

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS CARRERA DE**  
**INGENIERÍA INDUSTRIAL**



**TEMA:**

“DISEÑO DEL SISTEMA DE CONTROL DE TIEMPOS DE TRANSPORTE  
BASADO EN LA APLICACIÓN DE LAS HERRAMIENTAS R-STUDIO Y  
LOGWARE PARA EL RUTEO EN LA EMPRESA LUIS GONZALO TUFIÑO CIA.  
LTDA.”

**TRABAJO DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
INGENIERO INDUSTRIAL**

**AUTORA:**

ANGELA VALERIA NARVÁEZ ISACAS

**DIRECTOR:**

ING. ROBERT MAURICIO VALENCIA CHAPI, PHD

**IBARRA- ECUADOR**

Ibarra 2024



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
**BIBLIOTECA UNIVERSITARIA**  
**AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN**  
**A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

**IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA**

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

<b>DATOS DE CONTACTO</b>			
<b>CÉDULA DE IDENTIDAD:</b>	1004786073		
<b>APELLIDOS Y NOMBRES:</b>	Narváez Isacas Angela Valeria		
<b>DIRECCIÓN:</b>	Elías Almeida 4-31 y Rafael Carvajal		
<b>EMAIL:</b>	avnarvaezi@utn.edu.ec		
<b>TELÉFONO FIJO:</b>	2 603 983	<b>TELÉFONO MÓVIL:</b>	0980049314

<b>DATOS DE LA OBRA</b>	
<b>TÍTULO:</b>	“DISEÑO DEL SISTEMA DE CONTROL DE TIEMPOS DE TRANSPORTE BASADO EN LA APLICACIÓN DE LAS HERRAMIENTAS R-STUDIO Y LOGWARE PARA EL RUTEO EN LA EMPRESA LUIS GONZALO TUFÍÑO CIA. LTDA.”
<b>AUTOR (ES):</b>	Narváez Isacas Angela Valeria
<b>FECHA: DD/MM/AAAA</b>	07/02/2024
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
<b>PROGRAMA:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> <b>PREGRADO</b> <input type="checkbox"/> <b>POSGRADO</b>
<b>TÍTULO POR EL QUE OPTA:</b>	INGENIERA INDUSTRIAL
<b>ASESOR /DIRECTOR:</b>	Ing. Robert Valencia, PhD

## CONSTANCIAS

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 07 días del mes de febrero de 2024

**EL AUTOR:**

.....Angela Narváez.....

Nombre: Narváez Isacas Angela Valeria



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS**  
**CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR**

Ing. Rober Valencia, PhD, Director del Trabajo de Grado desarrollado por la señorita estudiante Narváez Isacas Angela Valeria.

**CERTIFICA**

Que, el Proyecto de Trabajo de grado titulado **“DISEÑO DEL SISTEMA DE CONTROL DE TIEMPOS DE TRANSPORTE BASADO EN LA APLICACIÓN DE LAS HERRAMIENTAS R-STUDIO Y LOGWARE PARA EL RUTEO EN LA EMPRESA LUIS GONZALO TUFÍÑO CIA. LTDA.”**, ha sido elaborado en su totalidad por la estudiante Narváez Isacas Angela Valeria, bajo mi dirección, para la obtención del título de Ingeniero Industrial. Luego de ser revisada, considerando que se encuentra concluido y cumple con las exigencias y requisitos académicos de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas, Carrera de Ingeniería Industrial, autoriza su presentación y defensa para que pueda ser juzgado por el tribunal correspondiente.

Ibarra, 07 de febrero del 2024

Ing. Robert Valencia, PhD

## DEDICATORIA

*Dedico mi tesis a Dios por ser mi guía y luz en el sendero de la vida por ponerme hoy en donde estoy porque él es el ser más incondicional que puede existir y porque todo a su tiempo es perfecto.*

*A mi madre quién ha sido ejemplo de fortaleza y ha estado a mi lado brindándome su apoyo y amor de madre, a mi abuelito Luis y a mi abuelita María quienes con su carácter formaron a la persona que hoy en día soy, a mis hermanas Carolina y Monserrath que son mi ejemplo de motivación cuando me propongo una meta, a mis sobrinos Sebastián y Santiago que son mis mi más grande inspiración y a mi tío Luis Eduardo que ha sido como mi padre y un gran soporte siempre con sus sabías palabras y consejos “nunca dejes al último las cosas y nunca te rindas tú puedes y eres capaz” a mi novio Esteban quién ha estado para mí en las buenas en las malas y a sus padres Anita y Hernán que han sido una bendición y un apoyo emocional. Gracias por incentivar me a formarme profesionalmente. Este trabajo y todos mis logros son para ustedes.*

*Valeria Narváez*

## AGRADECIMIENTO

*En primer lugar, quiero agradecer a la Universidad Técnica del Norte, a la Carrera de Ingeniería Industrial y a todos los docentes que compartieron conmigo conocimientos, valores y principios que fueron elementos fundamentales durante mi formación académica.*

*A mi director de tesis Ing. Robert Valencia Chapi, PhD, por su tiempo, dedicación, paciencia y disposición al momento de guiarme en el desarrollo de inicio a fin de mi trabajo de titulación.*

*A mi opositora la Msc. Karen Benavides quien ha sabido ser muy paciente y ha aportado mucho en la elaboración de mi trabajo de titulación.*

*A mis compañeros por su paciencia con las dudas que no siempre me quedaban claras y a mis amigas Melany y Dianita quienes más que amigas son hermanas, cómplices de tantas risas, historias vividas y por supuesto desveladas.*

*A la Empresa Luis Gonzalo Tufiño CIA. LTDA., por haberme permitido hacer uso de información confidencial para el desarrollo total de mi trabajo de grado.*

*Valeria Narváez*

## RESUMEN

El presente trabajo evidencia la aplicación del sistema de control de tiempos de transporte desarrollado para la Compañía Luis Gonzalo Tufiño CIA. LTDA con el fin de aprovechar al máximo los tiempos de respuesta de su flota de vehículos. Se logró analizar los tiempos de respuestas mediante un análisis a las rutas actuales en donde se evidenció que existían tiempos de respuesta muy tardíos ya que 14 de los 20 vehículos trabajaban 2 horas por día, 5 vehículos 4 horas y solo un vehículo trabajaba una jornada de 6 horas por día.

Para el desarrollo de este trabajo se inició con un análisis a cada una de las tres rutas que dispone actualmente la Compañía y después se aplicó un código de ruteo en desarrollado en el lenguaje de programación Python. Se logró obtener un mejor orden al momento de brindar el servicio ya que el código a su vez me permitió visualizar el número de vehículo que va a dirigirse a cualquiera de las paradas. Posteriormente se realizó la propuesta de nuevas rutas a la Compañía con la finalidad de que estas en un futuro se implementen y sea una ventaja competitiva para la misma. También se hizo uso de LogWare y R-Studio para validar los resultados de las rutas obtenidas.

Se logró aprovechar el tiempo ya que actualmente las horas que laboran los vehículos de las unidades no superan las 6 horas diarias mientras que con el desarrollo de este trabajo su aprovechamiento mejoró, evidenciando que en la Ruta A 4 vehículos laboran 7 y 10 horas, para la Ruta B sus 4 vehículos trabajan 8 horas y en la Ruta C 6 vehículos laboran 6, 7, 8 y 12 horas. Con la propuesta de las nuevas rutas se obtuvo que en la Ruta A trabajarán 2 vehículos con jornadas de 7 y 12 horas, para el caso de la Ruta B trabajarán 2 vehículos con jornadas de 8 y 11 horas y para la Ruta C trabajarán 2 vehículos con jornadas de 12 horas.

Palabras Clave: LogWare, R-Studio, Ruta óptima, Python, Enrutamiento.

## ABSTRACT

This paper demonstrates the application of the transport time control system developed for the Luis Gonzalo Tufiño Company CIA. LTDA. To improve response times. An analysis conducted of response times on current routes revealed significant delays with 14 out of 20 vehicles working at least 2 hours per day, 5 vehicles working 4 hours, and only one vehicle working a 6-hour daily shift.

The development of this project began with an analysis of each of the company's three current routes. Subsequently, a Python code was applied resulting in an improved organization of the company's services. It also allowed the visualization of the number of vehicles that go to each stop. The work proposed new routes aim to improve the vehicles company with a competitive advantage upon. LogWare and R-Studio were used to compare routes and create graphs.

The analysis shows that vehicles now work a maximum of 6 hours per day. The use of the code also produced successful outcomes. Route A has 4 vehicles working for 7 and 10 hours. Route B has 4 vehicles working 8 hours, and Route C has 6 vehicles working 6, 7, 8 and 12 hours. With the proposal of the new routes, it was obtained that on Route A 2 vehicles will work with 7 and 12 hour days, in the case of Route B 2 vehicles will work with 8 and 11 hour days and for Route C 2 vehicles will work with 12 hour days.

Keywords: LogWare, R-Studio, optimal route, Python, Routing.



## CONTENIDO

1. CAPITULO I. GENERALIDADES .....	15
1.1. Tema .....	15
1.2. Problema.....	15
1.3. Objetivo .....	16
1.3.1. Objetivo General.....	16
1.3.2. Objetivos Específicos .....	16
1.4. Alcance .....	16
1.5. Justificación .....	16
1.6. Metodología.....	17
1.6.1. Tipo de Investigación .....	17
1.6.2. Método de Investigación .....	17
1.6.3. Técnica de Investigación .....	18
1.6.4. Instrumentos .....	18
2. CAPITULO II. ....	19
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA .....	19
2.1. Transporte Público.....	19
2.2. Características Generales del Transporte.....	19
2.4. Requerimientos del Sistema de Transporte .....	21
2.4.1. Requerimientos del Usuario .....	21
2.4.2. Requerimiento del Prestador del Servicio .....	24
2.4.3. Requerimientos de la Comunidad (el NO usuario) .....	26
2.5. Transporte Público y de Carga Mixta.....	26
2.6. Paradas Tradicionales, Paradas Innovadoras y Paradas Inteligentes.....	27
<i>Paradas Tradicionales</i> .....	27
<i>Paradas Innovadoras</i> .....	27
<i>Paradas Inteligentes</i> .....	27
2.7. Comunicación Inalámbrica.....	27
2.8. Sistema .....	27
2.9. Control.....	28
2.10. Sistema de Control .....	28
2.11. Sistema de Control de Tiempos .....	28

2.12.	Gestión del Transporte.....	28
2.13.	Geolocalización .....	28
2.14.	Ruteo.....	29
2.14.1.	Programación y Diseño de Rutas.....	29
2.14.2.	Rutas Establecidas .....	30
2.14.3.	Rutas No Establecidas .....	30
2.14.4.	Problema de Ruteo .....	30
2.15.	Herramientas para el Control Estadístico .....	30
2.15.1.	Diagrama Ishikawa.....	30
2.15.2.	Matriz o análisis FODA.....	30
2.16.	Herramientas de Ruteo .....	30
2.16.1.	R-Studio.....	30
2.16.2.	LOGWARE.....	31
2.16.3.	Python.....	31
2.16.4.	FlexSim.....	33
3.	CAPITULO III.....	34
	SITUACIÓN ACTUAL.....	34
3.1.	Antecedentes.....	34
3.2.	Contexto de la Organización .....	34
3.2.1.	Identidad Comercial .....	35
3.2.2.	Misión.....	35
3.2.3.	Visión.....	36
3.2.4.	Ubicación.....	36
3.2.5.	Organización.....	36
3.2.6.	Objetivos Estratégicos .....	37
3.3.	Análisis Situacional .....	38
3.3.1.	Sectores Donde Trabaja la Compañía.....	38
3.4.	Diagrama Ishikawa.....	43
4.	CAPITULO IV.....	46
	PROPUESTA DE RUTAS DE TRANSPORTE.....	46
4.1.	Cálculo de las Rutas donde Trabaja la Compañía .....	46
4.1.1.	Organización de Vehículos y Horarios Ruta A .....	46
4.1.2.	Organización de Vehículos y Horarios Ruta B .....	48

4.1.3.	Organización de Vehículos y Horarios Ruta C .....	50
4.1.4.	Tabla General de Rutas Actuales .....	53
4.1.5.	Ruteo de las Paradas Actuales de la Compañía .....	56
4.2.	Simulación de los Vehículos en Cada una de las Rutas Actuales .....	57
4.3.	Cálculo de la Distancia Total de las Rutas Actuales Mediante LogWare .....	59
4.3.1.	Ruta Actual A .....	59
4.3.2.	Ruta Actual B .....	59
4.3.3.	Ruta Actual C .....	59
4.4.	Sectores para Proponer a la Compañía .....	60
4.4.1.	Cálculo de las Rutas Propuestas a la Compañía .....	61
4.4.2.	Tabla General de Nuevas Rutas .....	64
4.4.3.	Ruteo de las Paradas Para Proponer a la Compañía .....	66
4.5.	Simulación de los Vehículos para las Rutas Propuestas .....	67
4.6.	Cálculo de la Distancia Total de las Nuevas Rutas Mediante LogWare .....	69
4.6.1.	Ruta Propuesta A .....	69
4.6.2.	Ruta Propuesta B .....	69
4.6.3.	Ruta Propuesta C .....	69
4.7.	Análisis de Resultados .....	69
	CONCLUSIONES .....	72
	RECOMENDACIONES .....	73
	BIBLIOGRAFÍA .....	74
	ANEXO 1. ....	78
	LEY DE COMPAÑÍAS .....	78
	ANEXO 2. ....	81
	DECRETO EJECUTIVO 1196.....	81
	ANEXO 3. ....	100
	Corrida del Programa .....	100
	ANEXO 4. ....	120
	Rutas Generadas por el Programa LogWare .....	120
	LogWare Ruta Actual A 1 .....	120
	LogWare Ruta Actual A 2 .....	120
	LogWare Ruta Actual B 1 .....	120
	LogWare Ruta Actual B 2 .....	120

LogWare Ruta Actual C 1 .....	120
LogWare Ruta Actual C 2 .....	121
LogWare Nueva Ruta A 1 .....	121
LogWare Nueva Ruta A 2 .....	121
LogWare Nueva Ruta B 1 .....	121
LogWare Ruta Actual B 2 .....	121
LogWare Nueva Ruta C 1 .....	121
LogWare Nueva Ruta C 2 .....	122
ANEXO 5. ....	123
Código en R Studio para Determinar las Gráficas de Ruteo General.....	123
Código en R Studio para Determinar las Gráficas de Ruteo .....	123

## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> <i>Ruta Actual A</i> .....	38
<b>Tabla 2.</b> <i>Ruta Actual B</i> .....	39
<b>Tabla 3.</b> <i>Ruta Actual C</i> .....	39
<b>Tabla 4.</b> <i>Resultados de las horas utilizadas por los vehículos</i> .....	40
<b>Tabla 5.</b> <i>Resultados Ruta Actual A</i> .....	41
<b>Tabla 6.</b> <i>Resultados Ruta Actual B</i> .....	41
<b>Tabla 7.</b> <i>Resultados Ruta Actual C</i> .....	42
<b>Tabla 8.</b> <i>Análisis FODA</i> .....	44
<b>Tabla 9.</b> <i>Ruta Actual A - Vehículo 3</i> .....	47
<b>Tabla 10.</b> <i>Ruta Actual A - Vehículo 10</i> .....	47
<b>Tabla 11.</b> <i>Ruta Actual A - Vehículo 2</i> .....	48
<b>Tabla 12.</b> <i>Ruta Actual A - Vehículo 11</i> .....	48
<b>Tabla 13.</b> <i>Ruta Actual B - Vehículo 14</i> .....	49
<b>Tabla 14.</b> <i>Ruta Actual B - Vehículo 13</i> .....	49
<b>Tabla 15.</b> <i>Ruta Actual B - Vehículo 7</i> .....	50
<b>Tabla 16.</b> <i>Ruta Actual B - Vehículo 4</i> .....	50
<b>Tabla 17.</b> <i>Ruta Actual C - Vehículo 16</i> .....	51
<b>Tabla 18.</b> <i>Ruta Actual C - Vehículo 15</i> .....	51
<b>Tabla 19.</b> <i>Ruta Actual C - Vehículo 1</i> .....	52
<b>Tabla 20.</b> <i>Ruta Actual C - Vehículo 6</i> .....	52
<b>Tabla 21.</b> <i>Ruta Actual C - Vehículo 17</i> .....	52
<b>Tabla 22.</b> <i>Ruta Actual C - Vehículo 12</i> .....	53
<b>Tabla 23.</b> <i>Tabla General de Rutas Actuales</i> .....	53
<b>Tabla 24.</b> <i>Nueva Ruta A</i> .....	60
<b>Tabla 25.</b> <i>Nueva Ruta B</i> .....	60
<b>Tabla 26.</b> <i>Nueva Ruta C</i> .....	61
<b>Tabla 27.</b> <i>Nueva Ruta A - Vehículo 20</i> .....	62
<b>Tabla 28.</b> <i>Nueva Ruta A - Vehículo 14</i> .....	62
<b>Tabla 29.</b> <i>Nueva Ruta B - Vehículo 8</i> .....	63
<b>Tabla 30.</b> <i>Nueva Ruta B - Vehículo 19</i> .....	63
<b>Tabla 31.</b> <i>Nueva Ruta C - Vehículo 9</i> .....	64
<b>Tabla 32.</b> <i>Nueva Ruta C - Vehículo 18</i> .....	64
<b>Tabla 33.</b> <i>Tabla General de las Nuevas Rutas</i> .....	65
<b>Tabla 34.</b> <i>Resultados Rutas A</i> .....	69
<b>Tabla 35.</b> <i>Resultados Nueva Ruta B</i> .....	70
<b>Tabla 36.</b> <i>Resultados Nueva Ruta C</i> .....	71

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Componentes del Sistema de Transporte .....	21
<b>Figura 2.</b> Requerimientos del usuario en los sistemas de transporte .....	23
<b>Figura 3.</b> Requerimientos del prestador de servicios en los sistemas de transporte.....	25
<b>Figura 4.</b> Logotipo de la compañía.....	35
<b>Figura 5.</b> Ubicación de la Compañía .....	36
<b>Figura 6.</b> Diagrama organizacional .....	37
<b>Figura 7.</b> Objetivos estratégicos .....	37
<b>Figura 8.</b> <i>Resultados gráficos de las horas utilizadas por los vehículos</i> .....	40
<b>Figura 9.</b> <i>Resultados gráficos de la Ruta Actual A</i> .....	41
<b>Figura 10.</b> <i>Resultados gráficos de la Ruta Actual B</i> .....	41
<b>Figura 11.</b> <i>Resultados gráficos de la Ruta Actual C</i> .....	42
<b>Figura 12.</b> Diagrama Ishikawa .....	43
<b>Figura 13.</b> Orden de paradas - Vehículos 3 y 10.....	56
<b>Figura 14.</b> Orden de paradas - Vehículos 13 y 7.....	57
<b>Figura 15.</b> Orden de paradas - Vehículos 17 y 12.....	57
<b>Figura 16.</b> Simulación FlexSim Ruta Actual A .....	58
<b>Figura 17.</b> Simulación FlexSim Ruta Actual B .....	58
<b>Figura 18.</b> Simulación FlexSim Ruta Actual C .....	59
<b>Figura 19.</b> Orden de paradas - vehículo 20.....	66
<b>Figura 20.</b> Orden de paradas - vehículo 8.....	66
<b>Figura 21.</b> Orden de paradas - vehículo 9.....	67
<b>Figura 22.</b> Simulación FlexSim Nueva Ruta A .....	67
<b>Figura 23.</b> Simulación FlexSim Nueva Ruta B .....	68
<b>Figura 24.</b> Simulación FlexSim Nueva Ruta C .....	68
<b>Figura 25.</b> Resultados actualizados de la utilización de los vehículos de la compañía Rutas A .....	70
<b>Figura 26.</b> <i>Resultados actualizados de la utilización de los vehículos de la compañía Rutas B</i> .....	70
<b>Figura 27.</b> <i>Resultados actualizados de la utilización de los vehículos de la compañía Rutas C</i> .....	71

## **1. CAPITULO I. GENERALIDADES**

### **1.1.Tema**

Diseño del sistema de control de tiempos de transporte basado en la aplicación de las herramientas R-Studio y LogWare para el ruteo en la Empresa Luis Gonzalo Tufiño CIA. LTDA.

### **1.2.Problema**

La Compañía de Transporte Luis Gonzalo Tufiño CIA. LTDA. está ubicada en la parroquia Tufiño, perteneciente al Cantón Tulcán de la provincia del Carchi. La Compañía se dedica al transporte terrestre de pasajeros, el cual se lleva a cabo siguiendo rutas predefinidas y generalmente adherido a un horario establecido y según la disposición de los pasajeros en paradas. La Compañía a lo largo de su trayectoria ha logrado cumplir su meta, la cual es transportar gran número de personas en menor tiempo y costos moderados, pero en los últimos años ha tenido una inflexión en cuanto a la satisfacción requerida por el mercado debido a que hay poca eficiencia presentada en los procesos. La compañía tiene una sola ruta de transporte y el inconveniente que presenta es debido a que no se respeta los horarios establecidos. La compañía a su vez muestra interés para expandir su servicio a otras comunidades del sector por rutas diferentes por ello el presente trabajo hará una optimización a la ruta existente y se presentará nuevas rutas a las cuales pueda cubrir la flota de vehículos de la compañía. El departamento de operaciones ha notado que últimamente los tiempos de ciclo en la ruta presentan tiempos de espera elevados, lo cual ocasiona que exista demora en el transporte de personas, generando inconformidad. A su vez se pudo notar que la velocidad empleada en cada una de las unidades de transporte de la compañía está muy por debajo de los límites establecidos. Para los vehículos destinados al transporte público de pasajeros, los límites de velocidad máxima en áreas urbanas son de 40 km/h, con un rango moderado de 40 a 50 km/h. En las áreas perimetrales, la velocidad máxima es de 70 km/h, con un rango moderado de 70 a 100 km/h. En carreteras rectas, la velocidad máxima es de 90 km/h, con un rango moderado de 90 a 115 km/h. Para las curvas en carreteras, la velocidad máxima es de 50 km/h, con un rango moderado de 50 a 65 km/h.

La gran parte del tiempo el servicio de transporte público ha tenido inconvenientes por diferentes causas una de ellas es los tiempos de demora en el transporte de personas, ya

que en varias ocasiones no se respetan las rutas y, por lo tanto, no se cumplen los horarios establecidos, esto ha traído consigo pérdidas económicas y de prestigio a la compañía.

### **1.3.Objetivo**

#### **1.3.1. Objetivo General**

Diseñar un sistema de control de tiempos para el mejoramiento del transporte, mediante técnicas de ruteo para la Compañía Luis Gonzalo Tufiño CIA. LTDA.

#### **1.3.2. Objetivos Específicos**

- Establecer el marco teórico en base a la información de la compañía y referencias bibliográficas que sustenten el desarrollo de la investigación.
- Determinar mediante el diagnóstico los problemas de tiempos y de rutas para establecer la condición actual.
- Analizar el tiempo de respuesta que se obtiene en cada ruta del servicio de transporte y mediante el uso de las herramientas R-Studio y LogWare para determinar las rutas optimas.

### **1.4.Alcance**

Dentro del modelo a diseñar se considera varios aspectos como lo son la satisfacción del cliente, la contribución con la sociedad y el medioambiente. Para este modelo se requiere criterios que den sustento a la operación como la información general de la compañía, datos de las rutas y sus variables con el propósito de elevar la calidad del servicio de transporte que prestan a los clientes. La compañía de transporte se dedica al transporte de personas por lo que se puede encontrar con rutas de autobús a nivel provincial y local. Los desplazamientos se efectúan a lo largo de rutas específicas que generalmente mantienen un cronograma invariable teniendo en cuenta que para el embarque y desembarque se realiza en paradas establecidas.

### **1.5.Justificación**

El autobús es el medio de transporte más comúnmente empleado para los trayectos en Ecuador. Básicamente, es posible llegar a cualquier área del país tomando uno o dos autobuses y las tarifas varían de acuerdo a la distancia y la categoría del servicio. El servicio expreso implica un viaje directo a su destino sin paradas intermedias. Numerosas compañías de transporte ofrecen vehículos nuevos con comodidades como baño,



televisión y asientos reclinables. Algunas incluso proporcionan refrigerios durante el viaje. Actualmente en la Compañía Luis Gonzalo Tufiño CIA. LTDA, presta sus servicios por la necesidad de la comunidad, a su vez se pudo notar que presenta interés para expandirse y que cuenta con los recursos necesarios para ello. La Compañía presenta varios problemas como lo es poca organización, fallo en las rutas establecidas y la pérdida de tiempos, por lo que se determinó la necesidad de diseñar un ruteo de su flota, el cual permita reducir las pérdidas de tiempo e implementar nuevas rutas de transporte.

La planificación concebida debe buscar metas a corto, mediano y largo plazo, orientadas a incrementar la satisfacción del consumidor con el servicio proporcionado. El logro de la planificación dependerá de los propósitos que se establezca. Estos serán más alcanzables si, además de ser sólidos, son adaptables y factibles.

## **1.6. Metodología**

### **1.6.1. Tipo de Investigación**

#### **Investigación Bibliográfica**

La investigación bibliográfica es un sistema el cual permite obtener la información de documentos de una organización, es decir que, es un conjunto de técnicas para encontrar e identificar documentos que serán necesarios en el desarrollo de una investigación.

#### **Investigación de Campo**

Se realiza una recopilación de datos de fuentes directas con la finalidad de comprender, observar y posteriormente interactuar con el entorno.

### **1.6.2. Método de Investigación**

#### **Método Cualitativo**

Este método se usa para entender palabras, ideas y experiencias a su vez puede usarse para la interpretación de información que fue recolectada de preguntas abiertas en encuestas y entrevistas.

#### **Método Experimental**

Este se lo usa a partir de la información actual con ello se propone nuevas soluciones y se analiza si son o no óptimas o factibles.

### **1.6.3. Técnica de Investigación**

#### **Estudio Comparativo**

Esta técnica permite realizar un análisis entre el antes y después de una propuesta de mejora a proponer con el fin de ver cuál de los dos puntos es más óptimo.

#### **La Observación**

Esta técnica se lleva a cabo por medio de libretas en donde recolecta información y se la plasma con el único propósito de recoger datos para el desarrollo de la investigación.

### **1.6.4. Instrumentos**

Entrevista: Permite recolectar datos en base a las opiniones de las personas con el fin de conocer hechos y experiencias de manera oral o escrita.

## **2. CAPITULO II.**

### **FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA**

La gestión de horarios es una herramienta eficaz cuando se trata de supervisar las horas laborales, se presenta énfasis en examinar las horas trabajadas por los empleados, ya que cada hora dedicada es relevante para un negocio. Así mismo, el control de horarios en el transporte es también esencial en la actualidad, ya que permite determinar el tiempo estimado necesario para desplazarse en un medio de transporte ya sea terrestre u por otro medio desde un lugar hasta otro.

#### **2.1. Transporte Público**

Este servicio, de carácter público, se encuentra a disposición de la población en general, con el fin de simplificar el desplazamiento, tanto dentro de la ciudad o localidad de residencia como para trasladarse a otras áreas geográficas (Discapnet, 2022).

#### **2.2. Características Generales del Transporte**

- a) Los servicios de transporte son altamente variados y diferenciados, ya que existen viajes con diferentes propósitos, en distintos momentos del día, utilizando varios medios de transporte y para transportar una variedad de cargas. Un servicio de transporte que no cumpla con estos requisitos específicos no será adecuado. (Ortúzar Salas, 2012)
- b) La demanda de transporte es secundaria, es decir, los viajes se generan debido a la necesidad de realizar actividades específicas en un destino, como trabajo, compras o recreación. Esto es particularmente cierto en el caso del transporte de carga. (Ortúzar Salas, 2012)
- c) La demanda de transporte tiene una ubicación geográfica específica. Para abordar este desafío, es común segmentar el territorio de análisis en regiones y diseñar una red de transporte estratégica que permita su análisis mediante programas informáticos. (Ortúzar Salas, 2012)
- d) La demanda de transporte es inicialmente dinámica y hay recursos limitados disponibles para realizar las múltiples tareas o labores. Desde la perspectiva de lo que se ofrece el transporte, es un servicio que no se puede almacenar para su uso posterior. Por lo tanto, si el servicio de transporte no se utiliza cuando está disponible, se pierde. Esto puede generar problemas durante los períodos de alta

demanda y desequilibrios en comparación con los períodos de menor demanda. (Ortúzar Salas, 2012)

- e) Para satisfacer la demanda de transporte y ofrecer servicios, es necesario contar con infraestructura y vehículos que operen de acuerdo con ciertas normas. Por lo general, los activos físicos y los vehículos no son de propiedad ni están gestionados por la misma entidad o institución lo que crea interacciones complejas entre autoridades gubernamentales, empresas constructoras, operadores de servicios, pasajeros, remitentes y el público en general. (Ortúzar Salas, 2012)
- f) La construcción de infraestructura de transporte tiende a ser discreta, es decir, no tiene sentido proporcionar una infraestructura a medias, como una pista de aterrizaje incompleta o una estación de tren a medias. Aunque en algunos casos se permite cierta gradualidad en la mejora de la infraestructura, como pasar de un camino de tierra a uno pavimentado. (Ortúzar Salas, 2012)
- g) La construcción de infraestructura de transporte es un proceso que lleva mucho tiempo, ya que a menudo involucra proyectos grandes que requieren una cantidad significativa de recursos. No es infrecuente que la planificación y construcción de una instalación importante lleve entre 5 y 15 años. (Ortúzar Salas, 2012)
- h) La oferta de transporte puede tener efectos secundarios que generan distorsiones significativas, como accidentes, ruido, contaminación del aire y degradación del medio ambiente. Estos efectos rara vez se internalizan, lo que significa que los usuarios de los servicios no perciben ni pagan por los costos que imponen a la sociedad en general. Esto puede llevar a decisiones subóptimas en términos de impacto ambiental y social (Ortúzar Salas, 2012).

### **2.3.Componentes del Sistema de Transporte**

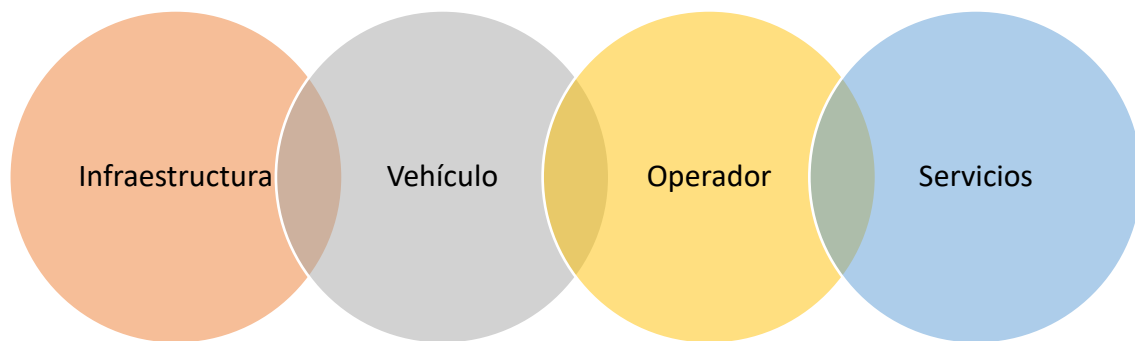
Los componentes del transporte público son:

- Los recursos físicos requeridos para ejecutar la operación, como vías de transporte, tuberías para el traslado de hidrocarburos, líneas eléctricas para la distribución de energía, vías navegables terrestres, aeropuertos para vuelos aéreos, entre otros. (Library, 2021)
- “Un medio de transporte que permita el traslado de personas o mercancías de manera eficiente, que puede variar desde bicicletas, motocicletas, automóviles, autobuses, barcos, aviones, etc” (Library, 2021).

- “Un operador de transporte, que es la persona encargada de conducir o dirigir el vehículo ” (Library, 2021).

Servicios que aseguran la realización segura de la actividad, como semáforos y señalización.

**Figura 1.**  
*Componentes del Sistema de Transporte*



*Nota.* Adaptado de Library, 2021

## **2.4.Requerimientos del Sistema de Transporte**

### **2.4.1. Requerimientos del Usuario**

A continuación, se describen los principales requerimientos del usuario en los sistemas de transporte:

- ✓ Uno de los aspectos más importantes para el usuario es la accesibilidad al transporte. El usuario espera que haya una amplia cobertura de rutas, paradas o estaciones ubicadas a distancias razonables. Además, busca un servicio que sea regular y esté disponible las 24 horas del día, permitiéndole utilizar el transporte en cualquier momento que lo necesite (Tiznado et al., 2020).
- ✓ También busca un servicio que sea puntual y confiable, permitiéndole abordar el vehículo que lo llevará a su destino sin demoras significativas. El usuario espera que el tiempo de espera sea mínimo, idealmente entre cero y cuatro minutos para los autobuses. Sin embargo, está dispuesto a aceptar retrasos mayores, especialmente si tiene que viajar largas distancias, ya que los retrasos causados por el tráfico y la interferencia con otros medios de transporte son comunes. Para lograr una mayor confiabilidad en el sistema, es esencial implementar un control

operativo eficaz que incluya la segregación del carril exclusivo para el transporte público del resto del tráfico. Esto ayuda a minimizar los retrasos causados por la congestión y las interferencias en las rutas de transporte público (Sánchez & Romero, 2010).

- ✓ Otro aspecto que el usuario considerará es la duración de su viaje, especialmente el tiempo de viaje desde su origen hasta su destino final. Un viaje excesivamente largo puede desalentar el uso del transporte público, por lo que es importante prestar atención tanto al tiempo que se pasa a bordo del vehículo como al tiempo de espera en las paradas y la caminata hacia y desde las mismas. Hacer que el tiempo de espera sea más agradable y ofrecer actividades durante la caminata puede influir en la percepción del usuario sobre la duración de su viaje. La disponibilidad de actividades como la visualización de mapas de la red de transporte, la compra de alimentos, acceso a teléfonos móviles, conexión wifi, comodidad, protección contra las inclemencias del tiempo y seguridad puede hacer que el tiempo de espera se sienta más corto (Fulgencio et al., 2022).
- ✓ La satisfacción del usuario es un requisito complicado de definir, ya que abarca una serie de factores subjetivos. Sin embargo, el usuario valora la disponibilidad de asientos y un viaje sin sobresaltos. Además, la comodidad del asiento en sí, el diseño de las entradas y salidas del vehículo, el ancho de los pasillos, la climatización, los niveles de ruido dentro del vehículo, la consideración del nivel de privacidad y la apariencia tanto en el exterior como en el interior del vehículo son aspectos importantes a tener en consideración. La accesibilidad para personas con discapacidades permanentes o temporales es un requisito fundamental. Esto implica proporcionar información accesible tanto en las paradas como dentro de los vehículos para usuarios ciegos o sordos. Además, se deben reservar espacios para personas con obesidad mórbida y sillas de ruedas, y se debe facilitar un ingreso y egreso ágil y seguro de las unidades. En la actualidad, muchos autobuses cuentan con una característica llamada "arrodillamiento" que permite desplegar una rampa para facilitar la entrada y salida de sillas de ruedas (Goransson & Andersson, 2023; Fulgencio et al., 2022).
- ✓ La comodidad es un requisito relacionado con el sistema en su conjunto, y su evaluación se basa en gran medida en aspectos cualitativos. Algunos de los factores primordiales a tomar en cuenta abarcan la amplitud del sistema, la requerida realización de conexiones, la existencia de información exacta y

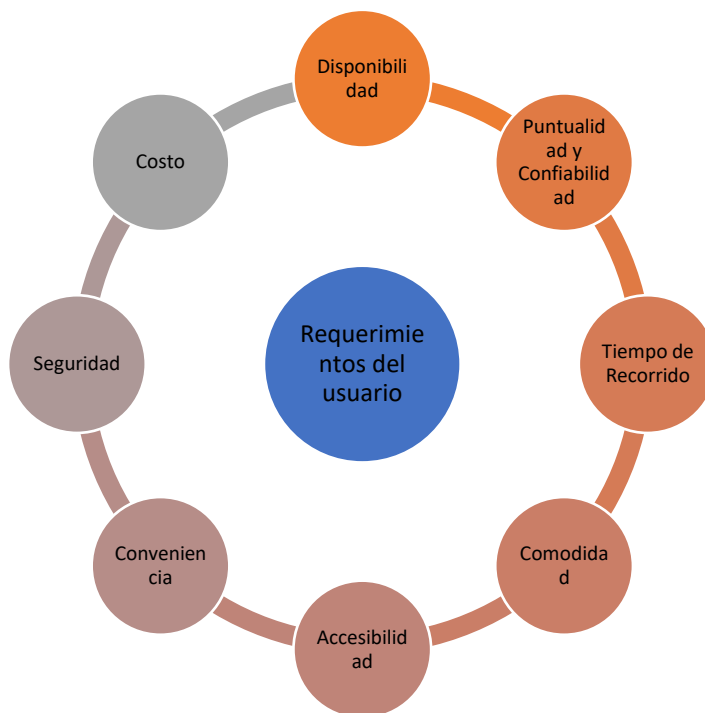
confiable, la consistencia en la entrega del servicio, y la accesibilidad a un servicio apropiado durante las horas de menor solicitud, además de facilidades de espera diseñadas de forma adecuada y ajustadas a las exigencias del usuario (Fulgencio et al., 2022).

- ✓ La seguridad del pasajero en términos de prevención de accidentes es fundamental, pero los usuarios también buscan una mayor prevención de incidentes delictivos como un requisito importante. Aunque este tema no está directamente relacionado con el transporte, está vinculado a la seguridad pública y puede influir en la elección del transporte público como medio de desplazamiento. Este problema puede ser especialmente relevante para ciertos grupos sociales, ya que el transporte público es su única opción de movilidad (Fulgencio et al., 2022).
- ✓ Por último, el precio del servicio de transporte para los usuarios es un aspecto crucial a considerar, y la tarifa es la parte más influyente. En el caso de los automóviles, es esencial tener en cuenta los gastos asociados al acceso y, especialmente, los relacionados con el estacionamiento (Goransson & Andersson, 2023).

En la Figura 2, se presentan los requerimientos del usuario en los sistemas de transporte:

**Figura 2.**

*Requerimientos del usuario en los sistemas de transporte*



#### **2.4.2. Requerimiento del Prestador del Servicio**

- ✓ El proveedor debe asegurar una amplia cobertura geográfica, que implica que el área dentro de un radio de 5 a 10 minutos a pie desde una estación o parada esté bien atendida. Esto puede representarse como un porcentaje del área urbana que queda dentro de la zona de servicio. Al evaluar la cobertura, el proveedor debe tener en cuenta la extensión de la red, la presencia de competidores en el mercado de transporte y la atención brindada en áreas de alta demanda de viajes (García et al., 2018).
- ✓ El proveedor buscará ofrecer una frecuencia apropiada para los diferentes tipos de viajes que brinda, asegurándose de tener frecuencias regulares y frecuentes que sean atractivas para una variedad de propósitos, como trabajo, estudio, ocio y compras. En nuestra situación, dado que el Estado otorga concesiones para los servicios de transporte público de pasajeros, es su responsabilidad planificar, supervisar, regular y garantizar la prestación de estas frecuencias (Asplund, 2021).
- ✓ La fiabilidad del sistema de transporte estará relacionada con el mantenimiento que el proveedor realice en sus vehículos. Esta fiabilidad puede evaluarse según el porcentaje de salidas programadas que se cumplan a lo largo del día. Se estima que los medios de transporte terrestres tienen una fiabilidad que oscila entre el 75% y el 90%, mientras que, en los sistemas ferroviarios, este porcentaje debe superar el 95% (Suryani et al., 2019).
- ✓ El proveedor de servicios tiene interés en alcanzar velocidades comerciales elevadas en sus rutas o trayectos, ya que esto influye en el tamaño de su flota de vehículos y, en consecuencia, en sus costos laborales, costos de combustible o energía, y gastos de mantenimiento. Además, esto afecta la capacidad del sistema para atraer pasajeros (Kopsacheilis et al., 2022).
- ✓ Un requisito del receptor de servicios (o de la entidad reguladora estatal) implica alcanzar la armonía entre la oferta y la demanda del sistema que administra, ya que de esta manera podrá satisfacer los requerimientos de los clientes considerando la justificación de los costos. Esto siempre y cuando no se descuide la importancia de ofrecer servicios en áreas de promoción y servicios que aseguren la provisión durante horarios de menor demanda o período de baja demanda. Se trata de un servicio público y el Estado debe asegurar su provisión (Friman et al., 2020).

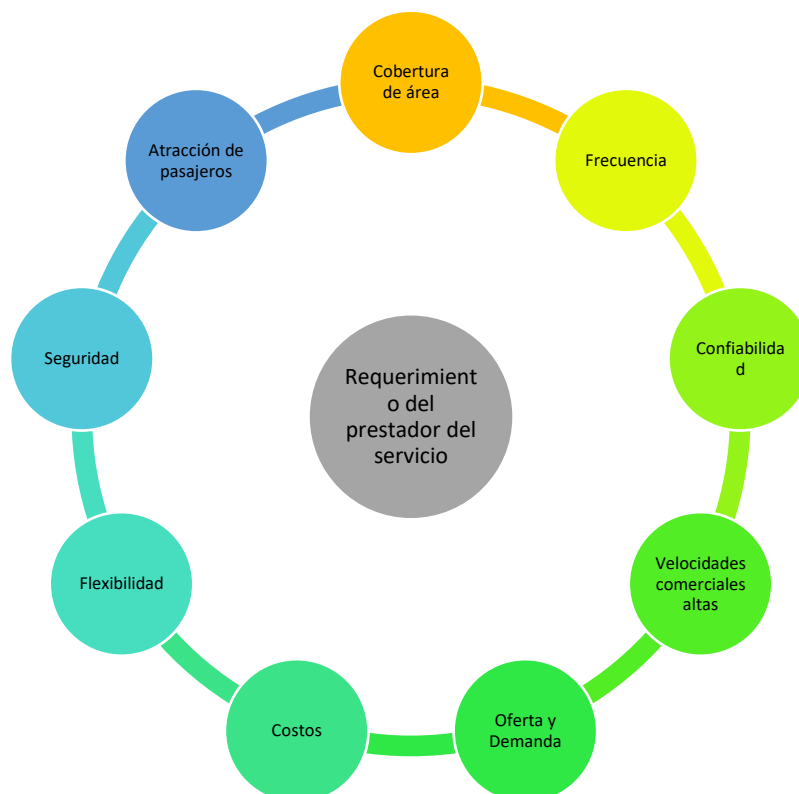


- ✓ Los gastos son indudablemente el elemento primordial para el proveedor o receptor de servicios. En la mayoría de las situaciones, se evalúan tres aspectos (Schroten et al., 2019):
  - Gasto de inversión
  - Gasto de funcionamiento
  - Ganancias
- ✓ El proveedor necesitará disponer de una adaptabilidad adecuada en relación con la planificación de las rutas, su capacidad y la categoría de vehículos que puede utilizar (Friman et al., 2020).
- ✓ El enfoque del proveedor debe centrarse en garantizar no solo la seguridad del usuario, sino también la del funcionamiento del sistema (Friman et al., 2020).
- ✓ El atractivo para los viajeros es el aspecto más crucial para el operador (y el Estado), ya que determinará el logro y la labor que desempeñará la ruta en el sistema de movilidad, el cual depende del tipo y nivel de servicio proporcionado, así como de la percepción del sistema (Friman et al., 2020).

En la Figura 3 se presentan los requerimientos del prestador de servicios en los sistemas de transporte

**Figura 3.**

*Requerimientos del prestador de servicios en los sistemas de transporte*



### **2.4.3. Requerimientos de la Comunidad (el NO usuario)**

La población busca garantizar que se ofrezca un nivel y tipo de servicio apropiado, que incentive una mayor atracción de usuarios hacia los sistemas de alta capacidad. La población debe regular las consecuencias a largo plazo que promuevan el transporte, como (Universidad Nacional de Cuyo, 2017):

- Expansión urbana
- Variaciones en el valor de la zonificación de terrenos
- Operaciones económicas
- Consideraciones medioambientales
- Utilización eficaz de recursos energéticos
- Eficacia económica en los desembolsos efectuados

Sin duda, la comunidad debe considerar los objetivos sociales que persigue, algunos de estos requisitos pueden medirse cuantitativamente. No obstante, otros son de naturaleza cualitativa, por lo que su evaluación está en gran medida determinado por la experiencia y las valoraciones subjetivas. Además, los requisitos de diferentes grupos pueden ser variados, lo que lleva a la búsqueda de un equilibrio entre las necesidades de estos tres conjuntos.

### **2.5. Transporte Público y de Carga Mixta**

El transporte de carga ligera y combinada es aquel que ofrece servicios a terceros a cambio de una compensación económica, utilizando camionetas de una o doble cabina. Este servicio ha ganado una creciente relevancia en la parroquia, ya que ha contribuido al aumento de la actividad económica. De esta manera, se ha convertido en una de las empresas más eficaces al prestar sus servicios en el transporte de carga, tanto ligera como pesada (Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2019).

En lo que respecta al transporte público, se ha transformado en una de las estrategias principales aplicadas por las pequeñas empresas de camionetas, gracias a la aprobación de la ANT (Agencia Nacional de Tránsito) para aquellas camionetas de doble cabina con una capacidad máxima de 5 personas, incluyendo al conductor. Esto no solo les ha permitido aumentar sus beneficios, sino también generar ingresos para la comunidad y ofrecer un servicio más integral al público.

## **2.6.Paradas Tradicionales, Paradas Innovadoras y Paradas Inteligentes**

### ***Paradas Tradicionales***

Las paradas convencionales se caracterizan por ser previamente planificadas y ofrecen comodidades como refugio y asientos para los usuarios mientras esperan el transporte (Padrón et al., 2020).

### ***Paradas Innovadoras***

Las paradas creativas, además de brindar comodidades similares a las de una parada convencional, también proporcionan acceso a internet y puntos de carga para diversos dispositivos a disposición del público (Padrón et al., 2020).

### ***Paradas Inteligentes***

Las paradas avanzadas son aquellas que satisfacen los requerimientos de sistemas avanzados para el transporte y la infraestructura, como aquellas paradas que ofrecen datos sobre la ruta de los vehículos (Padrón et al., 2020).

## **2.7.Comunicación Inalámbrica**

La comunicación inalámbrica, también conocida como comunicación sin cables, implica transmitir datos entre un elemento que comunica y otro que recibe, utilizando ondas electromagnéticas a través del espacio libre. Este tipo de comunicación es común en dispositivos móviles y radios que pueden operar a distancias considerables desde una estación central (Jornet et al., 2023).

La comunicación inalámbrica permite compartir información entre dos personas sin verse limitados por la distancia geográfica. Además, los dispositivos de radio son especialmente útiles en áreas donde la señal de red es débil o inexistente, lo que puede beneficiar a empresas de transporte y otras compañías que operan en ubicaciones remotas o con cobertura limitada (Jornet et al., 2023).

## **2.8.Sistema**

Se puede describir un sistema como una disposición, agrupación o mezcla de elementos interconectados o relacionados de manera que integren una entidad completa o que tengan la capacidad de funcionar como tal. Desde un punto de vista científico, podemos describirlo como la organización de elementos materiales interconectados o asociados de tal manera que formen una entidad completa o que puedan funcionar como una unidad; en otras palabras, un sistema se compone de componentes que cooperan entre sí con un propósito específico que deben alcanzar (Pérez et al., 2007).

## **2.9.Control**

Este término se emplea para denotar regulación, administración, orientación o liderazgo (Fried, 2017).

### **2.10. Sistema de Control**

Es una configuración de elementos materiales interconectados de tal forma que la estructura pueda supervisar, guiar o regular, ya sea a sí misma o a otro sistema. Estos sistemas supervisan, guían o controlan de manera dinámica (Pérez et al., 2007). Un sistema de regulación automática es una combinación de componentes que constituyen una estructura conocida como sistema, de manera que la disposición resultante es capaz de autorregularse por sí sola (Hernández Gaviño, 2010).

### **2.11. Sistema de Control de Tiempos**

El sistema de gestión de tiempos tiene establecidos para cada usuario registrado, ciertos calendarios, horarios, períodos de vacaciones, y turnos de trabajo en los que el usuario registrado tiene autorización. De esta manera, se supervisa que los usuarios solo ingresen cuando cuentan con la autorización correspondiente (Kimaldi, 2017). Este sistema fundamentalmente posibilita establecer un cronograma para evitar exceder los plazos predefinidos.

### **2.12. Gestión del Transporte**

La administración de transporte es un componente crucial para el desempeño exitoso de las operaciones y la logística de distribución y almacenamiento de productos. Adoptar una gestión adecuada a las particularidades de cada organización es una elección que depende de diversos elementos (SimpliRoute, 2022).

### **2.13. Geolocalización**

El transporte de mercancías de bajo peso es aquel que ofrece servicios a otras personas a cambio de una compensación financiera, utilizando vehículos tipo camioneta con una capacidad máxima de 5 personas, incluyendo al conductor, y con un peso inferior a 3.5 toneladas. La geolocalización tiene como función proporcionar información sobre la posición actual de un vehículo o incluso la localización en tiempo actual de un individuo (Cevallos & Alvarez, 2019).

## **2.14. Ruteo**

Según QuadMinds (2020) en su publicación en línea, menciona que el proceso de enrutamiento implica la creación de la secuencia de entrega para nuestros servicios de última milla.

Consiste en determinar la ruta óptima, la cual estará influenciada por diversos factores específicos del negocio, como (QuadMinds, 2020):

- La cantidad de envíos a efectuar
- Las ubicaciones de los clientes/destinatarios (contar con todas las ubicaciones y poder ubicarlas en el mapa es esencial para una planificación de rutas efectiva)
- La separación entre los lugares de entrega
- Los vehículos disponibles
- La capacidad de carga de los vehículos
- Las áreas donde podemos circular o detenernos para hacer entregas
- El período de tiempo disponible para la entrega según lo establecido por el cliente, entre otros.

### **2.14.1. Programación y Diseño de Rutas**

En esta tarea, el rol del programa informático se vuelve esencial. Es el único método para lograr un grado de exactitud ideal dada la enorme cantidad de elementos que el encargado de la logística debe gestionar. Por ejemplo: la cantidad de puntos de entrega y su ubicación, los horarios de carga y descarga, los tiempos de tránsito, los tipos de vehículos disponibles, entre otros.

El programa informático brinda una capacidad de respuesta rápida ante estas situaciones imprevistas a las cuales no podríamos adaptarnos de otra manera. Además, el software siempre intentará agrupar los puntos de entrega, organizar las entregas que deben realizarse en diferentes días, por ejemplo, si así lo deseamos, comenzar por la ubicación más lejana al punto de origen para las entregas de regreso, alternar la recolección con las entregas de manera que no interfieran entre sí y optimizar la ruta, planificar los descansos en el momento adecuado para no afectar las entregas, notificar a los destinatarios la hora aproximada de entrega y el contenido del paquete (Cisneros , 2021)

### **2.14.2. Rutas Establecidas**

Caminos designados son aquellos que están preestablecidos para ser recorridos de manera regular, es decir, las rutas que un vehículo o persona seguirá de manera consistente (García et al., 2018).

### **2.14.3. Rutas No Establecidas**

Caminos no predefinidos son aquellos que no fueron previamente trazados y se determinan a medida que ocurren o se desarrollen circunstancias inesperadas (García et al., 2018).

### **2.14.4. Problema de Ruteo**

Un Desafío de Planificación de Itinerarios involucra la tarea de establecer un conjunto de recorridos que se originan y concluyen en ubicaciones dispersas a lo largo de un área geográfica, de manera que los medios de transporte visiten a un grupo de destinatarios, utilizando una cantidad específica de vehículos disponibles (Enciso et al., 2018).

## **2.15. Herramientas para el Control Estadístico**

### **2.15.1. Diagrama Ishikawa**

Esta es una utilidad que detecta inconvenientes relacionados con la calidad y resuelve estos problemas mediante la representación visual de los elementos que impactan en la ejecución de un procedimiento. Es igualmente reconocido como el diagrama causa-efecto o el diagrama de las 6 M (Rodríguez, 2023).

### **2.15.2. Matriz o análisis FODA**

Es una metodología empleada para reconocer las ventajas, las posibilidades, las limitaciones y las situaciones desafiantes con el propósito de elaborar una estrategia empresarial. Aunque puede parecer complejo, en realidad, su aplicación es bastante sencilla (Raeburn, 2021).

## **2.16. Herramientas de Ruteo**

### **2.16.1. R-Studio**

R-Studio es una poderosa aplicación informática, que en realidad es un lenguaje computacional. Esta herramienta es altamente capaz de llevar a cabo diversos tipos de

cálculos científicos, numéricos y estadísticos, además de ser idónea para generar representaciones gráficas y figuras de excelente calidad. En la actualidad, R goza de una gran aceptación tanto en el ámbito académico como entre diversos expertos y especialistas (Rodríguez Silva , 2019).

### **2.16.2. LOGWARE**

LOGWARE presenta una solución que simplifica el análisis para identificar la ubicación de una instalación, ya sea en el ámbito de la producción o de los servicios. Este programa se compone de una serie de aplicaciones prácticas diseñadas para examinar una amplia gama de desafíos vinculados a la administración de las cadenas de suministro logístico (Rivero, 2016).

### **2.16.3. Python**

Python, desarrollado por Guido van Rossum en 1991, es un lenguaje de programación de código abierto. Este lenguaje se basa en la orientación a objetos, se caracteriza por su facilidad de interpretación y presenta una sintaxis que permite su lectura de manera similar al inglés. Python se considera un lenguaje interpretado, lo que significa que el código de programación se convierte en bytecode y posteriormente se ejecuta mediante el intérprete, que en este contexto se refiere a la máquina virtual de Python (Dhruv et al., 2020).

#### **2.16.3.1. ¿Para qué sirve Python?**

Python se encuentra en todas partes, desde la programación de dispositivos hasta el software de computadora, el desarrollo web y las aplicaciones móviles. Además, brinda la capacidad de agregar anotaciones para crear recordatorios futuros o señalar inconvenientes en una línea de código. Python resulta excelente para satisfacer prácticamente cualquier requerimiento de desarrollo, ya sea para la programación de servidores, la administración de sistemas, la creación de software, el desarrollo de juegos y muchas otras aplicaciones (Dhruv et al., 2020).

A continuación, se muestran los usos regulares de Python (Dhruv et al., 2020):

- **Scripting y automatización**

Python se emplea para la creación de secuencias de comandos y la automatización en diversas esferas, desde la programación de maquinaria en extensas plantas industriales hasta aplicaciones de entretenimiento, como juegos de video.

- **Desarrollo de software**

Python se aplica en la elaboración de programas desde su introducción y sigue siendo ampliamente aceptado para dicho fin. Es empleado en la creación de aplicaciones en diversas plataformas, ya que es versátil en términos de dominios de aplicación, sistemas operativos de ordenadores y dispositivos portátiles, así como entornos de ejecución en tiempo real.

- **Análisis de datos**

Python es idóneo para el análisis de información debido a su eficacia en la generación de representaciones gráficas eficaces de información compleja y en el escrutinio de datos. Estas dos facetas de sus habilidades lo convierten en una herramienta esencial en el ámbito de la ciencia de datos.

- **Machine learning e Inteligencia artificial**

Los emprendimientos de aprendizaje automático (machine learning) se fundamentan en la Inteligencia Artificial, que emplea fórmulas para examinar información, adquirir conocimientos y adoptar elecciones más acertadas.

- **Ciencias de blockchain**

En los últimos tiempos, esta área se ha transformado en un usuario destacado del idioma Python, que tradicionalmente ha estado involucrado en el campo de la cadena de bloques. El auge y la expansión constante en torno a tecnologías como las monedas digitales y los tokens no fungibles (NFT) lo han posicionado con prominencia en esta industria.

### **2.16.3.2. ¿Cómo funciona Python?**

Es catalogado como un lenguaje de nivel elevado debido a su consideración de las habilidades cognitivas del desarrollador, que es un individuo, en lugar de las del procesador de datos, que en última instancia es una máquina. Esta característica convierte a Python en un lenguaje extremadamente accesible para el programador: sencillo de comprender, de adquirir conocimientos y de redactar.

Python se caracteriza por ser un lenguaje (Londoño , 2023):



- Versátil: admite múltiples enfoques de programación, incluyendo la imperativa, la orientada a objetos y la funcional.
- Compatible con diversas plataformas: la mayoría de los sistemas operativos populares cuentan con su propio intérprete de Python, permitiendo la ejecución de código en Windows, Linux y macOS sin modificaciones.
- Tipado dinámico: las variables pueden cambiar de tipo durante la ejecución del programa.
- Lenguaje interpretado: el código escrito en Python no se compila en código de máquina, sino que requiere un intérprete para su ejecución.

#### **2.16.4. FlexSim**

FlexSim es una aplicación informática que permite llevar a cabo simulaciones de eventos discretos o flujos continuos. Se trata de una herramienta altamente eficaz para representar, examinar, representar gráficamente y perfeccionar cualquier procedimiento concebible: desde operaciones de producción hasta redes de aprovisionamiento, y muchas otras aplicaciones adicionales. Este programa informático se caracteriza por su sencillez en la operación, un excelente desempeño y capacidad de representación en tres dimensiones, así como una mayor flexibilidad. En consecuencia, brinda respuestas a las empresas, entregando un elevado nivel de adaptación (además de su amplio conjunto de recursos internos) y detectando los puntos críticos (Zona Captiva, 2022).

### **3. CAPITULO III. SITUACIÓN ACTUAL**

#### **3.1. Antecedentes**

La actividad comercial que presenta la compañía supone una competencia constante con las otras empresas y compañías de transporte, debido a la necesidad de las personas de contar con un transporte seguro y de calidad. Esto es lo que llevo a los accionistas a crear la Compañía de Transporte Luis Gonzalo Tufiño CIA. LTDA.

Adita Sampáz, copropietario y gerente de la Compañía de Transporte Luis Gonzalo Tufiño, inicio sus actividades el 20 de junio del 1998, en un pequeño local ubicado en la calle Gran Colombia junto al parque central, en la parroquia de Tufiño ciudad de Tulcán. Desde sus inicios el enfoque fue en ser una compañía que brinde un servicio completo y de calidad, prontamente en el mercado se la fue catalogando como una compañía de excelente servicio de transporte donde las personas podían alquilar una camioneta a cualquier hora del día para varios fines.

Se fijó un objetivo principal el cual era crecer de manera rápida, teniendo a su favor la existencia de pocas compañías de transporte en la parroquia por lo que se optó por incrementar el servicio de mensajería a las camionetas de transporte liviano y mixto que es lo que actualmente ha dado éxitos a la compañía.

Se ha evidenciado que en muchas ocasiones los choferes de las camionetas han optado por seguir rutas alternativas al existir daños en las vías o congestionamiento. Sobre estas rutas la compañía no tiene conocimiento por lo que se provoca una ineficiencia ya que no se puede realizar un control total de las rutas.

#### **3.2. Contexto de la Organización**

La compañía de Transporte Luis Gonzalo Tufiño ha venido expandiendo sus servicios en otras parroquias e incluso en el país vecino Colombia, lo que ha permitido que exista un servicio más amplio a los clientes, es por esta razón que se requiere necesariamente que exista un control total de las rutas y posibles rutas que se implementen en base a un estudio basado en herramientas de control de acuerdo a los requerimientos de este trabajo.

Actualmente se ofrecen los servicios de transporte de carga liviana y mixta y transporte de personas para lo cual la compañía tiene unidades y choferes que son clasificados para estos servicios.

Conforme se han dado grandes impactos en la sociedad la compañía se ha visto beneficiada especialmente en la temporada de la pandemia y en los paros que ha atravesado el país, esto ha permitido que la compañía tenga más movilización.

A su vez la compañía, gracias a una nueva parada para las camionetas ha tenido una buena acogida por los clientes y choferes, siendo beneficiarios de generar mayores ganancias para la compañía.

### 3.2.1. Identidad Comercial

#### Figura 4.

*Logotipo de la compañía*



EMPRESA DE TRANSPORTE

LUIS GONZALO TUFIÑO CIA. LTDA.

*Nota.* Tomado de La Compañía

La compañía realiza sus actividades bajo el nombre legal de su gerente: Adita Sampáz, en función tributaria de una persona natural. El marketing y demás referencias públicas se realizan bajo el nombre de “Compañía Luis Gonzalo Tufiño CIA. LTDA.”, cuyo slogan es: *“trabajamos por un servicio de excelencia”*

### 3.2.2. Misión

Ser la compañía de transporte de cargas livianas y mixtas y terrestre que marque la diferencia en el mercado, brindando un servicio seguro y de gran eficiencia con personal altamente calificado. La compañía trabaja en la busca de contribuir con la sociedad y medio ambiente, permitiendo así aumentar el desarrollo integral y el turismo. *Nota:*

Fuente: Elaborado por la autora

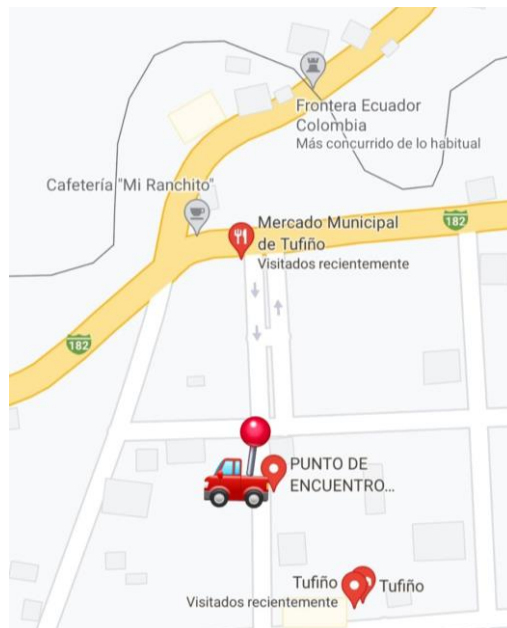
### 3.2.3. Visión

La compañía de Transporte Luis Gonzalo Tufiño se proyecta para el año 2025 ser reconocida como una de las compañías de transporte liviano y mixto más eficiente, implementando la movilización por nuevas rutas estratégicas, brindando así un servicio no solo de calidad y eficiencia, sino también de comodidad para nuestros clientes. *Nota:* Fuente: Elaborado por la autora

### 3.2.4. Ubicación

La Compañía se encuentra ubicada en la ciudad de Tulcán, parroquia de Tufiño, en la calle Gran Colombia junto al parque central, su ubicación exacta se muestra en la figura 5:

**Figura 5.**  
*Ubicación de la Compañía*

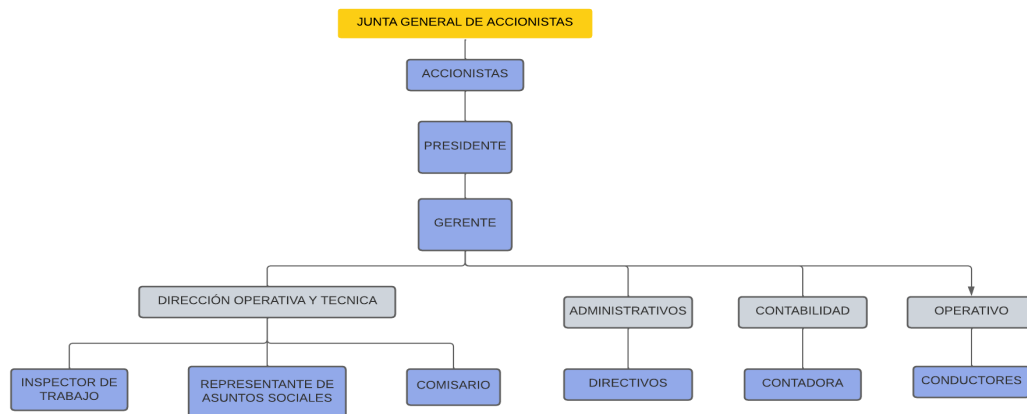


*Nota.* Tomado de <https://www.google.com.ec/maps/@0.8015141,-77.8570554,18z?hl=es>

### 3.2.5. Organización

Actualmente la compañía cuenta con 4 áreas que son dirección operativa y técnica, administrativo, contabilidad y operativo y sus respectivos responsables, la distribución de la compañía ha ido evolucionando en función de los cambios del entorno y las necesidades de sus clientes. Ver Figura 6

**Figura 6.**  
*Diagrama organizacional*

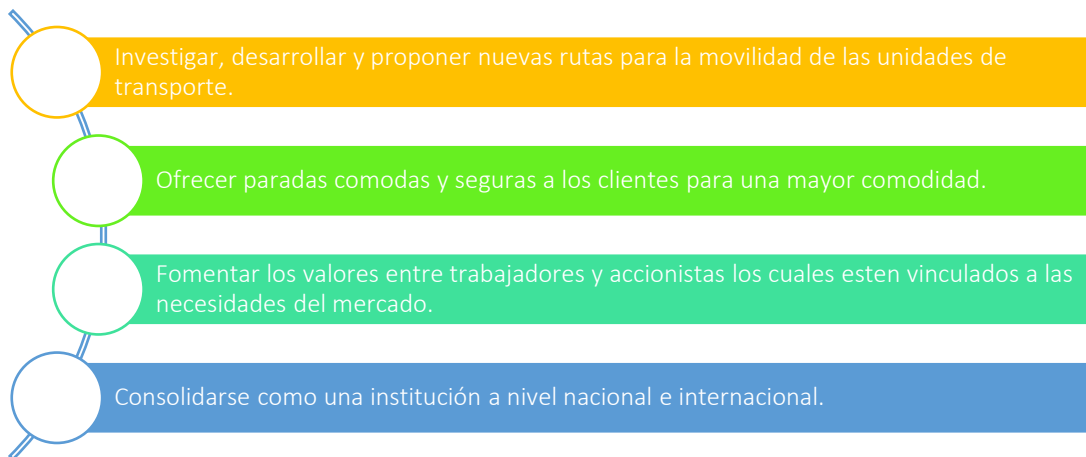


Nota. Elaboración propia

### 3.2.6. Objetivos Estratégicos

La compañía en busca de nuevas oportunidades en el mercado que se han presentado se ha fijado como objetivo la satisfacción del cliente al momento de prestar los servicios como compañía creando así los siguientes objetivos estratégicos ver Figura 7:

**Figura 7.**  
*Objetivos estratégicos*



### 3.3. Análisis Situacional

#### 3.3.1. Sectores Donde Trabaja la Compañía

Actualmente la compañía brinda el servicio de transporte en tres diferentes rutas (Tabla 1 a Tabla 3) con sus respectivas paradas, unidades y horarios.

**Tabla 1.**  
*Ruta Actual A*

RUTA A																						
HORA		7:00 - 8:00		8:00 - 9:00		9:00 - 11:00		11:00 - 12:00		12:00 - 13:00		13:00 - 14:00		14:00 - 15:00		15:00 - 17:00		17:00 - 18:00		18:00 - 19:00		
VEHÍCULOS		5		1		3		6		7		4		18		8		9		9		
PARADAS	TUFIÑO	MASPAZ LA CONCEPCIÓN		LAGUNAS VERDES		EL CHICAL		MALDONADO		PLAZA DE TOROS		SANTA BARBARA DE CAR		HACIENDA SANTA CECILIA		BALNEARIO AGUA ECUATORIANAS		GUACHUCAL		BALNEARIO LOS TRES CHORROS		
COORDENADAS	Latitud	Longitud	Latitud	Longitud	Latitud	Longitud	Latitud	Longitud	Latitud	Longitud	Latitud	Longitud	Latitud	Longitud	Latitud	Longitud	Latitud	Longitud	Latitud	Longitud	Latitud	Longitud
	0.80088	77.85514	0.81322	77.81121	0.80037	77.92878	0.93762	78.18776	0.89659	78.09941	0.79336	77.85891	0.80374	-77.8028	0.81592	-77.79885	0.80292	77.86154	0.96027	77.73045	0.82176	77.71950

**Tabla 2.**  
*Ruta Actual B*

RUTA B																						
HORA		7:00 - 8:00		8:00 - 9:00		9:00 - 10:00		10:00 - 11:00		11:00 - 12:00		12:00 - 14:00		14:00 - 16:00		16:00 - 17:00		17:00 - 18:00		18:00 - 19:00		
VEHÍCULOS		13		14		14		20		15		16		12		11		10		11		
PARADAS	TUFIÑO	LA PLAYA		CHILES		EL CONSUELO		EL ROSAL		ECOPARQUE		CHAPUEL		TULCAN		SAN NICOLAS		UNIDAD EDUCATIVA TUFIÑO		SANTA BARBARA DE CAR		
COORDENADAS	Latitud	Longitud	Latitud	Longitud	Latitud	Longitud	Latitud	Longitud	Latitud	Longitud	Latitud	Longitud	Latitud	Longitud	Latitud	Longitud	Latitud	Longitud	Latitud	Longitud	Latitud	Longitud
		0.80088	77.85514	0.83257	77.80873	0.81319	77.84756	0.81974	77.79618	0.82128	77.73317	0.82577	77.76732	0.82042	77.73936	0.81493	77.71722	0.81339	77.80451	0.80202	77.85036	0.80374

**Tabla 3.**  
*Ruta Actual C*

RUTA C																			
HORA		7:00 - 9:00		9:00 - 11:00		11:00 - 13:00		13:00 - 14:00		14:00 - 15:00		15:00 - 17:00		17:00 - 18:00		18:00 - 19:00			
VEHÍCULOS		19		4		17		6		2		11		9		8			
PARADAS	TUFIÑO	PISCINAS EL MARTÍNEZ		BALNEARIO AGUA ECUATORIANAS		CAJON		PARQUE AYORA		CIUDELA ROSAL		CUMBAL		AGUAS TERMALES DE CHILES		SAN FELIPE			
COORDENADAS	Latitud	Longitud	Latitud	Longitud	Latitud	Longitud	Latitud	Longitud	Latitud	Longitud	Latitud	Longitud	Latitud	Longitud	Latitud	Longitud	Latitud	Longitud	
		0.80088	77.85514	0.81578	77.72609	0.80292	77.86154	0.80549	77.85274	0.81632	77.71390	0.82471	-	0.90604	77.79157	0.80981	77.86182	0.81922	77.72233

## RESULTADOS

Actualmente la Compañía no cuenta con una organización en el medio de transporte por lo que existen tiempos perdidos, en la figura 8 se puede observar que 14 vehículos brindan el servicio de transporte durante 2 horas diarias y 5 vehículos brindan el servicio de transporte durante 4 horas y apenas 1 vehículo brinda el servicio de transporte durante 6 horas, siendo el más alto horario que alcanza. No obstante, los trabajadores de la compañía laboran una jornada de 12 horas en donde es evidente que hay un restante de 10 horas para cada vehículo, permitiendo conocer que no hay una organización y de ahí que existan los tiempos de pérdida. Ver Tabla 4

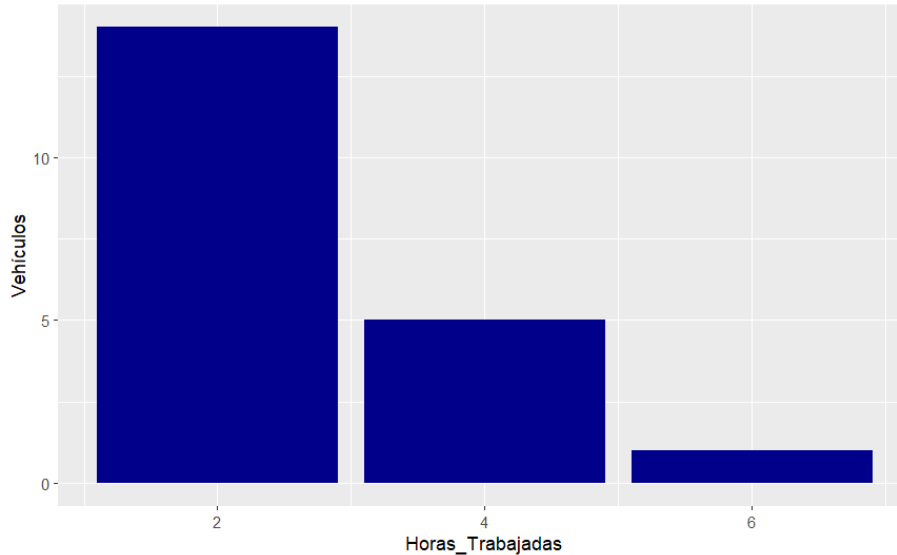
**Tabla 4.**

*Resultados de las horas utilizadas por los vehículos*

Vehículos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Horas Utilizadas	2	2	2	4	2	4	2	4	4	2	6	2	2	4	2	2	2	2	2	2

**Figura 8.**

*Resultados gráficos de las horas utilizadas por los vehículos*



## RUTAA

Una vez analizado la situación actual se utilizó el código para la primera ruta que se tiene establecida y se obtiene una gráfica (ver Figura 9) en donde se observa que sus 4 vehículos laboran en una jornada de 7 y 10 horas. Ver Tabla 5



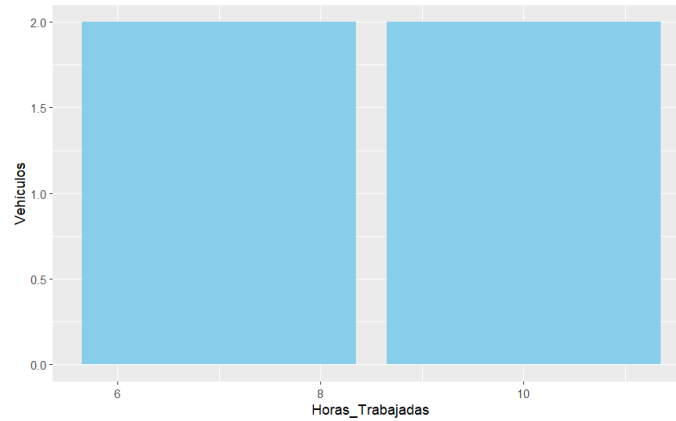
**Tabla 5.**

*Resultados Ruta Actual A*

Vehículos	2	3	10	11
Horas Utilizadas	7	7	10	10

**Figura 9.**

*Resultados gráficos de la Ruta Actual A*



## RUTA B

Haciendo uso del código en Python se pudo obtener para la segunda ruta B los resultados arrojados en la Figura 10 que nos indica que cada uno de los 20 vehículos labora una jornada de 8 horas diarias y se logra comprobar que, si existe un aprovechamiento de los tiempos, no obstante, se debe tener en cuenta que son rotativos.

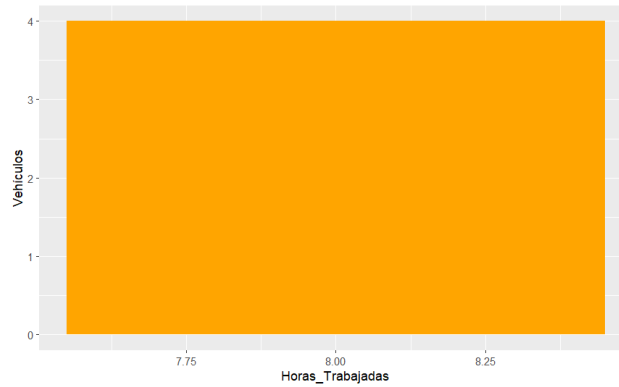
**Tabla 6.**

*Resultados Ruta Actual B*

Vehículos	4	5	7	13
Horas Utilizadas	8	8	8	8

**Figura 10.**

*Resultados gráficos de la Ruta Actual B*



## RUTA C

A continuación, se usó el código para tercera ruta que se tiene establecida y se obtuvo los resultados ( ver Figura 11) en el que se observó que 10 vehículos laboran una jornada de 6 horas mientras que los otros 10 vehículos laboran una jornada de 8 horas y se logra comprobar que si disminuyen los tiempos de demora.

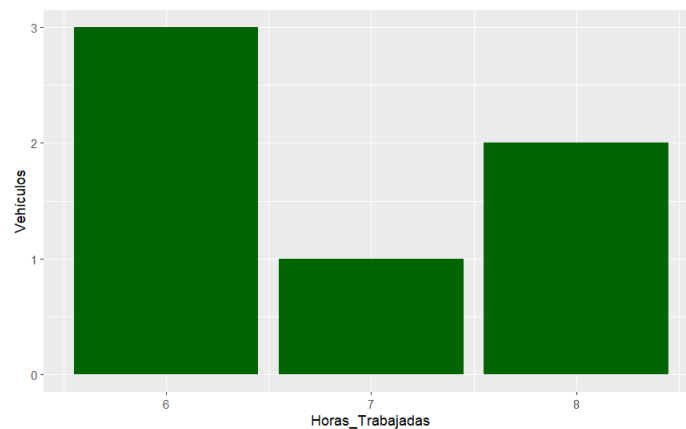
**Tabla 7.**

*Resultados Ruta Actual C*

Vehículos	1	6	12	15	16	17
Horas Utilizadas	6	7	6	8	6	8

**Figura 11.**

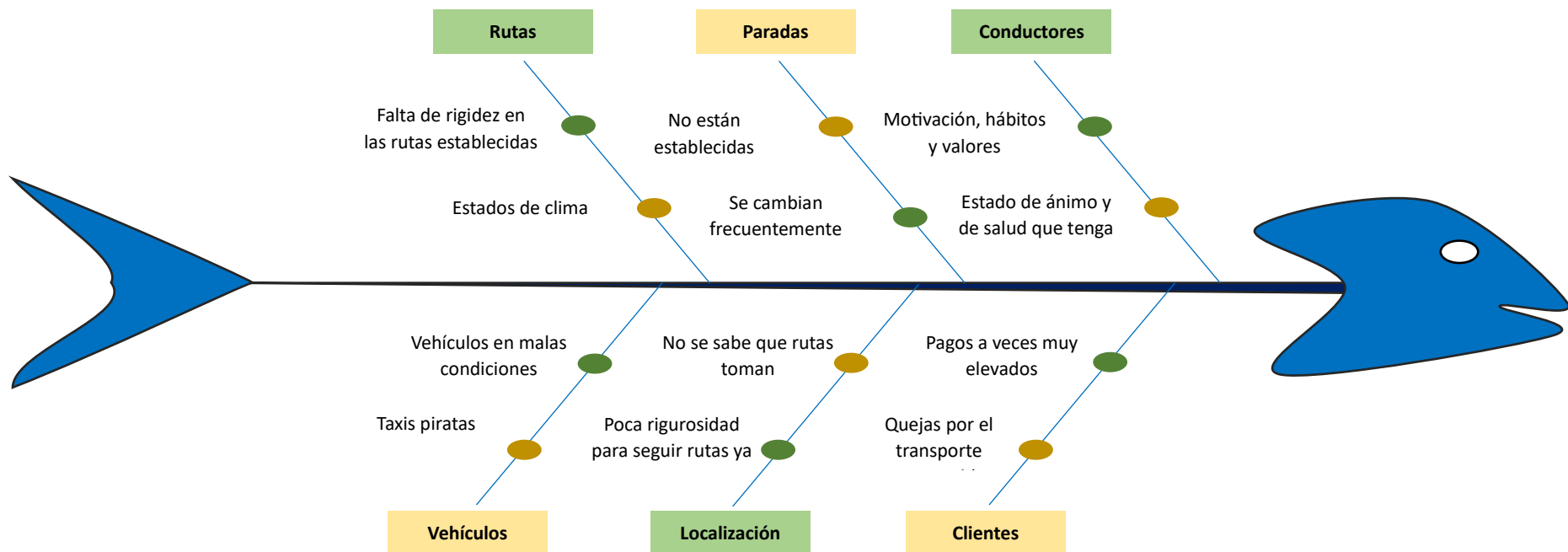
*Resultados gráficos de la Ruta Actual C*



### 3.4. Diagrama Ishikawa

Una vez que se ha analizado cada uno de los problemas que se presentan, se ha procedido a elaborar el diagrama Ishikawa (Figura 12) con la finalidad de conocer más a fondo el impacto que tienen los problemas encontrados. Se puede visualizar que existen problemas en las causas raíz tales como rutas, paradas, conductores, vehículos, localización y en los clientes dejando conocer que ese es el motivo de que haya ineficiencia en el servicio de transporte que brinda la Compañía.

**Figura 12.**  
*Diagrama Ishikawa*



## Análisis FODA

La compañía había venido desarrollando grandes expectativas en el mercado, los accionistas y su gerente optaban por un nuevo servicio que era servicio puerta a puerta ofreciendo sus vehículos para pedidos, pero dichas expectativas fueron completamente bajas hace algunos años debido a que los clientes no estaban de acuerdo con la tarifa que en ese entonces se cobraba para el servicio.

Es importante que se identifique las limitaciones de la organización las cuales también cuenten con un análisis y de ser favorables convertirlos en oportunidades de mejora continua para la compañía, el análisis FODA (Fortalezas, Oportunidades, Debilidad y Amenazas) se presenta a continuación: (Ver Tabla 8)

**Tabla 8.**

### *Análisis FODA*

<b>FORTALEZAS</b>	<b>DEBILIDADES</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Unidades nuevas</li><li>• Personal completamente capacitado</li><li>• Servicio por medio de llamadas telefónicas.</li><li>• Servicio de entrega puesto a puesto con clientes fijos.</li><li>• Vía turística del ciclismo</li><li>• Estacionamientos en la ciudad de Tulcán y la parroquia de Tufiño.</li><li>• Ubicado estratégicamente cerca de la frontera con Colombia.</li><li>• Servicio rígido a las leyes normativas de la Agencia Nacional de Tránsito.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Al existir muchas unidades que prestan el servicio en la parroquia disminuye el trabajo de otros choferes de la compañía.</li><li>• Existencia de otra compañía la cual no tiene un costo y un horario establecido perjudicando el desarrollo de la compañía.</li><li>• Existencia de buses que solo ofrecen el servicio de transporte de personas a un costo más bajo.</li></ul>
<b>OPORTUNIDADES</b>	<b>AMENAZAS</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Expandirse y prestar servicios no solo dentro de la ciudad de Tulcán en la parroquia Tufiño sino también en nuevas sectores o ciudades.</li><li>• Hacer convenios y contratos con entidades públicas y privadas.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Existencia de otras compañías y vehículos comúnmente conocidos como taxis piratas.</li><li>• Creación de nuevas compañías en la parroquia.</li><li>• Compañías Colombianas que trabajan en nuestras rutas sin un permiso.</li></ul>

## ENCUESTA

**Elaborada por:** Valeria Narváez

**C.I.** 1004786073

**Dirigido a:** Compañía Luis Gonzalo Tufiño CIA. LTDA

**Presentado a:** Dra. Adita Sampáz. GERENTE DE LA COMPAÑÍA.

**1. La Compañía Luis Gonzalo Tufiño CIA. LTDA. cuenta con rutas estratégicas diferentes de las que cuenta actualmente.**

No, se toman nuevas rutas dependiendo de la circunstancia, ya que, a veces las demoras en el transporte se dan porque existen controles vehiculares que muchas veces o se tiene planificado.

**2. Cree usted que el diseño de nuevas rutas estratégicas ayudaría a disminuir las demoras presentadas en el servicio de transporte ya sea de carga liviana o mixta.**

Desde luego que si ayudase a disminuir demoras debido a que actualmente contamos con 3 únicas rutas lo que hace que nuestro servicio sea más corto e incluso cuando se presentan inconvenientes en las rutas se llega a tomar rutas diferentes que no se tiene establecido ni planificado y esto también puede ser la causa de la demora.

**3. De existir las nuevas rutas estratégicas, cree usted que estas serán acogidas de la misma forma que las rutas que ya están establecidas.**

Por supuesto, como le mencioné nosotros contamos únicamente con 4 rutas lo que impide que nuestro servicio se haga conocer en nuevos sectores no digo en nuevas ciudades ya que por el momento la Compañía no cuenta con la jurisdicción para brindar el servicio en otras ciudades.

**4. Conoce usted el tamaño de la población que existe en cada una de las nuevas rutas estratégicas.**

En el año 2019 se tenía un tamaño de la población de aproximadamente 2.339 habitantes.

## **4. CAPITULO IV.**

### **PROPUESTA DE RUTAS DE TRANSPORTE**

Para la elaboración de la programación es necesario conocer las rutas actuales y las nuevas rutas a proponer para ingresar dichos datos al código de ruteo en Python. A su vez es importante que se tenga claro el lenguaje de programación que se va a utilizar. A continuación, se tienen las siguientes rutas y paradas.

#### **4.1.Cálculo de las Rutas donde Trabaja la Compañía**

Posterior a analizar cada una de las rutas es necesario que se tenga en cuenta el número de vehículos que se van a emplear, en este caso se usó de 5 vehículos para la Ruta A, 5 vehículos para la Ruta B y 7 vehículos para la Ruta C, además se debe saber que se dispone de 17 vehículos y se harán cambios de estos durante la jornada de trabajo.

##### **4.1.1. Organización de Vehículos y Horarios Ruta A**

Para saber en qué orden deben dirigirse cada uno de los vehículos de la Compañía a las paradas asignadas en la Ruta A se realizó el respectivo código en donde se obtuvo el siguiente orden con los diferentes vehículos y sus respectivos horarios. Ver Anexo 3.

Las rutas del Tipo A generadas por el programa son las que se detallan en la tabla 9 hasta la 12.

**Tabla 9.***Ruta Actual A - Vehículo 3*

		RUTA A														
HORA		7:00 - 8:00		8:00 - 9:00		9:00 - 10:00		10:00 - 11:00		11:00 - 12:00		12:00 - 13:00		13:00 - 14:00		
VEHÍCULOS		3		3		3		3		3		3		3		
PARADAS	TUFIÑO	BALNEARIO AGUA ECUATORIANAS		GUACHUCAL		BALNEARIO LOS TRES CHORROS		HACIENDA SANTA CECILIA		MASPAZ LA CONCEPCIÓN		SANTA BARBARA DE CAR		TUFIÑO		
COORDENADAS	Latitud	Longitud	Latitud	Longitud	Latitud	Longitud	Latitud	Longitud	Latitud	Longitud	Latitud	Longitud	Latitud	Longitud	Latitud	Longitud
	0.80088	77.85514	0.80292	77.86154	0.96027	77.73045	0.82176	77.71950	0.81592	77.79885	0.81322	77.81121	0.80374	-77.8028	0.80088	77.85514

**Tabla 10.***Ruta Actual A - Vehículo 10*

		RUTA A											
HORA		7:00 - 9:00				9:00 - 11:00		11:00 - 13:00		13:00 - 15:00		15:00 - 17:00	
VEHÍCULOS		10				10		10		10		10	
PARADAS	TUFIÑO	PLAZA DE TOROS				LAGUNAS VERDES DEL VOLCAN CHILES		MALDONADO		EL CHICAL		TUFIÑO	
COORDENADAS	Latitud	Longitud	Latitud	Longitud	Latitud	Longitud	Latitud	Longitud	Latitud	Longitud	Latitud	Longitud	
	0.80088	-77.85514	0.79336	-77.85891	0.80037	-77.92878	0.89659	-78.09941	0.93762	-78.18776	0.80088	-77.85514	

**Tabla 11.**  
*Ruta Actual A - Vehículo 2*

RUTA A																
HORA		8:00 - 9:00		9:00 - 10:00		10:00 - 11:00		11:00 - 12:00		12:00 - 13:00		13:00 - 14:00		14:00 - 15:00		
VEHÍCULOS		2		2		2		2		2		2		2		
PARADAS	TUFIÑO	BALNEARIO AGUA ECUATORIANAS		GUACHUCAL		BALNEARIO LOS TRES CHORROS		HACIENDA SANTA CECILIA		MASPAZ LA CONCEPCIÓN		SANTA BARBARA DE CAR		TUFIÑO		
COORDENADAS	Latitud	Longitud	Latitud	Longitud	Latitud	Longitud	Latitud	Longitud	Latitud	Longitud	Latitud	Longitud	Latitud	Longitud	Latitud	Longitud
	0.80088	77.85514	0.80292	77.86154	0.96027	77.73045	0.82176	77.71950	0.81592	77.79885	0.81322	77.81121	0.80374	-77.8028	0.80088	77.85514

**Tabla 12.**  
*Ruta Actual A - Vehículo 11*

RUTA A												
HORA		8:00 - 10:00		10:00 - 12:00		12:00 - 14:00		14:00 - 16:00		16:00 - 18:00		
VEHÍCULOS		11		11		11		11		11		
PARADAS	TUFIÑO	PLAZA DE TOROS		LAGUNAS VERDES DEL VOLCAN CHILES		MALDONADO		EL CHICAL		TUFIÑO		
COORDENADAS	Latitud	Longitud	Latitud	Longitud	Latitud	Longitud	Latitud	Longitud	Latitud	Longitud	Latitud	Longitud
	0.80088	-77.85514	0.79336	-77.85891	0.80037	-77.92878	0.89659	-78.09941	0.93762	-78.18776	0.80088	-77.85514

#### 4.1.2. Organización de Vehículos y Horarios Ruta B

Para saber en qué orden deben dirigirse cada uno de los vehículos de la Compañía a las paradas asignadas en la Ruta B se utilizó el respectivo código en donde se obtuvo el siguiente orden con los diferentes vehículos y sus respectivos horarios.

Las rutas del Tipo B generadas por el programa son las que se detallan en la tabla 13 hasta la 16.



**Tabla 13.***Ruta Actual B - Vehículo 14*

RUTA B										
HORA		7:00 - 9:00			9:00 - 11:00		11:00 - 13:00		13:00 - 15:00	
VEHÍCULOS		5			5		5		5	
PARADAS	TUPIÑO		CHILES		LA PLAYA		UNIDAD EDUCATIVA TUPIÑO		TUPIÑO	
COORDENADAS	Latitud	Longitud	Latitud	Longitud	Latitud	Longitud	Latitud	Longitud	Latitud	Longitud
	0.80088	-77.85514	0.81319	-77.84756	0.83257	-77.80873	0.80202	-77.85036	0.80088	-77.85514

**Tabla 14.***Ruta Actual B - Vehículo 13*

RUTA B										
HORA		9:00 - 11:00			11:00 - 13:00		13:00 - 15:00		15:00 - 17:00	
VEHÍCULOS		13			13		13		13	
PARADAS	TUPIÑO		CHILES		LA PLAYA		UNIDAD EDUCATIVA TUPIÑO		TUPIÑO	
COORDENADAS	Latitud	Longitud	Latitud	Longitud	Latitud	Longitud	Latitud	Longitud	Latitud	Longitud
	0.80088	-77.85514	0.81319	-77.84756	0.83257	-77.80873	0.80202	-77.85036	0.80088	-77.85514

**Tabla 15.***Ruta Actual B - Vehículo 7*

RUTA B																			
HORA		9:00 - 10:00		10:00 - 11:00		11:00 - 12:00		12:00 - 13:00		13:00 - 14:00		14:00 - 15:00		15:00 - 16:00		16:00 - 17:00			
VEHÍCULOS		7		7		7		7		7		7		7		7			
PARADAS		TUFIÑO	SAN NICOLAS	EL CONSUELO	ECOPARQUE	CHAPUEL	EL ROSAL	TULCAN	SANTA BARBARA DE CAR		TUFIÑO								
COORDENADAS	Latitud	Longitud	Latitud	Longitud	Latitud	Longitud	Latitud	Longitud	Latitud	Longitud	Latitud	Longitud	Latitud	Longitud	Latitud	Longitud	Latitud	Longitud	
		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		0.80088	77.85514	0.81339	77.80451	0.81974	77.79618	0.82577	77.76732	0.82042	77.73936	0.82128	77.73317	0.81493	77.71722	0.80374	77.80280	0.80088	77.85514

**Tabla 16.***Ruta Actual B - Vehículo 4*

RUTA B																			
HORA		10:00 - 11:00		11:00 - 12:00		12:00 - 13:00		13:00 - 14:00		14:00 - 15:00		15:00 - 16:00		16:00 - 17:00		17:00 - 18:00			
VEHÍCULOS		4		4		4		4		4		4		4		4			
PARADAS		TUFIÑO	SAN NICOLAS	EL CONSUELO	ECOPARQUE	CHAPUEL	EL ROSAL	TULCAN	SANTA BARBARA DE CAR		TUFIÑO								
COORDENADAS	Latitud	Longitud	Latitud	Longitud	Latitud	Longitud	Latitud	Longitud	Latitud	Longitud	Latitud	Longitud	Latitud	Longitud	Latitud	Longitud	Latitud	Longitud	
		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		0.80088	77.85514	0.81339	77.80451	0.81974	77.79618	0.82577	77.76732	0.82042	77.73936	0.82128	77.73317	0.81493	77.71722	0.80374	77.80280	0.80088	77.85514

**4.1.3. Organización de Vehículos y Horarios Ruta C**

Para saber en qué orden deben dirigirse cada uno de los vehículos de la Compañía a las paradas asignadas en la Ruta C se utilizó el respectivo código en donde se obtuvo el siguiente orden con los diferentes vehículos y sus respectivos horarios.

Las rutas del Tipo C generadas por el programa son las que se detallan en las tablas 17 hasta la 22.

**Tabla 17.**

*Ruta Actual C - Vehículo 16*

RUTA C															
HORA		7:00 - 8:00		8:00 - 9:00		9:00 - 10:00		10:00 - 11:00		11:00 - 12:00		12:00 - 13:00			
VEHÍCULOS		16		16		16		16		16		16			
PARADAS		TUFÍÑO		CAJON		CIUDADELA ROSAL		SAN FELIPE		PARQUE AYORA		PISCINAS EL MARTINEZ		TUFÍÑO	
COORDENADAS		Latitud	Longitud	Latitud	Longitud	Latitud	Longitud	Latitud	Longitud	Latitud	Longitud	Latitud	Longitud	Latitud	Longitud
		0.80088	-77.85514	0.80549	-77.85274	0.82471	-77.73046	0.81922	-77.72233	0.81632	-77.71390	0.81578	-77.72609	0.80088	-77.85514

**Tabla 18.**

*Ruta Actual C - Vehículo 15*

RUTA C											
HORA		8:00 - 10:00		10:00 - 12:00		12:00 - 14:00		14:00 - 16:00			
VEHÍCULOS		15		15		15		15			
PARADAS		TUFÍÑO		BALNEARIO AGUA ECUATORIANAS		AGUAS TERMALES DE CHILES		CUMBAL		TUFÍÑO	
COORDENADAS		Latitud	Longitud	Latitud	Longitud	Latitud	Longitud	Latitud	Longitud	Latitud	Longitud
		0.80088	-77.85514	0.80292	-77.86154	0.80981	-77.86182	0.90604	-77.79157	0.80088	-77.85514

**Tabla 19.***Ruta Actual C - Vehículo 1*

RUTA C														
HORA		8:00 - 9:00		9:00 - 10:00		10:00 - 11:00		11:00 - 12:00		12:00 - 13:00		13:00 - 14:00		
VEHÍCULOS		1		1		1		1		1		1		
PARADAS	TUFIÑO	CAJON	CIUDADELA ROSAL		SAN FELIPE	PARQUE AYORA	PISCINAS EL MARTINEZ		TUFIÑO					
COORDENADAS	Latitud	Longitud	Latitud	Longitud	Latitud	Longitud	Latitud	Longitud	Latitud	Longitud	Latitud	Longitud	Latitud	Longitud
		0.80088	-77.85514	0.80549	-77.85274	0.82471	-77.73046	0.81922	-77.72233	0.81632	-77.71390	0.81578	-77.72609	0.80088

**Tabla 20.***Ruta Actual C - Vehículo 6*

RUTA C														
HORA		11:00 - 12:00		12:00 - 13:00		13:00 - 14:00		14:00 - 15:00		16:00 - 17:00		17:00 - 18:00		
VEHÍCULOS		6		6		6		6		6		6		
PARADAS	TUFIÑO	CAJON	CIUDADELA ROSAL		SAN FELIPE	PARQUE AYORA	PISCINAS EL MARTINEZ		TUFIÑO					
COORDENADAS	Latitud	Longitud	Latitud	Longitud	Latitud	Longitud	Latitud	Longitud	Latitud	Longitud	Latitud	Longitud	Latitud	Longitud
		0.80088	-77.85514	0.80549	-77.85274	0.82471	-77.73046	0.81922	-77.72233	0.81632	-77.71390	0.81578	-77.72609	0.80088

**Tabla 21.***Ruta Actual C - Vehículo 17*

RUTA C														
HORA		8:00 - 10:00		10:00 - 12:00		12:00 - 14:00		14:00 - 16:00						
VEHÍCULOS		17		17		17		17						
PARADAS	TUFIÑO	BALNEARIO AGUA ECUATORIANAS		AGUAS TERMALES DE CHILES		CUMBAL		TUFIÑO						

COORDENADAS	Latitud	Longitud	Latitud	Longitud	Latitud	Longitud	Latitud	Longitud	Latitud	Longitud
	0.80088	-77.85514	0.80292	-77.86154	0.80981	-77.86182	0.90604	-77.79157	0.80088	-77.85514

**Tabla 22.**

*Ruta Actual C - Vehículo 12*

RUTA C														
HORA		7:00 - 8:00		8:00 - 9:00		9:00 - 10:00		10:00 - 11:00		11:00 - 12:00		12:00 - 13:00		
VEHÍCULOS		12		12		12		12		12		12		
PARADAS	TUFIÑO	CAJON		CIUDADELA ROSAL		SAN FELIPE		PARQUE AYORA		PISCINAS EL MARTINEZ		TUFIÑO		
COORDENADAS	Latitud	Longitud	Latitud	Longitud	Latitud	Longitud	Latitud	Longitud	Latitud	Longitud	Latitud	Longitud	Latitud	Longitud
	0.80088	-77.85514	0.80549	-77.85274	0.82471	-77.73046	0.81922	-77.72233	0.81632	-77.71390	0.81578	-77.72609	0.80088	-77.85514

#### 4.1.4. Tabla General de Rutas Actuales

A continuación, en la Tabla 23, se elaboró de forma general las rutas que la Compañía tiene establecidas, en donde se muestra el número de vehículo con sus respectivas paradas y horarios.

**Tabla 23.**

*Tabla General de Rutas Actuales*

Nº	RUTA A						
VEHÍCULOS	BALNEARIO AGUA ECUATORIANAS	GUACHUCAL	BALNEARIO LOS TRES CHORROS	HACIENDA SANTA CECILIA	MASPAZ LA CONCEPCIÓN	SANTA BARBARA DE CAR	TUFIÑO
2							
	8:00 - 9:00	9:00 - 10:00	10:00 - 11:00	11:00 - 12:00	12:00 - 13:00	13:00 - 14:00	14:00 - 15:00
3		GUACHUCAL				SANTA BARBARA DE CAR	TUFIÑO

	BALNEARIO AGUA ECUATORIANAS		BALNEARIO LOS TRES CHORROS	HACIENDA SANTA CECILIA	MASPAZ LA CONCEPCIÓN			13:00 - 14:00
	7:00 - 8:00	8:00 - 9:00	9:00 - 10:00	10:00 - 11:00	11:00 - 12:00	12:00 - 13:00		
10	PLAZA DE TOROS	LAGUNAS VERDES DEL VOLCAN CHILES		MALDONADO		EL CHICAL		TUFIÑO
	7:00 - 9:00		9:00 - 11:00		11:00 - 13:00	13:00 - 15:00		15:00 - 17:00
11	PLAZA DE TOROS	LAGUNAS VERDES DEL VOLCAN CHILES		MALDONADO		EL CHICAL		TUFIÑO
	8:00 - 10:00		10:00 - 12:00		12:00 - 14:00	14:00 - 16:00		16:00 - 18:00

N° VEHÍCULOS		RUTA B						
4	SAN NICOLAS	EL CONSUELO	ECOPARQUE	CHAPUEL	EL ROSAL	TULCAN	SANTA BARBARA DE CAR	TUFIÑO
	10:00 - 11:00	11:00 - 12:00	12:00 - 13:00	13:00 - 14:00	14:00 - 15:00	15:00 - 16:00	16:00 - 17:00	17:00 - 18:00
5	CHILES		LA PLAYA		UNIDAD EDUCATIVA TUFIÑO		TUFIÑO	
	7:00 - 9:00		9:00 - 11:00		11:00 - 13:00		13:00 - 15:00	
7	SAN NICOLAS	EL CONSUELO	ECOPARQUE	CHAPUEL	EL ROSAL	TULCAN	SANTA BARBARA DE CAR	TUFIÑO
	9:00 - 10:00	10:00 - 11:00	11:00 - 12:00	12:00 - 13:00	13:00 - 14:00	14:00 - 15:00	15:00 - 16:00	16:00 - 17:00
13	CHILES		LA PLAYA		UNIDAD EDUCATIVA TUFIÑO		TUFIÑO	
	9:00 - 11:00		11:00 - 13:00		13:00 - 15:00		15:00 - 17:00	

N° VEHÍCULOS		RUTA C						
-----------------	--	--------	--	--	--	--	--	--

1	CAJON	CIUDADELA ROSAL	SAN FELIPE	PARQUE AYORA	PISCINAS EL MARTINEZ	TUFIÑO
	8:00 - 9:00	9:00 - 10:00	10:00 - 11:00	11:00 - 12:00	12:00 - 13:00	13:00 - 14:00
6	CAJON	CIUDADELA ROSAL	SAN FELIPE	PARQUE AYORA	PISCINAS EL MARTINEZ	TUFIÑO
	11:00 - 12:00	12:00 - 13:00	13:00 - 14:00	14:00 - 15:00	16:00 - 17:00	17:00 - 18:00
12	CAJON	CIUDADELA ROSAL	SAN FELIPE	PARQUE AYORA	PISCINAS EL MARTINEZ	TUFIÑO
	7:00 - 8:00	8:00 - 9:00	9:00 - 10:00	10:00 - 11:00	11:00 - 12:00	12:00 - 13:00
15	BALNEARIO AGUA ECUATORIANAS	AGUAS TERMALES DE CHILES			CUMBAL	TUFIÑO
	8:00 - 10:00		10:00 - 12:00		12:00 - 14:00	14:00 - 16:00
16	CAJON	CIUDADELA ROSAL	SAN FELIPE	PARQUE AYORA	PISCINAS EL MARTINEZ	TUFIÑO
	7:00 - 8:00	8:00 - 9:00	9:00 - 10:00	10:00 - 11:00	11:00 - 12:00	12:00 - 13:00
17	BALNEARIO AGUA ECUATORIANAS	AGUAS TERMALES DE CHILES			CUMBAL	TUFIÑO
	8:00 - 10:00		10:00 - 12:00		12:00 - 14:00	14:00 - 16:00

#### 4.1.5. Ruteo de las Paradas Actuales de la Compañía

Utilización del código programado en el lenguaje de Python para obtener el número de vehículos que realizan las paradas de cada una de las tres rutas que la Compañía tiene establecidas.

##### 4.1.5.1.Ruta A

Una vez ingresados los datos de la Ruta A al código se obtuvo el orden de cómo se deben dirigir los vehículos 3, 10, 2 y 11 a las distintas paradas asignadas, tomando en cuenta que la ruta o el orden será la misma pero los vehículos son alternados ya que se dispone de 20 unidades en la compañía. Ver Figura 13

#### Figura 13.

*Orden de paradas - Vehículos 3 y 10*

```
Ruta para el vehículo 0:  
0 -> 8 -> 9 -> 10 -> 7 -> 1 -> 6 -> 0  
Distancia de la ruta: 52km  
  
Ruta para el vehículo 1:  
0 -> 5 -> 2 -> 4 -> 3 -> 0  
Distancia de la ruta: 77km  
  
Distancia total de todas las rutas: 129km  
3  
10
```

##### 4.1.5.2.Ruta B

Una vez ingresados los datos de la Ruta B al código se obtuvo el orden de cómo se deben dirigir los vehículos 13, 7, 5 y 4 a las distintas paradas asignadas, tomando en cuenta que la ruta o el orden será la misma pero los vehículos son alternados ya que se dispone de 20 unidades en la compañía. Ver Figura 14



#### **Figura 14.**

##### *Orden de paradas - Vehículos 13 y 7*

```
Ruta para el vehículo 0:  
0 -> 2 -> 1 -> 9 -> 0  
Distancia de la ruta: 10km  
  
Ruta para el vehículo 1:  
0 -> 8 -> 3 -> 5 -> 6 -> 4 -> 7 -> 10 -> 0  
Distancia de la ruta: 27km  
  
Distancia total de todas las rutas: 37km  
13  
7
```

#### **4.1.5.3.Ruta C**

Una vez ingresados los datos de la Ruta A al código se obtuvo el orden de cómo se deben dirigir los vehículos 17, 12, 16, 15, 1 y 6 a las distintas paradas asignadas, tomando en cuenta que la ruta o el orden será la misma pero los vehículos son alternados ya que se dispone de 20 unidades en la compañía. Ver Figura 15

#### **Figura 15.**

##### *Orden de paradas - Vehículos 17 y 12*

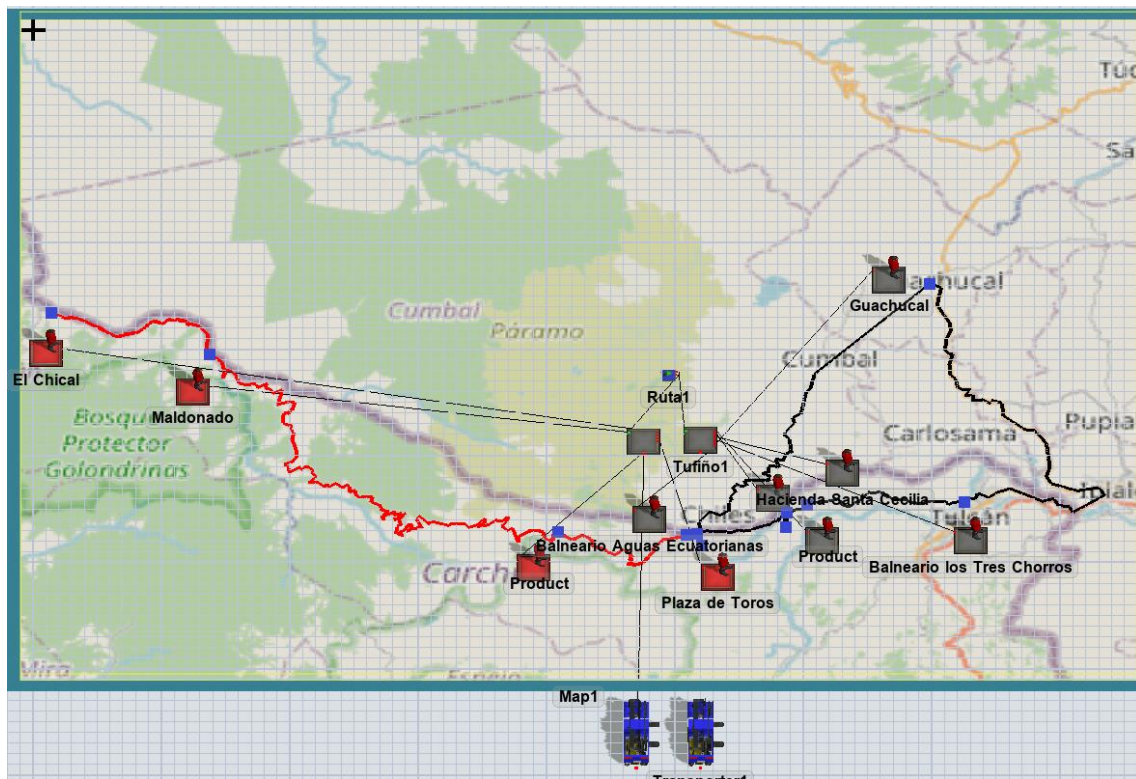
```
Ruta para el vehículo 0:  
0 -> 2 -> 7 -> 6 -> 0  
Distancia de la ruta: 26km  
  
Ruta para el vehículo 1:  
0 -> 3 -> 5 -> 8 -> 4 -> 1 -> 0  
Distancia de la ruta: 29km  
  
Distancia total de todas las rutas: 55km  
17  
12
```

#### **4.2.Simulación de los Vehículos en Cada una de las Rutas Actuales**

Una vez que se conoce el orden de las paradas, se utilizó el Software FlexSim con el fin de simular el servicio de transporte referente a las rutas actuales que realiza la compañía Luis Gonzalo Tufiño CIA. LTDA. Ver Figura 16 a la Figura 18

## Ruta Actual A

**Figura 16.**  
*Simulación FlexSim Ruta Actual A*

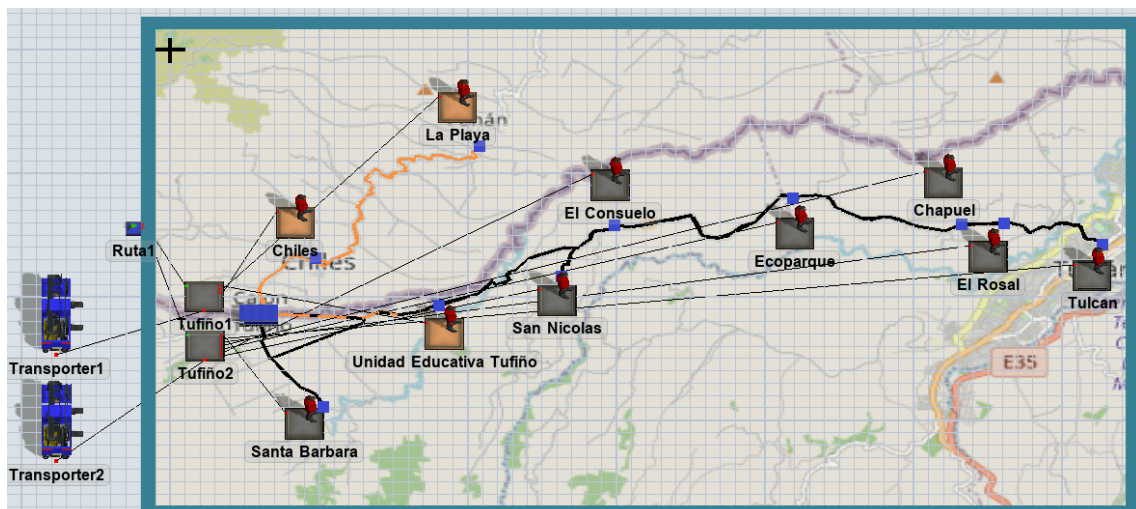


Distancia total Balneario Agua Ecuatorianas – Santa Barbara de Car: 78.7 Km

Distancia total Plaza de Toros – El Chical: 67.9 Km

## Ruta Actual B

**Figura 17.**  
*Simulación FlexSim Ruta Actual B*



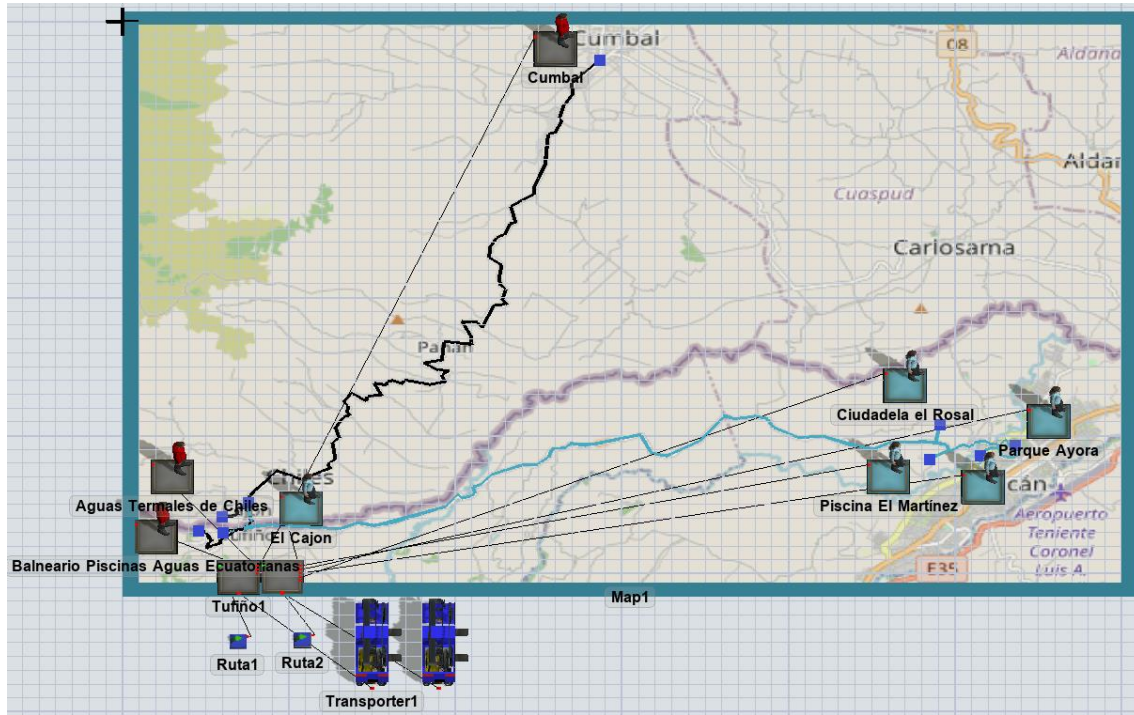
Distancia total Chiles – Unida Educativa Tufiño: 43.8 Km

Distancia total San Nicolas – Santa Barbara de Car: 35.4 Km

### Ruta Actual C

**Figura 18.**

*Simulación FlexSim Ruta Actual C*



Distancia total Bañerío Aguas Ecuatorianas – Cumbal: 22.7 Km

Distancia total Cajón – Piscinas el Martínez: 136 Km

### 4.3. Cálculo de la Distancia Total de las Rutas Actuales Mediante LogWare

Para poder calcular las distancias de las rutas se hizo uso del software LogWare para cada una de las paradas de las rutas actuales con sus respectivas coordenadas.

#### 4.3.1. Ruta Actual A

Se muestra el orden y secuencia de las paradas que seguirán cada uno de los vehículos de la Compañía y su distancia para la Ruta Actual A. Ver anexo 4

#### 4.3.2. Ruta Actual B

Se muestra el orden o secuencia de las paradas que seguirán cada uno de los vehículos de la Compañía y su distancia para la Ruta Actual B. Ver Anexo 4

#### 4.3.3. Ruta Actual C

Se muestra el orden o secuencia de las paradas que seguirán cada uno de los vehículos de la Compañía y su distancia para la Ruta Actual C. Ver anexo 4

#### 4.4.Sectores para Proponer a la Compañía

A continuación, se presenta la propuesta de nuevas rutas (Tabla 24 a 26) que tienen alta frecuencia de posibles pasajeros y donde la compañía de transporte podría brindar sus servicios procurando siempre disminuir los tiempos de demora y ser más eficiente al momento de brindar el servicio de transporte.

**Tabla 24.**  
*Nueva Ruta A*

PARADAS		RUTA A																	
		TULCAN		COLISEO 19 DE NOVIEMBRE		REGISTRO CIVIL DE TULCAN		CENTRO COMERCIAL GRAN PLAZA IPIALES		COMPLEJO LOS PASTOS		AGENCIA MUNICIPAL DE TRANSITO TULCAN		TEQUES		EL PALMAR		CEMENTERIO MUNICIPAL DE TULCAN	
COORDENADA S		Latitud	Longitud	Latitud	Longitud	Latitud	Longitud	Latitud	Longitud	Latitud	Longitud	Latitud	Longitud	Latitud	Longitud	Latitud	Longitud	Latitud	Longitud
		0.81497	77.71656	0.82699	77.70262	0.81537	77.70914	0.83024	77.64905	0.83789	77.70245	0.81626	77.70083	0.79923	77.65008	0.84592	77.65249	0.81933	77.71463

**Tabla 25.**  
*Nueva Ruta B*

PARADAS		RUTA B															
		TULCAN		TERMINAL TERRESTRE TULCAN		MERCADO SAN MIGUEL DE TULCAN		MERCADO CENTRAL DE TULCAN		CASA DE LA CULTURA BC		AKI TULCAN		DIRECCION PROVINCIAL AGROPECUARIA DEL CARCHI		POSADA VIAJERA CALIZ	
COORDENADA S		Latitud	Longitud	Latitud	Longitud	Latitud	Longitud	Latitud	Longitud	Latitud	Longitud	Latitud	Longitud	Latitud	Longitud	Latitud	Longitud
		0.81497	77.71656	0.80449	77.72783	0.81011	77.72027	0.81400	77.71596	0.81808	77.71682	0.82067	77.70839	0.80655	77.71469	0.83012	77.69944

**Tabla 26.**  
*Nueva Ruta C*

RUTA C																
PARADAS	TULCAN		UNIVERSIDAD POLITECNICA ESTATAL DEL CARCHI		CIUDADELA CLEMENTE GERRON		HOSPITAL GENERAL TULCAN		AEROPUERTO SAN LUIS		MIRADOR DEL CICLISTA		MIES DIRECCION DISTRITAL TULCAN		COLEGIO VICENTE FIERRO	
COORDENADAS	Latitud	Longitud	Latitud	Longitud	Latitud	Longitud	Latitud	Longitud	Latitud	Longitud	Latitud	Longitud	Latitud	Longitud	Latitud	Longitud
	0.81497	-77.71656	0.80507	-77.73420	0.82636	-77.69776	0.83218	-77.70940	0.85858	-77.67550	0.74430	-77.71566	0.82175	-77.70294	0.79955	-77.72997

#### 4.4.1. Cálculo de las Rutas Propuestas a la Compañía

Posterior a analizar cada una de las rutas es necesario que se tenga en cuenta el número de vehículos que se van a emplear, en este caso se usó dos vehículos para la Ruta A, dos vehículos para la Ruta B y dos vehículos para la Ruta C, además se debe saber que se dispone de 20 vehículos en la compañía y se harán cambios de estos durante la jornada de trabajo.

##### 4.4.1.1. Organización de Vehículos y Horarios Ruta A

Para saber en qué orden deben dirigirse cada uno de los vehículos de la Compañía a las paradas asignadas en la Ruta A se utilizó el respectivo código en Python en donde se obtuvo el siguiente orden con los vehículos y sus respectivos horarios.

La ruta propuesta del Tipo A generada por el programa se detalla en las Tablas 27 y 28

**Tabla 27.***Nueva Ruta A - Vehículo 20*

RUTA A														
HORA		7:00 - 9:00		9:00 - 11:00		11:00 - 13:00		13:00 - 15:00		15:00 - 17:00		17:00 - 19:00		
VEHÍCULOS		20		20		20		20		20		20		
PARADAS	TULCAN	CENTRO MUNICIPAL DE TULCÁN		COLISEO 19 DE NOVIEMBRE		CENTRO COMERCIAL GRAN PLAZA IPIALES		EL PALMAR		COMPLEJO LOS PASTOS		TULCAN		
COORDENADAS	Latitud	Longitud	Latitud	Longitud	Latitud	Longitud	Latitud	Longitud	Latitud	Longitud	Latitud	Longitud	Latitud	Longitud
	0.81497	-77.71656	0.81933	-77.71463	0.82699	-77.70262	0.83024	-77.64905	0.84592	-77.65249	0.83789	-77.70245	0.81497	-77.71656

**Tabla 28.***Nueva Ruta A - Vehículo 14*

RUTA A																
HORA		9:00 - 10:00		10:00 - 11:00		11:00 - 12:00		12:00 - 13:00		13:00 - 14:00		14:00 - 15:00		15:00 - 16:00		
VEHÍCULOS		14		14		14		14		14		14		14		
PARADAS	TUFIÑO	BALNEARIO AGUA ECUATORIANAS		GUACHUCAL		BALNEARIO LOS TRES CHORROS		HACIENDA SANTA CECILIA		MASPAZ LA CONCEPCIÓN		SANTA BARBARA DE CAR		TUFIÑO		
COORDENADAS	Latitud	Longitud	Latitud	Longitud	Latitud	Longitud	Latitud	Longitud	Latitud	Longitud	Latitud	Longitud	Latitud	Longitud	Latitud	Longitud
	0.80088	77.85514	0.80292	77.86154	0.96027	77.73045	0.82176	77.71950	0.81592	77.79885	0.81322	77.81121	0.80374	-77.8028	0.80088	77.85514

**4.4.1.2. Organización de vehículos y horarios Ruta B**

Para saber en qué orden deben dirigirse cada uno de los vehículos de la Compañía a las paradas asignadas en la Ruta B se utilizó el respectivo código en donde se obtuvo el siguiente orden con los diferentes vehículos y sus respectivos horarios.

La ruta propuesta del Tipo B generada por el programa se detalla en las Tablas 29 y 30 .

**Tabla 29.**  
*Nueva Ruta B - Vehículo 8*

RUTA B												
HORA		8:00 - 11:00		11:00 - 13:00		13:00 - 15:00		15:00 - 17:00		17:00 - 19:00		
VEHÍCULOS		8		8		8		8		8		
PARADAS	TULCAN		DIRECCIÓN PROVINCIAL AGROPECUARIA CARCHI		MERCADO CENTRAL DE TULCAN		MERCADO SAN MIGUEL DE TULCAN		TERMINAL TERRESTRE TULCAN		TULCAN	
COORDENADAS	Latitud	Longitud	Latitud	Longitud	Latitud	Longitud	Latitud	Longitud	Latitud	Longitud	Latitud	Longitud
	0.81497	-77.71656	0.80655	-77.71469	0.81400	-77.71596	0.81011	-77.72027	0.80449	-77.72783	0.81497	-77.71656

**Tabla 30.**  
*Nueva Ruta B - Vehículo 19*

RUTA B																		
HORA		8:00 - 9:00		9:00 - 10:00		10:00 - 11:00		11:00 - 12:00		12:00 - 13:00		13:00 - 14:00		14:00 - 15:00		15:00 - 16:00		
VEHÍCULOS		19		19		19		19		19		19		19		19		
PARADAS	TUFUÑO		SAN NICOLAS		EL CONSUELO		ECOPARQUE		CHAPUEL		EL ROSAL		TULCAN		SANTA BARBARA DE CAR		TUFUÑO	
COORDENADAS	Latitud	Longitud	Latitud	Longitud	Latitud	Longitud	Latitud	Longitud	Latitud	Longitud	Latitud	Longitud	Latitud	Longitud	Latitud	Longitud	Latitud	Longitud
	0.8008	77.8551	0.8133	77.8045	0.8197	77.7961	0.8257	77.7673	0.8204	77.7393	0.8212	77.7331	0.8149	77.7172	0.8037	77.8028	0.8008	77.8551
	8	4	9	1	4	8	7	2	2	6	8	7	3	2	4	0	8	4

#### 4.4.1.3. Organización de vehículos y horarios Ruta C

Para saber en qué orden deben dirigirse cada uno de los vehículos de la Compañía a las paradas asignadas en la Ruta C se utilizó el respectivo código en donde se obtuvo el siguiente orden con los diferentes vehículos y sus respectivos horarios.

La ruta propuesta del Tipo C generada por el programa se detalla en las Tablas 31 y 32.

**Tabla 31.**  
*Nueva Ruta C - Vehículo 9*

RUTA C										
HORA		7:00 - 10:00			10:00 - 13:00		13:00 - 16:00		16:00 - 19:00	
VEHÍCULOS		9			9		9		9	
PARADAS	TULCAN		UNIVERSIDAD POLITECNICA ESTATAL DEL CARCHI		COLEGIO VICENTE FIERRO		MIRADOR DEL CICLISTA		TULCAN	
COORDENADAS	Latitud	Longitud	Latitud	Longitud	Latitud	Longitud	Latitud	Longitud	Latitud	Longitud
	0.81497	-77.71656	0.80507	-77.73420	0.79955	-77.72997	0.74430	-77.71566	0.81497	-77.71656

**Tabla 32.**  
*Nueva Ruta C - Vehículo 18*

RUTA C										
HORA		7:00 - 9:00			9:00 - 11:00		11:00 - 13:00		13:00 - 15:00	
VEHÍCULOS		18			18		18		18	
PARADAS	TUFUÑO		BALNEARIO AGUA ECUATORIANAS		AGUAS TERMALES DE CHILES		CUMBAL		TUFUÑO	
COORDENADAS	Latitud	Longitud	Latitud	Longitud	Latitud	Longitud	Latitud	Longitud	Latitud	Longitud
	0.80088	-77.85514	0.80292	-77.86154	0.80981	-77.86182	0.90604	-77.79157	0.80088	-77.85514

#### 4.4.2. Tabla General de Nuevas Rutas

A continuación, se elaboró la Tabla 33 de forma general para las nuevas rutas que se va a proponer a la Empresa en donde se muestra el número de vehículo con sus respectivas paradas y horarios.



**Tabla 33.***Tabla General de las Nuevas Rutas*

N° VEHÍCULOS		RUTA A				
14	REGISTRO CIVIL DE TULCAN		TEQUES	AGENCIA MUNICIPAL DE TRANSITO DE TULCAN		TULCAN
	7:00 - 10:00		10:00 - 13:00	13:00 - 16:00		16:00 - 19:00
20	CENTRO MUNICIPAL DE TULCÁN	COLISEO 19 DE NOVIEMBRE	CENTRO COMERCIAL GRAN PLAZA IPIALES	EL PALMAR	COMPLEJO LOS PASTOS	TULCAN
	7:00 - 9:00	9:00 - 11:00	11:00 - 13:00	13:00 - 15:00	15:00 - 17:00	17:00 - 19:00
N° VEHÍCULOS		RUTA B				
8	DIRECCIÓN PROVINCIAL AGROPECUARIA CARCHI	MERCADO CENTRAL DE TULCAN	MERCADO SAN MIGUEL DE TULCAN	TERMINAL TERRESTRE TULCAN		TULCAN
	8:00 - 11:00	11:00 - 13:00	13:00 - 15:00	15:00 - 17:00		17:00 - 19:00
19	CASA DE LA CULTURA ECUATORIANA BC		AKI TULCAN	POSADA VIAJERA CALIZ		TULCAN
	7:00 - 10:00		10:00 - 13:00	13:00 - 16:00		16:00 - 19:00
N° VEHÍCULOS		RUTA C				
9	UNIVERSIDAD POLITECNICA ESTATAL DEL CARCHI	COLEGIO VICENTE FIERRO		MIRADOR DEL CICLISTA		TULCAN
	7:00 - 10:00	10:00 - 13:00		13:00 - 16:00		16:00 - 19:00
18	MIES DIRECCIÓN DISTRITAL TULCAN	CIUDADELA CLEMENTE GUERRON	AEROPUERTO SAN LUIS	HOSPITAL GENERAL TULCAN		TULCAN
	7:00 - 10:00	10:00 - 12:00	12:00 - 14:00	14:00 - 16:00		16:00 - 19:00

### 4.4.3. Ruteo de las Paradas Para Proponer a la Compañía

A continuación, se detalla la utilización del código en Python para obtener los números de los vehículos que harán las paradas de cada una de las tres rutas que se va a proponer a la Compañía.

#### 4.4.3.1.Ruta Propuesta A

Una vez ingresados los datos de la Ruta A al código se obtuvo el orden de cómo se debe dirigir el vehículo 20 y 14 a cada una de las paradas de la Ruta A. Ver Figura 16

#### Figura 19.

*Orden de paradas - vehículo 20*

```
Ruta para el vehículo 0:  
0 -> 8 -> 1 -> 3 -> 7 -> 4 -> 0  
Distancia de la ruta: 14km  
  
Ruta para el vehículo 1:  
0 -> 2 -> 6 -> 5 -> 0  
Distancia de la ruta: 12km  
  
Distancia total de todas las rutas: 26km  
20
```

#### 4.4.3.2.Ruta Propuesta B

Una vez ingresados los datos de la Ruta B al código se obtuvo el orden de cómo se debe dirigir el vehículo 8 y 19 a cada una de las paradas de la Ruta B. Ver Figura 17

#### Figura 20.

*Orden de paradas - vehículo 8*

```
Ruta para el vehículo 0:  
0 -> 4 -> 5 -> 7 -> 0  
Distancia de la ruta: 3km  
  
Ruta para el vehículo 1:  
0 -> 6 -> 3 -> 2 -> 1 -> 0  
Distancia de la ruta: 2km  
  
Distancia total de todas las rutas: 5km  
20  
8
```

#### 4.4.3.3.Ruta Propuesta C

Una vez ingresados los datos de la Ruta C al código se obtuvo el orden de cómo se debe dirigir el vehículo 9 y 18 a cada una de las paradas de la Ruta C Ver Figura 18

**Figura 21.**  
*Orden de paradas - vehículo 9*

```

Ruta para el vehículo 0:
0 -> 1 -> 7 -> 5 -> 0
Distancia de la ruta: 15km

Ruta para el vehículo 1:
0 -> 6 -> 2 -> 4 -> 3 -> 0
Distancia de la ruta: 11km

Distancia total de todas las rutas: 26km
9
8

```

#### 4.5.Simulación de los Vehículos para las Rutas Propuestas

Una vez que se conoce el orden de las paradas se utilizó el Software FlexSim con el fin de simular el servicio de transporte referente a las nuevas rutas a proponer a la Compañías Luis Gonzalo Tufiño CIA. LTDA. Ver Figura 22 a la Figura 24

#### Ruta Propuesta A

**Figura 22.**  
*Simulación FlexSim Nueva Ruta A*

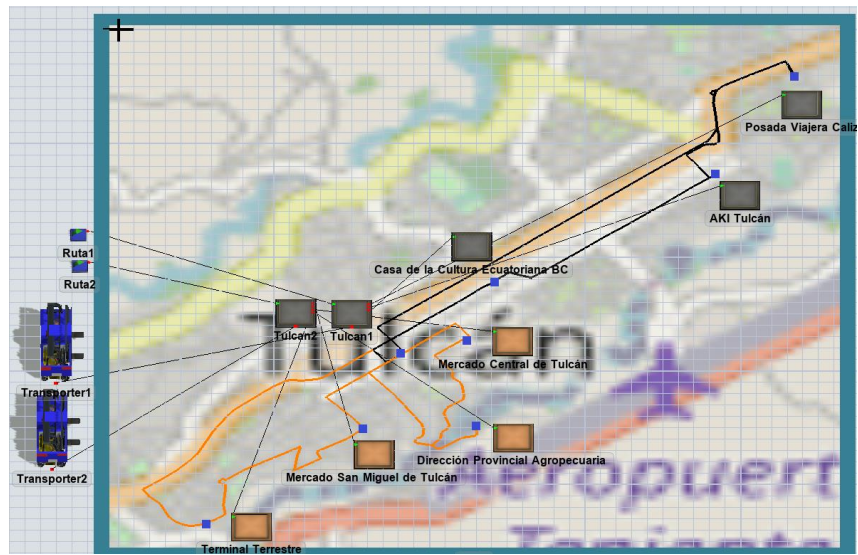


Distancia total Centro Municipal de Tulcán – Complejo los Pastos: 37.9 Km

Distancia total Registro Civil Carchi – Agencia Municipal: 4.477 Km

## Ruta Propuesta B

**Figura 23.**  
*Simulación FlexSim Nueva Ruta B*

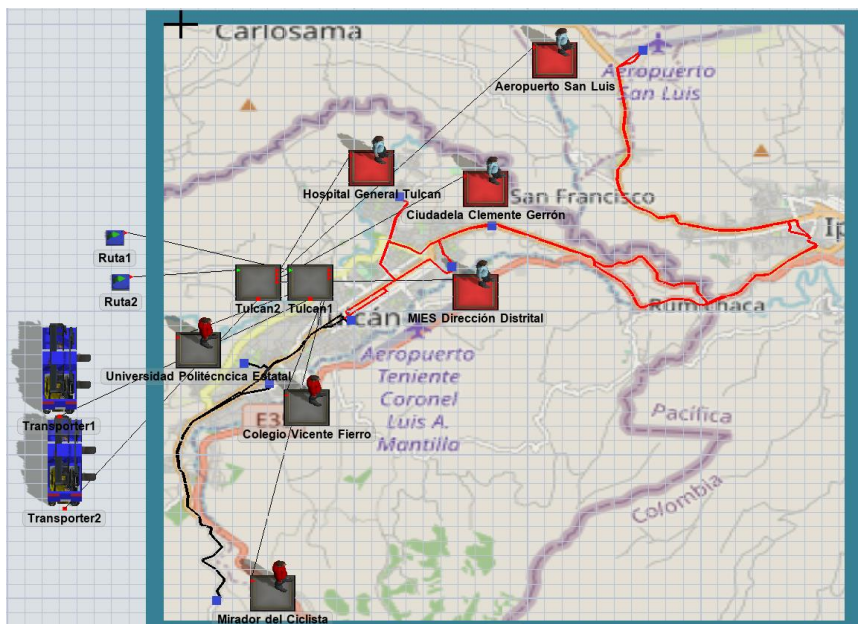


Distancia total Casa de la Cultura Ecuatoriana – Posada Viajera Caliz: 3.0 Km

Distancia total Dirección Provincial Agropecuaria Carchi – Terminal Terrestre: 5.0 Km

## Ruta Propuesta C

**Figura 24.**  
*Simulación FlexSim Nueva Ruta C*



Distancia total Universidad Politécnica Estatal – Mirador Ciclista: 9.2 Km

Distancia total Mies Dirección Distrital – Hospital General de Tulcán: 31.7 Km

#### **4.6.Cálculo de la Distancia Total de las Nuevas Rutas Mediante LogWare**

Para calcular la distancia de las rutas nuevas se hizo uso del software LogWare, a partir de los nombres de las paradas de cada una de las rutas actuales con sus respectivas coordenadas para posteriormente obtener las distancias que tienen las rutas.

##### **4.6.1. Ruta Propuesta A**

Se muestra el orden o secuencia de las paradas que seguirán cada uno de los vehículos de la Compañía y su distancia para la Nueva Ruta A. Ver Anexo 4

##### **4.6.2. Ruta Propuesta B**

Se muestra el orden o secuencia de las paradas que seguirán cada uno de los vehículos de la Compañía y su distancia para la Nueva Ruta B. Ver Anexo 4

##### **4.6.3. Ruta Propuesta C**

Se muestra el orden o secuencia de las paradas que seguirán cada uno de los vehículos de la Compañía y su distancia para la Nueva Ruta C. Ver Anexo 4

#### **4.7.Análisis de Resultados**

##### **RUTAS A: Actual y Propuesta**

Una vez analizadas las rutas actuales y rutas propuestas del tipo A, se realizó la representación gráfica del tiempo de trabajo de los 6 vehículos, observando que para las rutas A estos laboran una jornada de 7, 10 y 12 horas (Tabla 34), siendo aprovechada en su totalidad la jornada laboral diaria de la Compañía, la cual es de 7:00am – 19:00 pm.

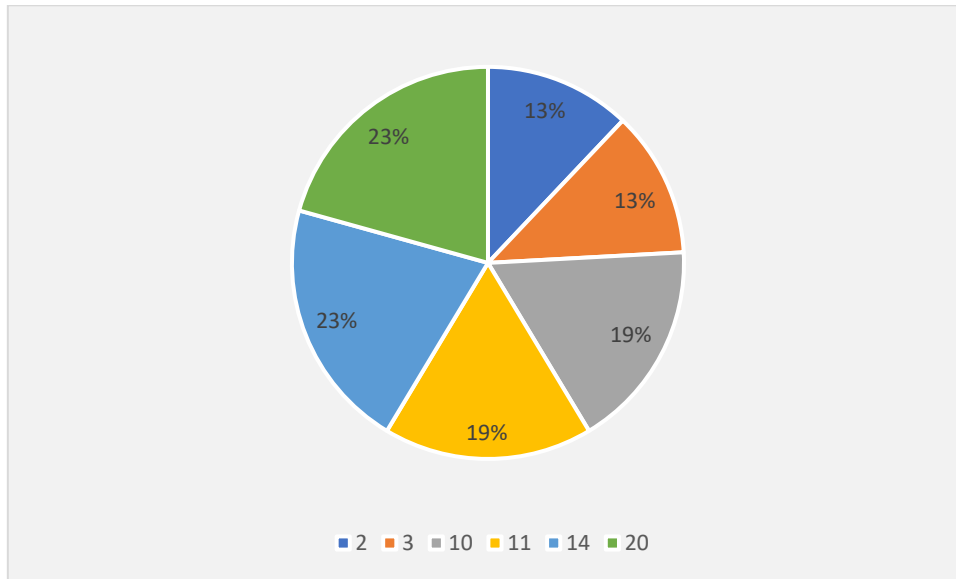
**Tabla 34.**

*Resultados Rutas A*

Vehículos	2	3	10	11	14	20
Horas Utilizadas	7	7	10	10	12	12

**Figura 25.**

*Resultados actualizados de la utilización de los vehículos de la compañía Rutas A*



**RUTAS B: Actual y Propuesta**

Mediante el código específico de análisis y representación de resultados de forma gráfica con R-Studio se obtuvo la gráfica Figura 25, la cual nos indica que los 6 vehículos laboran una jornada 8 y 11 horas. Ver Tabla 35

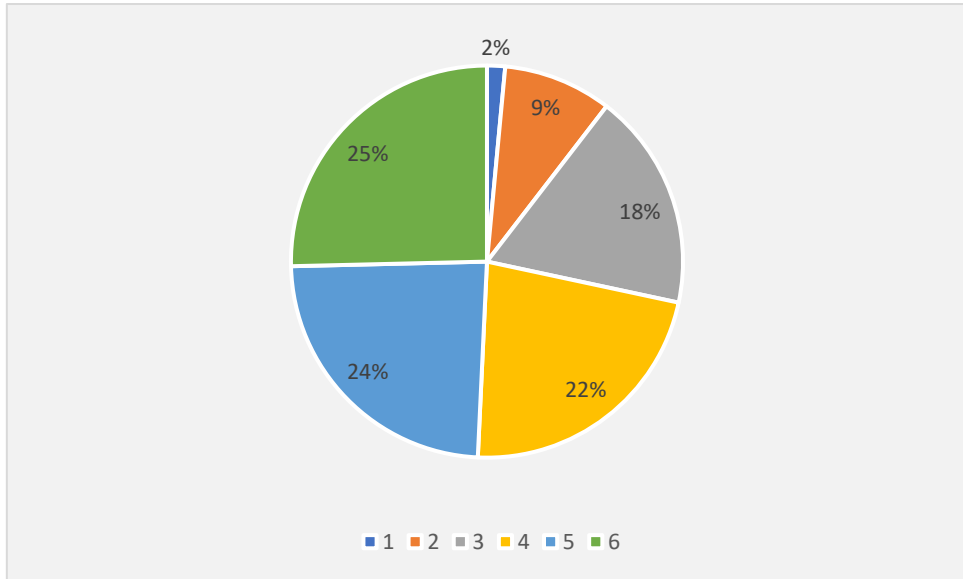
**Tabla 35.**

*Resultados Nueva Ruta B*

Vehículos	4	5	7	13	19	8
Horas Utilizadas	8	8	8	8	12	11

**Figura 26.**

*Resultados actualizados de la utilización de los vehículos de la compañía Rutas B*



### RUTAS C: Actual y Propuesta

Usando el código específico para análisis de graficas con R-Studio se obtuvo como resultado una gráfica (ver Figura 26) la cual nos indica que 8 vehículos laboran una jornada de 6, 7, 8 y 12 horas. Ver Tabla 36

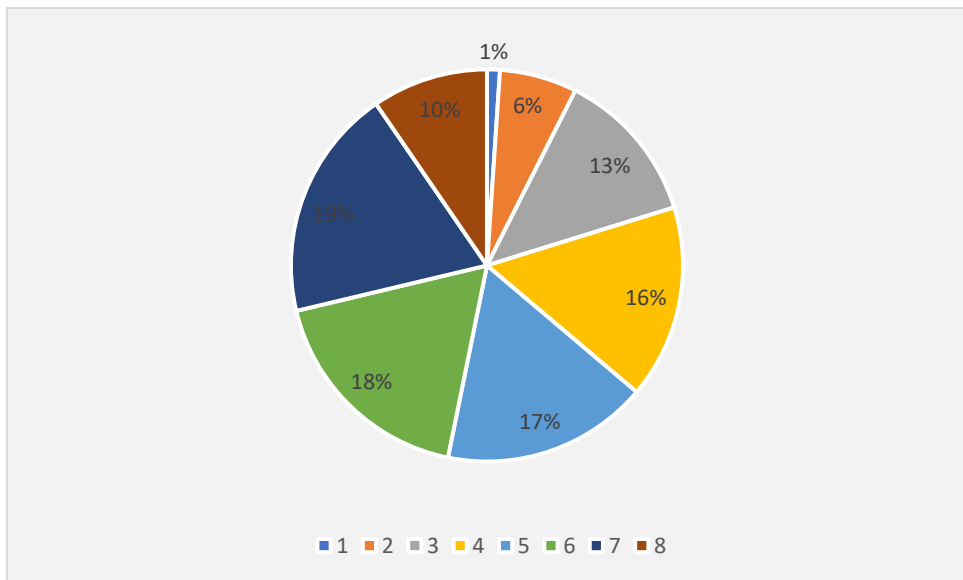
**Tabla 36.**

*Resultados Nueva Ruta C*

Vehículos	1	6	12	15	16	17	18	9
Horas Utilizadas	6	7	6	8	6	8	12	12

**Figura 27.**

*Resultados actualizados de la utilización de los vehículos de la compañía Rutas C*



## CONCLUSIONES

A partir del marco teórico se obtuvo una base sólida y completa para abordar los problemas de tiempos de transporte y rutas. Este enfoque metodológico permitió comprender a fondo los desafíos específicos de la compañía y aprovechar las mejores prácticas y teorías disponibles en la literatura relevante. El resultado fue una hoja de ruta sólida que guió el diseño y desarrollo del sistema de control de tiempos de transporte, con el objetivo de mejorar la eficiencia operativa, satisfacer las necesidades de los clientes y respaldar la expansión de la compañía. En última instancia, este enfoque buscaba beneficios tanto para la compañía como para la comunidad a la que servía.

Tras analizar detenidamente la situación actual de la compañía, se ha identificado que la falta de organización y control de las rutas ha resultado en tiempos perdidos y una ineficiencia operativa notable. Además, se ha observado una oportunidad valiosa para implementar nuevas rutas estratégicas que podrían mejorar la calidad del servicio y reducir las demoras. Estos hallazgos respaldan la importancia de llevar a cabo un diagnóstico exhaustivo para abordar los problemas identificados y aprovechar las oportunidades de mejora. La compañía está en una posición óptima para expandirse y brindar un servicio más eficiente, cumpliendo con su misión de marcar la diferencia en el mercado y contribuir al desarrollo integral de la sociedad y el turismo.

Los resultados del análisis del tiempo de respuesta en cada ruta del servicio de transporte mediante las herramientas Python, R-Studio y LogWare han arrojado una mejora significativa en la eficiencia de la jornada laboral de los vehículos de la Compañía. Las rutas A, B y C muestran diferentes enfoques de asignación de vehículos a paradas, garantizando que los vehículos cumplan con la jornada laboral. Además, se ha logrado una distribución eficiente de las horas de trabajo, permitiendo que algunos vehículos trabajen una hora adicional en momentos de mayor demanda. Estos resultados respaldan la búsqueda de la ruta óptima y destacan la importancia de la planificación estratégica en la optimización de recursos y la satisfacción del servicio de transporte.



## RECOMENDACIONES

Se sugiere implementar el sistema de control de tiempos de transporte basado en las herramientas R-Studio y LogWare de manera integral en la compañía. Esto incluye la formación del personal en el uso de estas herramientas y la creación de un equipo especializado en la gestión y optimización de las rutas de transporte. Además, se debe establecer un seguimiento constante para evaluar el desempeño y realizar ajustes necesarios en tiempo real.

De igual manera, se recomienda realizar diagnósticos periódicos y evaluaciones de la condición actual de las rutas y tiempos de transporte, además de establecer un sistema de seguimiento y retroalimentación constante con los conductores y el personal de operaciones para identificar problemas en tiempo real y tomar medidas correctivas de manera oportuna.

Se recomienda implementar un proceso de evaluación regular y estructurado para monitorear la eficacia del sistema de control de tiempos de transporte basado en las herramientas R-Studio y LogWare. Estas evaluaciones deben incluir análisis de datos, retroalimentación del personal, comparación con objetivos de desempeño, actualización de modelos y capacitación continua. La comunicación interna y externa también debe ser una parte integral de este proceso. Esta práctica asegurará una mejora continua en la gestión de rutas y tiempos de transporte, permitiendo a la compañía adaptarse eficazmente a las cambiantes necesidades operativas y garantizando la entrega de un servicio de transporte eficiente y satisfactorio tanto a los clientes actuales como a los futuros.

## BIBLIOGRAFÍA

- Asplund, D. (2021). Optimal frequency of public transport in a small city: Examination of a simple method. *Swedish National Road and Transport Research Institute*, 1-23. Retrieved from <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1608455/FULLTEXT01.pdf>
- Cevallos, P., & Alvarez, A. (2019, 04 26). *IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MONITOREO DE VELOCIDAD PARA TRANSPORTE URBANO Y CONTROL DE PUERTAS CONDICIONADO POR GEOLOCALIZACIÓN*. Retrieved from <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/17267/1/UPS-GT002582.pdf>
- Cisneros , J. (2021, Diciembre 22). *DATADEC*. Retrieved from <https://www.datadec.es/blog/la-gestion-del-transporte-en-el-area-logistica>
- Correa Delgado, R. (2012, Junio 25). *REGLAMENTO A LEY DE TRANSPORTE TERRESTRE TRANSITO Y SEGURIDAD VIAL DECRETO EJECUTIVO 1196*. Retrieved Mayo 18, 2023, from <https://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/03/Decreto-Ejecutivo-No.-1196-de-11-06-2012-REGLAMENTO-A-LA-LEY-DE-TRANSPORTE-TERRESTRE-TRANSITO-Y-SEGURIDAD-VIA.pdf>
- Correa Delgado, R. (2013, Diciembre 4). *REGLAMENTO A LEY DE TRANSPORTE TERRESTRE TRANSITO Y SEURIDAD VIAL Decreto Ejecutivo 1196*. Retrieved from <https://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/03/Decreto-Ejecutivo-No.-1196-de-11-06-2012-REGLAMENTO-A-LA-LEY-DE-TRANSPORTE-TERRESTRE-TRANSITO-Y-SEGURIDAD-VIA.pdf>
- De Souza, I. (2019, 07 20). *rockcontent blog*. Retrieved from <https://rockcontent.com/es/blog/diagrama-de-pareto/>
- Deming , E. (1989). *Calidad, productividad y competitividad*. Ediciones Díaz Santos.
- Dhruv, A., Patel, R., & Doshi, N. (2020). Python: The Most Advanced Programming Language for Computer. *n Proceedings of the International Conference on Culture Heritage, Education, Sustainable Tourism, and Innovation Technologies (CESIT 2020)*, 292-299. Retrieved from <https://www.scitepress.org/Papers/2020/103079/103079.pdf>
- Discapnet. (2022, 05 06). *discapnet*. Retrieved from <https://www.discapnet.es/accesibilidad/transporte-accesible/tipos-de-transporte>
- Enciso Caicedo, M., Arteaga Sarmiento , W., & Guarín Cortés , N. (2018, Abril 04). *MODELO DE RUTEO DE VEHÍCULOS COMO ALTERNATIVA DE TRANSPORTE, ESTUDIO DE CASO: UMNG SEDE CAMPUS*. Retrieved from <https://www.redalyc.org/journal/6078/607866319006/html/>
- Fried, A. (2017). Terminological distinctions of ‘control’: a review of the implications for management control research in the context of innovation. *Journal of Management Control*, 28, 5–40. Retrieved from <https://doi.org/10.1007/s00187-016-0240-7>

- Friman, M., Lättman, K., & Olsson, L. (2020). Public Transport Quality, Safety, and Perceived Accessibility. *Sustainability*, 12(19). Retrieved from <https://doi.org/10.3390/su12093563>
- Fulgencio, R., Campos, M., Abrantes, D., & Coimbra, M. (2022). Restart: A Route Planner to Encourage the Use of Public Transport. *EURO Working Group on Transportation Meeting*, 62, 123–130. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2022.02.016>
- García, J., Sousa, J., Gutiérrez, J., & Sá, T. (2018). Analysing proximity to public transport. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, 76, 102-130. doi:10.21138/bage.2517
- Goransson, J., & Andersson, H. (2023). Factors that make public transport systems attractive: a review of travel preferences and travel mode choices. *European Transport Research Review*, 15(32). Retrieved from <https://etr.springeropen.com/articles/10.1186/s12544-023-00609-x>
- Hernández Gaviño, R. (2010). Introducción a los Sistemas de control. In R. Hernández Gaviño, *Introducción a los Sistemas de control* (p. 2). México: PEARSON EDUCATION, México, 2010. Retrieved from <http://lcr.uns.edu.ar/fcr/images/Introduccion%20a%20Los%20Sistemas%20de%20Control.pdf>
- Jornet, J., Knightly, E., & Mittleman, D. (2023). Wireless communications sensing and security above 100 GHz. *Nature Communications*, 14(841). Retrieved from <https://www.nature.com/articles/s41467-023-36621-x>
- Kimaldi. (2017, 11 07). *Kimaldi*. Retrieved from [https://www.kimaldi.com/blog/control\\_de\\_acceso\\_y\\_presencia/control\\_de\\_tiempos/](https://www.kimaldi.com/blog/control_de_acceso_y_presencia/control_de_tiempos/)
- Kopsacheilis, A., Politis, I., & Georgiadis, G. (2022). Assessment of bus speed influencing factors through the exploitation of machine learning techniques. *AIIIT 3rd International Conference on Transport Infrastructure and Systems*, 69, 751–758. Retrieved from <https://pdf.sciencedirectassets.com/308315/1-s2.0-S2352146523X00039/1-s2.0-S2352146523002454/main.pdf?X-Amz-Security-Token=IQoJb3JpZ2luX2VjEDsaCXVzLWVhc3QtMSJGMEQCICLT3IC4KIuaBS4%2F5CfR5i475dUkOSyhHLUqyUt%2FBvnSAiAYjIWMmZu%2FGbNTTeU6uLOuT2ki0A9ZbHuhC9wcDk>
- LEXIS FINDER. (2017, Diciembre 29). *LEY DE COMPAÑÍAS*. Retrieved from [https://portal.compraspublicas.gob.ec/sercop/wp-content/uploads/2018/02/ley\\_de\\_companias.pdf](https://portal.compraspublicas.gob.ec/sercop/wp-content/uploads/2018/02/ley_de_companias.pdf)
- Library. (2021). *Library*. Retrieved from <https://1library.co/document/yjm861ky-componentes-del-sistema-de-transporte.html>
- Londoño, P. (2023, 04 03). *blog.hubSpot.es*. Retrieved from <https://blog.hubspot.es/website/que-es-python>

- Ministerio de Transporte y Obras Públicas. (2019). *Protocolo de operacion del servicio de transporte de carga liviana y mixta COVID 19*. Retrieved from [https://www.gestionderiesgos.gob.ec/wp-content/uploads/2020/05/nsporte\\_de\\_carga\\_liviana\\_y\\_mixta\\_durante\\_la\\_semaforizaci%C3%B3n\\_medidas\\_de\\_preveni%C3%B3n\\_ante\\_covid\\_19.pdf](https://www.gestionderiesgos.gob.ec/wp-content/uploads/2020/05/nsporte_de_carga_liviana_y_mixta_durante_la_semaforizaci%C3%B3n_medidas_de_preveni%C3%B3n_ante_covid_19.pdf)
- Ortúzar Salas, J. (2012). *Modelos de Demanda de Transporte*. Chile: EDICIONES UC. Retrieved 11 10, 2023, from [https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=9e1TDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA4&dq=transporte&ots=IAHW8l\\_USn&sig=WJ09isCBKM8ldcW3AWAQ\\_N1DmIc#v=onepage&q=transporte&f=false](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=9e1TDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA4&dq=transporte&ots=IAHW8l_USn&sig=WJ09isCBKM8ldcW3AWAQ_N1DmIc#v=onepage&q=transporte&f=false)
- Padrón, V., Páez, D., Esteban, J., García, O., García, M., & Martín, F. (2020). Smart Bus Stops as Interconnected Public Spaces for Increasing Social Inclusiveness and Quality of Life of Elder Users. *Smart Cities*, 3(2), 430-443. Retrieved from <https://doi.org/10.3390/smartcities3020023>
- Perez , M., Perez Hidalgo, A., & Perez Berenguer , E. (2007, 09 06). *INTRODUCCIÓN A LOS SISTEMAS DE CONTROL Y MODELO MATEMÁTICO PARA SSTEMAS LINEALES INVARIANTES EN EL TIEMPO*. Retrieved from <http://dea.unsj.edu.ar/control1/apuntes/unidad1y2.pdf>
- QuadMinds. (2020, Agosoto 17). *QuadMinds*. Retrieved from <https://www.quadminds.com/blog/que-es-rutear-de-que-hablamos-cuando-ruteamos/>
- Raeburn, A. (2021, 07 01). *asana*. Retrieved from <https://asana.com/es/resources/swot-analysis>
- Rivero, I. (2016, 02 28). *Guayanaindustrial*. Retrieved from <http://guayanaindustrial.blogspot.com/2016/02/software-de-localizacion-de-empresas.html>
- Rodriguez Silva , J. (2019, 05 03). *UNAM RDU Revista Digital Universitaria*. Retrieved from <https://www.revista.unam.mx/2019v20n3/que-puede-hacer-el-software-r-para-resolver-tus-problemas/>
- Rodriguez, J. (2023, 02 13). *HubSpot*. Retrieved from <https://blog.hubspot.es/sales/diagrama-ishikawa>
- Sánchez, Ó., & Romero, J. (2010). Factores de calidad del servicio en el transporte público de pasajeros: estudio de caso de la ciudad de Toluca, México. *Econ. soc. territ*, 10(32). Retrieved from [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1405-84212010000100003](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-84212010000100003)
- Santander Universidades. (2022, Enero 13). *Santander*. Retrieved from <https://www.becas-santander.com/es/blog/mision-vision-y-valores.html>
- Schroten, A., Wijngaarden, L., & Brambilla, M. (2019). *Overview of transport infrastructure expenditures and costs*. EUROPEAN COMMISSION. Retrieved from <https://cedelft.eu/wp->

content/uploads/sites/2/2021/03/CE\_Delft\_4K83\_Overview\_transport\_infraestructure\_expenditures\_costs\_Final.pdf

- SimpliRoute. (2022, Abril 21). *SimpliRoute*. Retrieved from <https://simpliroute.com/es/blog/gestion-de-transporte-que-es-importancia-y-beneficios>
- Suryani, E., Agus, R., Faster, P., & Wibisono, A. (2019). Modelling Reliability of Transportation Systems to Reduce Traffic Congestion. *Journal of Physics Conference Series 1196:012029, 1196(012029)*. Retrieved from [https://www.researchgate.net/publication/332429831\\_Modelling\\_Reliability\\_of\\_Transportation\\_Systems\\_to\\_Reduce\\_Traffic\\_Congestion](https://www.researchgate.net/publication/332429831_Modelling_Reliability_of_Transportation_Systems_to_Reduce_Traffic_Congestion)
- Terreros, D. (2023, Febrero 06). *Hubspot*. Retrieved from <https://blog.hubspot.es/marketing/mision-vision-valores-ejemplos>
- Tiznado, I., Lucas, K., Muñoz, J. C., & Hurtubia, R. (2020). Understanding accessibility through public transport users' experiences: A mixed methods approach. *Journal of Transport Geography, 88*. Retrieved from <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0966692319306040>
- UMNG. (2019, 11 13). *Gestión de Calidad Y gestión de procesos*. Retrieved from : <http://virtual.umng.edu.co/>
- Universidad Nacional de Cuyo. (2017). *MEDIOS DE TRANSPORTE URBANO*. Retrieved from <https://ingenieria.uncuyo.edu.ar/catedras/u1-medios-de-transporte-urbano.pdf>
- Zona Captiva. (2022, 03 06). *zonacaptiva*. Retrieved from <https://zonacaptiva.com/tecnologia/flexsim-que-es-y-para-que-nos-sirve/>

**ANEXO 1.**  
**LEY DE COMPAÑÍAS**

Codificación 0

Registro Oficial 312 de 05-nov.-1999

Última modificación: 29-dic.-2017

Estado: Reformado

**SECCION VI**

**DE LA COMPAÑIA ANÓNIMA**

**1. CONCEPTO, CARACTERÍSTICAS, NOMBRE Y DOMICILIO**

**Art. 143.-** La compañía anónima es una sociedad cuyo capital, dividido en acciones negociables, está formado por la aportación de los accionistas que responden únicamente por el monto de sus acciones.

Las sociedades o compañías civiles anónimas están sujetas a todas las reglas de las sociedades o compañías mercantiles anónimas.

**Art. 144.-** Se administra por mandatarios amovibles, socios o no.

La denominación de esta compañía deberá contener la indicación de "compañía anónima" o "sociedad anónima", o las correspondientes siglas. No podrá adoptar una denominación que pueda confundirse con la de una compañía preexistente. Los términos comunes y aquellos con los cuales se determina la clase de empresa, como "comercial", "industrial", "agrícola", "constructora", etc., no serán de uso exclusivo e irán acompañadas de una expresión peculiar.

Las personas naturales o jurídicas que no hubieren cumplido con las disposiciones de esta Ley para la constitución de una compañía anónima no podrán usar en anuncios, membretes de carta, circulares, prospectos u otros documentos, un nombre, expresión o siglas que indiquen o sugieran que se trata de una compañía anónima.

Los que contravinieren a lo dispuesto en el inciso anterior, serán sancionados con arreglo a lo prescrito en el Art. 445. La multa tendrá el destino indicado en tal precepto legal. Impuesta la sanción, el Superintendente de Compañías y Valores notificará al Ministerio de Salud para la recaudación correspondiente.

## **2. DE LA CAPACIDAD**

Art. 145.- Para intervenir en la formación de una compañía anónima en calidad de promotor o fundador se requiere la capacidad civil para contratar. Las personas jurídicas nacionales pueden ser fundadoras o accionistas en general de las compañías anónimas, pero las compañías extranjeras solamente podrán serlo si sus capitales estuvieren representados únicamente por acciones, participaciones o partes sociales nominativas, es decir, expedidas o emitidas a favor o a nombre de sus socios, miembros o accionistas, y de ninguna manera al portador.

## **3. DE LA FUNDACION DE LA COMPAÑIA**

**Art. 146.-** La compañía se constituirá mediante escritura pública que se inscribirá en el Registro Mercantil del cantón en el que tenga su domicilio principal la compañía. La compañía existirá y adquirirá personalidad jurídica desde el momento de dicha inscripción. La compañía solo podrá operar a partir de la obtención del Registro Único de Contribuyentes en el SRI. Todo pacto social que se mantenga reservado será nulo.

**Art. 147.-** Ninguna compañía anónima podrá constituirse sin que se halle suscrito totalmente su capital, el cual deberá ser pagado en una cuarta parte, por lo menos, una vez inscrita la compañía en el Registro Mercantil.

Para que pueda celebrarse la escritura pública de fundación o de constitución definitiva, según el caso, será requisito que los accionistas declaren bajo juramento que depositarán el capital pagado de la compañía en una institución bancaria, en el caso de que las aportaciones sean en numerario. Una vez que la compañía tenga personalidad jurídica será objeto de verificación por parte de la Superintendencia de Compañías y Valores a través de la presentación del balance inicial u otros documentos, conforme disponga el reglamento que se dicte para el efecto.

La compañía anónima no podrá subsistir con menos de dos accionistas, salvo las compañías cuyo capital pertenezca en su totalidad a una entidad del sector público.

En los casos de la constitución simultánea, todos los socios fundadores deberán otorgar la escritura de fundación y en ella estará claramente determinada la suscripción íntegra del capital social.

Tratándose de la constitución sucesiva, la Superintendencia de Compañías y Valores, para aprobar la constitución definitiva de una compañía, comprobará la suscripción formal de

las acciones por parte de los socios, de conformidad los términos del prospecto de oferta pública. (LEXIS FINDER, 2017)



## ANEXO 2.

### DECRETO EJECUTIVO 1196

Registro Oficial Suplemento 731 de 25-junio-2012

Estado: Vigente

Art. 1.- El presente Reglamento establece las normas de aplicación a las que están sujetos los conductores, peatones, pasajeros y operadoras de transporte, así como las regulaciones para los automotores y vehículos de tracción humana, animal y mecánica que circulen, transiten o utilicen las carreteras y vías públicas o aquellas privadas abiertas al tránsito y transporte terrestre en el país.

## LIBRO II

### DEL TRANSPORTE TERRESTRE AUTOMOTOR

#### TITULO I

#### DE LAS CONDICIONES DE TRANSPORTE TERRESTRES

Art. 40.- El transporte terrestre de personas y bienes es un servicio esencial que responde a las condiciones de:

- **RESPONSABILIDAD.** - Es responsabilidad del Estado generar las políticas, regulaciones y controles necesarios para propiciar el cumplimiento, por parte de los usuarios y operadores del transporte terrestre, de lo establecido en la Ley, los reglamentos y normas técnicas aplicables.
- **UNIVERSALIDAD.** - El Estado garantizará el acceso al servicio de transporte terrestre, sin distinción de ninguna naturaleza, conforme a lo establecido en la Constitución de la República y las leyes pertinentes.
- **ACCESIBILIDAD.** - Es el derecho que tienen los ciudadanos a su movilización y de sus bienes, debiendo por consiguiente todo el sistema de transporte en general responder a este fin.
- **COMODIDAD.** - Constituye parte del nivel de servicio que las operadoras de transporte terrestre de pasajeros y bienes deberán cumplir y acreditar, de conformidad a las normas, reglamentos técnicos y homologaciones que para cada modalidad y sistema de servicio estuvieren establecidas por la Agencia Nacional de Tránsito.

- **CONTINUIDAD.** - Conforme a lo establecido en sus respectivos contratos de operación, permisos de operación, autorizaciones concedidas por el Estado sin dilaciones e interrupciones.
- **SEGURIDAD.** - El Estado garantizará la eficiente movilidad de transporte de pasajeros y bienes, mediante una infraestructura vial y de servicios adecuada, que permita a los operadores a su vez, garantizar la integridad física de los usuarios y de los bienes transportados respetando las regulaciones pertinentes.
- **CALIDAD.** - Es el cumplimiento de los parámetros de servicios establecidos por los organismos competentes de transporte terrestre, tránsito y seguridad vial y demás valores agregados que ofrezcan las operadoras de transporte a sus usuarios.
- **ESTANDARIZACION.** - A través del proceso técnico de homologación establecido por la ANT, se verificará que los vehículos que ingresan al parque automotor cumplan con las normas y reglamentos técnicos de seguridad, ambientales y de comodidad emitidos por la autoridad, permitiendo establecer un estándar de servicio a nivel nacional.
- **MEDIO AMBIENTE.** - El estado garantizará que los vehículos que ingresan al parque automotor a nivel nacional cumplan con normas ambientales y promoverá la aplicación de nuevas tecnologías que permitan disminuir la emisión de gases contaminantes de los vehículos.

## **TITULO II**

### **DEL SERVICIO DE TRANSPORTE TERRESTRE**

#### **CAPITULO I**

#### **DE LA CONSTITUCIÓN DE COMPAÑÍAS Y COOPERATIVAS DE TRANSPORTE**

**Art. 53.-** Las compañías y cooperativas que vayan a prestar servicios de transporte terrestre público o comercial, antes de constituirse, deberán obtener un informe previo favorable emitido por la ANT. El departamento técnico correspondiente realizará los estudios de factibilidad, que serán puestos a consideración del Director Ejecutivo de la Agencia para la emisión del informe previo, el mismo que será remitido al Directorio de la Agencia para su aprobación final, en caso de ser procedente.

El procedimiento y los requisitos para la obtención de estos informes serán regulados por la ANT.

Los informes previos tendrán una vigencia de 90 días.

Las operadoras podrán constituirse, en el caso de compañías, exclusivamente como sociedades de responsabilidad limitada, anónimas o de economía mixta.

## **CAPITULO II**

### **CLASES DEL TRANSPORTE TERRESTRE**

**Art. 54.-** El servicio de transporte terrestre público consiste en el traslado de personas, con o sin sus efectos personales, de un lugar a otro dentro de los ámbitos definidos en este reglamento, cuya prestación estará a cargo del Estado. En el ejercicio de esta facultad, el Estado decidirá si en vista de las necesidades del usuario, la prestación de dichos servicios podrá delegarse, mediante contrato de operación, a las compañías o cooperativas legalmente constituidas para este fin.

En las normas INEN y aquellas que, expedida la Agencia Nacional de Tránsito respecto del servicio de carácter público, se contemplarán, entre otros aspectos de prevención y seguridad el color, de ser el caso diferenciado y unificado según el tipo, la obligatoriedad de contar con señales visuales adecuadas tales como distintivos, el número de placa en el techo del vehículo, accesos y espacios adecuados y el cumplimiento de normas de seguridad apropiadas respecto de los pasajeros.

**Art. 55.-** El servicio de transporte terrestre comercial consiste en trasladar a terceras personas y/o bienes, de un lugar a otro, dentro del ámbito señalado en este Reglamento. La prestación de este servicio estará a cargo de las compañías o cooperativas legalmente constituidas y habilitadas para este fin. Esta clase de servicio será autorizado a través de permisos de operación.

En las normas INEN y aquellas que, expedida la Agencia Nacional de Tránsito respecto del servicio de carácter comercial, se contemplarán, entre otros aspectos de prevención y seguridad, el color, de ser el caso diferenciado y unificado según el tipo, la obligatoriedad de contar con señales visuales adecuadas tales como distintivos, el número de placa en el techo del vehículo, accesos y espacios adecuados y el cumplimiento de normas de seguridad apropiadas respecto de los pasajeros.

**Art. 56.-** El servicio por cuenta propia consiste en el traslado de personas o bienes dentro y fuera del territorio nacional realizado en el ejercicio de las actividades comerciales propias, para lo cual se deberá obtener una autorización.

Los vehículos que se utilicen para esta clase de servicio, deberán ser de propiedad y estar matriculados a nombre de las personas naturales o jurídicas que presten este servicio. Los vehículos que consten matriculados a nombre de una persona natural o jurídica diferente, no podrán prestar el servicio de transporte por cuenta propia.

**Art. 58.-** Los vehículos que sean alquilados en las compañías de renta de vehículos deberán registrarse obligatoriamente a nombre de la persona jurídica que cuente con la autorización de funcionamiento, sólo podrán destinarse al transporte particular y por ningún motivo podrán realizar servicio público, comercial o por cuenta propia. El Director Ejecutivo de la ANT autorizará el funcionamiento de estas compañías cuando las mismas hayan cumplido con los requisitos que establezca el Directorio de la ANT mediante Resolución.

## **CAPITULO V**

### **DE LOS TIPOS DE TRANSPORTE**

#### **SECCIÓN I**

##### **DE LOS TIPOS DE TRANSPORTE PÚBLICO DE PASAJEROS**

**Art. 61.-** El servicio de transporte terrestre público de pasajeros, puede ser de los siguientes tipos: 1. Transporte colectivo. - Destinado al traslado colectivo de personas, que pueden tener estructura exclusiva ó no y puedan operar sujetos a itinerario, horario, niveles de servicio y política tarifaria. 2. Transporte masivo. - Destinado al traslado masivo de personas sobre infraestructuras exclusivas a nivel, elevada o subterránea, creada específica y únicamente para el servicio; que operen sujetos a itinerario, horario, niveles de servicio y política tarifaria. El transporte público de pasajeros, en todos sus ámbitos, se hará en rutas definidas por un origen, un destino y puntos intermedios, resultantes de un análisis técnico y un proyecto sustentado, sujetos a una tarifa fijada.

#### **SECCIÓN II**

##### **DE LOS TIPOS DE TRANSPORTE COMERCIAL**

**Art. 62.-** El servicio de transporte terrestre comercial de pasajeros y/o bienes (mercancías), puede ser de los siguientes tipos:

1. Transporte Escolar e Institucional: Consiste en el traslado de estudiantes desde sus domicilios hasta la institución educativa y viceversa; y en las mismas condiciones al personal de una institución o empresa pública o privada. Deberán cumplir con las disposiciones del reglamento emitido para el efecto por la ANT y las ordenanzas que emitan los GADs. En casos excepcionales donde el ámbito de operación sea interregional, interprovincial o interprovincial, su permiso de operación deberá ser otorgado por el organismo que haya asumido la competencia en las circunscripciones territoriales donde preste el servicio, o en su ausencia, por la Agencia Nacional de Tránsito.

Como parte de las normas de prevención y seguridad para el traslado de niños, niñas y adolescentes, los vehículos de transporte escolar estarán sujetos a límites de velocidad y condiciones de manejo, el uso de señales y distintivos que permitan su debida identificación y permitan alertar y evitar riesgos durante su operación y accidentes de tránsito, así como contar con espacios adecuados, dispositivos homologados de seguridad infantil y cinturones de seguridad según el tipo de pasajeros.

2. Taxi: Consiste en el traslado de terceras personas a cambio de una contraprestación económica desde un lugar a otro dentro del ámbito intracantonal autorizado para su operación, y excepcionalmente fuera de ese ámbito cuando sea requerido por el pasajero. Se realizará en vehículos automotores autorizados para ese efecto con capacidad de hasta cinco pasajeros incluido el conductor. Deberán cumplir las exigencias definidas en el reglamento específico emitido para el efecto y las ordenanzas que emitan los GADs. Además, contarán con equipamiento (taxímetros) para el cobro de las tarifas respectivas, durante todo el recorrido y tiempo que fueren utilizados por los pasajeros, los mismos que serán utilizados obligatoriamente a nivel nacional, de tecnología homologada y certificada por la ANT o por los GADs que hayan asumido las competencias, cumpliendo siempre con las regulaciones de carácter nacional emitidas por la ANT de acuerdo a este Reglamento y las normas INEN.

Se divide en dos subtipos:

Convencionales: Consiste en el traslado de terceras personas mediante la petición del servicio de manera directa en las vías urbanas, en puntos específicos definidos dentro del mobiliario urbano (paradero de taxi), o mediante la petición a un centro de llamadas.

Ejecutivos: Consiste en el traslado de terceras personas mediante la petición del servicio, exclusivamente, a través de un centro de llamadas, siendo el recorrido autorizado el solicitado por el cliente.

3. Servicio alternativo-excepcional: Consiste en el traslado de terceras personas desde un lugar a otro en lugares donde sea segura y posible su prestación, sin afectar el transporte público o comercial. Los sectores urbano-marginales y rurales donde podrá operar esta clase de servicio serán definidos por los Municipios respectivos. Los títulos habilitantes serán responsabilidad de la Agencia Nacional de Tránsito, o de los GADs que hayan asumido la competencia, según el caso. Las características técnicas y de seguridad del servicio de transporte alternativo-excepcional y de los vehículos en que se preste será regulado por la Agencia Nacional de Tránsito que dictará el reglamento específico.
4. Carga liviana: Consiste en el traslado de bienes en vehículos de hasta 3.5 toneladas de capacidad de carga, desde un lugar a otro de acuerdo a una contraprestación económica. Deberán estar provistos de una protección adecuada a la carga que transporten.
5. Transporte mixto: Consiste en el transporte de terceras personas y sus bienes en vehículos de hasta 1.2 toneladas de capacidad de carga, desde un lugar a otro, de acuerdo a una contraprestación económica, permitiendo el traslado en el mismo vehículo de hasta 5 personas (sin incluir el conductor) que sean responsables de estos bienes, sin que esto obligue al pago de valores extras por concepto de traslado de esas personas, y sin que se pueda transportar pasajeros en el cajón de la unidad (balde de la camioneta). Deberán estar provistos de una protección adecuada a la carga que transporten.
6. Carga Pesada: Consiste en el transporte de carga de más de 3.5 toneladas, en vehículos certificados para la capacidad de carga que se traslade, y de acuerdo a una contraprestación económica del servicio.
7. Turismo: Consiste en el traslado de personas que se movilizan dentro del territorio ecuatoriano con motivos exclusivamente turísticos y se regirá por su propio Reglamento.

## **CAPITULO VI**

### **DE LOS VEHÍCULOS PERMITIDOS SEGÚN LA CLASES Y AMBITO DEL TRANSPORTE TERRESTRE**

**Art. 63.-** Los servicios de transporte terrestre de acuerdo a su clase, tipo y ámbito podrán prestarse en los siguientes vehículos, cuyas características se establecerán en la reglamentación y normas INEN vigentes:

#### **1. TRANSPORTE TERRESTRE PUBLICO:**

##### **1.1. Transporte Intracantonal. -**

- a) Transporte Colectivo: Buses y minibuses. Los mismos que pueden ser convencionales, de entrada, baja o piso bajo.
- b) Transporte Masivo: Tranvías, monorriel, metros, trolebuses, buses articulados y buses biarticulados.

1.2. Transporte Interprovincial. - Buses y minibuses y buses tipo costa.

1.3. Transporte Intrarregional e Interprovincial. - Buses y minibuses y buses tipo costa.

1.4. Transporte Internacional y Fronterizo. - Buses.

#### **2. TRANSPORTE TERRESTRE COMERCIAL:**

##### **2.1. Transporte Intracantonal. -**

- a) Transporte Escolar e Institucional: Furgonetas, microbuses, mini buses y buses
- b) Taxis:
  - b.1) Convencional: Automóvil de 5 pasajeros, incluido el conductor.
  - b.2) Ejecutivo: Automóvil de hasta 5 pasajeros, incluido el conductor.
- c) Servicio alternativo-excepcional: Tricimotos, mototaxis, triciclos motorizados (vehículos de tres ruedas).
- d) Carga liviana: Vehículos tipo camioneta de cabina sencilla con capacidad de carga de hasta 3.5 toneladas.
- e) Carga pesada: Vehículos y sus unidades de carga, con capacidad de carga de más de 3.5 toneladas.

f) Fronterizo: el mismo que se regulará por los acuerdos internacionales vigentes.

## **CAPITULO VIII**

### **TITULOS HABILITANTES DE TRANSPORTE TERRESTRE**

#### **SECCIÓN I**

##### **GENERALIDADES**

**Art. 65.-** Títulos habilitantes. - Son los instrumentos legales mediante los cuales la Agencia Nacional de Tránsito, las Unidades Administrativas, o los GADs, en el ámbito de sus competencias, autorizan la prestación de los servicios de transporte terrestre público, comercial y por cuenta propia, de personas o bienes, según el ámbito de servicio de transporte que corresponda, en el área asignada.

Además de los requisitos establecidos en la Ley y el presente Reglamento, se observarán aquellos que mediante regulación establezca la ANT.

Los títulos habilitantes previstos en esta Sección se otorgarán nominalmente y no son disponibles o negociables por su titular, por encontrarse fuera del comercio, en consecuencia, no podrán ser objeto de medidas cautelares o de apremio, arrendamiento, cesión o, bajo cualquier figura, transferencia o traspaso de su explotación o uso.

**Art. 67.-** Permiso de operación: es el título habilitante mediante el cual el Estado concede a una persona jurídica, que cumple con los requisitos legales, la facultad de establecer y prestar los servicios de transporte terrestre comercial de personas y/o bienes en los ámbitos y vehículos definidos en el artículo 63 de este Reglamento.

**Art. 68.-** Autorización: Es la facultad que otorga el Estado a una persona natural o jurídica, que cumpla con los requisitos legales, para satisfacer la necesidad de movilización de personas o bienes dentro del ámbito de actividades comerciales exclusivas, mediante el uso de sus propios vehículos matriculados a nombre de la persona natural o jurídica que preste el servicio. La autoridad competente que deberá entregar este título habilitante es aquella responsable del ámbito en el que se vaya a realizar la operación. (Correa Delgado, REGLAMENTO A LEY DE TRANSPORTE TERRESTRE TRANSITO Y SEURIDAD VIAL Decreto Ejecutivo 1196, 2013)

## **LIBRO III**



## **DEL TRANSITO Y LA SEGURIDAD VIAL**

### **TITULO I**

#### **DE LAS LICENCIAS DE CONDUCIR**

##### **CAPITULO II**

#### **DE LAS CATEGORIAS Y TIPOS DE LICENCIAS**

**Art. 132.-** Las licencias para conducir serán de las siguientes categorías: No profesionales, Profesionales y Especiales:

A. No profesionales:

1. Tipo A: Para conducción de vehículos motorizados como: ciclomotores, motocicletas, tricicar, cuadrones;
2. Tipo B: Para automóviles y camionetas con acoplados de hasta 1,75 toneladas de carga útil o casas rodantes.

Excepcionalmente, los automóviles y camionetas con acoplados de hasta 1.75 toneladas de carga útil de propiedad del Estado, podrán ser conducidos por los funcionarios y servidores públicos que posean licencia tipo B en las circunstancias y cumpliendo con los requisitos determinados en la normativa aplicable expedida por la contraloría General del Estado;

3. Tipo F: Para automotores especiales adaptados de acuerdo con discapacidad.

B. Profesionales:

1. Tipo C1: Para vehículos policiales, ambulancias militares, municipales, y en general todo vehículo del Estado ecuatoriano de emergencia y control de seguridad.
2. Tipo C: Para taxis convencionales, ejecutivos, camionetas livianas o mixta hasta 3.500 kg, hasta 8 pasajeros; vehículos de transporte de pasajeros de no más de 25 asientos y los comprendidos en el tipo B.
3. Tipo D1: Para escolares- institucional y turismo, hasta 45 pasajeros.
4. Tipo D: Para servicio de pasajeros (intracantonales, interprovinciales, interprovinciales, intrarregionales y por cuenta propia); y para vehículos del Estado ecuatoriano comprendidos en el tipo B y no considerados en el tipo C1.

5. Tipo E1: Para ferrocarriles, auto ferros, motobombas, trolebuses, para transportar mercancías o sustancias peligrosas y otros vehículos especiales.

6. Tipo E: Para camiones pesados y extrapesados con o sin remolque de más de 3,5 toneladas, tráiler, volquetas, tanqueros, plataformas públicas, cuenta propia, otros camiones y estatales con estas características.

7. Tipo G: Para maquinaria agrícola, maquinaria pesada, equipos camineros (tractores, motos niveladoras, retroexcavadoras, montacargas, palas mecánicas y otros).

8. Tipo A1: Para conducir mototaxis o tricimotos de servicio comercial, y los del tipo A.

Las licencias comprendidas en la categoría profesional habilitan también conducir los vehículos especificados en el tipo B.

C. Especiales: 1. Permiso internacional de conducir.

2. Licencia de conductor andino. (Correa Delgado, REGLAMENTO A LEY DE TRANSPORTE TERRESTRE TRANSITO Y SEGURIDAD VIAL DECRETO EJECUTIVO 1196, 2012)

### **TITULO III**

## **DE LA CIRCULACION, ESTACIONAMIENTO, LUCES Y LIMITES DE VELOCIDAD**

### **CAPITULO I**

#### **DEL USO DE LA VIA PUBLICA**

**Art. 162.-** Las calzadas son para uso exclusivo de los vehículos. Excepcionalmente podrán ser usadas por los peatones cuando los sitios destinados para su circulación se encuentren obstruidos.

En este caso, deberán hacerlo extremando las precauciones necesarias para transitar con seguridad.

**Art. 163.-** Las aceras son para uso exclusivo de los peatones. Excepcionalmente podrán ser utilizadas por los vehículos para atravesarlas para ingresar o salir de los estacionamientos.

**Art. 164.-** Las bermas sólo podrán ser usadas por los vehículos, con precaución, para circulación de emergencia y detenciones de igual carácter. Los peatones podrán usarlas para transitar de frente al sentido de la circulación, cuando no existan otras zonas transitables más seguras.

**Art. 165.-** La Agencia Nacional de Tránsito o los GADs, en el ámbito de sus competencias podrán establecer limitaciones al uso o circulación de peatones, vehículos y animales o al estacionamiento vehicular.

## **CAPITULO II**

### **DE LA CIRCULACION VEHICULAR**

**Art. 166.-** Los conductores en general están obligados a portar su licencia, permiso o documento equivalente, la matrícula y la póliza de Seguro Obligatorio de Accidentes (SOAT) vigente, y presentarlos a los agentes y autoridades de tránsito cuando fueren requeridos.

Los conductores extranjeros y los ecuatorianos residentes en el exterior que circulen con licencias emitidas en sus países de residencia portarán, además, su pasaporte o la copia notariada del mismo, en donde conste la visa o el sello de ingreso en el que se determine el tiempo de permanencia en el país. Las licencias extranjeras que no estén en idioma español deberán estar acompañadas de la correspondiente traducción, de conformidad con lo dispuesto en el artículo 24 de la Ley de Modernización del Estado.

**Art. 167.-** En todas las vías del país, las indicaciones de los agentes de tránsito prevalecerán sobre cualquier dispositivo regulador y señales de tránsito.

**Art. 168.-** Todos los vehículos deberán tener cinturones de seguridad para los ocupantes. Estarán exentos de esta obligación los buses de transporte intracantonal para los pasajeros, excepto el conductor.

### **REGLAMENTO A LEY DE TRANSPORTE TERRESTRE**

**Art. 169.-** En el transporte público de pasajeros, los conductores circularán con las puertas cerradas y únicamente la abrirán para dejar o recoger pasajeros en los sitios establecidos para el efecto.

**Art. 170.-** Todos los vehículos motorizados deberán disponer de:

1. Un botiquín para primeros auxilios con: alcohol antiséptico, agua oxigenada, gasa, algodón, vendas (una triangular y una longitudinal no flexible), esparadrapo poroso, analgésicos orales, tijeras y guantes de látex;
2. Caja de herramienta básica con: linterna, juego de desarmadores, alicates, juego de llaves, cables de corriente, cinta aislante, etc.;
3. Llantas de emergencia en condiciones operables, llave de ruedas y gata;

4. Extintor de incendios con capacidad mínima de 10 kg., de polvo químico seco para vehículos pesados, y para vehículos livianos inferior a 10 kg;

5. Dos triángulos de seguridad con las siguientes especificaciones:

a) Triángulo equilátero metálico o plástico, vacío interiormente con franjas perimetrales de 5 cm. de ancho y una longitud de 50 cm. por lado, las franjas del triángulo deberán ser de color rojo retro reflectivo con un mínimo de 98cd/lux/m<sup>2</sup> en sus dos lados.

b) La señal deberá estar equipada con una base que le permita apoyarse establemente en el plano de la vía pública en posición perpendicular, en un ángulo no superior de los 10 grados hacia atrás entre el plano de la señal y el plano perpendicular de la calzada.

**Art. 171.-** Si como resultado de un accidente de tránsito quedare abandonado un vehículo, se procederá a la aprehensión del mismo y será puesto a órdenes del fiscal a fin de que dé inicio a las investigaciones pertinentes.

En los demás casos se entiende por abandono del vehículo, el hecho de dejarlo en la vía pública sin conductor o en sitios donde no esté prohibido el estacionamiento, por un espacio mayor de 24 horas.

En los sitios prohibidos para el estacionamiento, se considera abandonado el vehículo transcurrido 5 minutos después de haberlo dejado el conductor. Los vehículos abandonados o estacionados en contravención a lo dispuesto en este Reglamento serán conducidos a los patios de retención vehicular de las Unidades Administrativas o de los GADs, según el caso. Los gastos del traslado y de bodegaje del vehículo serán de cargo del contraventor.

**Art. 172.-** Se prohíbe la circulación de un vehículo con los neumáticos en mal estado (roturas, lisas, deformaciones), o cuya banda de rodadura tenga un labrado inferior a 1.6 mm.

El agente de tránsito para poder imponer las sanciones previstas en los artículos 135.1 y 142.j) deberá portar el instrumento de medición que le permita determinar el nivel de desgaste de las llantas.

**Art. 173.-** Se prohíbe la circulación de los vehículos automotores, bicicletas, motos y similares en las playas del país, con las siguientes excepciones:

1. Cuando las Unidades Administrativas o los GADs lo autoricen, ante una necesidad de comunicación y por no existir otra vía alterna en condiciones de circulación aceptable; 2.

Para sacar o introducir embarcaciones al mar;

3. En caso de emergencia o en las que se requieran acciones para proteger vidas humanas;

4. En el caso de los vehículos que ingresan a la playa, con la finalidad de cargar productos provenientes de la pesca o para desarrollar otras actividades laborables; y, 5. Los cuadrones y bicicletas de las autoridades de control.

**Art. 174.-** Se prohíbe dentro del área intracantonal el uso de la bocina y de dispositivos sonoros, que sobrepasen los límites permitidos.

## **REGLAMENTO A LEY DE TRANSPORTE TERRESTRE**

**Art. 175.-** Los conductores, en áreas intracantonales, deberán mantener una distancia prudencial mínima de 3 metros con respecto al vehículo al que antecedan en el mismo carril, de tal forma que le permita detenerse con seguridad ante cualquier emergencia. En áreas perimetrales y rurales, para observar esta distancia se considerará: la velocidad, estado del vehículo, condiciones ambientales, el tipo, condiciones y topografía de la vía, y el tránsito existente al momento de la circulación. Los vehículos, en sus desplazamientos, mantendrán una distancia lateral de seguridad mínima de 1.5 metros y una mayor distancia cuando rebasen o adelanten a ciclistas, motociclistas y carretas.

Deberán además conducir en los carriles o vías asignados para el efecto.

**Art. 176.-** Ninguna de las unidades que presten servicio de transporte público o comercial tendrá chasis reconstruido.

## **CAPITULO III**

### **DE LAS PLACAS DE IDENTIFICACION VEHICULAR**

**Art. 177.-** Todo vehículo para circular por las vías del país, además de los títulos habilitantes correspondientes, deberá portar dos placas de identificación vehicular, que serán reguladas y autorizadas exclusivamente por la Agencia Nacional de Tránsito, de conformidad con el reglamento que se dicte su Directorio para el efecto. Las placas de identificación vehicular serán otorgadas por la (sic) Agencia Nacional de Tránsito, sus Unidades Administrativas Regionales o Provinciales, o por los GADs, las mismas que deberán ser colocadas en la parte anterior y posterior del vehículo, en los sitios especialmente destinados por el fabricante y bajo una luz blanca que facilite su lectura en la oscuridad.

Los vehículos que circularen sin portar las dos placas, o con una sola, serán retenidos hasta que su propietario presente e instale las placas en el vehículo.

Las placas de identificación vehicular constituyen instrumentos públicos, y su

manipulación o alteración será sancionada de conformidad con el artículo 339 del Código Penal.

#### **CAPITULO IV DEL ESTACIONAMIENTO**

**Art. 178.-** Al abrir las puertas de un vehículo estacionado se deberán tomar todas las precauciones necesarias a fin de evitar peligros para los demás usuarios de la vía pública.

**Art. 179.-** Está prohibido a los conductores estacionar su vehículo: 1. En los sitios en que las señales reglamentarias lo prohíban; 2. Sobre las aceras y rampas destinadas a la circulación de peatones; 3. En doble columna, respecto de otros ya estacionados, junto a la acera o cuneta en la carretera; 4. Al costado o lado opuesto de cualquier obstrucción de tránsito, excavación o trabajos que se efectúen en la calzada; 5. Dentro de una intersección; 6. En curvas, puentes, túneles, zonas estrechas de la vía, pasos a nivel, pasos deprimidos y sobre nivel, en cambio de rasante, pendientes, líneas y cruces de ferrocarril; 7. Obstruyendo el paso a entradas de garajes, rampas para entrada y salida de vehículos; 8. Frente a recintos militares y policiales; 9. Por más tiempo del autorizado por las señales reglamentarias en los sitios determinados para el efecto; 10. Dentro de las horas establecidas por los dispositivos de tránsito o señales correspondientes;

#### **REGLAMENTO A LEY DE TRANSPORTE TERRESTRE**

11. A una distancia menor de 12 m. del punto de intersección (PI) de una bocacalle, de las entradas de hospitales o centros de asistencia médica, cuerpos de bomberos o hidrantes de servicio contra incendios; 12. A menos de 20 m. de un cruce ferroviario a nivel; 13. Sobre o junto a un parterre central o isla de seguridad; 14. Dentro de 9 m. del lado de aproximación a un cruce peatonal intermedio; y, 15. A menos de 3 m. de las puertas de establecimientos educativos, teatros, iglesias, salas de espectáculos, hoteles, hospitales, entre otros. 16. Parar o estacionar en vías urbanas o carreteras el vehículo en lugares no autorizados para abordar o dejar pasajeros, hacerlo sin ocupar adecuadamente el espacio asignado o

en el espacio adyacente a aquellos.

**Art. 180.-** Para garantizar la seguridad de los estudiantes en la transportación escolar, los vehículos destinados a este servicio reunirán las condiciones técnico-mecánicas establecidas por las normas INEN, las estipuladas en el reglamento específico que para el efecto emita la Agencia Nacional de Tránsito y demás regulaciones emitidas por los GADs competentes, dentro de su jurisdicción.

**Art. 181.-** Cuando por cualquier daño un vehículo se quedare inmovilizado, los conductores tomarán medidas de prevención; en áreas rurales colocarán los triángulos de seguridad en la parte delantera y posterior, a una distancia del vehículo entre 50 y 150 metros; y en áreas urbanas entre 7 y 10 metros.

**Art. 182.-** En ningún caso en las áreas urbanas los puentes peatonales, vehiculares, señalización aérea o cualquier otro elemento podrán ubicarse a una altura inferior a 5 m. y en áreas rurales, perimetrales y vías de primer orden a menos de 6 m.

**Art. 183.-** El sistema de escape respetará el diseño original del fabricante, el cual debe ser de una sola salida sin la apertura de orificios u otros ramales de la tubería de escape, no debe disponer de cambios de dirección bruscos, evitando de esta manera incrementar la contrapresión en el escape del motor. De existir modificaciones, estas deben cumplir con las recomendaciones del manual de carrozado del fabricante del chasis. La salida debe estar ubicada en la parte posterior inferior fuera de la carrocería con dirección hacia el suelo.

## **CAPITULO V**

### **DE LOS DISPOSITIVOS PARA MANTENER Y MEJORAR LA VISIBILIDAD**

**Art. 184.-** Los dispositivos de alumbrado luces de todo tipo de vehículo en cuanto a ubicación, tamaño, cantidad, luminosidad, color proyectado, intensidad y forma, así como también los espejos retrovisores y señalización luminosa deberán cumplir con las especificaciones establecidas en la norma técnica ecuatoriana NTE INEN 1155. Los dispositivos de alumbrado de las unidades de carga en cuanto a ubicación, tamaño, cantidad y luminosidad deberán cumplir con las especificaciones establecidas en la norma técnica ecuatoriana NTE INEN 1155 vigente.

**Art. 185.-** Todo vehículo deberá llevar sus luces encendidas, entre las 18h00 y las 06h00 del día siguiente y, obligatoriamente, entre las 06h00 y las 18h00 si las condiciones atmosféricas (neblina, lluvia,) lo exigen. Los vehículos motorizados durante las horas indicadas en el inciso anterior, deberán

circular dentro del área urbana con las luces bajas, salvo que el sitio por donde circulen carezca de alumbrado público.

**Art. 186.-** Todo vehículo que circule en una vía determinada para «contraflujo», deberá obligatoriamente circular con luces bajas durante su trayecto.

## **REGLAMENTO A LEY DE TRANSPORTE TERRESTRE**

**Art. 187.-** Los vehículos automotores de cuatro o más ruedas deberán estar provistos de las luces siguientes:

1. Dos faros delanteros, ubicados simétricamente a cada lado con tipo de alumbrado bajo y alto de color blanco o amarillo según la norma INEN NTE 1155.
2. Luces indicadoras delanteras, de posición, direccionales, emergencia y volumen deben ser de intensidad baja, en la cantidad, color y ubicación de acuerdo al tipo de vehículo según la norma INEN NTE 1155.
3. Las luces indicadoras laterales, de posición, direccionales, emergencia y de volumen deben ser de intensidad menor o igual a las luces indicadoras delanteras, en la cantidad, color y ubicación de acuerdo al tipo de vehículo según la norma INEN NTE 1155.
4. Las luces indicadoras posteriores, de posición, direccionales, emergencia, volumen, reversa, freno y luz de la placa de matrícula, deben ser de intensidad, cantidad, color y ubicación de acuerdo al tipo de vehículo según la norma INEN NTE 1155.
5. Catadióptricos, ubicados según la forma, dimensiones y color según el tipo de vehículos y unidad de carga conforme lo establece la norma INEN NTE 1155.

**Art. 188.-** Los faros neblineros deberán colocarse en el guarda choque delantero en un número no mayor de dos, y su uso estará limitado para aquellos lugares que por circunstancias adversas o inseguras sea indispensable su empleo. Queda prohibido la instalación de luces extras no definidas dentro de las normas INEN como luces estroboscópicas, las mismas que en caso de disponerlas deberán ser retiradas por la autoridad. Se exceptúan vehículos especiales y de emergencia como ambulancias, de bomberos, policías y los demás que defina la autoridad dentro de este tipo.

**Art. 189.-** En las carreteras los conductores cambiarán de luz intensa a baja, en los siguientes casos: 1. Cuando circulen aproximadamente a 200 metros de un vehículo que viene en sentido contrario; 2. Cuando circulen a una distancia de 200 metros por detrás de otro vehículo; 3. Cuando un vehículo que viene en sentido contrario realice el cambio de luces de intensa a baja; y, 4. En cumplimiento de una señal regulatoria de cambio de luces.



## CAPITULO VI

### DE LOS LIMITES DE VELOCIDAD

**Art. 190.-** Las Unidades Administrativas y los GADs, en sus correspondientes jurisdicciones territoriales, determinarán los límites máximos de velocidad en las diferentes vías del país, pero de manera general se sujetarán a los límites establecidos en el presente capítulo.

**Art. 191.-** Los límites máximos y rangos moderados de velocidad vehicular permitidos en las vías públicas, con excepción de trenes y autocarriles, son los siguientes:

1. Para vehículos livianos, motocicletas y similares:

Tipo de Límite Rango Fuera del

Vía máximo moderado rango moderado

(Art. 142.g (Art. 145.e

de la Ley) de la Ley)

Urbana 50 Km/h mayor que 50 Km/h mayor que 60

– menor o igual km/h

que 60 Km/h

Perimetral 90 Km/h mayor que 90 Km/h mayor que 120

– menor o igual Km/h

REGLAMENTO A LEY DE TRANSPORTE TERRESTRE Página 40

que 120 km/h

Rectas en 100 Km/h mayor que 100 Km/h mayor que

carreteras – menor o igual 135 Km/h

que 135 Km/h

Curvas en 60 Km/h mayor que 60 Km/h mayor que 75

Carreteras – menor o igual Km/h

que 75 Km/h

2. Para vehículos de transporte público de pasajeros:

Tipo de Límite Rango Fuera del

Vía máximo moderado rango moderado

(Art. 142.g (Art. 145.e

de la Ley) de la Ley)

Urbana 40 Km/h mayor que 40 Km/h mayor que 50

– menor o igual km/h

que 50 Km/h

Perimetral 70 Km/h mayor que 70 Km/h mayor que 100

– menor o igual Km/h

que 100 km/h

Rectas en 90 Km/h mayor que 90 Km/h mayor que

Carreteras – menor o igual 115 Km/h

que 115 Km/h

Curvas en 50 Km/h mayor que 50 Km/h mayor que 65

Carreteras – menor o igual Km/h

que 65 Km/h

3. Para vehículos de transporte de carga:

Tipo de Límite Rango Fuera del

vía máximo moderado rango moderado

(Art. 142.g (Art. 145.e

de la Ley) de la Ley)

Urbana 40 Km/h mayor que 40 Km/h mayor que 50

– menor o igual km/h

que 50 Km/h

Perimetral 70 Km/h mayor que 70 Km/h mayor que 95

– menor o igual Km/h

que 95 km/h

Rectas en 70 Km/h mayor que 70 Km/h mayor que

Carreteras – menor o igual 100 Km/h

que 100 Km/h

Curvas en 40 Km/h mayor que 40 Km/h mayor que 60

Carreteras – menor o igual Km/h

que 60 Km/h

## **REGLAMENTO A LEY DE TRANSPORTE TERRESTRE**

Las señales de tránsito deberán indicar tanto el límite de velocidad máximo como los rangos moderados. En caso de discrepancia entre los límites y rangos aquí indicados y los que se establezcan en las señales de tránsito, prevalecerán estas últimas. La Agencia Nacional de Tránsito y los GADs de ser el caso y manteniendo la debida coordinación, podrán establecer límites menores de velocidad, por razones de prevención

y seguridad, así por ejemplo para el transporte escolar, o, en áreas de seguridad o carga, o limitar el acceso a determinadas vías respecto de determinado tipo de vehículos.

**Art. 192.-** Los límites máximos de velocidad señalados en el artículo anterior, serán observados en vías rectas y a nivel, y en circunstancias que no atenten contra la seguridad de otros usuarios.

**Art. 193.-** Todos los vehículos al aproximarse a una intersección no regulada, circularán a una velocidad máxima de 30 Km/h., de igual forma cuando circulen por las zonas escolares, siendo el rango moderado en estos casos 35 km/h.

**Art. 194.-** Se prohíbe conducir a velocidad reducida de manera tal que impida la circulación normal de otros vehículos, salvo que la velocidad sea necesaria para conducir con seguridad o en cumplimiento de disposiciones reglamentarias. (Correa Delgado, REGLAMENTO A LEY DE TRANSPORTE TERRESTRE TRANSITO Y SEGURIDAD VIAL DECRETO EJECUTIVO 1196, 2012)

### ANEXO 3.

#### Corrida del Programa

- Ruta Actual A
- ✓ Vehículo 2 (8:00 – 18:00h), vehículo 3 (7:00 – 14:00h), vehículo 10 (7:00 – 15:00h) y vehículo 11 (8:00 – 18:00h)

```
from sklearn.neighbors import DistanceMetric
from math import radians
import pandas as pd
import numpy as np
```

```
#Leer el documento de Excel y almacenar los datos en la variable data
data = pd.read_excel('Rutas A.xlsx')
```

```
#data.head()
```

```
data
```

	Nodo	Lugar	Latitud	Longitud
0	0	Tufiño	0.80088	-77.85514
1	1	Maspaz La Concepción	0.81322	-77.81121
2	2	Lagunas verdes del Volcán Chiles	0.80037	-77.92878
3	3	Chical	0.93762	-78.18776
4	4	Maldonado	0.89659	-78.09941
5	5	Plaza de Toros	0.79336	-77.85891
6	6	Santa Barbara de Car	0.80374	-77.80280
7	7	Hacienda Santa Cecilia	0.81592	-77.79885
8	8	Balneario Agua Ecuatorianas	0.80292	-77.86154
9	9	Guachucal	0.96027	-77.73045
10	10	Balneario Los Tres Chorros	0.82176	-77.71950

```
data['Latitud'] = np.radians(data['Latitud'])
data['Longitud'] = np.radians(data['Longitud'])
```

```
#Creamos una matriz bidimensional con la Latitud y la Longitud en radianes
data[['Latitud', 'Longitud']].to_numpy()
```

```
array([[ 0.01397799, -1.35882853],
       [ 0.01419337, -1.35806181],
       [ 0.01396909, -1.36011379],
       [ 0.01636456, -1.36463385],
       [ 0.01564845, -1.36309185],
       [ 0.01384674, -1.35889433],
       [ 0.01402791, -1.35791503],
       [ 0.01424049, -1.35784609],
       [ 0.0140136 , -1.35894023],
       [ 0.01675987, -1.35665228],
       [ 0.01434242, -1.35646117]])
```

```
dist = DistanceMetric.get_metric('haversine')
```

```
dist.pairwise(data[['Latitud', 'Longitud']].to_numpy())*6373
```

```

array([[ 0.          ,  5.07497938,  8.1903617 , 39.99766288, 29.1785198 ,
         0.93565746,  5.82988448,  6.48016164,  0.74709343, 22.50833616,
        15.26343052],
       [ 5.07497938,  0.          , 13.15387978, 44.10541428, 33.36733558,
         5.74667873,  1.40952566,  1.40708475,  5.71367967, 18.66021413,
        10.243986  ],
       [ 8.1903617 , 13.15387978,  0.          , 32.59864313, 21.78699551,
         7.80989703, 14.01637465, 14.55379737,  7.48373883, 28.33491058,
        23.39712974],
       [39.99766288, 44.10541428, 32.59864313,  0.          , 10.83402748,
        39.93887398, 45.32991266, 45.32208377, 39.25309787, 50.92189892,
        53.64913718],
       [29.1785198 , 33.36733558, 21.78699551, 10.83402748,  0.          ,
        29.10825197, 34.56711605, 34.61085185, 28.43304077, 41.6408113 ,
        43.06457515],
       [ 0.93565746,  5.74667873,  7.80989703, 39.93887398, 29.10825197,
         0.          ,  6.34640523,  7.13558737,  1.10285464, 23.42623971,
        15.82353239],
       [ 5.82988448,  1.40952566, 14.01637465, 45.32991266, 34.56711605,
         6.34640523,  0.          ,  1.42422747,  6.53363488, 19.18026803,
         9.47885355],
       [ 6.48016164,  1.40708475, 14.55379737, 45.32208377, 34.61085185,
         7.13558737,  1.42422747,  0.          ,  7.12066584, 17.76697912,
         8.84906005],
       [ 0.74709343,  5.71367967,  7.48373883, 39.25309787, 28.43304077,
         1.10285464,  6.53363488,  7.12066584,  0.          , 22.7789171 ,
        15.93588222],
       [22.50833616, 18.66021413, 28.33491058, 50.92189892, 41.6408113 ,
        23.42623971, 19.18026803, 17.76697912, 22.7789171 ,  0.          ,
        15.45450117],
       [15.26343052, 10.243986  , 23.39712974, 53.64913718, 43.06457515,
        15.82353239,  9.47885355,  8.84906005, 15.93588222, 15.45450117,
         0.          ]])

```

```

distance_matrix = pd.DataFrame(dist.pairwise(data[['Latitud','Longitud']].to_numpy()*6373)
distance_matrix.head()

```

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	0.000000	5.074979	8.190362	39.997663	29.178520	0.935657	5.829884	6.480162	0.747093	22.508336	15.263431
1	5.074979	0.000000	13.153880	44.105414	33.367336	5.746679	1.409526	1.407085	5.713680	18.660214	10.243986
2	8.190362	13.153880	0.000000	32.598643	21.786996	7.809897	14.016375	14.553797	7.483739	28.334911	23.397130
3	39.997663	44.105414	32.598643	0.000000	10.834027	39.938874	45.329913	45.322084	39.253098	50.921899	53.649137
4	29.178520	33.367336	21.786996	10.834027	0.000000	29.108252	34.567116	34.610852	28.433041	41.640811	43.064575

```
print(distance_matrix)

0 0.000000 5.074979 8.190362 39.997663 29.178520 0.935657
1 5.074979 0.000000 13.153880 44.105414 33.367336 5.746679
2 8.190362 13.153880 0.000000 32.598643 21.786996 7.809897
3 39.997663 44.105414 32.598643 0.000000 10.834027 39.938874
4 29.178520 33.367336 21.786996 10.834027 0.000000 29.108252
5 0.935657 5.746679 7.809897 39.938874 29.108252 0.000000
6 5.829884 1.409526 14.016375 45.329913 34.567116 6.346405
7 6.480162 1.407085 14.553797 45.322084 34.610852 7.135587
8 0.747093 5.713680 7.483739 39.253098 28.433041 1.102855
9 22.508336 18.660214 28.334911 50.921899 41.640811 23.426240
10 15.263431 10.243986 23.397130 53.649137 43.064575 15.823532

0 6 7 8 9 10
0 5.829884 6.480162 0.747093 22.508336 15.263431
1 1.409526 1.407085 5.713680 18.660214 10.243986
2 14.016375 14.553797 7.483739 28.334911 23.397130
3 45.329913 45.322084 39.253098 50.921899 53.649137
4 34.567116 34.610852 28.433041 41.640811 43.064575
5 6.346405 7.135587 1.102855 23.426240 15.823532
6 0.000000 1.424227 6.533635 19.180268 9.478854
7 1.424227 0.000000 7.120666 17.766979 8.849060
8 6.533635 7.120666 0.000000 22.778917 15.935882
9 19.180268 17.766979 22.778917 0.000000 15.454501
10 9.478854 8.849060 15.935882 15.454501 0.000000
```

```
"""Problema de enrutamiento de vehículos simple (VRP)

"""

from ortools.constraint_solver import routing_enums_pb2
from ortools.constraint_solver import pywrapcp

def create_data_model():
    """Datos de entrada del modelo"""
    #Llamaremos la matriz de distancia previamente obtenida
    #Emplearemos dos vehículos como lo indica el problema
    #Definiremos el nodo 0 como el depósito (Parada Tufiño)
    data = {}
    data['matriz_distancias'] = distance_matrix
    data['num_vehiculos'] = 2
    data['deposito'] = 0
    return data

def print_solution(data, manager, routing, solution):
    """Imprime la solución sobre la consola"""
    max_route_distance = 0
    for vehicle_id in range(data['num_vehiculos']):
        index = routing.Start(vehicle_id)
        plan_output = 'Ruta para el vehículo {}: \n'.format(vehicle_id)
        route_distance = 0
        while not routing.IsEnd(index):
            plan_output += '{} -> '.format(manager.IndexToNode(index))
            previous_index = index
            index = solution.Value(routing.NextVar(index))
            route_distance += routing.GetArcCostForVehicle(
                previous_index, index, vehicle_id)
            plan_output += '{} \n'.format(manager.IndexToNode(index))
            plan_output += 'Distancia de la ruta: {} km \n'.format(route_distance)
            print(plan_output)
            max_route_distance += route_distance
        max_route_distance = max(route_distance, max_route_distance)
    print('Distancia total de todas las rutas: {} km'.format(max_route_distance))

def main():
    """Punto de entrada del programa"""
    # Invocar la data de entrada.
    data = create_data_model()

    # Crea el administrador del índice de rutas.
    manager = pywrapcp.RoutingIndexManager(len(data['matriz_distancias']),
                                          data['num_vehiculos'], data['deposito'])

    # Crea el modelo de enrutamiento.
    routing = pywrapcp.RoutingModel(manager)

    # Crea y registra una devolución de llamada de distancia.
    def distance_callback(from_index, to_index):
        """Retorna la distancia entre dos nodos."""
        # Convierte desde la variable de ruta Index hasta la matriz de distancia NodeIndex.
        from_node = manager.IndexToNode(from_index)
        to_node = manager.IndexToNode(to_index)
        return data['matriz_distancias'][from_node][to_node]

    transit_callback_index = routing.RegisterTransitCallback(distance_callback)
```

```

# Define el costo de cada arco.
routing.SetArcCostEvaluatorOfAllVehicles(transit_callback_index)

# Adhiere la dimensión de distancia.
dimension_name = 'Distancia'
routing.AddDimension(
    transit_callback_index,
    0, # Sin holgura
    3000, # Distancia máxima de viaje del vehículo
    True, # Iniciar el acumulador en cero
    dimension_name)
distance_dimension = routing.GetDimensionOrDie(dimension_name)
distance_dimension.SetGlobalSpanCostCoefficient(100)

# Configurar los parámetros de búsqueda.
search_parameters = pywrapcp.DefaultRoutingSearchParameters()
search_parameters.first_solution_strategy = (
    routing_enums_pb2.FirstSolutionStrategy.PATH_CHEAPEST_ARC)

# Solucionador del problema.
solution = routing.SolveWithParameters(search_parameters)

# Imprimir la solución en la consola.
if solution:
    print_solution(data, manager, routing, solution)
else:
    print('No se encuentra solución !')

if __name__ == '__main__':
    main()

```

```

#Selección de vehículos aleatoriamente

import random

numbers = [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20]
for i in range(2):
    random_number = random.choice(numbers)
    print(random_number)

```

Ruta para el vehículo 0:  
 0 -> 8 -> 9 -> 10 -> 7 -> 1 -> 6 -> 0  
 Distancia de la ruta: 52km

Ruta para el vehículo 1:  
 0 -> 5 -> 2 -> 4 -> 3 -> 0  
 Distancia de la ruta: 77km

Distancia total de todas las rutas: 129km  
 3  
 10

- Ruta Actual B
- ✓ Vehículo 4 (10:00 – 18:00h), vehículo 5 (7:00 – 15:00h), vehículo 7 (9:00 – 17:00h) y vehículo 13 (9:00 – 17:00h)

```

from sklearn.neighbors import DistanceMetric
from math import radians
import pandas as pd
import numpy as np

```

```

#Leer el documento de Excel y almacenar Los datos en La variable data
data = pd.read_excel('Rutas B.xlsx')

```

```

#data.head()

```

```

data

```

	Nodo	Lugar	Latitud	Longitud
0	0	Tufiño	0.80088	-77.85514
1	1	La Playa	0.83257	-77.80873
2	2	Chiles	0.81319	-77.84756
3	3	El Consuelo	0.81974	-77.79618
4	4	El Rosal	0.82128	-77.73317
5	5	Ecoparque	0.82577	-77.76732
6	6	Chapuel	0.82042	-77.73936
7	7	Tulcan	0.81493	-77.71722
8	8	San Nicolas	0.81339	-77.80451
9	9	Unidad Educativa Tufiño	0.80202	-77.85036
10	10	Santa Barbara de Car	0.80374	-77.80280

```

data['Latitud'] = np.radians(data['Latitud'])
data['Longitud'] = np.radians(data['Longitud'])

```

```

#Creamos una matriz bidimensional con La Latitud y La Longitud en radianes
data[['Latitud','Longitud']].to_numpy()

```

```

array([[ 0.01397799, -1.35882853],
       [ 0.01453109, -1.35880185],
       [ 0.01419284, -1.35869624],
       [ 0.01430716, -1.35779949],
       [ 0.01433404, -1.35669975],
       [ 0.01441241, -1.35729578],
       [ 0.01431903, -1.35680779],
       [ 0.01422321, -1.35642137],
       [ 0.01419633, -1.35794487],
       [ 0.01399789, -1.35874511],
       [ 0.01402791, -1.35791503]])

```

```

dist = DistanceMetric.get_metric('haversine')

```

```

dist.pairwise(data[['Latitud','Longitud']].to_numpy()*6373

```



```

array([[ 0.          ,  6.25039074,  1.60795834,  6.88483549, 13.75381052,
        10.1520063 , 13.05903454, 15.41869657,  5.80038606,  0.54653964,
         5.82988448],
       [ 6.25039074,  0.          ,  4.82671132,  1.99619176,  8.49696084,
         4.66724011,  7.83267985, 10.36499652,  2.18440533,  5.74317313,
         3.27387519],
       [ 1.60795834,  4.82671132,  0.          ,  5.76066476, 12.7540699 ,
         9.03320272, 12.06068614, 14.4975251 ,  4.78801361,  1.28087005,
         5.08791231],
       [ 6.88483549,  1.99619176,  5.76066476,  0.          ,  7.00996631,
         3.27909013,  6.31988438,  8.79809634,  1.16498215,  6.3399862 ,
         1.92596505],
       [13.75381052,  8.49696084, 12.7540699 ,  7.00996631,  0.          ,
         3.83080081,  0.69505596,  1.90937644,  7.98271653, 13.20860137,
         7.9861266 ],
       [10.1520063 ,  4.66724011,  9.03320272,  3.27909013,  3.83080081,
         0.          ,  3.16609185,  5.70100486,  4.35941136,  9.6059778 ,
         4.6449567 ],
       [13.05903454,  7.83267985, 12.06068614,  6.31988438,  0.69505596,
         3.16609185,  0.          ,  2.53696664,  7.28795711, 12.51377157,
         7.29556428],
       [15.41869657, 10.36499652, 14.4975251 ,  8.79809634,  1.90937644,
         5.70100486,  2.53696664,  0.          ,  9.70978297, 14.87712988,
         9.59913539],
       [ 5.80038606,  2.18440533,  4.78801361,  1.16498215,  7.98271653,
         4.35941136,  7.28795711,  9.70978297,  0.          ,  5.25386632,
         1.09008652],
       [ 0.54653964,  5.74317313,  1.28087005,  6.3399862 , 13.20860137,
         9.6059778 , 12.51377157, 14.87712988,  5.25386632,  0.          ,
         5.29303015],
       [ 5.82988448,  3.27387519,  5.08791231,  1.92596505,  7.9861266 ,
         4.6449567 ,  7.29556428,  9.59913539,  1.09008652,  5.29303015,
         0.          ]])

```

```
distance_matrix = pd.DataFrame(dist.pairwise(data[['Latitud','Longitud']].to_numpy()*6373)
```

```
distance_matrix.head()
```

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	0.000000	6.250391	1.607958	6.884835	13.753811	10.152006	13.059035	15.418697	5.800386	0.546540	5.829884
1	6.250391	0.000000	4.826711	1.996192	8.496961	4.667240	7.832680	10.364997	2.184405	5.743173	3.273875
2	1.607958	4.826711	0.000000	5.760665	12.754070	9.033203	12.060686	14.497525	4.788014	1.280870	5.087912
3	6.884835	1.996192	5.760665	0.000000	7.009966	3.279090	6.319884	8.798096	1.164982	6.339986	1.925965
4	13.753811	8.496961	12.754070	7.009966	0.000000	3.830801	0.695056	1.909376	7.982717	13.208601	7.986127

```
print(distance_matrix)

0 0 0.000000 6.250391 1.607958 6.884835 13.753811 10.152006
1 6.250391 0.000000 4.826711 1.996192 8.496961 4.667240
2 1.607958 4.826711 0.000000 5.760665 12.754070 9.033203
3 6.884835 1.996192 5.760665 0.000000 7.009966 3.279090
4 13.753811 8.496961 12.754070 7.009966 0.000000 3.830801
5 10.152006 4.667240 9.033203 3.279090 3.830801 0.000000
6 13.059035 7.832680 12.060686 6.319884 0.695056 3.166092
7 15.418697 10.364997 14.497525 8.798096 1.909376 5.701005
8 5.800386 2.184405 4.788014 1.164982 7.982717 4.359411
9 0.546540 5.743173 1.280870 6.339986 13.208601 9.605978
10 5.829884 3.273875 5.087912 1.925965 7.986127 4.644957

0 6 7 8 9 10
1 13.059035 15.418697 5.800386 0.546540 5.829884
2 7.832680 10.364997 2.184405 5.743173 3.273875
3 12.060686 14.497525 4.788014 1.280870 5.087912
4 6.319884 8.798096 1.164982 6.339986 1.925965
5 0.695056 1.909376 7.982717 13.208601 7.986127
6 3.166092 5.701005 4.359411 9.605978 4.644957
7 0.000000 2.536967 7.287957 12.513772 7.295564
8 2.536967 0.000000 9.709783 14.877130 9.599135
9 7.287957 9.709783 0.000000 5.253866 1.090087
10 12.513772 14.877130 5.253866 0.000000 5.293030
10 7.295564 9.599135 1.090087 5.293030 0.000000
```

```
"""Problema de enrutamiento de vehículos simple (VRP)

"""

from ortools.constraint_solver import routing_enums_pb2
from ortools.constraint_solver import pywrapcp

def create_data_model():
    """Datos de entrada del modelo"""
    #Llamaremos la matriz de distancia previamente obtenida
    #Emplearemos dos vehículos como lo indica el problema
    #Definiremos el nodo 0 como el depósito (Parada Tufiño)
    data = {}
    data['matriz_distancias'] = distance_matrix
    data['num_vehiculos'] = 2
    data['deposito'] = 0
    return data

def print_solution(data, manager, routing, solution):
    """Imprime la solución sobre la consola"""
    max_route_distance = 0
    for vehicle_id in range(data['num_vehiculos']):
        index = routing.Start(vehicle_id)
        plan_output = 'Ruta para el vehículo {}: \n'.format(vehicle_id)
        route_distance = 0
        while not routing.IsEnd(index):
            plan_output += '{} -> '.format(manager.IndexToNode(index))
            previous_index = index
            index = solution.Value(routing.NextVar(index))
            route_distance += routing.GetArcCostForVehicle(
                previous_index, index, vehicle_id)
            plan_output += '{} \n'.format(manager.IndexToNode(index))
            plan_output += 'Distancia de la ruta: {} km \n'.format(route_distance)
            print(plan_output)
            max_route_distance += route_distance
        max_route_distance = max(route_distance, max_route_distance)
    print('Distancia total de todas las rutas: {} km'.format(max_route_distance))

def main():
    """Punto de entrada del programa"""
    # Invocar la data de entrada.
    data = create_data_model()

    # Crea el administrador del índice de rutas.
    manager = pywrapcp.RoutingIndexManager(len(data['matriz_distancias']),
                                          data['num_vehiculos'], data['deposito'])

    # Crea el modelo de enrutamiento.
    routing = pywrapcp.RoutingModel(manager)

    # Crea y registra una devolución de llamada de distancia.
    def distance_callback(from_index, to_index):
        """Retorna la distancia entre dos nodos."""
        # Convierte desde la variable de ruta Index hasta la matriz de distancia NodeIndex.
        from_node = manager.IndexToNode(from_index)
        to_node = manager.IndexToNode(to_index)
        return data['matriz_distancias'][from_node][to_node]

    transit_callback_index = routing.RegisterTransitCallback(distance_callback)
```

```

# Define el costo de cada arco.
routing.SetArcCostEvaluatorOfAllVehicles(transit_callback_index)

# Adhiere La dimensión de distancia.
dimension_name = 'Distancia'
routing.AddDimension(
    transit_callback_index,
    0, # Sin holgura
    3000, # Distancia máxima de viaje del vehículo
    True, # Iniciar el acumulador en cero
    dimension_name)
distance_dimension = routing.GetDimensionOrDie(dimension_name)
distance_dimension.SetGlobalSpanCostCoefficient(100)

# Configurar Los parámetros de búsqueda.
search_parameters = pywrapcp.DefaultRoutingSearchParameters()
search_parameters.first_solution_strategy = (
    routing_enums_pb2.FirstSolutionStrategy.PATH_CHEAPEST_ARC)

# Solucionador del problema.
solution = routing.SolveWithParameters(search_parameters)

# Imprimir La solución en la consola.
if solution:
    print_solution(data, manager, routing, solution)
else:
    print('No se encuentra solución !')

if __name__ == '__main__':
    main()

```

```

#Selección de vehículos aleatoriamente

import random

numbers = [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20]
for i in range(2):
    random_number = random.choice(numbers)
    print(random_number)

```

Ruta para el vehículo 0:

0 -> 2 -> 1 -> 9 -> 0

Distancia de la ruta: 10km

Ruta para el vehículo 1:

0 -> 8 -> 3 -> 5 -> 6 -> 4 -> 7 -> 10 -> 0

Distancia de la ruta: 27km

Distancia total de todas las rutas: 37km

5

3

- Ruta Actual C
- ✓ Vehículo 1 (8:00 – 14:00h), vehículo 6 (11:00 – 18:00h), vehículo 12 (7:00 – 13:00h), vehículo 15 (8:00 – 16:00h), vehículo 16 (7:00 – 13:00h) y vehículo 17 (8:00 – 16:00h)

```

from sklearn.neighbors import DistanceMetric
from math import radians
import pandas as pd
import numpy as np

```

```

#Leer el documento de Excel y almacenar los datos en la variable data
data = pd.read_excel('Rutas C.xlsx')

```

```

#data.head()

```

```

data

```

	Nodo	Lugar	Latitud	Longitud
0	0	Tuñiño	0.80088	-77.85514
1	1	Piscinas El Martinez	0.81578	-77.72609
2	2	Balneario Agua Ecuatorianas	0.80292	-77.86154
3	3	Cajon	0.80549	-77.85274
4	4	Parque Ayora	0.81632	-77.71390
5	5	Ciudadela Rosal	0.82471	-77.73046
6	6	Cumbal	0.90604	-77.79157
7	7	Aguas Termales de Chiles	0.80981	-77.86182
8	8	San Felipe	0.81922	-77.72233

```

data['Latitud'] = np.radians(data['Latitud'])
data['Longitud'] = np.radians(data['Longitud'])

```

```

#Creamos una matriz bidimensional con la Latitud y la Longitud en radianes
data[['Latitud','Longitud']].to_numpy()

```

```

array([[ 0.01397799, -1.35882853],
       [ 0.01423805, -1.35657619],
       [ 0.0140136 , -1.35894023],
       [ 0.01405845, -1.35878664],
       [ 0.01424747, -1.35636343],
       [ 0.0143939 , -1.35665246],
       [ 0.01581338, -1.35771903],
       [ 0.01413385, -1.35894512],
       [ 0.01429809, -1.35651056]])

```

```

dist = DistanceMetric.get_metric('haversine')

```

```

dist.pairwise(data[['Latitud','Longitud']].to_numpy()*6373

```

```

array([[ 0.          , 14.44815075,  0.74709343,  0.57808455, 15.80213792,
        14.11779722, 13.66764056,  1.24039211, 14.9111572 ],
       [14.44815075,  0.          , 15.13233598, 14.13227272,  1.357084 ,
        1.10581636, 12.40276442, 15.11030434,  0.56681747],
       [ 0.74709343, 15.13233598,  0.          ,  1.01961813, 16.48784 ,
        14.77863379, 13.86070347,  0.767006 , 15.58854697],
       [ 0.57808455, 14.13227272,  1.01961813,  0.          , 15.48851903,
        13.76681214, 13.09078069,  1.11835731, 14.58420463],
       [15.80213792,  1.357084 , 16.48784 , 15.48851903,  0.          ,
        2.06471294, 13.19888245, 16.46738828,  0.99150915],
       [14.11779722,  1.10581636, 14.77863379, 13.76681214,  2.06471294,
        0.          , 11.31494932, 14.70336768,  1.09109265],
       [13.66764056, 12.40276442, 13.86070347, 13.09078069, 13.19888245,
        11.31494932,  0.          , 13.25184215, 12.35142188],
       [ 1.24039211, 15.11030434,  0.767006 ,  1.11835731, 16.46738828,
        14.70336768, 13.25184215,  0.          , 15.54914943],
       [14.9111572 ,  0.56681747, 15.58854697, 14.58420463,  0.99150915,
        1.09109265, 12.35142188, 15.54914943,  0.          ]])

```

```
distance_matrix = pd.DataFrame(dist.pairwise(data[['Latitud','Longitud']].to_numpy()*6373)
distance_matrix.head()
```

	0	1	2	3	4	5	6	7	8
0	0.000000	14.448151	0.747093	0.578085	15.802138	14.117797	13.667641	1.240392	14.911157
1	14.448151	0.000000	15.132336	14.132273	1.357084	1.105816	12.402764	15.110304	0.566817
2	0.747093	15.132336	0.000000	1.019618	16.487840	14.778634	13.860703	0.767006	15.588547
3	0.578085	14.132273	1.019618	0.000000	15.488519	13.766812	13.090781	1.118357	14.584205
4	15.802138	1.357084	16.487840	15.488519	0.000000	2.064713	13.198882	16.467388	0.991509

```
print(distance_matrix)
```

```

      0      1      2      3      4      5 \
0  0.000000  14.448151  0.747093  0.578085  15.802138  14.117797
1  14.448151  0.000000  15.132336  14.132273  1.357084  1.105816
2  0.747093  15.132336  0.000000  1.019618  16.487840  14.778634
3  0.578085  14.132273  1.019618  0.000000  15.488519  13.766812
4  15.802138  1.357084  16.487840  15.488519  0.000000  2.064713
5  14.117797  1.105816  14.778634  13.766812  2.064713  0.000000
6  13.667641  12.402764  13.860703  13.090781  13.198882  11.314949
7  1.240392  15.110304  0.767006  1.118357  16.467388  14.703368
8  14.911157  0.566817  15.588547  14.584205  0.991509  1.091093

      6      7      8
0  13.667641  1.240392  14.911157
1  12.402764  15.110304  0.566817
2  13.860703  0.767006  15.588547
3  13.090781  1.118357  14.584205
4  13.198882  16.467388  0.991509
5  11.314949  14.703368  1.091093
6  0.000000  13.251842  12.351422
7  13.251842  0.000000  15.549149
8  12.351422  15.549149  0.000000

```

```
"""Problema de enrutamiento de vehículos simple (VRP)"""
```

```
"""
```

```
from ortools.constraint_solver import routing_enums_pb2
from ortools.constraint_solver import pywrapcp
```

```
def create_data_model():
```

```

    """Datos de entrada del modelo"""
    #Llamaremos la matriz de distancia previamente obtenida
    #Emplearemos dos vehículos como lo indica el problema
    #Definiremos el nodo 0 como el depósito (Parada Tufiño)
    data = {}
    data['matriz_distancias'] = distance_matrix
    data['num_vehiculos'] = 2
    data['deposito'] = 0
    return data

```

```
def print_solution(data, manager, routing, solution):
```

```

    """Imprime la solución sobre la consola"""
    max_route_distance = 0
    for vehicle_id in range(data['num_vehiculos']):
        index = routing.Start(vehicle_id)
        plan_output = 'Ruta para el vehículo {}: \n'.format(vehicle_id)
        route_distance = 0
        while not routing.IsEnd(index):
            plan_output += ' {} -> '.format(manager.IndexToNode(index))
            previous_index = index
            index = solution.Value(routing.NextVar(index))
            route_distance += routing.GetArcCostForVehicle(
                previous_index, index, vehicle_id)
        plan_output += ' {} \n'.format(manager.IndexToNode(index))
        plan_output += 'Distancia de la ruta: {} km \n'.format(route_distance)
        print(plan_output)
        max_route_distance += route_distance
    max_route_distance = max(route_distance, max_route_distance)
    print('Distancia total de todas las rutas: {} km'.format(max_route_distance))

```

```

def main():
    """Punto de entrada del programa"""
    # Invocar La data de entrada.
    data = create_data_model()

    # Crea el administrador del índice de rutas.
    manager = pywrapcp.RoutingIndexManager(len(data['matriz_distancias']),
                                          data['num_vehiculos'], data['deposito'])

    # Crea el modelo de enrutamiento.
    routing = pywrapcp.RoutingModel(manager)

    # Crea y registra una devolución de llamada de distancia.
    def distance_callback(from_index, to_index):
        """Retorna la distancia entre dos nodos."""
        # Convierte desde la variable de ruta Index hasta la matriz de distancia NodeIndex.
        from_node = manager.IndexToNode(from_index)
        to_node = manager.IndexToNode(to_index)
        return data['matriz_distancias'][from_node][to_node]

    transit_callback_index = routing.RegisterTransitCallback(distance_callback)

```

```

# Define el costo de cada arco.
routing.SetArcCostEvaluatorOfAllVehicles(transit_callback_index)

# Adhiere la dimensión de distancia.
dimension_name = 'Distancia'
routing.AddDimension(
    transit_callback_index,
    0, # Sin holgura
    3000, # Distancia máxima de viaje del vehículo
    True, # Iniciar el acumulador en cero
    dimension_name)
distance_dimension = routing.GetDimensionOrDie(dimension_name)
distance_dimension.SetGlobalSpanCostCoefficient(100)

# Configurar los parámetros de búsqueda.
search_parameters = pywrapcp.DefaultRoutingSearchParameters()
search_parameters.first_solution_strategy = (
    routing_enums_pb2.FirstSolutionStrategy.PATH_CHEAPEST_ARC)

# Solucionador del problema.
solution = routing.SolveWithParameters(search_parameters)

# Imprimir la solución en la consola.
if solution:
    print_solution(data, manager, routing, solution)
else:
    print('No se encuentra solución !')

if __name__ == '__main__':
    main()

```

```

#Selección de vehículos aleatoriamente

import random

numbers = [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20]
for i in range(2):
    random_number = random.choice(numbers)
    print(random_number)

```

Ruta para el vehículo 0:  
 0 -> 2 -> 7 -> 6 -> 0  
 Distancia de la ruta: 26km

Ruta para el vehículo 1:  
 0 -> 3 -> 5 -> 8 -> 4 -> 1 -> 0  
 Distancia de la ruta: 29km

Distancia total de todas las rutas: 55km  
 19  
 16

- Nueva Ruta A
- ✓ En este apartado los 2 vehículos que posee la Compañía laboran en una jornada de 7:00 – 19:00h

```

from sklearn.neighbors import DistanceMetric
from math import radians
import pandas as pd
import numpy as np

```

```

#Leer el documento de Excel y almacenar Los datos en la variable data
data = pd.read_excel('RUTASN A.xlsx')

```

```

#data.head()

```

```

data

```

	Nodo	Lugar	Latitud	Longitud
0	0	Tulcan	0.81497	-77.71656
1	1	Coliseo 19 de Noviembre	0.82699	-77.70262
2	2	Registro Civil de Tulcan	0.81537	-77.70914
3	3	Centro Comercial Gran Plaza Ipiales	0.83024	-77.64905
4	4	Complejo Los Pastos	0.83789	-77.70245
5	5	Agencia Municipal de Tránsito de Tulcán	0.81626	-77.70083
6	6	Teques	0.79923	-77.65008
7	7	El Palmar	0.84592	-77.65249
8	8	Cementerio Municipal de Tulcán	0.81933	-77.71463

```

data['Latitud'] = np.radians(data['Latitud'])
data['Longitud'] = np.radians(data['Longitud'])

```

```

#Creamos una matriz bidimensional con La Latitud y La Longitud en radianes
data[['Latitud','Longitud']].to_numpy()

```

```

array([[ 0.01422391, -1.35640986],
 [ 0.01443337, -1.35616656],
 [ 0.01423089, -1.35628035],
 [ 0.01449042, -1.35523158],
 [ 0.01462394, -1.35616359],
 [ 0.01424642, -1.35613532],
 [ 0.01394919, -1.35524956],
 [ 0.01476409, -1.35529162],
 [ 0.01430001, -1.35637617]])

```

```

dist = DistanceMetric.get_metric('haversine')

```

```

dist.pairwise(data[['Latitud','Longitud']].to_numpy())*6373

```

```

array([[0.          , 2.04724575, 0.82644033, 7.69806367, 2.99366801,
        1.75534232, 7.59827676, 7.91375446, 0.53034289],
 [2.04724575, 0.          , 1.48201416, 5.96891583, 1.2125526 ,
        1.20998603, 6.60906781, 5.95970466, 1.58433586],
 [0.82644033, 1.48201416, 0.          , 6.88474067, 2.61306598,
        0.92951279, 6.80949251, 7.15844172, 0.75288357],
 [7.69806367, 5.96891583, 6.88474067, 0.          , 5.99969046,
        5.96512985, 3.45113889, 1.78555401, 7.39395942],
 [2.99366801, 1.2125526 , 2.61306598, 5.99969046, 0.          ,
        2.41263829, 7.23990247, 5.62777189, 2.46918949],
 [1.75534232, 1.20998603, 0.92951279, 5.96512985, 2.41263829,
        0.          , 5.95372842, 6.30780013, 1.57234339],
 [7.59827676, 6.60906781, 6.80949251, 3.45113889, 7.23990247,
        5.95372842, 0.          , 5.20023322, 7.51923647],
 [7.91375446, 5.95970466, 7.15844172, 1.78555401, 5.62777189,
        6.30780013, 5.20023322, 0.          , 7.51735309],
 [0.53034289, 1.58433586, 0.75288357, 7.39395942, 2.46918949,
        1.57234339, 7.51923647, 7.51735309, 0.          ]])

```

```
distance_matrix = pd.DataFrame(dist.pairwise(data[['Latitud','Longitud']].to_numpy()*6373)
distance_matrix.head()
```

	0	1	2	3	4	5	6	7	8
0	0.000000	2.047246	0.826440	7.698064	2.993668	1.755342	7.598277	7.913754	0.530343
1	2.047246	0.000000	1.482014	5.968916	1.212553	1.209986	6.609068	5.959705	1.584336
2	0.826440	1.482014	0.000000	6.884741	2.613066	0.929513	6.809493	7.158442	0.752884
3	7.698064	5.968916	6.884741	0.000000	5.999690	5.965130	3.451139	1.785554	7.393959
4	2.993668	1.212553	2.613066	5.999690	0.000000	2.412638	7.239902	5.627772	2.469189

```
print(distance_matrix)
```

```

0 0.000000 2.047246 0.826440 7.698064 2.993668 1.755342 7.598277
1 2.047246 0.000000 1.482014 5.968916 1.212553 1.209986 6.609068
2 0.826440 1.482014 0.000000 6.884741 2.613066 0.929513 6.809493
3 7.698064 5.968916 6.884741 0.000000 5.999690 5.965130 3.451139
4 2.993668 1.212553 2.613066 5.999690 0.000000 2.412638 7.239902
5 1.755342 1.209986 0.929513 5.965130 2.412638 0.000000 5.953728
6 7.598277 6.609068 6.809493 3.451139 7.239902 5.953728 0.000000
7 7.913754 5.959705 7.158442 1.785554 5.627772 6.307800 5.200233
8 0.530343 1.584336 0.752884 7.393959 2.469189 1.572343 7.519236

7 8
0 7.913754 0.530343
1 5.959705 1.584336
2 7.158442 0.752884
3 1.785554 7.393959
4 5.627772 2.469189
5 6.307800 1.572343
6 5.200233 7.519236
7 0.000000 7.517353
8 7.517353 0.000000
```

```
"""Problema de enrutamiento de vehiculos simple (VRP)
```

```
"""
```

```
from ortools.constraint_solver import routing_enums_pb2
from ortools.constraint_solver import pywrapcp
```

```
def create_data_model():
    """Datos de entrada del modelo"""
    #Llamaremos la matriz de distancia previamente obtenida
    #Emplearemos dos vehiculos como lo indica el problema
    #Definiremos el nodo 0 como el depósito (Parada Tufiño)
    data = {}
    data['matriz_distancias'] = distance_matrix
    data['num_vehiculos'] = 2
    data['deposito'] = 0
    return data
```

```
def print_solution(data, manager, routing, solution):
    """Imprime la solución sobre la consola"""
    max_route_distance = 0
    for vehicle_id in range(data['num_vehiculos']):
        index = routing.Start(vehicle_id)
        plan_output = 'Ruta para el vehiculo {}:\n'.format(vehicle_id)
        route_distance = 0
        while not routing.IsEnd(index):
            plan_output += ' {} -> '.format(manager.IndexToNode(index))
            previous_index = index
            index = solution.Value(routing.NextVar(index))
            route_distance += routing.GetArcCostForVehicle(
                previous_index, index, vehicle_id)
        plan_output += '{}\n'.format(manager.IndexToNode(index))
        plan_output += 'Distancia de la ruta: {}km\n'.format(route_distance)
        print(plan_output)
        max_route_distance += route_distance
    max_route_distance = max(route_distance, max_route_distance)
    print('Distancia total de todas las rutas: {}km'.format(max_route_distance))
```



```

def main():
    """Punto de entrada del programa"""
    # Invocar la data de entrada.
    data = create_data_model()

    # Crea el administrador del índice de rutas.
    manager = pywrapcp.RoutingIndexManager(len(data['matriz_distancias']),
                                          data['num_vehiculos'], data['deposito'])

    # Crea el modelo de enrutamiento.
    routing = pywrapcp.RoutingModel(manager)

    # Crea y registra una devolución de llamada de distancia.
    def distance_callback(from_index, to_index):
        """Retorna la distancia entre dos nodos."""
        # Convierte desde la variable de ruta Index hasta la matriz de distancia NodeIndex.
        from_node = manager.IndexToNode(from_index)
        to_node = manager.IndexToNode(to_index)
        return data['matriz_distancias'][from_node][to_node]

    transit_callback_index = routing.RegisterTransitCallback(distance_callback)

```

```

# Define el costo de cada arco.
routing.SetArcCostEvaluatorOfAllVehicles(transit_callback_index)

# Adhiere la dimensión de distancia.
dimension_name = 'Distancia'
routing.AddDimension(
    transit_callback_index,
    0, # Sin holgura
    3000, # Distancia máxima de viaje del vehículo
    True, # Iniciar el acumulador en cero
    dimension_name)
distance_dimension = routing.GetDimensionOrDie(dimension_name)
distance_dimension.SetGlobalSpanCostCoefficient(100)

# Configurar los parámetros de búsqueda.
search_parameters = pywrapcp.DefaultRoutingSearchParameters()
search_parameters.first_solution_strategy = (
    routing_enums_pb2.FirstSolutionStrategy.PATH_CHEAPEST_ARC)

# Solucionador del problema.
solution = routing.SolveWithParameters(search_parameters)

# Imprimir la solución en la consola.
if solution:
    print_solution(data, manager, routing, solution)
else:
    print('No se encuentra solución !')

if __name__ == '__main__':
    main()

```

```

#Selección de vehículos aleatoriamente

import random

numbers = [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20]
for i in range(2):
    random_number = random.choice(numbers)
    print(random_number)

```

Ruta para el vehículo 0:

0 -> 8 -> 1 -> 3 -> 7 -> 4 -> 0

Distancia de la ruta: 14km

Ruta para el vehículo 1:

0 -> 2 -> 6 -> 5 -> 0

Distancia de la ruta: 12km

Distancia total de todas las rutas: 26km

1

11

- Nueva Ruta B
- ✓ En este apartado los 2 vehículos que posee la Compañía laboran en una jornada de 7:00 – 19:00h

```

from sklearn.neighbors import DistanceMetric
from math import radians
import pandas as pd
import numpy as np

```

```

#Leer el documento de Excel y almacenar los datos en la variable data
data = pd.read_excel('RUTASN B.xlsx')

```

```

#data.head()

```

```

data

```

	Nodo	Lugar	Latitud	Longitud
0	0	Tulcan	0.81497	-77.71656
1	1	Terminal Terrestre Tulcán	0.80449	-77.72783
2	2	Mercado San Miguel de Tulcán	0.81011	-77.72027
3	3	Mercado Central de Tulcán	0.81400	-77.71596
4	4	Casa de la Cultura Ecuatoriana " Benjamin Carr...	0.81808	-77.71682
5	5	AKI Tulcán	0.82067	-77.70839
6	6	Dirección Provincial Agropecuaria del Carchi	0.80655	-77.71469
7	7	Posada Viajera Caliz	0.83012	-77.69944

```

data['Latitud'] = np.radians(data['Latitud'])
data['Longitud'] = np.radians(data['Longitud'])

```

```

#Creamos una matriz bidimensional con la latitud y la longitud en radianes
data[['Latitud','Longitud']].to_numpy()

```

```

array([[ 0.01422391, -1.35640986],
       [ 0.014041  , -1.35660655],
       [ 0.01413909, -1.35647461],
       [ 0.01420698, -1.35639938],
       [ 0.01427819, -1.35641439],
       [ 0.01432339, -1.35626726],
       [ 0.01407695, -1.35637722],
       [ 0.01448833, -1.35611105]])

```

```

dist = DistanceMetric.get_metric('haversine')

```

```

dist.pairwise(data[['Latitud','Longitud']].to_numpy())*6373

```

```

array([[0.          , 1.71170366, 0.68005862, 0.12686187, 0.3471313 ,
        1.10798148, 0.95937005, 2.54265778],
       [1.71170366, 0.          , 1.04772749, 1.69167703, 1.94535826,
        2.8131034 , 1.47926928, 4.25405036],
       [0.68005862, 1.04772749, 0.          , 0.64575091, 0.96597841,
        1.76788761, 0.73616844, 3.21259816],
       [0.12686187, 1.69167703, 0.64575091, 0.          , 0.46378772,
        1.12216592, 0.8406141 , 2.5672381 ],
       [0.3471313 , 1.94535826, 0.96597841, 0.46378772, 0.          ,
        0.98083314, 1.30417579, 2.35156681],
       [1.10798148, 2.8131034 , 1.76788761, 1.12216592, 0.98083314,
        0.          , 1.71977436, 1.44764838],
       [0.95937005, 1.47926928, 0.73616844, 0.8406141 , 1.30417579,
        1.71977436, 0.          , 3.122489  ],
       [2.54265778, 4.25405036, 3.21259816, 2.5672381 , 2.35156681,
        1.44764838, 3.122489  , 0.          ]])

```

```
distance_matrix = pd.DataFrame(dist.pairwise(data[['Latitud','Longitud']].to_numpy()*6373)
distance_matrix.head()
```

	0	1	2	3	4	5	6	7
0	0.000000	1.711704	0.680059	0.126862	0.347131	1.107981	0.959370	2.542658
1	1.711704	0.000000	1.047727	1.691677	1.945358	2.813103	1.479269	4.254050
2	0.680059	1.047727	0.000000	0.645751	0.965978	1.767888	0.736168	3.212598
3	0.126862	1.691677	0.645751	0.000000	0.463788	1.122166	0.840614	2.567238
4	0.347131	1.945358	0.965978	0.463788	0.000000	0.980833	1.304176	2.351567

```
print(distance_matrix)
```

```

0 0.000000 1.711704 0.680059 0.126862 0.347131 1.107981 0.959370
1 1.711704 0.000000 1.047727 1.691677 1.945358 2.813103 1.479269
2 0.680059 1.047727 0.000000 0.645751 0.965978 1.767888 0.736168
3 0.126862 1.691677 0.645751 0.000000 0.463788 1.122166 0.840614
4 0.347131 1.945358 0.965978 0.463788 0.000000 0.980833 1.304176
5 1.107981 2.813103 1.767888 1.122166 0.980833 0.000000 1.719774
6 0.959370 1.479269 0.736168 0.840614 1.304176 1.719774 0.000000
7 2.542658 4.254050 3.212598 2.567238 2.351567 1.447648 3.122489

```

```
"""Problema de enrutamiento de vehículos simple (VRP)
```

```
"""
```

```
from ortools.constraint_solver import routing_enums_pb2
from ortools.constraint_solver import pywrapcp
```

```
def create_data_model():
    """Datos de entrada del modelo"""
    #Llamaremos la matriz de distancia previamente obtenida
    #Emplearemos dos vehículos como lo indica el problema
    #Definiremos el nodo 0 como el depósito (Parada Tufiño)
    data = {}
    data['matriz_distancias'] = distance_matrix
    data['num_vehiculos'] = 2
    data['deposito'] = 0
    return data
```

```
def print_solution(data, manager, routing, solution):
    """Imprime la solución sobre la consola"""
    max_route_distance = 0
    for vehicle_id in range(data['num_vehiculos']):
        index = routing.Start(vehicle_id)
        plan_output = 'Ruta para el vehículo {}:\n'.format(vehicle_id)
        route_distance = 0
        while not routing.IsEnd(index):
            plan_output += '{} -> '.format(manager.IndexToNode(index))
            previous_index = index
            index = solution.Value(routing.NextVar(index))
            route_distance += routing.GetArcCostForVehicle(
                previous_index, index, vehicle_id)
            plan_output += '{}\n'.format(manager.IndexToNode(index))
        plan_output += 'Distancia de la ruta: {}km\n'.format(route_distance)
        print(plan_output)
        max_route_distance += route_distance
    max_route_distance = max(route_distance, max_route_distance)
    print('Distancia total de todas las rutas: {}km'.format(max_route_distance))
```

```

def main():
    """Punto de entrada del programa"""
    # Invocar la data de entrada.
    data = create_data_model()

    # Crea el administrador del índice de rutas.
    manager = pywrapcp.RoutingIndexManager(len(data['matriz_distancias']),
                                          data['num_vehiculos'], data['deposito'])

    # Crea el modelo de enrutamiento.
    routing = pywrapcp.RoutingModel(manager)

    # Crea y registra una devolución de llamada de distancia.
    def distance_callback(from_index, to_index):
        """Retorna la distancia entre dos nodos."""
        # Convierte desde la variable de ruta Index hasta la matriz de distancia NodeIndex.
        from_node = manager.IndexToNode(from_index)
        to_node = manager.IndexToNode(to_index)
        return data['matriz_distancias'][from_node][to_node]

    transit_callback_index = routing.RegisterTransitCallback(distance_callback)

```

```

# Define el costo de cada arco.
routing.SetArcCostEvaluatorOfAllVehicles(transit_callback_index)

# Adhiere la dimensión de distancia.
dimension_name = 'Distancia'
routing.AddDimension(
    transit_callback_index,
    0, # Sin holgura
    3000, # Distancia máxima de viaje del vehículo
    True, # Iniciar el acumulador en cero
    dimension_name)
distance_dimension = routing.GetDimensionOrDie(dimension_name)
distance_dimension.SetGlobalSpanCostCoefficient(100)

# Configurar los parámetros de búsqueda.
search_parameters = pywrapcp.DefaultRoutingSearchParameters()
search_parameters.first_solution_strategy = (
    routing_enums_pb2.FirstSolutionStrategy.PATH_CHEAPEST_ARC)

# Solucionador del problema.
solution = routing.SolveWithParameters(search_parameters)

# Imprimir la solución en la consola.
if solution:
    print_solution(data, manager, routing, solution)
else:
    print('No se encuentra solución !')

if __name__ == '__main__':
    main()

```

```

#Selección de vehículos aleatoriamente

import random

numbers = [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20]
for i in range(2):
    random_number = random.choice(numbers)
    print(random_number)

```

Ruta para el vehículo 0:  
 0 -> 4 -> 5 -> 7 -> 0  
 Distancia de la ruta: 3km

Ruta para el vehículo 1:  
 0 -> 6 -> 3 -> 2 -> 1 -> 0  
 Distancia de la ruta: 2km

Distancia total de todas las rutas: 5km  
 19  
 18

- **Nueva Ruta C**

- ✓ En este apartado los 2 vehículos que posee la Compañía laboran en una jornada de 7:00 – 19:00h

```

from sklearn.neighbors import DistanceMetric
from math import radians
import pandas as pd
import numpy as np

```

```

#Leer el documento de Excel y almacenar Los datos en La variable data
data = pd.read_excel('RUTASN C.xlsx')

```

```
#data.head()
```

```
data
```

	Nodo	Lugar	Latitud	Longitud
0	0	Tulcan	0.81497	-77.71656
1	1	Universidad Politécnica Estatal del Carchi	0.80507	-77.73420
2	2	Ciudadela Clemente Gerrón	0.82636	-77.69776
3	3	Hospital General Tulcan	0.83218	-77.70940
4	4	Aeropuerto San Luis	0.85858	-77.67550
5	5	Mirador del Ciclista	0.74430	-77.71566
6	6	Mies Dirección Distrital Tulcán	0.82175	-77.70294
7	7	Colegio Vicente Fierro	0.79955	-77.72997

```

data['Latitud'] = np.radians(data['Latitud'])
data['Longitud'] = np.radians(data['Longitud'])

```

```

#Creamos una matriz bidimensional con La Latitud y La Longitud en radianes
data[['Latitud','Longitud']].to_numpy()

```

```

array([[ 0.01422391, -1.35640986],
       [ 0.01405112, -1.35671773],
       [ 0.0144227 , -1.35608173],
       [ 0.01452428, -1.35628489],
       [ 0.01498505, -1.35569322],
       [ 0.01299049, -1.35639415],
       [ 0.01434224, -1.35617214],
       [ 0.01395478, -1.3566439 ]])

```

```
dist = DistanceMetric.get_metric('haversine')
```

```
dist.pairwise(data[['Latitud','Longitud']].to_numpy()*6373)
```

```

array([[ 0.          ,  2.24980702,  2.44477909,  2.07329279,  6.66209696,
        7.86124961,  1.69213795,  2.27292606],
       [ 2.24980702,  0.          ,  4.6939366 ,  4.08664302,  8.8343966 ,
        7.06695717,  3.94076022,  0.77350566],
       [ 2.44477909,  4.6939366 ,  0.          ,  1.44741437,  4.35579331,
        9.34210977,  0.77125639,  4.66111576],
       [ 2.07329279,  4.08664302,  1.44741437,  0.          ,  4.77889735,
        9.79964158,  1.36458565,  4.29029486],
       [ 6.66209696,  8.8343966 ,  4.35579331,  4.77889735,  0.          ,
        13.47324721,  5.10839352,  8.93370182],
       [ 7.86124961,  7.06695717,  9.34210977,  9.79964158,  13.47324721,
        0.          ,  8.73013949,  6.34819502],
       [ 1.69213795,  3.94076022,  0.77125639,  1.36458565,  5.10839352,
        8.73013949,  0.          ,  3.89036522],
       [ 2.27292606,  0.77350566,  4.66111576,  4.29029486,  8.93370182,
        6.34819502,  3.89036522,  0.          ]])

```

```
distance_matrix = pd.DataFrame(dist.pairwise(data[['Latitud','Longitud']].to_numpy()*6373))
```

```
distance_matrix.head()
```

	0	1	2	3	4	5	6	7
0	0.000000	2.249807	2.444779	2.073293	6.662097	7.861250	1.692138	2.272926
1	2.249807	0.000000	4.693937	4.086643	8.834397	7.066957	3.940760	0.773506
2	2.444779	4.693937	0.000000	1.447414	4.355793	9.342110	0.771256	4.661116
3	2.073293	4.086643	1.447414	0.000000	4.778897	9.799642	1.364586	4.290295
4	6.662097	8.834397	4.355793	4.778897	0.000000	13.473247	5.108394	8.933702

```
print(distance_matrix)
```

```
      0      1      2      3      4      5      6  \
0  0.000000  2.249807  2.444779  2.073293  6.662097  7.861250  1.692138
1  2.249807  0.000000  4.693937  4.086643  8.834397  7.066957  3.940760
2  2.444779  4.693937  0.000000  1.447414  4.355793  9.342110  0.771256
3  2.073293  4.086643  1.447414  0.000000  4.778897  9.799642  1.364586
4  6.662097  8.834397  4.355793  4.778897  0.000000  13.473247  5.108394
5  7.861250  7.066957  9.342110  9.799642  13.473247  0.000000  8.730139
6  1.692138  3.940760  0.771256  1.364586  5.108394  8.730139  0.000000
7  2.272926  0.773506  4.661116  4.290295  8.933702  6.348195  3.890365

      7
0  2.272926
1  0.773506
2  4.661116
3  4.290295
4  8.933702
5  6.348195
6  3.890365
7  0.000000
```

```
"""Problema de enrutamiento de vehículos simple (VRP)
```

```
"""
```

```
from ortools.constraint_solver import routing_enums_pb2
from ortools.constraint_solver import pywrapcp
```

```
def create_data_model():
    """Datos de entrada del modelo"""
    #Llamaremos la matriz de distancia previamente obtenida
    #Emplearemos dos vehículos como lo indica el problema
    #Definiremos el nodo 0 como el depósito (Parada Tufiño)
    data = {}
    data['matriz_distancias'] = distance_matrix
    data['num_vehiculos'] = 2
    data['deposito'] = 0
    return data
```

```
def print_solution(data, manager, routing, solution):
    """Imprime la solución sobre la consola"""
    max_route_distance = 0
    for vehicle_id in range(data['num_vehiculos']):
        index = routing.Start(vehicle_id)
        plan_output = 'Ruta para el vehículo {}: \n'.format(vehicle_id)
        route_distance = 0
        while not routing.IsEnd(index):
            plan_output += ' {} -> '.format(manager.IndexToNode(index))
            previous_index = index
            index = solution.Value(routing.NextVar(index))
            route_distance += routing.GetArcCostForVehicle(
                previous_index, index, vehicle_id)
            plan_output += ' {} \n'.format(manager.IndexToNode(index))
        plan_output += 'Distancia de la ruta: {} km \n'.format(route_distance)
        print(plan_output)
        max_route_distance += route_distance
    max_route_distance = max(route_distance, max_route_distance)
    print('Distancia total de todas las rutas: {} km'.format(max_route_distance))
```

```
def main():
    """Punto de entrada del programa"""
    # Invocar la data de entrada.
    data = create_data_model()

    # Crea el administrador del índice de rutas.
    manager = pywrapcp.RoutingIndexManager(len(data['matriz_distancias']),
                                          data['num_vehiculos'], data['deposito'])

    # Crea el modelo de enrutamiento.
    routing = pywrapcp.RoutingModel(manager)

    # Crea y registra una devolución de llamada de distancia.
    def distance_callback(from_index, to_index):
        """Retorna la distancia entre dos nodos."""
        # Convierte desde la variable de ruta Index hasta la matriz de distancia NodeIndex.
        from_node = manager.IndexToNode(from_index)
        to_node = manager.IndexToNode(to_index)
        return data['matriz_distancias'][from_node][to_node]

    transit_callback_index = routing.RegisterTransitCallback(distance_callback)
```

```

# Define el costo de cada arco.
routing.SetArcCostEvaluatorOfAllVehicles(transit_callback_index)

# Adhiere la dimensión de distancia.
dimension_name = 'Distancia'
routing.AddDimension(
    transit_callback_index,
    0, # Sin holgura
    3000, # Distancia máxima de viaje del vehículo
    True, # Iniciar el acumulador en cero
    dimension_name)
distance_dimension = routing.GetDimensionOrDie(dimension_name)
distance_dimension.SetGlobalSpanCostCoefficient(100)

# Configurar los parámetros de búsqueda.
search_parameters = pywrapcp.DefaultRoutingSearchParameters()
search_parameters.first_solution_strategy = (
    routing_enums_pb2.FirstSolutionStrategy.PATH_CHEAPEST_ARC)

# Solucionador del problema.
solution = routing.SolveWithParameters(search_parameters)

# Imprimir la solución en la consola.
if solution:
    print_solution(data, manager, routing, solution)
else:
    print('No se encuentra solución !')

if __name__ == '__main__':
    main()

```

```

#Selección de vehículos aleatoriamente

import random

numbers = [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20]
for i in range(2):
    random_number = random.choice(numbers)
    print(random_number)

```

Ruta para el vehículo 0:  
 0 -> 1 -> 7 -> 5 -> 0  
 Distancia de la ruta: 15km

Ruta para el vehículo 1:  
 0 -> 6 -> 2 -> 4 -> 3 -> 0  
 Distancia de la ruta: 11km

Distancia total de todas las rutas: 26km  
 20  
 16

**ANEXO 4.**  
**Rutas Generadas por el Programa LogWare**

**LogWare Ruta Actual A 1**

**STOP SEQUENCE RESULTS**

Stop sequence is:  
DEPOT 0, 8, 9, 10, 7, 1, 6, 0 DEPOT  
Total route distance = 52

**LogWare Ruta Actual A 2**

**STOP SEQUENCE RESULTS**

Stop sequence is:  
DEPOT 0, 5, 2, 4, 3, 0 DEPOT  
Total route distance = 77

**LogWare Ruta Actual B 1**

**STOP SEQUENCE RESULTS**

Stop sequence is:  
DEPOT 0, 2, 1, 9, 0 DEPOT  
Total route distance = 10

**LogWare Ruta Actual B 2**

**STOP SEQUENCE RESULTS**

Stop sequence is:  
DEPOT 0, 8, 3, 5, 6, 4, 7, 10, 0 DEPOT  
Total route distance = 27

**LogWare Ruta Actual C 1**

**STOP SEQUENCE RESULTS**

Stop sequence is:  
DEPOT 0, 2, 7, 6, 0 DEPOT  
Total route distance = 26



### LogWare Ruta Actual C 2

#### STOP SEQUENCE RESULTS

Stop sequence is:  
DEPOT 0, 3, 5, 4, 8, 1, 0 DEPOT

Total route distance = 29

### LogWare Nueva Ruta A 1

#### STOP SEQUENCE RESULTS

Stop sequence is:  
DEPOT 0, 8, 1, 3, 7, 4, 0 DEPOT

Total route distance = 14

### LogWare Nueva Ruta A 2

#### STOP SEQUENCE RESULTS

Stop sequence is:  
DEPOT 0, 2, 6, 5, 0 DEPOT

Total route distance = 12

### LogWare Nueva Ruta B 1

#### STOP SEQUENCE RESULTS

Stop sequence is:  
DEPOT 0, 4, 5, 7, 0 DEPOT

Total route distance = 3

### LogWare Ruta Actual B 2

#### STOP SEQUENCE RESULTS

Stop sequence is:  
DEPOT 0, 6, 3, 2, 1, 0 DEPOT

Total route distance = 2

### LogWare Nueva Ruta C 1

#### STOP SEQUENCE RESULTS

Stop sequence is:  
DEPOT 0, 1, 7, 5, 0 DEPOT

Total route distance = 15

## LogWare Nueva Ruta C 2

### STOP SEQUENCE RESULTS

Stop sequence is:

DEPOT 0, 6, 2, 4, 3, 0 DEPOT

Total route distance = 11

## ANEXO 5.

### Código en R Studio para Determinar las Gráficas de Ruteo General

```
library(readxl)
Rutas_AntiguasG <- read_excel("D:/TESIS VALERIA NARVAEZ/Rutas AntiguasG.xlsx")
View(Rutas_AntiguasG)

library(ggplot2)
ggplot(data = Rutas_AntiguasG,
        mapping = aes(x=factor(`Horas Utilizadas`)))+
  geom_bar()

grafico_base <- ggplot(data = Rutas_AntiguasG,
                       mapping = aes(y=factor(Vehículos),
                                       fill = factor(Grupo)))
barplot(table(Rutas_AntiguasG),
        col = 'orange',
        border = 'green',
        main = 'grafica de barras',
        xlab = 'Horas Utilizadas',
        ylab = 'Vehículos')
```

### Código en R Studio para Determinar las Gráficas de Ruteo

```
{r }
library(ggplot2)
ggplot(rutasantiguas2, aes(x=Horas_Trabajadas)) + geom_bar(fill="Dark Blue") +
labs(x="Horas_Trabajadas", y= "Vehículos")

ggplot(rutasantiguas2, aes(x=Horas_Trabajadas)) + geom_bar() + labs(x="Horas_Trabajadas", y =
"Vehículos")

ggplot(rutasantiguas2, aes(x=Horas_Trabajadas, fill=Vehículos)) + geom_bar(position = "dodge")
+ labs(x="Horas_Trabajadas", y = "Vehículos")
```