	0	=	0
6	0	=	0
7	0	=	0
8	0	=	0
9	0	=	0
10	0	=	0
11	0	=	0
12	0	=	0
13	-1	=	-1

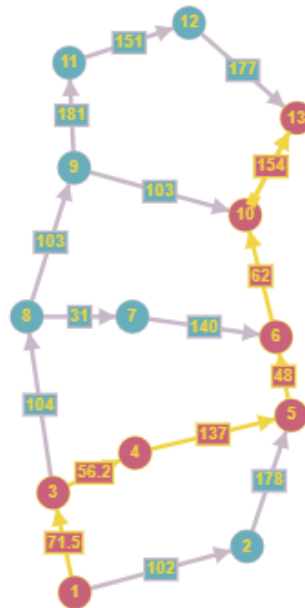
Distancia Mínima (km)      528,7

**Figura 46. Función optimizada para la ruta Guayaquil-Ibarra usando el solver de Excel**

**Fuente: Realizado por la autora**

La distancia mínima es 528,7 (km) que recorrerá el vehículo si sigue la ruta sugerida.

El grafo de la solución óptima propuesta para la ruta Guayaquil-Esmeraldas se observa de color vino con amarillo en la Figura 47.



*Figura 47. Grafo de solución óptima para la ruta Guayaquil-Ibarra*

*Fuente: Realizado por la autora*

La solución en términos de ciudades o nodos se expresa en la Tabla 32.

*Tabla 32. Solución inicial ruta Guayaquil-Ibarra*

Origen	Destino
Guayaquil	Babahoyo
Babahoyo	Balsapamba
Balsapamba	Ambato
Ambato	Latacunga
Latacunga	Aloag
Aloag	Ibarra

*Fuente: Realizado por la autora*

Al consultar el Sistema Integrado de Seguridad ECU911 y al personal operativo (choferes) de la compañía, se establece que la ruta óptima presenta las siguientes condiciones:

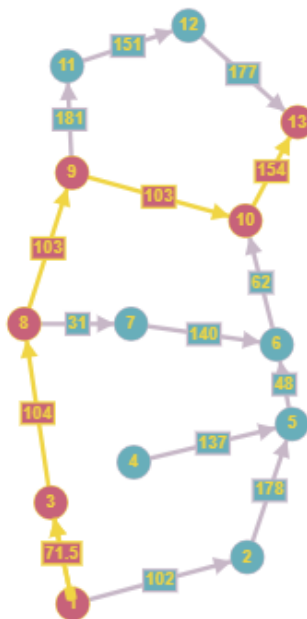
- La ruta tiene 4 peajes.
- La vía se encuentra en buen estado.
- La ruta se considera peligrosa, mucha neblina y desolada.

## Ruta alterna Guayaquil - Ibarra

En el caso de análisis, es factible establecer condiciones a la ruta óptima para que se determine la ruta alterna (segunda mejor opción), por ejemplo:

- En Balzapamba (nodo 4) se presenta derrumbes

Para este caso se debe seleccionar una ruta alternativa; por lo que, al aplicar el mismo modelo anterior y al sumar la restricción citada, se obtiene la ruta alterna por la que cruza sin pasar por ese punto. De esta manera se obtiene el resultado que se muestra en la Figura 48.



*Figura 48. Grafo de solución óptima para la ruta alternativa Guayaquil-Ibarra*

*Fuente: Realizado por la autora*

El resultado en función de las ciudades a recorrer se describe en la Tabla 33.

*Tabla 33. Solución alterna ruta Guayaquil-Ibarra*

Origen	Destino
Guayaquil	Babahoyo
Babahoyo	Quevedo
Quevedo	Santo Domingo
Santo Domingo	Aloag
Aloag	Ibarra

*Fuente: Realizado por la autora*

Con esta solución se recorre 535,5 km partiendo de Guayaquil y con destino a Ibarra; además, con los datos obtenidos en el Sistema Integrado de Seguridad

ECU911 y los proporcionados por el personal operativo (choferes) de la compañía, se establecen las siguientes consideraciones:

- 4 Peajes en la ruta
- Ruta peligrosa con derrumbes constantes
- Vía en buen estado

### Comparación de resultados rutas Guayaquil - Ibarra

Con los datos del diseño (ruta óptima y ruta alterna) y los obtenidos al aplicar el instrumento de observación del Anexo 7 (ruta actual), se establecen parámetros de análisis para comparar los resultados, estos se describen en la Tabla 34.

**Tabla 34. Parámetros de comparación de las rutas Guayaquil-Ibarra**

Recorrido (nodos)	Recorrido (km)	Número de peajes	Estado	Peligro
Guayaquil-Babahoyo-Balsapamba-Ambato-Latacunga-Aloag-Ibarra	528,7	4	Buena	vía desolada-neblina
Guayaquil-Babahoyo-Quevedo-Santo Domingo- Aloag- Ibarra	535,5	4	Buena	derrumbes
Guayaquil – Esmeraldas – San Lorenzo - Ibarra	779	3	Buena	Robos y asaltos

*Fuente: Realizado por la autora*

La diferencia de distancia entre la ruta óptima y la ruta alterna es de 6,8 km; mientras que, la diferencia entre la ruta óptima y la ruta actual es de 250,3 km.

De acuerdo a datos obtenido de la empresa referente al costo de 0,5 dólares por km recorrido adicional, se puede tener los costos globales extra por ruta, los que se detallan en la Tabla 35.

**Tabla 35. Gastos adicionales en las rutas Guayaquil-Ibarra**

Ruta	Recorrido (km)	Recorrido adicional (km)	Costo km adicional (USD)	Total recorrido adicional (USD)	Número de peajes	Costo peaje (USD)	Total Peajes (USD)	Total (USD)
Guayaquil-Babahoyo-Balsapamba-Ambato-Latacunga-Aloag-Ibarra	528,7	0	\$ 50	\$ -	4	\$ 3,00	\$ 12,00	\$ 12,00
Guayaquil-Babahoyo-Quevedo-Santo Domingo- Aloag- Ibarra	535,5	6,8	\$ 0,50	\$ 3,40	4	\$ 3,00	\$ 12,00	\$ 15,40
Guayaquil – Esmeraldas – San Lorenzo - Ibarra	779	250,3	\$ 0,50	\$ 125,15	3	\$ 3,00	\$ 9,00	\$ 134,15

*Fuente: Realizado por la autora*

La diferencia en costos en relación a la ruta óptima es de 6,8 dólares adicionales si se toma la ruta alterna; mientras que, en relación a la ruta actual la diferencia es de 125,15 dólares pues, el recorrido adicional en esta ruta es de 250,3 km.

Resulta importante señalar que, la ruta óptima es la recomendable ante eventualidades en la ruta actual pues, los costos y la distancia de recorrido en los que se incurren en esta ruta son significativamente menores.

#### 4. Ruta Guayaquil - Nanegalito

Para ir desde Guayaquil hasta Nanegalito existen varias rutas, dentro de las que se establecen las siguientes conexiones de red, mismas que se muestran en la Tabla 36.

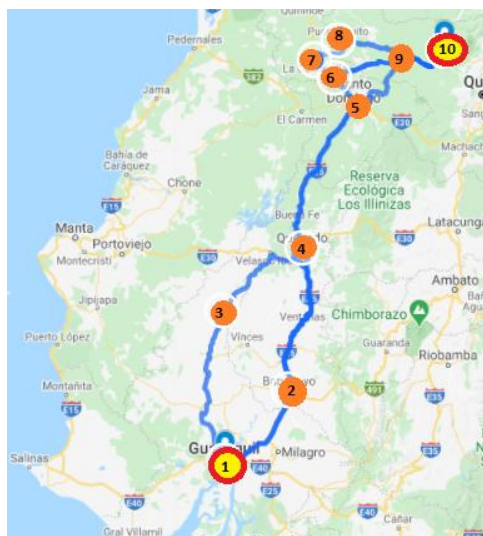
*Tabla 36. Nomenclatura de nodos de la red Guayaquil - Nanegalito*

Designación (Número)	Punto (Ciudad)
1	Guayaquil
2	Babahoyo
3	Balzar
4	Quevedo
5	Santo Domingo
6	Valle Hermoso
7	La Concordia
8	Puerto Quito
9	San Miguel de los Bancos
10	Nanegalito

*Fuente: Elaborado por la autora*

#### Planteamiento del problema

Al considerar la red de la Figura 49, donde los nodos representan las ciudades, los arcos los caminos posibles y las distancias en kilómetros son los valores presentados en la Tabla 37., se pretende encontrar el camino que permita ir de la ciudad 1 a la ciudad 10 en menor recorrido posible.



**Figura 49. Red de rutas Guayaquil-Nanegalito**

*Fuente: Realizado por la autora*

### **Arcos y pesos de la ruta Guayaquil - Nanegalito**

El peso o el costo unitario para cada arco es la variable distancia medida en (km), se utiliza la herramienta Google Maps para obtener cada dato. La Tabla 37 detalla los costos unitarios de cada arco.

**Tabla 37. Arcos y costos unitarios de la ruta Guayaquil-Nanegalito**

<b>Origen</b>	<b>Destino</b>	<b>Costo Unitario (km)</b>
1	2	71,5
1	3	115
2	4	104
3	4	76,7
4	5	103
5	9	67,5
5	6	27,9
6	7	109,8
6	9	52,3
7	8	28,2
8	9	49,2
9	10	39,8

*Fuente: Realizado por la autora*

La Figura 45 muestra el grafo que representa la ruta Guayaquil-Nanegalito



Figura 50. Grafo ruta Guayaquil-Nanegalito

Fuente: Realizado por la autora

### Optimización de distancias de la ruta Guayaquil-Nanegalito usando el Solver de Excel

Se establecen los siguientes parámetros:

1. Definir las variables:
  - Distancia (km) a recorrer en la ruta Guayaquil-Nanegalito
2. Definir las restricciones:
  - Nodo 1 inicio
  - Nodo 10 destino final
  - La respuesta debe expresarse como binaria (0-1)
3. Definir la función objetivo
  - $Min z = 71.5X_{12} + 115X_{13} + 104X_{24} + 76.7X_{34} + 103X_{45} + 67.5X_{59} + 27.9X_{56} + 109.8X_{67} + 52.3X_{69} + 28.2X_{78} + 49.2X_{89} + 39.8X_{910}$
4. Resolver en el Solver de Excel aplicando el método simplex

El problema tiene 10 nodos y 12 arcos, siendo el punto 1 el origen y el 10 el destino. La Figura 51 muestra las tablas con el origen, el destino, el costo por arco y la celda “En ruta” que muestra la solución óptima propuesta por Excel, siendo 1 la ruta aceptada y 0 la rechazada. La celda flujo establece las condiciones de origen, tránsito y destino final, este tiene que ser igual a lo especificado en la celda “Condición”.



Origen	Destino	Costo Unitario (km)	En ruta	Nodo	Flujo		Condición
1	2	71,5	1	1	1	=	1
1	3	115	0	2	0	=	0
2	4	104	1	3	0	=	0
3	4	76,7	0	4	0	=	0
4	5	103	1	5	0	=	0
5	9	67,5	1	6	0	=	0
5	6	27,9	0	7	0	=	0
6	7	109,8	0	8	0	=	0
6	9	52,3	0	9	0	=	0
7	8	28,2	0	10	-1	=	-1
8	9	49,2	0				
9	10	39,8	1				
Distancia Mínima (km)			385,8				

Figura 51. Función optimizada para la ruta Guayaquil-Nanegalito usando el solver de Excel

Fuente: Realizado por la autora

La distancia mínima es 385,8 (km) que recorrerá el vehículo si opta por la ruta sugerida.

El grafo de la solución óptima propuesta para la ruta Guayaquil-Nanegalito se observa de color vino con amarillo en la Figura 52.

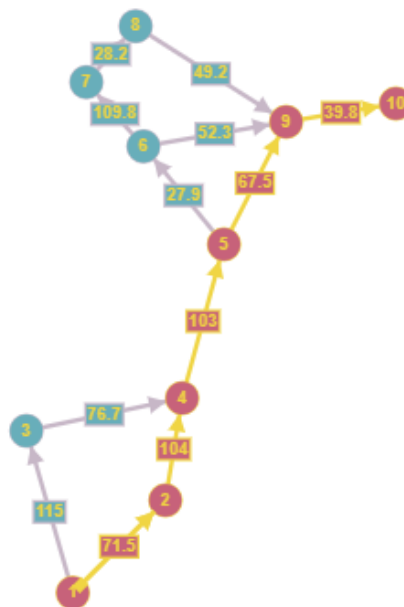


Figura 52. Grafo de solución óptima para la ruta Guayaquil-Nanegalito

Fuente: Realizado por la autora

La solución en términos de ciudades o nodos se expresa en la Tabla 38.

**Tabla 38. Solución inicial ruta Guayaquil-Nanegalito**

Origen	Destino
Guayaquil	Babahoyo
Babahoyo	Quevedo
Quevedo	Santo Domingo
Santo Domingo	San Miguel de los Bancos
San Miguel de los Bancos	Nanegalito

*Fuente: Realizado por la autora*

Al consultar el Sistema Integrado de Seguridad ECU911 y al personal operativo (choferes) de la compañía, se establece que la ruta óptima presenta las siguientes condiciones:

- La ruta tiene 3 peajes.
- La vía se encuentra en buen estado.
- La ruta se considera peligrosa y desolada.

### Ruta alterna Guayaquil - Nanegalito

En el caso de análisis, es factible establecer condiciones a la ruta óptima para que se determine la ruta alterna (segunda mejor opción), por ejemplo:

- Cierre de vía en Babahoyo (nodo 2)

Para este caso se debe seleccionar una ruta alternativa, al aplicar el mismo modelo anterior y sumar la restricción determinada, se pretende conseguir la ruta alterna sin pasar por ese punto. De esta manera se obtiene el resultado de la Figura 53.



**Figura 53. Grafo de solución óptima para la ruta alternativa Guayaquil-Nanegalito**

*Fuente: Realizado por la autora*

El resultado en función de las ciudades a recorrer se describe en la Tabla 39.

**Tabla 39. Solución alterna ruta Guayaquil-Nanegalito**

Origen	Destino
Guayaquil	Balzar
Balzar	Quevedo
Quevedo	Santo Domingo
Santo Domingo	San Miguel de los Bancos
San Miguel de los Bancos	Nanegalito

*Fuente: Realizado por la autora*

Con esta solución se recorre 402 km partiendo de Guayaquil y con destino a Nanegalito; además, con los datos obtenidos en el Sistema Integrado de Seguridad ECU911 y los proporcionados por el personal operativo (choferes) de la compañía, se establecen las siguientes consideraciones:

- 2 Peajes en la ruta
- Ruta desolada
- Vía en buen estado

### **Comparación de resultados rutas Guayaquil - Nanegalito**

Con los datos del diseño (ruta óptima y ruta alterna) y los obtenidos al aplicar el instrumento de observación del Anexo 7 (ruta actual), se establecen parámetros de análisis para comparar los resultados, estos se describen en la Tabla 40.

**Tabla 40. Parámetros de comparación de las rutas Guayaquil-Nanegalito**

Recorrido (nodos)	Recorrido (km)	Número de peajes	Estado	Peligro
Guayaquil-Babahoyo-Quevedo-Santo Domingo- San Miguel de los Bancos- Nanegalito	385,8	3	Buena	excesivo tráfico de transporte
Guayaquil-Balzar-Quevedo-Santo Domingo- San Miguel de los Bancos- Nanegalito	402	2	Buena	vía desolada
Guayaquil – Vía Daule – La Concordia – Nanegalito	449	3	Buena	excesivo tráfico – peligro de colisión

*Fuente: Realizado por la autora*

La diferencia de distancia entre la ruta óptima y la ruta alterna (segunda mejor opción) es de 16,2 km y existe un peaje adicional en la ruta óptima; mientras que, al comparar la ruta óptima con la ruta actual, se determina que existe una diferencia de distancia de recorrido adicional de 63,2 km.

De acuerdo a datos obtenido de la empresa referente al costo de 0,5 dólares por km recorrido adicional, se puede tener los costos globales extra por ruta, los que se detallan en la Tabla 41.

**Tabla 41. Gastos adicionales en las rutas Guayaquil-Nanegalito**

Ruta	Recorrido (km)	Recorrido adicional (km)	Costo km adicional (USD)	Total recorrido adicional (USD)	Número de peajes	Costo peaje (USD)	Total Peajes (USD)	Total (USD)
Guayaquil-Babahoyo-- Quevedo-Santo Domingo-San Miguel de los Bancos-Nanegalito	385,8	0	\$ 0,50	\$ -	3	\$ 3,00	\$ 9,00	\$ 9,00
Guayaquil-Balzar-- Quevedo-Santo Domingo-San Miguel de los Bancos-Nanegalito	402	16,2	\$ 0,50	\$ 8,10	2	\$ 3,00	\$ 6,00	\$ 14,10
Guayaquil – Vía Daule – La Concordia - Nanegalito	449	63,2	\$ 0,50	\$ 31,60	3	\$ 3,00	\$ 9,00	\$ 40,60

**Fuente: Realizado por la autora**

La diferencia en costos en relación a la ruta óptima es de 8,10 dólares adicionales si se toma la ruta alterna; mientras que, en relación a la ruta actual la diferencia es de 31,60 dólares pues, el recorrido adicional es esta ruta es de 63,2 km.

Cabe indicar que, la ruta óptima es la recomendable, pues presenta menores costos y recorrido; por tanto, ante eventualidades en la vía, ésta ruta permitirá cumplir el servicio.

## 5. Ruta Guayaquil - Quito

Para ir desde Guayaquil hasta Quito existen varias rutas, dentro de las que se pueden establecer las siguientes conexiones de red, mismas que se muestran en la Tabla 42

**Tabla 42. Nomenclatura de nodos de la red Guayaquil - Quito**

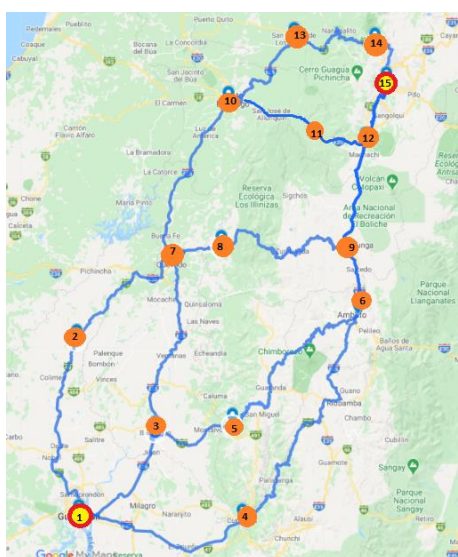
Designación (Número)	Punto (Ciudad)
1	Guayaquil
2	Balzar
3	Babahoyo

4	Cumandá
5	Balzapamba
6	Ambato
7	Quevedo
8	La Maná
9	Latacunga
10	Santo Domingo
11	Tandapi
12	Aloag
13	San Miguel de los Bancos
14	Calacalí
15	Quito

*Fuente: Elaborado por la autora*

### Planteamiento del problema

Al considerar la red de la Figura 54, donde los nodos representan las ciudades, los arcos los caminos posibles y las distancias en kilómetros son los valores presentados en la Tabla 43., se busca encontrar el camino que permita ir de la ciudad 1 a la ciudad 15 con el menor recorrido posible.



**Figura 54. Red de rutas Guayaquil-Quito**

*Fuente: Realizado por la autora*

### Arcos y pesos de la ruta Guayaquil - Quito

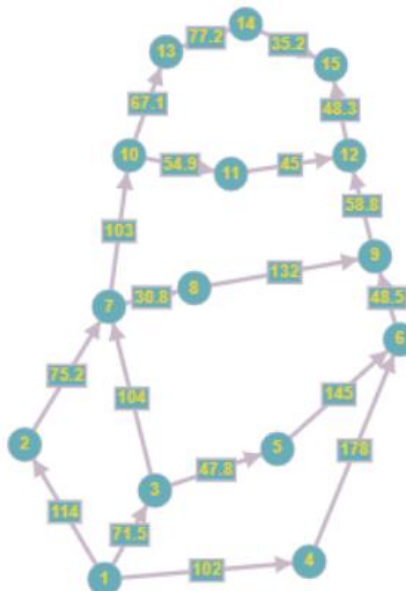
El peso o el costo unitario para cada arco es la variable distancia medida en (km), se utiliza la herramienta Google Maps para obtener cada dato. La Tabla 43 detalla los costos unitarios de cada arco.

**Tabla 43. Arcos y costos unitarios de la ruta Guayaquil-Quito**

Origen	Destino	Costo Unitario (km)
1	2	114
1	3	71,5
1	4	102
2	7	75,2
3	5	47,8
3	7	104
4	6	178
5	6	145
6	9	48,5
7	8	30,8
7	10	103
8	9	132
9	12	58,8
10	11	54,9
10	13	67,1
11	12	45
12	15	48,3
13	14	77,2
14	15	35,2

*Fuente: Realizado por la autora*

La Figura 55, muestra el grafo que representa la ruta Guayaquil-Quito



**Figura 55. Grafo ruta Guayaquil-Quito**

*Fuente: Realizado por la autora*

## Optimización de distancias de la ruta Guayaquil-Quito usando el Solver de Excel

Se establecen los siguientes parámetros

1. Definir las variables:
  - Distancia (km) a recorrer en la ruta Guayaquil-Quito
2. Definir las restricciones:
  - Nodo 1 inicio
  - Nodo 15 destino final
  - La respuesta debe expresarse como binaria (0-1)
3. Definir la función objetivo
  - $Min z = 114X_{12} + 71.5X_{13} + 102X_{14} + 75.2X_{27} + 47.8X_{35} + 104X_{37} + 178X_{46} + 145X_{56} + 48.5X_{69} + 30.8X_{78} + 103X_{710} + 132X_{89} + 58.8X_{912} + 54.9X_{1011} + 67.1X_{1013} + 45X_{1112} + 48.3X_{1215} + 77.2X_{1314} + 35.2X_{1415}$
4. Resolver en el Solver de Excel aplicando el método simplex

El problema tiene 15 nodos y 19 arcos, siendo el punto 1 el origen y el 15 el destino. La Figura 56 muestra las tablas con el origen, el destino, el costo por arco y la celda “En ruta” muestra la solución óptima propuesta por Excel, siendo 1 la ruta aceptada y 0 la rechazada. La celda flujo establece las condiciones de origen, tránsito y destino final, este tiene que ser igual a lo especificado en la celda “Condición”.

Origen	Destino	Costo Unitario (km)	En ruta	Nodo	Flujo	Condición
1	2	114	0	1	1 =	1
1	3	71,5	1	2	0 =	0
1	4	102	0	3	0 =	0
2	7	75,2	0	4	0 =	0
3	5	47,8	1	5	0 =	0
3	7	104	0	6	0 =	0
4	6	178	0	7	0 =	0
5	6	145	1	8	0 =	0
6	9	48,5	1	9	0 =	0
7	8	30,8	0	10	0 =	0
7	10	103	0	11	0 =	0
8	9	132	0	12	0 =	0

9	12	58,8	1	13	0	=	0
10	11	54,9	0	14	0	=	0
10	13	67,1	0	15	-1	=	-1
11	12	45	0				
12	15	48,3	1				
13	14	77,2	0				
14	15	35,2	0				

Distancia Mínima (km)      419,9

**Figura 56. Función optimizada para la ruta Guayaquil-Quito usando el solver de Excel**

*Fuente: Realizado por la autora*

La distancia mínima es 419,9 km que recorrerá el vehículo si sigue la ruta sugerida.

El grafo de la solución óptima propuesta para la ruta Guayaquil-Quito se observa de color vino con amarillo en la Figura 57.



**Figura 57. Grafo de solución óptima para la ruta Guayaquil-Quito**

*Fuente: Realizado por la autora*

La solución en términos de ciudades o nodos se expresa en la Tabla 44.

**Tabla 44. Solución inicial ruta Guayaquil-Quito**

Origen	Destino
Guayaquil	Babahoyo
Babahoyo	Balsapamba
Balsapamba	Ambato
Ambato	Latacunga



Latacunga	Aloag
Aloag	Quito

*Fuente: Realizado por la autora*

Al consultar el Sistema Integrado de Seguridad ECU911 y al personal operativo (choferes) de la compañía, se establece que la ruta óptima presenta las siguientes condiciones:

- La ruta tiene 4 peajes.
- La vía se encuentra en buen estado.
- La ruta se considera peligrosa con presencia de neblina además de ser desolada

### Ruta alterna Guayaquil - Quito

En el caso de análisis, es factible establecer condiciones a la ruta óptima para que se determine la ruta alterna (segunda mejor opción), por ejemplo:

- No es posible el ingreso por Balzapamba

Para este caso se debe seleccionar una ruta alternativa, al aplicar el mismo modelo anterior y sumar la restricción citada, se pretende conseguir la ruta alterna sin pasar por ese punto. De esta manera se obtiene el resultado de la Figura 58.



*Figura 58. Grafo de solución óptima para la ruta alternativa Guayaquil-Quito*

*Fuente: Realizado por la autora*

El resultado en función de las ciudades a recorrer se describe en la Tabla 45.

**Tabla 45. Solución alterna ruta Guayaquil-Quito**

Origen	Destino
Guayaquil	Babahoyo
Babahoyo	Quevedo
Quevedo	Santo Domingo
Santo Domingo	Tandapi
Tandapi	Aloag
Aloag	Quito

**Fuente: Realizado por la autora**

Con esta solución se recorre 426,7 km partiendo de Guayaquil y con destino a Quito; además, con los datos obtenidos en el Sistema Integrado de Seguridad ECU911 y los proporcionados por el personal operativo (choferes) de la compañía, se establecen las siguientes consideraciones:

- 4 Peajes en la ruta
- Ruta peligrosa con derrumbes constantes
- Vía en buen estado

### **Comparación de resultados rutas Guayaquil - Quito**

Con los datos del diseño (ruta óptima y ruta alterna) y los obtenidos al aplicar el instrumento de observación del Anexo 7 (ruta actual), se establecen parámetros de análisis para comparar los resultados, estos se describen en la Tabla 46.

**Tabla 46. Parámetros de comparación de las rutas Guayaquil-Quito**

Recorrido (nodos)	Recorrido (km)	Número de peajes	Estado	Peligro
Guayaquil-Babahoyo-Balsapamba-Ambato-Latacunga-Aloag-Quito	419,9	4	Buena	vía desolada – neblina
Guayaquil-Babahoyo-Quevedo-Santo Domingo- Tandapi-Aloag-Quito	426,7	4	Buena	Derrumbes
Guayaquil – Ventanas – Santo Domingo – Quito	426,7	4	Buena	excesivo tránsito - peligro de colisión – derrumbes

**Fuente: Realizado por la autora**

La diferencia de distancia entre la ruta óptima y la ruta alterna (segunda mejor opción) es de 6,8 km. De acuerdo a datos obtenidos de la empresa referente al costo de 0,50 dólares por km recorrido adicional, se puede tener los costos globales extra por ruta, los que se detallan en la Tabla 47.

**Tabla 47. Gastos adicionales en las rutas Guayaquil-Quito**

Ruta	Recorrido (km)	Recorrido adicional (km)	Costo km adicional (USD)	Total recorrido adicional (USD)	Número de peajes	Costo peaje (USD)	Total Peajes (USD)	Total (USD)
Guayaquil-Babahoyo-Balzapamba-Ambato-Latacunga-Aloag-Quito	419,9	0	\$ 0,50	\$ -	4	\$ 3,00	\$ 12,00	\$ 12,00
Guayaquil-Babahoyo-Quevedo-Santo Domingo-Tandapi-Aloag-Quito	426,7	6,8	\$ 0,50	\$ 3,40	4	\$ 3,00	\$ 12,00	\$ 15,40
Guayaquil – Ventanas – Santo Domingo – Quito	426,7	6,8	\$ 0,50	\$ 3,40	4	\$ 3,00	\$ 12,00	\$ 15,40

*Fuente: Realizado por la autora*

La diferencia en costos en relación a la ruta óptima es de 3,4 dólares adicionales si se toma la ruta alterna; además cabe indicar que, la ruta alterna resulta ser la misma que la ruta actual.

Frente a problemas en la vía actual resulta conveniente considerar la ruta óptima pues, optar por esta garantizaría la continuidad y cumplimiento del servicio.

## 6. Ruta Guayaquil - Latacunga

Para trasladarse desde Guayaquil hasta Latacunga existen varias rutas, dentro de las que se pueden establecer las siguientes conexiones de red, mismas que se muestran en la Tabla 48.

**Tabla 48. Nomenclatura de nodos de la red Guayaquil - Latacunga**

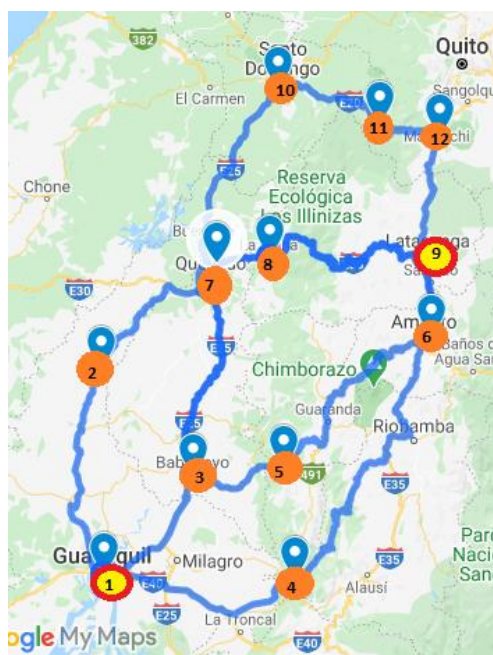
Designación (Número)	Punto (Ciudad)
1	Guayaquil
2	Balzar
3	Babahoyo
4	Cumandá
5	Balzapamba
6	Ambato
7	Quevedo
8	La Maná
9	Latacunga
10	Santo Domingo

11	Tandapi
12	Aloag

*Fuente: Elaborado por la autora*

### Planteamiento del problema

Al considerar la red de la Figura 59. Red de rutas Guayaquil-Latacunga, donde los nodos representan las ciudades, los arcos los caminos posibles y las distancias en kilómetros son los valores que se presentan en la Tabla 49., se busca encontrar el camino que permita ir de la ciudad 1 a la ciudad 9 con el menor recorrido posible.



*Figura 59. Red de rutas Guayaquil-Latacunga*

*Fuente: Realizado por la autora*

### Arcos y pesos de la ruta Guayaquil - Latacunga

El peso o el costo unitario para cada arco es la variable distancia medida en (km), se utiliza la herramienta Google Maps para obtener cada dato. La Tabla 49 detalla los costos unitarios de cada arco.

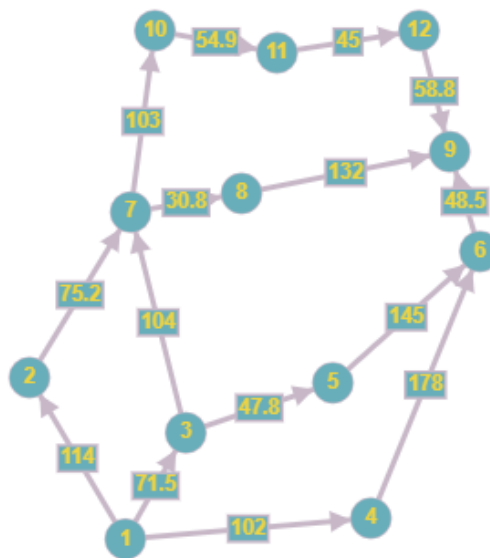
*Tabla 49. Arcos y costos unitarios de la ruta Guayaquil-Latacunga*

Origen	Destino	Costo Unitario (km)
1	2	114
1	3	71,5
1	4	102
2	7	75,2
3	5	47,8
3	7	104

4	6	178
5	6	145
6	9	48,5
7	8	30,8
7	10	103
8	9	132
10	11	54,9
11	12	45
12	9	58,8

*Fuente: Realizado por la autora*

La Figura 60, muestra el grafo que representa la ruta Guayaquil-Latacunga



*Figura 60. Grafo ruta Guayaquil-Latacunga*

*Fuente: Realizado por la autora*

### **Optimización de distancias de la ruta Guayaquil-Latacunga usando el Solver de Excel**

Se establecen los siguientes parámetros

1. Definir las variables:
  - Distancia (km) a recorrer en la ruta Guayaquil-Latacunga
2. Definir las restricciones:
  - Nodo 1 inicio
  - Nodo 9 destino final
  - La respuesta debe expresarse como binaria (0-1)
3. Definir la función objetivo

- $Min z = 114X_{12} + 71.5X_{13} + 102X_{14} + 75.2X_{27} + 47.8X_{35} + 104X_{37} + 178X_{46} + 145X_{56} + 48.5X_{69} + 30.8X_{78} + 132X_{89} + 54.9X_{1011} + 45X_{1112} + 58.8X_{129}$

4. Resolver en el Solver de Excel con la aplicación del método simplex

El problema tiene 12 nodos y 15 arcos, siendo el punto 1 el origen y el 9 el destino. La Figura 61 muestra las tablas del origen, el destino, el costo por arco, la celda “En ruta” muestra la solución óptima propuesta por Excel, siendo 1 la ruta aceptada y 0 la rechazada. La celda nodo enumera las ciudades de la red, el flujo establece las condiciones en una función que permite establecer la condición 1 “origen” y -1 “destino final” y el resto de nodos de tránsito tiene que ser igual a lo que especifica la celda “Condición”.

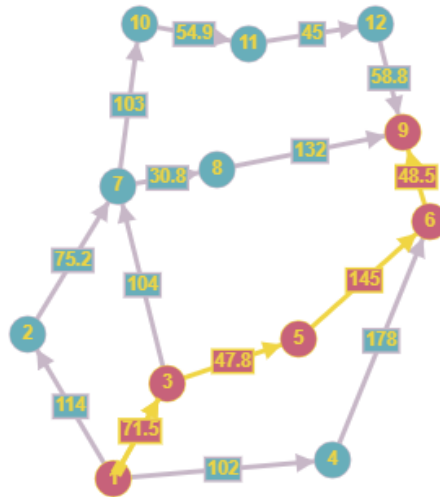
Origen	Destino	Costo Unitario (km)	En ruta	Nodo	Flujo	Condición
1	2	114	0	1	1 =	1
1	3	71,5	1	2	0 =	0
1	4	102	0	3	0 =	0
2	7	75,2	0	4	0 =	0
3	5	47,8	1	5	0 =	0
3	7	104	0	6	0 =	0
4	6	178	0	7	0 =	0
5	6	145	1	8	0 =	0
6	9	48,5	1	9	-1 =	-1
7	8	30,8	0	10	0 =	0
7	10	103	0	11	0 =	0
8	9	132	0	12	0 =	0
10	11	54,9	0			
11	12	45	0			
12	9	58,8	0			

Distancia Mínima (km)      312,8

*Figura 61. Función optimizada para la ruta Guayaquil-Latacunga usando el solver de Excel*

*Fuente: Realizado por la autora*

La distancia mínima es 312,8 km que recorrerá el vehículo si sigue la ruta sugerida. El grafo de la solución óptima propuesta para la ruta Guayaquil-Latacunga se observa de color vino con amarillo en la Figura 62.



**Figura 62. Grafo de solución óptima para la ruta Guayaquil-Latacunga**

*Fuente: Realizado por la autora*

La solución en términos de ciudades o nodos se expresa en la Tabla 50.

**Tabla 50. Solución inicial ruta Guayaquil-Latacunga**

Origen	Destino
Guayaquil	Babahoyo
Babahoyo	Balzapamba
Balsapamba	Ambato
Ambato	Latacunga

*Fuente: Realizado por la autora*

Al consultar el Sistema Integrado de Seguridad ECU911 y al personal operativo (choferes) de la compañía, se establece que la ruta óptima presenta las siguientes condiciones:

- La ruta tiene 4 peajes.
- La vía se encuentra en buen estado.
- La ruta se considera peligrosa con presencia de neblina además de ser desolada

**Ruta alterna Guayaquil - Latacunga**

En el caso de análisis, es factible establecer condiciones a la ruta óptima para que se determine la ruta alterna (segunda mejor opción), por ejemplo:

- Cierre de la vía Balzapamba

Para este caso se selecciona una ruta alternativa que, al aplicar el mismo modelo anterior y sumar la restricción establecida, se pretende conseguir la ruta alterna sin pasar por ese punto. De esta manera se obtiene el resultado de la Figura 63.



**Figura 63. Grafo de solución óptima para la ruta alternativa Guayaquil-Latacunga**

*Fuente: Realizado por la autora*

El resultado en función de las ciudades a recorrer se describe en la Tabla 51.

**Tabla 51. Solución alterna ruta Guayaquil-Latacunga**

Origen	Destino
Guayaquil	Cumandá
Cumandá	Ambato
Ambato	Latacunga

*Fuente: Realizado por la autora*

Con esta solución se recorre 328,5 km partiendo de Guayaquil y con destino a Latacunga; además, con los datos obtenidos en el Sistema Integrado de Seguridad ECU911 y los proporcionados por el personal operativo (choferes) de la compañía, se establecen las siguientes consideraciones:

- 3 Peajes en la ruta
- vía desolada
- Vía en mal estado



## Comparación de resultados rutas Guayaquil - Latacunga

Con los datos del diseño (ruta óptima y ruta alterna) y los obtenidos al aplicar el instrumento de observación del Anexo 7 (ruta actual), se establecen parámetros de análisis para comparar los resultados, estos se describen en la Tabla 52.

**Tabla 52. Parámetros de comparación de las rutas Guayaquil-Latacunga**

Recorrido (nodos)	Recorrido (km)	Número de peajes	Estado	Peligro
Guayaquil-Babahoyo-Balzapamba-Ambato-Latacunga	312,8	4	Buena	vía desolada - neblina
Guayaquil-Cumandá-Ambato-Latacunga	328,5	3	Mala	vía desolada
Guayaquil – Daule – Santo Domingo – Machachi - Latacunga	447	4	Buena	excesivo tránsito - peligro de colisión – derrumbes

*Fuente: Realizado por la autora*

La diferencia de distancia entre la ruta óptima y la alterna (segunda mejor opción) es de 15,7 km. De acuerdo a datos obtenidos de la empresa referente al costo adicional de 0,50 dólares por km recorrido adicional, se establece los costos globales extra por ruta, estos se detallan en la Tabla 53.

**Tabla 53. Gastos adicionales en las rutas Guayaquil-Latacunga**

Ruta	Recorrido (km)	Recorrido adicional (km)	Costo km adicional (USD)	Total recorrido adicional (USD)	Número de peajes	Costo peaje (USD)	Total Peajes (USD)	Total (USD)
Guayaquil-Babahoyo-Balzapamba-Ambato-Latacunga	312,8	0	\$ 0,50	\$ -	4	\$ 3,00	\$ 12,00	\$ 12,00
Guayaquil-Cumandá-Ambato-Latacunga	328,5	15,7	\$ 0,50	\$ 7,85	3	\$ 3,00	\$ 9,00	\$ 16,85
Guayaquil – Daule – Santo Domingo – Machachi - Latacunga	447	134,2	\$ 0,50	\$ 67,10	4	\$ 3,00	\$ 12,00	\$ 79,10

*Fuente: Realizado por la autora*

La diferencia en costos en relación a la ruta óptima es de 7,85 dólares adicionales si se toma la ruta alterna; mientras que, en relación a la ruta actual la diferencia es de 67,10 dólares pues, el recorrido adicional en esta ruta es de 134,2 km.

Resulta importante señalar que, la ruta óptima es la recomendable ante eventualidades en la ruta actual, pues los costos en los que se incurren en esta ruta son significativamente menores.

## 7. Ruta Guayaquil - Riobamba

Para ir desde Guayaquil hasta Riobamba existen varias rutas, dentro de las que se pueden establecer los nodos de red, mostradas en la Tabla 54.

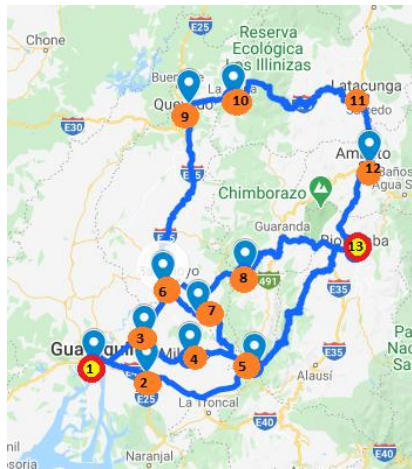
*Tabla 54. Nomenclatura de nodos de la red Guayaquil - Riobamba*

Designación (Número)	Punto (Ciudad)
1	Guayaquil
2	Virgen de Fátima
3	Yaguachi
4	Naranjito
5	Cumandá
6	Babahoyo
7	Guayas
8	Balzapamba
9	Quevedo
10	La Maná
11	Latacunga
12	Ambato
13	Riobamba

*Fuente: Elaborado por la autora*

### Planteamiento del problema

Al considerar la red de la Figura 64, donde los nodos representan las ciudades, los arcos los caminos posibles y las distancias en kilómetros son los valores presentados en la Tabla 55., se busca pretende encontrar el camino que permita ir de la ciudad 1 a la ciudad 13 en la menor distancia posible.



*Figura 64. Red de rutas Guayaquil-Riobamba*

*Fuente: Realizado por la autora*

### Arcos y pesos de la ruta Guayaquil - Riobamba

El peso o el costo unitario para cada arco es la variable distancia medida en (km), se utiliza la herramienta Google Maps para obtener cada dato. La Tabla 55 detalla los costos unitarios de cada arco.

*Tabla 55. Arcos y costos unitarios de la ruta Guayaquil-Riobamba*

Origen	Destino	Costo Unitario (km)
1	2	33
1	3	36,4
2	5	69
2	4	32,6
3	4	30,1
3	6	35,1
4	5	39,6
5	13	128
6	7	28,8
6	8	47,8
6	9	104
7	5	54,8
8	13	135
9	10	30,8
10	11	132
11	12	48,5
12	13	55,9

*Fuente: Realizado por la autora*

La Figura 65, muestra el grafo que representa la ruta Guayaquil-Riobamba



*Figura 65. Grafo ruta Guayaquil-Riobamba*

*Fuente: Realizado por la autora*

## Optimización de distancias de la ruta Guayaquil-Riobamba usando el Solver de Excel

Se establecen los siguientes parámetros

1. Definir las variables:
  - Distancia (km) a recorrer en la ruta Guayaquil-Riobamba
2. Definir las restricciones:
  - Nodo 1 inicio
  - Nodo 13 destino final
  - La respuesta debe expresarse como binaria (0-1)
3. Definir la función objetivo
  - $$\begin{aligned} \text{Min } z = & 33X_{12} + 36.4X_{13} + 69X_{25} + 32.6X_{24} + 30.1X_{34} + \\ & 35.1X_{36} + 39.6X_{45} + 128X_{513} + 28.8X_{67} + 47.8X_{68} + 104X_{69} + \\ & 54.8X_{75} + 135X_{813} + 30.8X_{910} + 132X_{1011} + 48.5X_{1112} + \\ & 55.9X_{1213} \end{aligned}$$
4. Resolver en el Solver de Excel aplicando el método simplex

El problema tiene 13 nodos y 17 arcos, siendo el punto 1 el origen y el 13 el destino. La Figura 66 muestra las tablas del origen, el destino, el costo por arco, la celda “En ruta” muestra la solución óptima propuesta por Excel, siendo 1 la ruta aceptada y 0 la rechazada. La celda nodo enumera las ciudades de la red, el flujo establece las condiciones en una función que permite establecer la condición 1 “origen” y -1 “destino final” y el resto de nodos de tránsito y tiene que ser igual a lo especificado en la celda “Condición”.

Origen	Destino	Costo Unitario (km)	En ruta	Nodo	Flujo	Condición
1	2	33	1	1	1 =	1
1	3	36,4	0	2	0 =	0
2	5	69	1	3	0 =	0
2	4	32,6	0	4	0 =	0
3	4	30,1	0	5	0 =	0
3	6	35,1	0	6	0 =	0
4	5	39,6	0	7	0 =	0
5	13	128	1	8	0 =	0
6	7	28,8	0	9	0 =	0
6	8	47,8	0	10	0 =	0

6	9	104	0	11	0	=	0
7	5	54,8	0	12	0	=	0
8	13	135	0	13	-1	=	-1
9	10	30,8	0				
10	11	132	0				
11	12	48,5	0				
12	13	55,9	0				

**Distancia Mínima (km)      230**

**Figura 66. Función optimizada para la ruta Guayaquil-Riobamba usando el solver de Excel**

**Fuente: Realizado por la autora**

La distancia mínima es 230 km que recorrerá el vehículo si sigue la ruta sugerida. El grafo de la solución óptima propuesta para la ruta Guayaquil-Riobamba se observa de color vino con amarillo en la Figura 67.



**Figura 67. Grafo de solución óptima para la ruta Guayaquil-Riobamba**

**Fuente: Realizado por la autora**

La solución en términos de ciudades o nodos se expresa en la Tabla 56.

**Tabla 56. Solución inicial ruta Guayaquil-Riobamba**

Origen	Destino
Guayaquil	Virgen de Fátima
Virgen de Fátima	Cumandá
Cumandá	Riobamba

**Fuente: Realizado por la autora**

Al consultar el Sistema Integrado de Seguridad ECU911 y al personal operativo (choferes) de la compañía, se establece que la ruta óptima presenta las siguientes condiciones:

- La ruta tiene 2 peajes.
- La vía se encuentra en mal estado.
- La ruta se considera peligrosa por ser desolada.

### Ruta alterna Guayaquil - Riobamba

En el caso de análisis, es factible establecer condiciones a la ruta óptima para que se determine la ruta alterna (segunda mejor opción), por ejemplo:

- Cierre del tramo Guayaquil-Virgen de Fátima

Para este caso se debe seleccionar una ruta alternativa; para lo cual, se aplica el mismo modelo anterior y se suma la restricción establecida; con lo que, se pretende conseguir la ruta alterna sin pasar por ese punto. De esta manera se obtiene el resultado de la Figura 68.



Figura 68. Grafo de solución óptima para la ruta alternativa Guayaquil-Riobamba

Fuente: Realizado por la autora

El resultado en función de las ciudades a recorrer se describe en la Tabla 57.

Tabla 57. Solución alterna ruta Guayaquil-Riobamba

Origen	Destino
Guayaquil	Yaguachi
Yaguachi	Naranjito
Naranjito	Cumandá
Cumandá	Riobamba

Fuente: Realizado por la autora

Con esta solución se recorre 234,1 km partiendo de Guayaquil y con destino a Riobamba; además, con los datos obtenidos en el Sistema Integrado de Seguridad ECU911 y los proporcionados por el personal operativo (choferes) de la compañía se establece las siguientes consideraciones:

- 2 Peajes en la ruta
- Ruta desolada
- Vía en mal estado

### Comparación de resultados rutas Guayaquil - Riobamba

Con los datos del diseño (ruta óptima y ruta alterna) y los obtenidos al aplicar el instrumento de observación del Anexo 7 (ruta actual), se establecen parámetros de análisis para comparar los resultados, estos se describen en la Tabla 58.

**Tabla 58. Parámetros de comparación de las rutas Guayaquil-Riobamba**

Recorrido (nodos)	Recorrido (km)	Número de peajes	Estado	Peligro
Guayaquil-Virgen de Fátima-Cumandá-Riobamba	230	2	Mala	vía desolada - neblina
Guayaquil-Yaguachi-Naranjito-Cumandá-Riobamba	234,1	2	Mala	vía desolada
Guayaquil - Vía Triunfo - Bucay - Riobamba	230	2	Buena	excesivo tránsito - peligro de colisión - derrumbes

*Fuente: Realizado por la autora*

La diferencia de distancia entre la ruta óptima y la ruta alterna (segunda mejor opción) es de 4,1 km. De acuerdo a datos obtenido de la empresa en la que se establece que el gasto por km recorrido adicional es de 0,5 dólares se puede tener los costos globales extra por ruta, estos se detallan en la Tabla 59.

**Tabla 59. Gastos adicionales en las rutas Guayaquil-Riobamba**

Ruta	Recorrido (km)	Recorrido adicional (km)	Costo km adicional (USD)	Total recorrido adicional (USD)	Número de peajes	Costo peaje (USD)	Total Peajes (USD)	Total (USD)
Guayaquil-Virgen de Fátima-Cumandá-Riobamba	230	0	\$ 0,50	\$ -	2	\$ 3,00	\$ 6,00	\$ 6,00
Guayaquil-Yaguachi-Naranjito-Cumandá-Riobamba	234,1	4,1	\$ 0,50	\$ 2,05	2	\$ 3,00	\$ 6,00	\$ 8,05
Guayaquil - Vía Triunfo - Bucay - Riobamba	230	0	\$ 0,50	\$ -	2	\$ 3,00	\$ 6,00	\$ 6,00

*Fuente: Realizado por la autora*

La diferencia es de 2,05 dólares adicionales si se toma la ruta alterna (segunda mejor opción) pues, presenta mayor recorrido en relación a la ruta óptima y la ruta actual. El costo por recorrido adicional frente a eventualidades en la ruta actual se justificaría pues, optar por la ruta alterna permitiría garantizar cumplir el servicio al cliente final.

### 8. Comparación rutas generadas con las rutas actuales

Con los datos obtenidos en el diseño, se compara las rutas óptimas en relación a las rutas que la compañía maneja actualmente, con la finalidad de distinguir si las rutas actuales resultan ser las mismas del diseño (óptima o alterna); esto se muestra en la Tabla 60.

**Tabla 60. Relación rutas actuales con rutas óptimas y alternas**

Nº	ORIGEN	DESTINO	RUTA ACTUAL	RUTA ÓPTIMA	RUTA ALTERNA
1	GUAYAQUIL	MANTA	Vía la Cadena - Jipijapa - Manta	SI	NO
2	GUAYAQUIL	ESMERALDAS	Vía Sto. Domingo - La Concordia - Esmeraldas	SI	NO
3	GUAYAQUIL	IBARRA	Vía Esmeraldas - San Lorenzo - Ibarra	NO	NO
4	GUAYAQUIL	NANEGALITO	Vía Daule - La Concordia - Nanegalito	NO	NO
5	GUAYAQUIL	QUITO	Vía Ventanas - Sto. Domingo - Quito	NO	SI
6	GUAYAQUIL	LATACUNGA	Vía Daule - Sto. Domingo - Machachi - Latacunga	NO	NO
7	GUAYAQUIL	RIOBAMBA	Vía Triunfo - Bucay - Riobamba	SI	NO

*Fuente: Realizado por la autora*



## **Anexo 14: Validación de la propuesta por parte del experto**

En el presente anexo, se adjuntan los siguientes documentos:

- Hoja de Vida de los expertos
- Validación por parte de los expertos
- Carta de Aval de los expertos

## CRISTHIAN ANDRES VILLAFUERTE HARO



### Datos Personales

**Dirección:** VÍA SANTA CRUZ 8 y AV. ATAHUALPA  
**Teléfono (s):** 032614213 - 0996539126 - 0995928208 - 0984239485  
**Cédula de identidad:** 0604133629  
**Correo electrónico:** cristhian16\_17@hotmail.com  
**Ciudad / Provincia / País:** RIOBAMBA / CHIMBORAZO / ECUADOR

### Formación Formal

<b>MAGISTER EN TRANSPORTE Y LOGÍSTICA</b>	CUARTO NIVEL - MAESTRIA
( 2 años)	ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO
<b>INGENIERO EN GESTION DE TRANSPORTE</b>	TERCER NIVEL
( 5 años)	ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO
<b>BACHILLER</b>	SECUNDARIA
( 6 años)	
<b>EDUCACIÓN BÁSICA</b>	PRIMARIA
( 7 años)	

### Experiencia:

2018/05/02

#### DOCENTE EN LOGÍSTICA MULTIMODAL / SENESCYT - INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO

- \* PLANIFICAR ACTIVIDADES ACADÉMICAS PARA EL DESARROLLO DE CONOCIMIENTOS, HABILIDADES, DESTREZAS Y VALORES ASOCIADOS AL RAZONAMIENTO LÓGICO, CRÍTICO Y CREATIVO DE ACUERDO AL ÁREA DE SU COMPETENCIA.
- \* PREPARAR MATERIAL PARA DICTAR CÁTEDRA HACIENDO USO DE TÉCNICAS PEDAGÓGICAS INTERACTIVAS CENTRADAS EN EL SUJETO QUE APRENDE, DESARROLLANDO CONTEXTOS INNOVADORES DE CONOCIMIENTO.
- \* GESTIONA PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN, COMUNITARIOS Y/O DE EMPRENDIMIENTO PARA EL FORTALECIMIENTO DE CONOCIMIENTOS EN SUS ÁREAS TÉCNICAS
- \* IDENTIFICA ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA INTEGRAL CON ENFOQUES TEÓRICOS – PRÁCTICOS

2018/02/01

2018/05/01

INSPECTOR DE TERMINAL TERRESTRE INTERPROVINCIAL / GOBIERNO AUTÓNOMO

- \* PRESENTAR UN INFORME MENSUAL DE ACTIVIDADES AL JEFE INMEDIATO SUPERIOR
- \* DIVULGACIÓN DE NORMAS BÁSICAS DE URBANIDAD
- \* MANTENER INFORMADO PERMANENTEMENTE A SU SUPERIOR, RESPECTO A LAS NOVEDADES ENCONTRADAS DURANTE EL CUMPLIMIENTO DE SUS OBLIGACIONES
- \* VIGILAR EL FUNCIONAMIENTO EN EL TERMINAL TERRESTRE
- \* CUMPLIR LAS FUNCIONES DE RESGUARDO, VIGILANCIA Y CONTROL, A FIN DE ASEGURAR LAS APLICACIONES LEGALES, ORIENTADAS AL ORDENAMIENTO DE LA CIUDAD EN LOS DIFERENTES SECTORES A ELLOS DESIGNADOS

2017/06/19

2017/06/30

INSTRUCTOR / INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR STANFORD

- \* EXPOSICIÓN DE LA LEY ORGÁNICA DE TRANSPORTE TERRESTRE TRÁNSITO Y SEGURIDAD VIAL
- \* CONFERENCIA SOBRE ATENCIÓN AL CLIENTE

2017/03/06

2017/03/10

INSTRUCTOR / INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR STANFORD

- \* IMPARTIR LA CÁTEDRA DE TRANSPORTE TERRESTRE, TRANSITO Y SEGURIDAD VIAL
- \* IMPARTIR LA CÁTEDRA DE ATENCIÓN AL CLIENTE

2017/01/12

2017/12/31

TÉCNICO DE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL / GOBIERNO AUTÓNOMO

- \* REALIZAR LA EVALUACIÓN INICIAL DE TODOS LOS FACTORES DE RIESGO PRESENTES EN LAS ACTIVIDADES DE LOS SERVIDORES Y SERVIDORAS DEL GADM DE RIOBAMBA
- \* FORMULAR Y ACTUALIZAR NORMAS TÉCNICAS Y PROCEDIMIENTOS DE SEGURIDAD Y SALUD
- \* REALIZAR EVALUACIONES POSTERIORES DE TODOS LOS FACTORES DE RIESGO Y ESTABLECER MEDIDAS DE CONTROL
- \* DESARROLLAR Y PROPONER PARA SU APROBACIÓN PLANES Y PROGRAMAS DE GESTIÓN PREVENTIVA
- \* INFORMAR AL COMITÉ DE SEGURIDAD Y SALUD, IESS LOS ACCIDENTES Y ENFERMEDADES PROFESIONALES
- \* ANÁLISIS DE PUESTO DE TRABAJO POR PATOLOGÍA DE LOS SERVIDORES Y SERVIDORAS DEL GADM DE RIOBAMBA

2015/04/01      2015/06/12

PASANTE / GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL DEL CANTÓN AMBATO

- \* ELABORACIÓN DE PERMISOS DE OPERACIÓN DE COOPERATIVAS DE BUSES
- \* RECOLECCIÓN DE DATOS DE LAS LÍNEAS DE BUSES INTRACANTONALES E INTERPARROQUIALES
- \* PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UNA CICLORUTAS EN LA CIUDAD DE AMBATO

2014/09/08      2015/03/19

TÉCNICO / ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

- \* ELABORACIÓN DEL PLAN MAESTRO DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA EN EL ÁMBITO DE TRANSPORTE TERRESTRE, TRÁNSITO Y SEGURIDAD VIAL

2014/04/07      2014/09/01

TÉCNICO / ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

- \* LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN PARA EL PLAN MAESTRO DEL CANTÓN RIOBAMBA,

2013/04/01      2013/08/31

TÉCNICO / ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

- \* CONTEOS VEHICULARES-LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN DE INDICE DE OCUPACIÓN DE TAXIS

2012/11/13      2013/01/30

ABORDADOR / DA DIGNIDAD

- \* RECOLECTAR DATOS DE PERSONAS QUE PIDEN DINERO EN LAS CALLES
- \* RECOLECTAR DATOS E INFORMACIÓN DE LAS PERSONAS CON BAJOS RECURSOS
- \* CAPACITAR A LAS PERSONAS QUE PIDEN DINERO EN LAS CALLES PARA QUE DEJEN DE HACERLO

Idioma:

---

<b>INGLÉS</b>	Nivel Hablado:	INTERMEDIO
	Nivel Escrito:	INTERMEDIO

Capacitación:

---

<b>TALLER</b>	<b>FORMACIÓN DE DOCENTES</b>
<b>(40 horas)</b>	<b>ABKREA INGENIERÍA</b>
	<b>EDUCACIÓN/UNIVERSIDAD</b>

SEMINARIO (21 horas)	SEMINARIO INTERNACIONAL DE CAPACITACIÓN DE SEGURIDAD VIAL ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO LEGAL/ ASESORÍA
SEMINARIO (40 horas)	INGENIERÍA DE MÉTODOS APLICADOS A LAS EMPRESAS E ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO DIRECCIÓN/ GERENCIA
SEMINARIO (20 horas)	SEMINARIO INTERNACIONAL DE MOVILIDAD URBANA SOSTENIBLE ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO INGENIERÍA/TÉCNICO
SEMINARIO (40 horas)	SEMINARIO INTERNACIONAL DE TRANSPORTE MULTIMODAL ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO INGENIERÍA/TÉCNICO
SEMINARIO (40 horas)	COMPORTAMIENTO HUMANO EN LAS EMPRESAS E INSTITUCIONES ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO RECURSOS HUMANOS/PERSONAL
SEMINARIO (40 horas)	SEMINARIO DE ECONOMÍA POPULAR Y SOLIDARIA, GÉNERO Y ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO ECONOMÍA/CONTABILIDAD
SEMINARIO (40 horas)	SEMINARIO INTERNACIONAL DE MODALIDADES DE TRANSPORTE ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO INGENIERÍA/TÉCNICO
SEMINARIO (40 horas)	SEMINARIO INTERNACIONAL DE TRANSPORTE Y MOVILIDAD ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO INGENIERÍA/TÉCNICO
SEMINARIO (40 horas)	PLANIFICACIÓN ESTRATÉGICA DE EMPRESAS E INSTITUCIONES ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO ADMINISTRACIÓN/OFICINA
JORNADA (190 horas)	EXPERTO COMPETENTE EN SEGURIDAD Y SALUD LABORAL - FUNDACIÓN ACADÉMICA INTERNACIONAL DE CIENCIAS RECURSOS HUMANOS/PERSONAL

SEMINARIO (40 horas)	SEMINARIO INTERNACIONAL DE GESTIÓN DE TRANSPORTE - EL FUNDACIÓN ECOS INGENIERÍA/TÉCNICO
CONFERENCIA (16 horas)	CONFERENCIA REDES CAN MULTIPLEXADAS INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO COTOPAXI INGENIERÍA/TÉCNICO
TALLER (16 horas)	PLANIFICACIÓN ESTRATÉGICA INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO COTOPAXI ADMINISTRACIÓN/OFICINA
SEMINARIO (40 horas)	SEMINARIO TALLER LOGÍSTICA Y TRANSPORTE INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO COTOPAXI INGENIERÍA/TÉCNICO
SEMINARIO (40 horas)	REDACCIÓN CIENTÍFICA Y LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR COTOPAXI EDUCACIÓN/UNIVERSIDAD
SEMINARIO (40 horas)	GESTIÓN ADMINISTRATIVA DE EMPRESAS PÚBLICAS UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO ADMINISTRACIÓN/OFICINA

#### Certificaciones SETEC:

---

SETEC Certificación 2019-01-04	SETEC-296-CCL-111530 INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR VICENTE LEON PREVENCIÓN EN RIESGOS LABORALES
SETEC Certificación 2019-01-08	SETEC-292-CCL-121778 INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR VICTORIA FORMACION DE FORMADORES - FORMACIÓN DE FORMADORES

#### Acciones Afirmativas

Nota: Las acciones afirmativas se sumarán, únicamente, a aquellos postulantes que cumplan con los requisitos para recibirlos y siempre que hubieran obtenido la calificación mínima del setenta por ciento (70%) en el puntaje de evaluación.

---

Autodeterminación étnica:	MESTIZO/A
Discapacidad:	NO
Enfermedad catastrófica:	NO

---

**A cargo de familiar con** **NO**

---

**A cargo de familiar con enfermedad** **NO**

---

**Migrante Ex-Servidor Público:** **NO**

---

**Residente provincia de Galápagos:** **NO**

---

## 1. DATOS GENERALES

### OFERTA DE MAESTRÍA:

TEMA DE INVESTIGACIÓN: "DISEÑO DE RUTAS DE LA COMPAÑÍA INTERNACIONAL DE TRANSPORTES CITRAIZA S.A."

POSTULANTE: IZA CORRALES DIANA MARIBEL

TUTOR: ING. RAÚL REIMOSO PEÑAHERRERA

EVALUADOR: ING. CRISTHIAN ANDRES VILLAFUERTE HARO

CARGO: DOCENTE / INVESTIGADOR

TÍTULO DE PREGRADO: INGENIERO EN GESTIÓN DE TRANSPORTE

TÍTULO DE POSGRADO: MÁSTER EN TRANSPORTE Y LOGÍSTICA

## 2. GENERALIDADES DEL INSTRUMENTO

DENOMINACIÓN: Evaluación del experto

OBJETIVO: Establecer varios criterios técnicos que engloben el trabajo de investigación y que permitan que un experto valide la propuesta

DESCRIPCIÓN: Marcar con una X valorando como "Aceptable" o "No Aceptable" cada uno de los criterios de los cuatro elementos de la investigación (formulación del problema, fundamentación teórica, propuesta de cadena de suministro y diseño de rutas). Luego con una relación directa que depende del número de criterios, sacar el % correspondiente a cada una de las valoraciones y para finalizar sacar el promedio de los cuatro elementos.

La validación se considera aceptable tiene una media superior al 80%

## 3. EVALUACIÓN DE CRITERIOS



**CRITERIOS PARA LA EVALUACIÓN DE LA FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

No.	Criterios	Aceptable	No Aceptable
1	El tema está acorde a la línea y sublínea de investigación	X	
2	Centra el tema de interés formulando objetivos, hipótesis y problemas concretos y claros	X	
3	Describe correctamente la metodología a usar	X	
4	Identifica las variables asociadas al tema de estudio	X	
5	Formula correctamente el problema de investigación	X	
	Total	100	
	%		

**CRITERIOS PARA LA EVALUACIÓN DE LA FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA**

No.	Criterios	Aceptable	No Aceptable
1	Identifica los aspectos relevantes conocidos, desconocidos y los controvertidos sobre el tema de investigación	X	
2	Describe extensamente la situación bajo estudio y la coloca en un entorno donde se puede comprender sus orígenes y relaciones.	X	
3	Incorpora perspectivas mundiales, regionales y locales	X	
4	Identifica los estudios disponibles actuales	X	
5	Cita fuentes con rigor y validez académica	X	
	Total	100	
	%		

**CRITERIOS PARA LA EVALUACIÓN DE LA PROPUESTA DE CADENA DE SUMINISTRO PARA LA COMPAÑÍA CITRAIZA S.A.**

No.	Criterios	Aceptable	No Aceptable
1	Expone la información del estado actual de la compañía de manera concreta y objetiva	X	
2	La propuesta de cadena de valor está acorde con la necesidades de la compañía	X	
3	Es clara la propuesta de la cadena de suministro	X	
4	Realiza una codificación de procesos	X	
5	Identifica los procesos críticos y de soporte	X	
6	Usa gráficos adecuados para la descripción de cada proceso	X	

Total		100	
%			
<b>CRITERIOS PARA LA EVALUACIÓN DEL DISEÑO DE RUTAS PARA LA COMPAÑÍA CITRAIZA S.A.</b>			
No.	Criterios	Acceptable	No Acceptable
1	Realiza un análisis del estado inicial del proceso de diseño de rutas	X	
2	Usa los instrumentos de medición adecuados para la recolección de datos	X	
3	Es clara la metodología de diseño de rutas	X	
4	Describe claramente las variables del proceso	X	
5	El método seleccionado para la optimización de rutas es el adecuado	X	
6	Presenta un detalle del diseño, explicando el procedimiento	X	
7	Muestra los resultados del diseño de una manera clara y concreta	X	
8	El diseño consigue optimizar las rutas de la compañía	X	
9	El diseño es flexible	X	
	Total	100	
	%		

#### 4. RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN

		PROMEDIO	100
ACEPTABLE	X	NO ACEPTABLE	
VALIDADO POR:	Cristhian Andres Villafuerte Haro		
C.I.	0604133629		
FIRMA:			
FECHA:	11/07/2021		

Latacunga 11 de julio de 2021

Asunto: Carta aval de proyecto de tesis

Doctor

Raúl Cárdenas Quintana

**DIRECTOR DE POSGRADO DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**

Ingeniero

Marcelo Cárdenas

**COORDINADOR DE LA MAESTRÍA DE ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS UNIVERSIDAD  
TÉCNICA DE COTOPAXI**

**De mis consideraciones:**

Descándole éxitos en sus funciones que tan acertadamente desempeña. Por solicitud de la Ing. Diana Maribel Iza Corrales con C.I. 0503058596, maestrante del programa de administración de empresas de la universidad técnica de Cotopaxi, con el tema "DISEÑO DE RUTAS DE LA COMPAÑÍA INTERNACIONAL DE TRANSPORTE CITRAIZA S.A."; me permito hacer llegar a manera de reporte mi CRITERIO PERSONAL y profesional, sobre el planteamiento y desarrollo de la investigación, evaluado en base al instrumento otorgado con la persona en mención.

En función a la metodología adoptada, los cuatro aspectos establecidos para la evaluación (formulación del problema, fundamentación teórica, propuesta de la cadena de suministros, diseño de rutas). Y sus respectivos criterios de evaluación fueron calificados como aceptables, obteniendo una valoración de 100%, aspecto que me permite considerar el trabajo como ACEPTABLE. De esta manera, y a criterio, este trabajo está avalado para ser presentado.

Particular que informo para los fines pertinentes.

Atentamente,



Mgs. Cristian Villafuerte Haro, Ing.  
CI0604133629

# JOHNATAN ISRAEL CORRALES BONILLA



## Datos Personales

**Dirección:** SANCHEZ DE ORELLANA SN y LEOPOLDO PINO  
**Teléfono (s):** 0984180679  
**Cédula de identidad:** 0503145518  
**Correo electrónico:** corralesjohnatan@gmail.com  
**Ciudad / Provincia / País:** LATACUNGA / COTOPAXI / ECUADOR

## Instrucción Formal

---

### MÁSTER EN GESTIÓN

CUARTO NIVEL - MAESTRIA

( 3 SEMESTRES) OTRA

INSTITUTO POLITÉCNICO DE LEIRIA

### INGENIERO EN MECATRONICA

TERCER NIVEL

( 5 AÑOS)

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR

## Experiencia:

---

2019/09/16

### INGENIERO MECATRÓNICO / SERVICIOS PROFESIONALES

- \* CAPACITADOR
- \* PROGRAMADOR SISTEMAS DE CONTROL DELTAV
- \* HMI
- \* INGENIERÍA DE DETALLE
- \* CALIBRACIÓN DE INSTRUMENTOS
- \* PUESTA EN MARCHA
- \* AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL
- \* SINTONIZACIÓN DE LAZOS

2018/07/21

2019/09/14

**PROFESOR / INSTITUTO SUPERIOR TECNOLOGICO CORPORATIVO EDWARDS DEMING**

- \* DOCENTE EN LA CARRERA DE ADMINISTRACIÓN DE SISTEMAS DE CALIDAD
- \* DOCENTE EN LA CARRERA DE MARKETING

2017/09/01

2020/06/30

**PROFESOR / UNIDAD EDUCATIVA "LENIN SCHOOL"**

- \* SISTEMAS DIGITALES
- \* DISEÑO DE REDES
- \* ADMINISTRACIÓN DE BDD
- \* FUNDAMENTOS Y DESARROLLO DE LÓGICA DE PROGRAMACIÓN
- \* CONTABILIDAD

2017/08/01

2017/10/31

**INGENIERO DE PROYECTOS / A&M SYSTEMS**

- \* PROGRAMACIÓN DE CONTROLADORES
- \* PROYECTOS DOMÓTICOS
- \* AJUSTE DE PRESUPUESTO
- \* PROYECTOS INMÓTICOS
- \* PLANIFICACIÓN DE ACTIVIDADES
- \* SEGURIDAD ELECTRÓNICA
- \* TRATO CON CLIENTES

2015/01/25

2017/06/30

**INGENIERO DE PROYECTOS Y SERVICIOS / SEIN S.A.**

- \* INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL
- \* CALIBRACIÓN DE INSTRUMENTOS POR AMS SUITE
- \* DESARROLLO DE LÓGICAS DE CONTROL

- \* CONFIGURACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL DELTAV
- \* DESARROLLO DE HMI
- \* RED INTERZONAS
- \* INTEGRACIÓN CON OTROS SISTEMAS
- \* LÍDER DE SISTEMAS PARA PUESTA EN MARCHA POLIDUCTO PASCUALES CUENCA
- \* INGENIERÍA DE DETALLE

**2013/01/01            2013/05/01**

**PASANTE EN DEPARTAMENTO DE PROYECTOS Y CÉLULAS INNOVADORAS / NOVACERO**

- \* INSPECCIÓN DE ACTIVIDADES
- \* ASIGNACIÓN DE PERSONAL PARA MANTENIMIENTO
- \* LEVANTAMIENTO DE INVENTARIOS
- \* CIERRE DE ÓRDENES DE MANTENIMIENTO

**Idioma:**

---

<b>ESPAÑOL</b>	Nivel Hablado:	NATIVO
	Nivel Escrito:	NATIVO
<b>PORTUGUÉS</b>	Nivel Hablado:	INTERMEDIO
	Nivel Escrito:	AVANZADO
<b>INGLÉS</b>	Nivel Hablado:	INTERMEDIO
	Nivel Escrito:	INTERMEDIO

**Capacitación:**

---

<b>SEMINARIO</b> (150 horas)	<b>MONTAJE DE SISTEMAS DOMÓTICOS E INMÓTICOS</b> <b>EUROINNOVA FORMACIÓN</b> INGENIERÍA/TÉCNICO
<b>CONFERENCIA</b> (8 horas)	<b>RIESGO DE INCENDIOS, PLAN DE EMERGENCIA, PREVENCIÓN Y USO DE INTERNACIONAL FIRE SECURITY</b> INGENIERÍA/TÉCNICO

<b>CONFERENCIA</b> (3 horas)	<b>CAPACITACIÓN DE "MARKETING DIGITAL"</b> <b>MINISTERIO DEL TRABAJO</b> MARKETING/VENTAS
<b>SEMINARIO</b> (100 horas)	<b>CIRCUITS AND ELECTRONICS 6.002X</b> <b>MIT</b> INGENIERÍA/TÉCNICO
<b>PASANTIA</b> (1000 horas)	<b>PASANTE EN DEPARTAMENTO DE PROYECTOS Y CÉLULAS</b> <b>NOVACERO</b> INGENIERÍA/TÉCNICO
<b>CONFERENCIA</b> (8 horas)	<b>CHARLA DE ACTUALIZACIÓN EN EMERGENCIAS</b> <b>POMPIER</b> INGENIERÍA/TÉCNICO
<b>SEMINARIO</b> (8 horas)	<b>CURSO BASICO DE PRIMEROS AUXILIOS</b> <b>POMPIER</b> INGENIERÍA/TÉCNICO
<b>TALLER</b> (40 horas)	<b>TALLER TÉCNICO DE VÁLVULAS DE CONTROL FISHER</b> <b>PUFFER</b> INGENIERÍA/TÉCNICO
<b>JORNADA</b> (24 horas)	<b>SISTEMA DE CONTROL DELTAV NIVEL BASICO</b> <b>SEIN S.A.</b> INGENIERÍA/TÉCNICO
<b>JORNADA</b> (40 horas)	<b>SISTEMA DE CONTROL DELTAV NIVEL INTERMEDIO</b> <b>SEIN S.A.</b> INGENIERÍA/TÉCNICO
<b>TALLER</b> (20 horas)	<b>CONOCIMIENTO, USO Y APLICACIÓN ADECUADA DE LAS NORMAS APA</b> <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI</b> CIENTÍFICO/INVESTIGACIÓN
<b>CONGRESO</b> (40 horas)	<b>EXPOSITOR I CONGRESO DE INFORMÁTICA 2019</b> <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI</b> INFORMÁTICA/TELECOMUNICACIONES

### **Acciones Afirmativas**

---

## 1. DATOS GENERALES

### OFERTA DE MAESTRÍA:

**TEMA DE INVESTIGACIÓN:** "DISEÑO DE RUTAS DE LA COMPAÑÍA INTERNACIONAL DE TRANSPORTES CITRAIZA S.A."

**POSTULANTE:** IZA CORRALES DIANA MARIBEL

**TUTOR:** ING. RAÚL REINOSO PEÑAHERRERA

**EVALUADOR:** ING. JOHNATAN CORRALES BONILLA

**CARGO:** DOCENTE / PROYECTISTA

**TÍTULO DE PREGRADO:** INGENIERO EN MECATRÓNICA

**TÍTULO DE POSGRADO:** MÁSTER EN GESTIÓN

## 2. GENERALIDADES DEL INSTRUMENTO

**DENOMINACIÓN:** Evaluación del experto

**OBJETIVO:** Establecer varios criterios técnicos que engloben el trabajo de investigación y que permitan que un experto valide la propuesta

**DESCRIPCIÓN:** Marcar con una X valorando como "Aceptable" o "No Aceptable" cada uno de los criterios de los cuatro elementos de la investigación (formulación del problema, fundamentación teórica, propuesta de cadena de suministro y diseño de rutas). Luego con una relación directa que depende del número de criterios, sacar el % correspondiente a cada una de las valoraciones y para finalizar sacar el promedio de los cuatro elementos.

**La validación se considera aceptable tiene una media superior al 80%**

## 3. EVALUACIÓN DE CRITERIOS



**CRITERIOS PARA LA EVALUACIÓN DE LA FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

No.	Criterios	Aceptable	No Aceptable
1	El tema está acorde a la línea y sublínea de investigación	✓	
2	Centra el tema de interés formulando objetivos, hipótesis y problemas concretos y claros	✓	
3	Describe correctamente la metodología a usar	✓	
4	Identifica las variables asociadas al tema de estudio	✓	
5	Formula correctamente el problema de investigación	✓	
	Total	5	0
	%	100%	0%

**CRITERIOS PARA LA EVALUACIÓN DE LA FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA**


No.	Criterios	Aceptable	No Aceptable
1	Identifica los aspectos relevantes conocidos, desconocidos y los controvertidos sobre el tema de investigación	✓	
2	Describe extensamente la situación bajo estudio y la coloca en un entorno donde se puede comprender sus orígenes y relaciones.	✓	
3	Incorpora perspectivas mundiales, regionales y locales	✓	
4	Identifica los estudios disponibles actuales	✓	
5	Cita fuentes con rigor y validez académica	✓	
	Total	5	0
	%	100%	0%

**CRITERIOS PARA LA EVALUACIÓN DE LA PROPUESTA DE CADENA DE SUMINISTRO PARA LA COMPAÑÍA CITRAIZA S.A.**

No.	Criterios	Aceptable	No Aceptable
1	Expone la información del estado actual de la compañía de manera concreta y objetiva	✓	
2	La propuesta de cadena de valor está acorde con la necesidades de la compañía	✓	
3	Es clara la propuesta de la cadena de suministro	✓	
4	Realiza una codificación de procesos	✓	
5	Identifica los procesos críticos y de soporte	✓	
6	Usa gráficos adecuados para la descripción de cada proceso	✓	

	Total	6	0
	%	100%	0%
<b>CRITERIOS PARA LA EVALUACIÓN DEL DISEÑO DE RUTAS PARA LA COMPAÑÍA CITRAIZA S.A.</b>			
No.	Criterios	Aceptable	No Aceptable
1	Realiza un análisis del estado inicial del proceso de diseño de rutas	X	
2	Usa los instrumentos de medición adecuados para la recolección de datos	X	
3	Es clara la metodología de diseño de rutas	X	
4	Describe claramente las variables del proceso	X	
5	El método seleccionado para la optimización de rutas es el adecuado	X	
6	Presenta un detalle del diseño, explicando el procedimiento	X	
7	Muestra los resultados del diseño de una manera clara y concreta	X	
8	El diseño consigue optimizar las rutas de la compañía	X	
9	El diseño es flexible	X	
	Total	9	0
	%	100%	0%

#### 4. RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN

		<b>PROMEDIO</b>	100%
<b>ACEPTABLE</b>	X	<b>NO ACEPTABLE</b>	
<b>VALIDADO POR:</b>	Ing. Johnatan Israel Carales Bonilla		
<b>C.I.</b>	0503145519		
<b>FIRMA:</b>			
<b>FECHA:</b>	29/03/2021		

Latacunga, 29 de Marzo del 2021

Asunto: Carta aval externo de Proyecto de tesis

Doctor

Raúl Cárdenas Quintana

**DIRECTOR DE POSGRADO DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**

Ingeniero

Marcelo Cárdenas

**COORDINADOR DE LA MAESTRÍA DE ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS  
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**

**De mis consideraciones:**

En primer lugar, quiero enviarles un cordial saludo y deseos de éxito en las funciones que desempeñan.

Por solicitud de la Ing. Diana Maribel Iza Corrales con C.I. 0503058596, maestrante del programa de Administración de Empresas de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con el tema "DISEÑO DE RUTAS DE LA COMPAÑÍA INTERNACIONAL DE TRANSPORTES CITRAIZA S.A.", me permito hacer llegar a manera de reporte mi CRITERIO PERSONAL Y PROFESIONAL sobre el planteamiento y desarrollo de la investigación, evaluado en base al instrumento otorgado con la persona en mención.

En función a la metodología adoptada, los cuatro aspectos establecidos para la evaluación (formulación del problema, fundamentación teórica, propuesta de cadena de suministro, diseño de rutas) y sus respectivos criterios de evaluación fueron calificados como aceptables, obteniendo una valoración de 100% aceptable, aspecto que permite considerar al trabajo como ACEPTABLE. De esta manera, y a mi criterio, este trabajo está AVALADO para ser presentado.

Sin más por el momento, me suscribo.

Atentamente



Ing. Johnatan Israel Corrales Bonilla MSc.



C.I.: 0503145518

**Anexo 15: Aval de la Compañía Internacional de Transportes Iza  
CITRAIZA S.A.**

En este anexo se adjunta la siguiente documentación:

- Carta de presentación y entrega del trabajo de investigación.
- Carta aval de la Compañía de Internacional de Transportes Iza CITRAIZA S.A. (Aval de aceptación).

Latacunga, 26 de Marzo del 2021

Asunto: Presentación Propuesta “DISEÑO DE RUTAS DE LA COMPAÑÍA INTERNACIONAL DE TRANSPORTES CITRAIZA S.A.”

Doctora  
Silvia Narcisca Iza Quinapallo  
**GERENTE GENERAL**  
**COMPAÑÍA INTERNACIONAL DE TRANSPORTES CITRAIZA S.A.**  
En su despacho

De mi consideración:

En mi calidad de estudiante de la Universidad Técnica de Cotopaxi de la Maestría en Administración de Empresas, luego de expresar un cordial y atento saludo; mediante el presente, me dirijo con la finalidad de presentar a usted y por su intermedio al personal que conforman la Compañía Internacional de Transportes CITRAIZA S.A., la propuesta titulada “DISEÑO DE RUTAS DE LA COMPAÑÍA INTERNACIONAL DE TRANSPORTES CITRAIZA S.A.” para su conocimiento y análisis.

La propuesta de la referencia contiene la siguiente información:

- Estudio “DISEÑO DE RUTAS DE LA COMPAÑÍA INTERNACIONAL DE TRANSPORTES CITRAIZA S.A.” (archivo digital)
- Hoja de cálculo “DISEÑO DE RUTAS DE LA COMPAÑÍA INTERNACIONAL DE TRANSPORTES CITRAIZA S.A.” (archivo digital)

Cabe indicar que, la propuesta presentada constituye el trabajo de titulación previo a la obtención del Título de Magister en Administración de Empresas.

Atentamente,



Ing. Diana Maribel Iza Corrales  
**ESTUDIANTE**

Recibido Viernes 26-Marzo-2021  
Dña Silvia Iza  
Gerente General C.I.  
  


**COMPAÑÍA INTERNACIONAL DE TRANSPORTES IZA  
CITRAIZA S.A.**

Constituido el 27 de enero del 2006

Telf. 032-692104 Cel. 0994392647

Saquisilí- Cotopaxi- Ecuador

Resolución No 006-RPO-005-2012-ANT Email: citraiza@hotmail.com

Latacunga, 29 de marzo de 2021

Asunto: Aval Propuesta "DISEÑO DE RUTAS DE LA COMPAÑÍA INTERNACIONAL DE TRANSPORTES IZA CITRAIZA S.A."

Doctor

Raúl Cárdenas Quintana

**DIRECTOR DE POSGRADO DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**

Ingeniero

Marcelo Cárdenas

**COORDINADOR DE LA MAESTRÍA DE ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS  
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**

En su Despacho

Estimadas Autoridades:

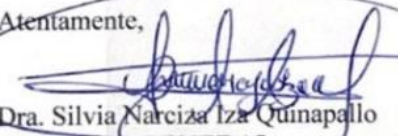
**Dra. SILVIA NARCIZA IZA QUINAPALLO**, en mi calidad de Gerente General de la Compañía Internacional de Transportes Iza **CITRAIZA S.A.**, luego de expresar un cordial y atento saludo; me permito exteriorizar mis felicitaciones a la Universidad Técnica de Cotopaxi por su apoyo y vinculación con las empresas locales, en especial a la Ing. Diana Maribel Iza Corrales, Estudiante de la Maestría en Administración de Empresas, por su aporte a nuestra compañía con su trabajo de titulación "DISEÑO DE RUTAS DE LA COMPAÑÍA INTERNACIONAL DE TRANSPORTES IZA CITRAIZA S.A."

Es importante señalar que, el estudio de la referencia fue expuesto por la citada estudiante de manera técnica lo que, permitió visualizar las debilidades que presenta el sistema empírico empleado por la Compañía Internacional de Transportes Iza **CITRAIZA S.A.** en el diseño de rutas.

Por tanto, la propuesta presentada por la Ing. Diana Maribel Iza Corrales, constituye un instrumento de valor, objetivo y ajustado a la realidad de nuestra compañía; por tal razón, indudablemente ésta será implementada en la operación de mi representada pues, con su aplicación se alcanzará la eficiencia en el diseño de rutas, lo que a su vez nos permitirá ser aún más competitivos en el mercado del transporte de carga pesada a nivel regional y nacional.

Sobre la base de lo expuesto, me permito avalar el estudio "DISEÑO DE RUTAS DE LA COMPAÑÍA INTERNACIONAL DE TRANSPORTES IZA CITRAIZA S.A."; pudiendo la interesada hacer uso de este documento como estime conveniente.

Atentamente,

  
Dra. Silvia Narciza Iza Quinapallo  
**GERENTE GENERAL**



### **Anexo 16: Macros en Excel Diseño de Rutas**

En el presente anexo, se adjunta un archivo digital correspondiente al diseño de rutas realizado en Excel, el archivo fue entregado a la compañía como un medio para diseño dinámico de acuerdo a la disponibilidad de vías y necesidades propias de la Compañía Internacional de Transportes Iza CITRAIZA S.A.