



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS CARRERA DE INGENIERÍA EN MANTENIMIENTO AUTOMOTRIZ

TRABAJO DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN MANTENIMIENTO AUTOMOTRIZ

TEMA: ESTUDIO DE PATRONES DE MOVILIDAD DE TRABAJADORES Y ESTUDIANTES DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE PARA ESTIMAR EL CONSUMO DE ENERGÍA EN FUNCIÓN DEL TIPO DE TRANSPORTE UTILIZADO

AUTOR: DENNIS LEONARDO ALVAREZ MONCAYO

DIRECTOR: MSC. FREDY ROSERO

IBARRA, FEBRERO 2018

CERTIFICADO

ACEPTACIÓN DEL DIRECTOR

En mi calidad de Director del trabajo de grado, previo a la obtención del título de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz, nombrado por el Honorable Consejo Directivo de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas.

CERTIFICO:

Que una vez analizado el trabajo de grado cuyo título es “Estudio de patrones de movilidad de trabajadores y estudiantes de la Universidad Técnica del Norte para estimar el consumo de energía en función del transporte utilizado”, presentado por el señor: Alvarez Moncayo Dennis Leonardo con número de cédula 0401633300, doy fe que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a presentación pública y evaluación por parte de los señores integrantes del jurado examinador que se designe.

En la ciudad de Ibarra, a los 20 días del mes de febrero del 2018

Atentamente,



MSc. Fredy Alexander Rosero Obando
DIRECTOR DEL TRABAJO DE GRADO



AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

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

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

La Universidad Técnica del Norte dentro del proyecto Repositorio Digital Institucional, determinó la necesidad de disponer de textos completos en forma digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la Universidad.

Por medio del presente documento dejo sentada mi voluntad de participar en este proyecto, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	0401633300		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Alvarez Moncayo Dennis Leonardo		
DIRECCIÓN:	Sánchez y Cifuentes y Juan Manuel Grijalva, "La Merced"		
E-MAIL:	dlalvarez@utn.edu.ec / dennisleonardo_93@hotmail.com		
TELÉFONO FIJO:	065000929	TELÉFONO MÓVIL:	0994188192

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	Estudio de patrones de movilidad de trabajadores y estudiantes de la Universidad Técnica del Norte para estimar el consumo de energía en función del tipo de transporte utilizado"
AUTOR:	Dennis Leonardo Alvarez Moncayo
FECHA:	20 de febrero de 2018
PROGRAMA:	PREGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	INGENIERÍA EN MANTENIMIENTO AUTOMOTRIZ
ASESOR/DIRECTOR:	MSc. Fredy Alexander Rosero Obando

2. AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

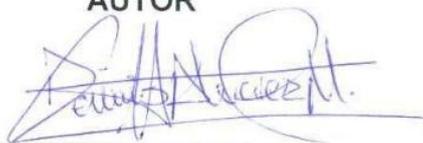
Yo, **Dennis Leonardo Alvarez Moncayo** con cédula de identidad Nro. **0401633300**, en calidad de autor y titular de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de grado descrito anteriormente, hago entrega del ejemplar respectivo en formato digital y autorizo a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el Repositorio Digital Institucional y uso del archivo digital en la Biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad del material y como apoyo a la educación, investigación y extensión; en concordancia con la Ley de Educación Superior Artículo 144.

3. CONSTANCIA

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 20 días del mes de febrero del 2018

AUTOR



Firma

Dennis Leonardo Alvarez Moncayo

Nombre completo

0401633300

C.C



CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

Yo, **Dennis Leonardo Alvarez Moncayo** con cédula de identidad Nro. **0401633300**, manifiesto mi voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, artículos 4, 5 y 6, en calidad de autor de la obra o trabajo de grado denominado **Estudio de patrones de movilidad de trabajadores y estudiantes de la Universidad Técnica del Norte para estimar el consumo de energía en función del tipo de transporte utilizado**. Que ha sido desarrollado para optar por el título de: **INGENIERO EN MANTENIMIENTO AUTOMOTRIZ**, en la Universidad Técnica del Norte quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

Firma

Dennis Leonardo Alvarez Moncayo

Nombre completo

0401633300

C.C

Ibarra, a los 20 días del mes de febrero de 2018.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mi querida familia, en especial a mis padres, quienes con su apoyo incondicional me han brindado el mejor regalo que pude pedir a la vida, la educación.

A mi hijo Ángel Leonardo, inspiración sempiterna de mis más grandes sueños.

A mis hermanos Paúl y Karolina, compañeros de vida, amigos eternos.

¡Los amo!

DENNIS LEONARDO ALVAREZ MONCAYO

AGRADECIMIENTO

Mi máximo agradecimiento a Dios, fortaleza impenetrable donde habita mi alma, energía infinita que eleva mi espíritu, quien guía con firmeza los pasos de mi camino y asegura los mejores éxitos en cada uno de mis propósitos de vida.

Extiendo un sincero agradecimiento a la Universidad Técnica del Norte por permitirme la oportunidad de pertenecer a su familia universitaria, institución donde me he preparado para llegar a ser un profesional de excelencia.

De igual manera agradezco al personal docente y administrativo de la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz por compartir sus conocimientos y experiencias en las aulas de clase, especialmente al MSc. Fredy Rosero, director del presente trabajo por su orientación, apoyo, tenacidad y valiosa amistad.

También agradezco a mis amigos, a mis compañeros de carrera y a las personas conocidas que aprecio, quienes me han apoyado durante toda la carrera universitaria con buenos deseos y la mejor energía, para superar cualquier inconveniente y hacer de la carrera universitaria una etapa de vida más llevadera.

DENNIS LEONARDO ALVAREZ MONCAYO

ÍNDICE DE CONTENIDOS

	PÁG.
RESUMEN	XIX
ABSTRACT	XX
CAPÍTULO I	1
1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	1
1.1 Antecedentes	1
1.2 Planteamiento del problema	2
1.3 Formulación del problema	3
1.4 Delimitación temporal y espacial	3
1.5 Objetivos	3
1.5.1 Objetivo general	3
1.5.2 Objetivos específicos	3
1.6 Justificación	4
CAPÍTULO II	5
2. MARCO TEÓRICO	5
2.1 Universidad Técnica del Norte	5
2.1.1 Reseña histórica	5
2.1.2 Generalidades	5
2.1.3 Ubicación del campus “El Olivo” en la región norte	7
2.1.4 Ubicación del campus “El Olivo” en Ibarra	8
2.1.5 Vías de acceso	9
2.1.5.1 Avenida 17 de Julio	10
2.1.5.2 Calle General José María Córdova	11
2.1.5.3 Carretera Panamericana Norte E35	11
2.2 Sistemas de Transporte	13
2.2.1 Reseña histórica del transporte en Ecuador	14
2.2.2 Generalidades del transporte en Ecuador	15
2.2.3 Transporte terrestre de pasajeros en Ecuador	16
2.2.4 Clasificación del transporte terrestre por clase	17
2.2.4.1 Transporte público	17
2.2.4.2 Transporte privado	18
2.2.5 Clasificación por motorización y tipo de combustible	18
2.2.5.1 Transporte no motorizado	18
2.2.5.2 Transporte motorizado	18

2.2.6	Clasificación por tipo de vehículo	20
2.3	Eficiencia energética en el transporte terrestre	22
2.3.1	Eficiencia energética en transporte motorizado	23
2.3.1.1	Transporte público vs transporte privado	24
2.3.2	Eficiencia energética en transporte no motorizado	25
2.3.3	Impactos del transporte	25
2.3.3.1	Impacto ambiental	25
2.3.3.2	Impacto económico	27
2.4	Movilidad	28
2.4.1	Sostenibilidad urbana	30
2.4.2	Planificación del transporte	31
2.5	Instrumentos para la recolección de datos	32
2.6	Software para la interpretación de datos	33
CAPÍTULO III		35
3.	DESARROLLO DE LA PROPUESTA	35
3.1	Caracterización espacial del campus “El Olivo”.	36
3.1.1	Vías internas del campus	36
3.1.2	Estacionamientos del campus “El Olivo”	36
3.1.2.1	Estacionamiento interno	37
3.1.2.2	Estacionamiento externo	38
3.2	Caracterización de los medios de transporte motorizado	39
3.2.1	Caracterización de los medios de transporte público	40
3.2.1.1	Autobús	40
3.2.1.2	Taxi	42
3.2.1.3	Busetas escolares	45
3.2.1.4	Busetas escolares: caso UTN	48
3.2.2.	Caracterización de los medios de transporte privado	48
3.3	Caracterización de rutas de autobuses urbanos	50
3.3.1.	Rutas de autobuses urbanos que transitan por la UTN	51
3.4.	Identificación de las zonas de origen y destino de viajes	52
3.4.1.	Zonas urbanas	52
3.4.2.	Zonas rurales	55
3.4.3.	Otra provincia o cantón	55
3.5.	Definición de parámetros del estudio	57
3.6.	Metodología para la obtención de datos	57
3.6.1.	Diseño de la encuesta	58
3.6.2.	Determinación de la población	59

3.6.3.	Cálculo de la muestra mínima	60
3.6.3.1	Factores de elevación y muestreo	61
3.6.4.	Estratificación de la muestra	62
3.6.4.	Levantamiento de la encuesta	64
3.7.	Cálculo de factores de consumo de energía	65
3.7.1.	Consumo de combustible	65
3.7.2	Valores de energía del combustible	66
3.7.3	Consumo de energía en el autobús	67
3.7.3.1	Consumo de energía en autobuses urbanos	68
3.7.3.2	Consumo de energía en autobuses intercantonales	69
3.7.4	Consumo de energía en taxis	70
3.7.5	Consumo de energía en busetas escolares	73
3.7.6	Consumo de energía en vehículos livianos particulares	74
3.7.7	Consumo de energía en medios de transporte no motorizado	77
3.7.2.1	Consumo de energía en la caminata	78
3.7.2.2	Consumo de energía en bicicleta	79
3.8	Procesamiento de la información	80
3.8.1	Operación general de SPSS	80
3.8.2	Definición de variables	81
3.8.3	Ordenamiento de datos	83
CAPÍTULO IV		85
4.	ANÁLISIS DE RESULTADOS	85
4.1	Cantidad de viajes	85
4.1.1	Viaje diarios	85
4.1.2	Viajes semanales	86
4.2	Puntos de origen y destino de los viajes	86
4.2.1	Comparación entre puntos de origen y puntos de destino	87
4.2.2	Puntos de origen y destino en la zona urbana	89
4.2.3	Puntos de origen y destino en la zona rural	90
4.2.4	Puntos de origen en otra provincia o cantón	90
4.3	Ocupación de los medios de transporte	92
4.3.1	Utilización general de los medios de transporte	93
4.3.2	Ocupación del autobús	95
4.3.3	Ocupación del taxi	95
4.3.4	Ocupación de recorridos escolares	96
4.3.5	Ocupación del automóvil	97
4.3.6	Ocupación de la motocicleta	99
4.4	Factores de consumo de energía en los medios de transporte	101
4.4.1	Factor de consumo por vehículo por kilómetro recorrido	101
4.4.2	Factor de consumo por persona por kilómetro recorrido	103

4.5	Estimación del consumo actual de energía en el transporte	105
4.5.1	Consumo actual de energía	105
4.5.2	Consumo de energía por medio de transporte	106
4.5.3	Consumo de energía por ocupación	107
4.5.4	Consumo de energía por zonas de origen y destino	108
4.6	Escenarios alternativos para reducir el consumo de energía	109
4.6.1	Escenario medianamente optimista	109
4.6.2	Escenario optimista	110
4.6.3	Comparación de escenarios	111
CAPÍTULO V		116
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	116
5.1	Conclusiones	116
5.2	Recomendaciones	118
BIBLIOGRAFÍA		119
ANEXOS		122

ÍNDICE DE FIGURAS

		PÁG.
Figura 2.1	Zona de Planificación Territorial N° 1	7
Figura 2.2	Ubicación del campus “El Olivo” en Ibarra	8
Figura 2.3	Ubicación de la UTN en el barrio "El Olivo", vista satelital	9
Figura 2.4	Avenida 17 de Julio, vista satelital	10
Figura 2.5	Calle General José María Córdova, vista satelital	11
Figura 2.6	Panamericana Norte E35 en Imbabura, vista satelital	12
Figura 2.7	Carretera Panamericana Norte E35 en Ibarra	13
Figura 2.8	Clasificación del transporte en Ecuador	16
Figura 2.9	Clasificación de los motores térmicos	20
Figura 2.10	Número de vehículos por clase en Ecuador para el año 2016	21
Figura 2.11	Edad del parque automotor en el Ecuador para el año 2016	22
Figura 2.12	Consumo de combustibles en Ecuador para el 2010 (kbbl)	23
Figura 2.13	Evolución de producción de energía en el Ecuador	26
Figura 2.14	Evolución de la demanda energética en el Ecuador	26
Figura 2.15	Costo y subsidio del combustible en el transporte terrestre	28
Figura 2.16	Representación de movilidad urbana	29
Figura 3.1	Metodología utilizada en el estudio	35
Figura 3.2	Trazado de vías internas del campus "El Olivo"	36
Figura 3.3	Estacionamientos internos del campus, vista satelital	37
Figura 3.4	Estacionamientos externos del campus, vista satelital	39
Figura 3.5	Buses de Ibarra por marcas	41
Figura 3.6	Buses de Ibarra por año de fabricación	41
Figura 3.7	Sectorización de la ciudad de Ibarra	53
Figura 3.8	Rendimiento de combustible en los taxis de Ibarra	71
Figura 3.9	Vista de variables en SPSS	80
Figura 3.10	Vista de datos en SPSS	81
Figura 3.11	Ventana de selección de tipo de variable en SPSS	81
Figura 3.12	Ventana de valores de una variable en SPSS	82
Figura 4.1	Viajes semanales a la UTN por cada punto de origen y destino	88
Figura 4.2	Viajes semanales en la zona urbana	89
Figura 4.3	Viajes semanales en la zona rural	90

Figura 4.4	Viajes semanales en otra provincia o cantón	91
Figura 4.5	Porcentaje de utilización de cada medio de transporte	93
Figura 4.6	Ocupación general de los medios de transporte	94
Figura 4.7	Viajes semanales que utilizan autobús	95
Figura 4.8	Viajes semanales en taxi por número de ocupantes	96
Figura 4.9	Viajes semanales en recorrido escolar por número de ocupantes	96
Figura 4.10	Porcentaje de utilización del automóvil por modo	97
Figura 4.11	Porcentaje de utilización del automóvil por número de ocupantes	98
Figura 4.12	Porcentaje de utilización del automóvil por tipo de vehículo	98
Figura 4.13	Porcentaje de viajes en automóvil por ubicación de estacionamiento	99
Figura 4.14	Porcentaje de utilización de la motocicleta por modo	100
Figura 4.15	Porcentaje de utilización de la motocicleta por número de ocupantes	100
Figura 4.16	Porcentaje de viajes en motocicleta por ubicación de estacionamiento	101
Figura 4.17	Factor de consumo vehicular promedio para cada medio de transporte	102
Figura 4.18	Factor de consumo por usuario para cada medio de transporte	104
Figura 4.19	Porcentaje del consumo total de energía por medio de transporte	106
Figura 4.20	Porcentaje del consumo total de energía por ocupación y modalidad	107
Figura 4.21	Porcentaje del consumo de energía por medio de transporte y zonas	108
Figura 4.22	Cambios en el porcentaje de utilización para el primer escenario	109
Figura 4.23	Cambios en el porcentaje de utilización para el segundo escenario	110
Figura 4.24	Consumo de energía semanal en los 3 escenarios diferentes	111
Figura 4.25	Consumo de energía en los medios de transporte para los 3 escenarios	112
Figura 4.26	Diferencia anual del consumo de combustible	114
Figura AI.1	Avenida 17 de Julio	123
Figura AI.2	Calle José María Córdova	123
Figura AI.3	Vías internas del campus “El Olivo”	123
Figura AI.4	Estacionamientos externos del campus “El Olivo”	124
Figura AI.5	Estacionamientos internos para automóviles	124
Figura AI.6	Estacionamientos internos para motocicletas	124
Figura AII.1	Autobuses intercantonales e interprovinciales en el terminal de Ibarra	125
Figura AII.2	Autobús urbano	125
Figura AII.3	Taxi	125
Figura AII.4	Vehículo tipo sedán	126

Figura AII.5	Vehículo tipo SUV/Todoterreno	126
Figura AII.6	Vehículo tipo camioneta	126
Figura AIII.1	Encuesta aplicada a la población universitaria, parte	127
Figura AIV.1	Vista de base de datos en SPSS, parte 1	128
Figura AIV.2	Vista de base de datos en SPSS, parte 2	128
Figura AIV.3	Vista de base de datos en SPSS, parte 3	128
Figura AIV.4	Vista de base de datos en SPSS, parte 4	128
Figura AIV.5	Vista de base de datos en SPSS, parte 5	129
Figura AIV.6	Vista de base de datos en SPSS, parte 6	129

ÍNDICE DE TABLAS

		PÁG.
Tabla 2.1	Evolución del transporte terrestre en el Ecuador	14
Tabla 2.2	Número de vehículos matriculados, por uso y tipo de combustible.	19
Tabla 2.3	Datos de consumo energético según ciudades y zonas geográficas	24
Tabla 3.1	Distribución de estacionamientos internos por sectores	38
Tabla 3.2	Distribución estimada de estacionamientos externos	39
Tabla 3.3	Autobuses urbanos de la ciudad de Ibarra por cooperativas	40
Tabla 3.4	Marcas y modelos de los buses de Ibarra	42
Tabla 3.5	Total de taxis en Ibarra	42
Tabla 3.6	Taxis de Ibarra clasificados por marca	43
Tabla 3.7	Modelos de las marcas más importantes de taxis	44
Tabla 3.8	Modelos de taxis más importantes de Ibarra	45
Tabla 3.9	Escolares de Ibarra, Cotacachi y Otavalo	45
Tabla 3.10	Marcas de los vehículos de servicio escolar	46
Tabla 3.11	Modelos más importantes del servicio escolar y tipo de carrocería	47
Tabla 3.12	Vehículos livianos matriculados en Imbabura	49
Tabla 3.13	Conteo de vehículos privados en el campus "El Olivo"	49
Tabla 3.14	Rutas de autobuses urbanos en Ibarra	50
Tabla 3.15	Inventario de rutas de autobuses urbanos de Ibarra	51
Tabla 3.16	Líneas de bus que pasan por el barrio "El Olivo"	52
Tabla 3.17	Distancias en sectores urbanos, desde y hasta el campus "El Olivo"	54
Tabla 3.18	Distancias desde los sectores rurales hasta el campus "El Olivo"	55
Tabla 3.19	Distancia desde las cabeceras cantonales al campus "El Olivo"	56
Tabla 3.20	Población universitaria Octubre 2017 – Febrero 2018	59
Tabla 3.21	Coeficientes (Z) por niveles de seguridad	60
Tabla 3.22	Estratificación general de la muestra para las categorías principales	62
Tabla 3.23	Estratificación de la muestra en el grupo de estudiantes	63
Tabla 3.24	Estratificación de la muestra en el grupo de trabajadores	64
Tabla 3.25	Rendimiento y consumo de combustible en Ecuador	65
Tabla 3.26	Combustible vendido en las estaciones de servicio durante el 2012	66
Tabla 3.27	Energía equivalente del combustible	67
Tabla 3.28	Rendimiento y consumo de combustible en los autobuses urbanos	68

Tabla 3.29	Rendimiento y consumo de combustible en autobuses de servicio intercantonal e interprovincial	70
Tabla 3.30	Rendimiento de combustible en los modelos de taxis más importantes	71
Tabla 3.31	Rendimiento de combustible en los modelos más usados de escolares	73
Tabla 3.32	Rendimiento y consumo de combustible para vehículos livianos	75
Tabla 3.33	Estimación del consumo de energía en caminatas (kcal / min)	78
Tabla 3.34	Consumo de energía para caminatas de velocidad media (kcal / min)	78
Tabla 3.35	Distribución de variables por sección en SPSS	83
Tabla 3.36	Distribución de casos por categoría en SPSS	84
Tabla 4.1	Viajes diarios generados por modalidad de asistencia	85
Tabla 4.2	Viajes semanales al campus “El Olivo”	86
Tabla 4.3	Viajes semanales originados en cada zona por cada modalidad	87
Tabla 4.4	Variación entre zonas de origen y destino por modalidad	88
Tabla 4.5	Desplazamientos semanales en cada transporte por ocupación	92
Tabla 4.6	Tasa de ocupación de los medios de transporte	103
Tabla 4.7	Consumo de energía semanal en transporte	105
Tabla 4.8	Consumo de energía en escenario medianamente optimista	110
Tabla 4.9	Consumo de energía en escenario altamente optimista	111
Tabla 4.10	Consumo semanal de combustible en los 3 escenarios diferentes	113
Tabla 4.11	Diferencia anual en el consumo de combustible y costos económicos	114

ÍNDICE DE ECUACIONES:

	PÁG.
Ecuación 3.1 Cálculo de la muestra mínima	60
Ecuación 3.2 Factor de elevación	61
Ecuación 3.3 Factor de muestreo	62
Ecuación 3.4 Consumo promedio de combustible en autobuses urbanos	68
Ecuación 3.5 Consumo de energía promedio en autobuses urbanos	69
Ecuación 3.6 Consumo de energía en autobuses interprovinciales e intercantonal	70
Ecuación 3.7 Consumo promedio de combustible en taxis	72
Ecuación 3.8 Consumo de energía promedio en taxis	72
Ecuación 3.9 Consumo de energía promedio en la buseta modelo Kia Pregio	73
Ecuación 3.10 Consumo de energía promedio en la buseta modelo Hyundai HD72	74
Ecuación 3.11 Consumo de energía promedio en los vehículos tipo sedán	75
Ecuación 3.12 Consumo de energía promedio en los vehículos tipo SUV/Todoterreno	76
Ecuación 3.13 Consumo de energía promedio en los vehículos tipo camioneta	76
Ecuación 3.14 Consumo de energía promedio en las motocicletas	77

ÍNDICE DE ANEXOS

	PÁG.
ANEXO I	
Caracterización fotográfica del campus “El Olivo”	123
ANEXO II	
Medios de transporte utilizados	125
ANEXO III	
Metodología para la obtención de datos	127
ANEXO IV	
Procesamiento de datos	128

RESUMEN

En este proyecto se desarrolla un “estudio de patrones de movilidad de estudiantes y trabajadores de la Universidad Técnica del Norte para estimar el consumo de energía en función del tipo de transporte utilizado”. El texto del proyecto se encuentra dividido en cuatro capítulos donde se detalla finalmente un diagnóstico del problema. El primer capítulo encierra la problemática que existe debido al uso ineficiente e inconsciente de los medios de transporte, que genera un exceso de consumo de energía, un alto grado de contaminación ambiental, y a la vez un fuerte impacto económico para el estado; los objetivos del proyecto son identificar los puntos de origen y destino que generan viajes hacia la Universidad, determinar el porcentaje de ocupación de los medios de transporte, estimar el consumo de energía actual y plantear escenarios de movilización más ecológicos. En el segundo capítulo se encuentra el marco teórico con información extraída de fuentes científicas bibliográficas y de la web, que tienen como enfoque principal el campus matriz de la universidad, los sistemas de transporte y generalidades sobre eficiencia energética y movilidad sostenible. En el tercer capítulo se detallan los procedimientos y actividades que incluye el desarrollo de la propuesta, en esta sección se detalla una caracterización espacial del campus “El Olivo”, se caracteriza los medios de transporte utilizados para realizar los desplazamientos con énfasis particular en los autobuses de servicio urbano, se identifica las zonas de origen y destino de los viajes, luego se procede a definir la metodología y los parámetros de estudio a tener en cuenta para realizar el levantamiento de información y el análisis de resultados del siguiente capítulo. En el cuarto capítulo se encuentra el análisis de datos, donde se muestra en detalle los resultados del estudio en general, expresados en gráficos y tablas, y por consiguiente la interpretación de estos valores.

ABSTRACT

In this project a "study of mobility patterns of students and workers of the Universidad Técnica del Norte to estimate the energy consumption according to the type of transport used" is developed. The project is divided into four chapters where a diagnosis of the problem is finally detailed. The first chapter has the problems that exist due to the inefficient and unconscious use of the transportation, generating an excess of energy consumption, a high degree of environmental pollution, and at the same time a strong economic impact to the government; the project objectives are to identify the points of origin and destination that generate trips to the university, to determine the percentage of use of transportation, and then estimate the current energy consumption and propose the most ecological mobilization scenarios. In the second chapter is the theoretical framework with information from the scientific bibliographical and network sources, whose main focus is the university's main campus, transportation systems and general information about energy efficiency and sustainable mobility. In the third chapter the procedures and activities which include the development of the proposal are detailed, in this section a spatial characterization of the campus "El Olivo" is specified, it is characterized the ways of transport used to make the displacements with particular emphasis on urban buses, then identifying the zones of origin and destination of the trips, afterwards, the methodology continued and a study parameters to perform the gathering of information and the analysis of results of the following chapter. In chapter four the data analysis was performed, which shows in detail the general results of the study, expressed in graphs and tables, and the interpretation of this values.

CAPÍTULO I

1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 ANTECEDENTES

La Universidad Técnica del Norte con sus siglas UTN es una institución educativa pública de tercer y cuarto nivel creada en el año de 1986 en la ciudad de Ibarra, capital de la provincia de Imbabura. Su campus matriz denominado “El Olivo”, se encuentra ubicado en el sector “El Olivo” de la parroquia “El Sagrario”; exactamente en la Avenida 17 de Julio y la calle General José María Córdova, en el norte de la ciudad de Ibarra. Cuenta con una extensión aproximada de 102 460 m² y de acuerdo con su portal web, acoge a más de 10 000 personas entre estudiantes, docentes y funcionarios en jornadas matutina, vespertina y nocturna.

Existen únicamente dos vías de acceso al campus “El Olivo”: la Av. 17 de Julio y la Carretera Panamericana Norte E35, que deriva en la Calle Gral. José María Córdova, ambas con circulación vehicular en doble sentido. Éstas son dos de las vías con mayor volumen de tránsito en la ciudad del Ibarra, ya que comunican a la ciudad con el norte del país.

Diariamente, más de 9 000 personas se movilizan hacia el campus matriz de la Universidad, lo que supone una gran cantidad de vehículos en movimiento y a la vez una gran cantidad de energía necesaria para moverlos, así como un nivel elevado de emisiones contaminantes. De la totalidad de estas personas, se asume que la mayoría proceden de la ciudad de Ibarra, sin embargo, una cantidad significativa de ellos provienen de los alrededores de la ciudad, desde otros cantones de la provincia e incluso de otras provincias.

En Ecuador, el Ministerio Coordinador de Sectores Estratégicos afirma que el sector transporte es el principal demandante de energía ya que consume el 49 % del total disponible, es decir, 46,06 millones de barriles equivalentes de petróleo BEP al año.

Así como el sector transporte es un consumidor potencial de energía, también es un sector altamente contaminante. En el período 2006 a 2012, las emisiones de gases efecto invernadero GEI producidas por el transporte fueron de alrededor de un 47 a 65 % del total, donde el CO₂ es el gas que se emite en mayor proporción, aproximadamente 92 %. (Guaynalema, 2013, pág. 117) El alto grado de contaminación que genera el sector transporte se debe a que la energía utilizada proviene casi en su totalidad del petróleo.

En la actualidad, no existen estudios registrados en la ciudad de Ibarra sobre consumo de energía en los medios de transporte a nivel general, sin embargo, estudios nacionales afirman

que el consumo de energía de este sector y como consecuencia la contaminación atmosférica, siguen en aumento en las principales ciudades del país, esto se torna una situación alarmante por sus efectos nocivos en la salud de los habitantes y sus impactos negativos en el ambiente.

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la ciudad de Ibarra, como en el resto del mundo, la población va en aumento, esto también da lugar al incremento desmesurado de los vehículos automotores, tanto públicos como privados, necesarios para satisfacer la demanda de movilidad. Datos informativos de un documento estadístico de la Secretaria General de la Comunidad Andina de Naciones, indican que para el año 2013, en el Ecuador se tenían 109,2 vehículos por cada 1 000 habitantes, y el valor continúa sigue en crecimiento ya que sólo en la ciudad de Ibarra el parque automotor aumenta un 8 % cada año. (Bolaños, 2016, pág. 1)

Con el incremento progresivo del parque automotor, el espacio para el flujo de tránsito en las vías es cada vez menor. Las calles se ven acumuladas de vehículos, tanto en movimiento como detenidos, ya sea en intersecciones semaforizadas o en lugares de estacionamiento; esto también es considerado como contaminación, una de tipo espacial, porque bloquea la función principal de la vía, e incluso los vehículos invaden lugares no permitidos como paradas de buses, rampas de acceso a las aceras, frentes de garajes privados, entre otros.

Diariamente, se observan los parqueaderos del campus ocupados casi en su totalidad; y en las proximidades de la UTN, específicamente en la Av. 17 de Julio, una extensa aglomeración de vehículos estacionados con una distancia aproximada de 150 metros en ambos sentidos, situación que reduce el número de carriles transitables de 4 a 2.

Esta situación implica una congestión vehicular inevitable en las vías de acceso a la universidad durante las horas “pico”, tanto en la mañana, como en la tarde e inclusive en la noche. A la vez, se pueden observar los muros de la universidad y las viviendas contiguas sombreados con hollín a causa del smog que emanan los automotores. En fin, un foco de contaminación en muchas de sus formas, tales como espacial, visual, auditiva y atmosférica. En la UTN, con el pasar de los años, la situación se verá más crítica, donde más vehículos buscarán estacionamiento a lo largo de la avenida, se consumirá una mayor cantidad de energía para transportar a un mayor número de personas, como consecuencia se producirán niveles de consumo y contaminación ambiental más elevados que los actuales.

1.3 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cuáles son los principales patrones de movilidad de los trabajadores y estudiantes de la Universidad Técnica del Norte, que medios de transporte utilizan y cuanta energía se consume para satisfacer esta necesidad?

1.4 DELIMITACIÓN TEMPORAL Y ESPACIAL

El estudio se lleva a cabo en la ciudad de Ibarra, mayoritariamente en el campus “El Olivo” de la Universidad Técnica del Norte, durante dos períodos de actividades académicas

1.5 OBJETIVOS

1.5.1 OBJETIVO GENERAL

Desarrollar un estudio de los patrones de movilidad de trabajadores y estudiantes de la Universidad Técnica del Norte para estimar el consumo de energía en función del tipo de transporte utilizado.

1.5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analizar los principales puntos de origen y destino, generados por los desplazamientos desde o hacia la Universidad Técnica del Norte.
- Establecer el porcentaje de utilización de cada uno de los tipos de transporte empleados por la comunidad universitaria, desde o hacia la Universidad Técnica del Norte, tales como: bus, taxi, vehículo privado, motocicleta, bicicleta y caminata.
- Determinar los factores de consumo de energía en viajes desde o hacia la Universidad Técnica del Norte, en función del tipo de transporte que se utiliza.
- Estimar la disminución del consumo de energía que se tendría, si la comunidad universitaria opta por modalidades de transporte más ecológicas.

1.6 JUSTIFICACIÓN

La realización de este estudio tiene como finalidad recopilar la información necesaria sobre el consumo de energía que utilizan las personas relacionadas con la UTN al moverse hacia y desde la Universidad, para luego plantear alternativas de movilidad más eficientes y ecológicas. Además, la información recopilada en el estudio será de mucha utilidad para el desarrollo de estudios y planes futuros propuestos por la misma Universidad Técnica del Norte o por el Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón San Miguel de Ibarra, que estén enfocados en la movilidad eficiente y sustentabilidad urbana, para mejorar la calidad de vida de toda la población.

El desarrollo del presente trabajo apoya a la racionalización del transporte urbano que permite integrar el transporte en el marco de movilidad, sostenibilidad y calidad de vida, objetivos del Plan Nacional del Buen Vivir y la Constitución vigentes en Ecuador: Generación de movilidad segura y sustentable sin intereses corporativos y gremiales del transporte, fortalecimiento de la planificación, la regulación y el control de la movilidad y la seguridad vial, fomentar el uso del transporte público seguro, digno y sustentable; y promover la movilidad no motorizada.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1 UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

La UTN forma parte de las 18 Instituciones de Educación Superior de la Categoría “B” de universidades, realizada por el Consejo de Evaluación, Acreditación y Aseguramiento de la Calidad de la Educación Superior CEAACES, y ofrece a todos sus estudiantes programas académicos que incluyen mallas curriculares actualizadas, una bolsa de trabajo multidisciplinaria, programas de intercambio, programas de grado y posgrado, laboratorios y centros de investigación con tecnología de punta y una infinidad de recursos compartidos.

2.1.1 RESEÑA HISTÓRICA

En la década de los años 70, un importante sector de profesionales que sentían la necesidad de que el norte del país cuente con un centro de educación superior que responda a los requerimientos propios del sector, comienzan a dar los primeros pasos para el seguimiento de lo que hoy en día constituye la Universidad Técnica del Norte. En el portal web de la Universidad se aclara que en sus inicios, el personal docente básicamente estaba compuesto por profesionales imbabureños, docentes de los diversos colegios que empezaron a laborar por patriotismo más que por aspectos remunerativos al igual que un grupo de empleados de sector administrativo y de servicio.

2.1.2 GENERALIDADES

Actualmente, para el cumplimiento de las actividades académicas, la UTN cuenta con algunos campus y centros de investigación. El presente estudio se centra únicamente en el campus matriz, debido a que este acoge diariamente a más de 9 000 personas entre docentes, estudiantes y funcionarios en jornada diurna y nocturna, y por eso representa foco importante de movilidad, y un punto crítico donde se concentra una cantidad muy representativa de la población de la ciudad. Los campus y centros de investigación que posee la UTN son:

a) Campus UTN “El Olivo”

Se encuentra ubicado en la Av. 17 de Julio y la calle Gral. José Córdova al norte de Ibarra. Está conformado por 10 edificios con modernas instalaciones, equipados con tecnología de vanguardia, rodeados de amplias áreas verdes. Cuenta con auditorios, biblioteca, centro de impresión, salas de exposición, salas de cómputo, laboratorios de investigación, talleres de diseño, salas de clases, entre otros servicios.

b) Antiguo Hospital “San Vicente de Paúl”

Está ubicado en la calle Juan Montalvo entre las calles Cristóbal Colón y Juan de Velasco. Actualmente está equipado con laboratorios de última tecnología en las áreas de Ingeniería Aplicada, Enfermería y Gastronomía.

c) Estadio “Universidad Técnica del Norte”

Es un proyecto que nace con la necesidad de contar con un espacio destinado a las actividades deportivas y culturales. Actualmente cuenta con instalaciones donde se desarrollan las actividades académicas de la Carrera de Ingeniería Textil.

d) Granja Experimental “Yuyucocha”

En la granja realizan prácticas pre profesionales por asignaturas los estudiantes de las Carreras de Ingeniería Forestal, Agropecuaria, Agroindustrial; además cuenta con un vivero forestal, y un laboratorio de tecnología de maderas.

e) Granja Experimental “La Pradera”

En la granja se desarrollan las actividades académicas y administrativas de la Carrera de Ingeniería Agropecuaria. Cuenta con áreas productivas agrícolas y pecuarias donde además se desarrollan investigaciones por parte de docentes y estudiantes tesistas de pregrado. También cuenta con una residencia estudiantil.

f) Hacienda “Santa Mónica”

Esta hacienda es de producción pecuaria y ganado lechero. Cuenta con instalaciones de ordeño tecnificadas donde realizan prácticas pre profesionales los estudiantes de Ingeniería Agropecuaria. Además cuenta con una infraestructura para hospedar a estudiantes pasantes, donde también se desarrollan eventos académicos.

g) Estación Experimental “La Favorita”

Debido a sus condiciones ambientales y biodiversidad con la que cuenta el bosque secundario subtropical del que se compone la estación, permite realizar prácticas a los estudiantes de las Carreras de la FICAYA, y de otras carreras como la de Turismo, En el lugar fueron introducidas algunas especies forestales exóticas que lograron adaptarse favorablemente.

h) Reserva de Flora y Fauna “El Cristal”

Es un área considerada como reserva natural constituida en su mayor parte por un bosque secundario que posee una abundante biodiversidad de flora y fauna. Generalmente es visitada por los estudiantes de la carrera de Ingeniería en Recursos Naturales Renovables a través de giras de observación.

2.1.3 UBICACIÓN DEL CAMPUS “EL OLIVO” EN LA REGIÓN NORTE

La Universidad Técnica del Norte con su campus matriz “El Olivo”, se encuentra ubicada en la ciudad de Ibarra, capital de la provincia de Imbabura, en la Zona de Planificación Territorial N° 1, en el norte de la República del Ecuador. La Subsecretaría Zona 1 – Norte, cuya sede administrativa se encuentra ubicada en la ciudad de Ibarra, está integrada por las provincias de Esmeraldas, Carchi, Imbabura y Sucumbíos como se muestra en la Figura 2.1. La Zona de Planificación Territorial N° 1 es la región fronteriza con Colombia, por esta razón constituye una zona de fuerte intercambio comercial e importantes movimientos migratorios, especialmente de nacionalidad colombiana.



Figura 2.1 Zona de Planificación Territorial N° 1

Esta zona está conformada por 26 cantones, 145 parroquias rurales y 39 parroquias urbanas, distribuidas en un área total aproximada de 42 303 km² que corresponde al 16,5 % del territorio total de la República del Ecuador. En el Censo de Población y Vivienda del 2010 se establece que esta zona posee una población de 1'273 332 habitantes, cantidad que representa el 8,8 % de la totalidad nacional.

Además, la ciudad de Ibarra se encuentra ubicada a una distancia aproximada de 110 km desde la ciudad de Quito, capital de la República del Ecuador, y a unos 130 km del Puente Internacional “Rumichaca”, límite internacional con la República de Colombia. Por estas razones, el campus matriz de la Universidad Técnica del Norte está ubicado en una de las ciudades más importantes de la región norte del país.

2.1.4 UBICACIÓN DEL CAMPUS “EL OLIVO” EN IBARRA

El campus matriz “El Olivo” de la Universidad Técnica del Norte, se encuentra localizado en la ciudad de Ibarra, exactamente en la Avenida 17 de Julio y la Calle General José María Córdova, en el barrio “El Olivo” de la Parroquia Urbana “El Sagrario”. En la Figura 2.2 se representa al campus matriz de la UTN con una señal de color rojo.

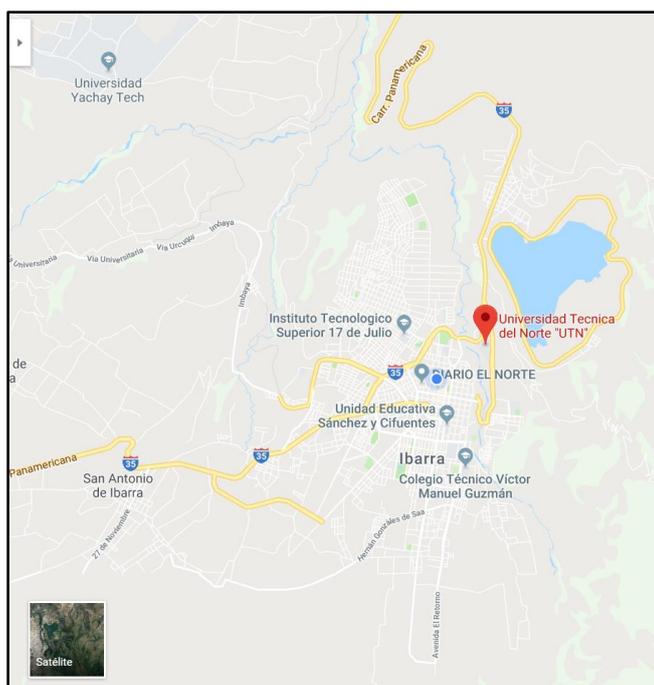


Figura 2.2 Ubicación del campus “El Olivo” en Ibarra

Los límites geográficos del campus “El Olivo” son: por el norte la Calle Gral. José María Córdova, por el noroeste la Carretera Panamericana Norte E35, por el este la Av. 17 de Julio y por el suroeste el Río Tahuando. Las coordenadas geográficas del campus expresadas en grados decimales son: 0,36 ° en latitud norte y 78,11 ° en longitud oeste.

En la Figura 2.3 se representa la extensión del territorio que corresponde al barrio “El Olivo”, donde también pueden observarse los límites geográficos de la UTN.

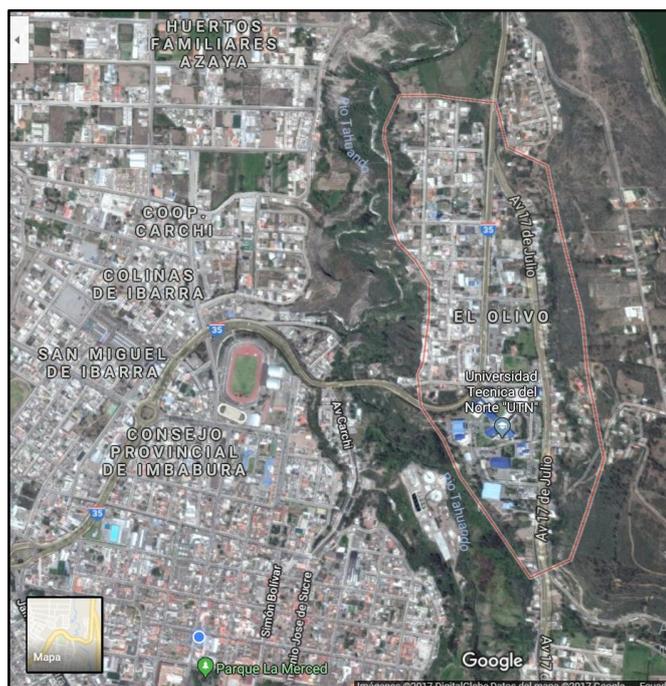


Figura 2.3 Ubicación de la UTN en el barrio "El Olivo", vista satelital

Por su parte, el barrio “El Olivo”, con alrededor de 550 000 m² de extensión, está ubicado en el sector noreste de Ibarra, a una distancia aproximada de 4 km de la entrada / salida norte de la ciudad, y a unos 3 km de distancia del centro de la ciudad.

2.1.5 VÍAS DE ACCESO

El campus “El Olivo” de la Universidad Técnica del Norte cuenta únicamente con dos vías de acceso directo a sus instalaciones, que son: la Avenida 17 de Julio por el costado este, y la Calle General José María Córdova por el lado norte, vía que deriva principalmente de la Carretera Panamericana Norte E35.

2.1.5.1 AVENIDA 17 DE JULIO

Es una de las vías principales de la ciudad de Ibarra. Se encuentra ubicada en el sector noroeste de Ibarra y conecta los barrios “El Olivo” y “La Victoria” con el centro de la ciudad en el barrio “San Agustín”, por este motivo, se considera una vía importante para el descongestionamiento del tráfico entre el norte y el centro de la ciudad. Inicia en el extremo norte en su intersección con la Panamericana Norte E35 y termina en su intersección con la Calle Juan José Flores, y cubre una distancia aproximada de 3 km. La extensión que cubre esta vía está representada en la Figura 2.4 de color amarillo.

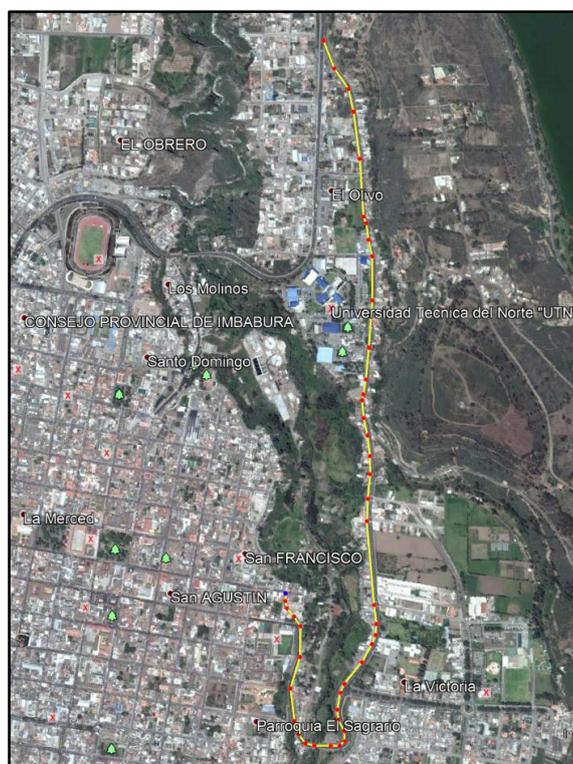


Figura 2.4 Avenida 17 de Julio, vista satelital

El tránsito en esta vía está permitido para todo tipo de vehículo automotor. Está compuesta por 4 carriles transitables cubiertos de asfalto, 2 de ellos en sentido norte y 2 en sentido sur, estos carriles están divididos en pares por un parterre que se encuentra cimentado en la mayoría del trayecto de la avenida. Cuenta con aceras peatonales, 2 intersecciones semaforizadas, lugares destinados a paradas de buses urbanos y una parada de taxis en las afueras de la UTN. Además, en el primer kilómetro y medio de su recorrido se encuentra instalado un radar de velocidad que registra a los vehículos que sobrepasan los 30 km/h.

2.1.5.2 CALLE GENERAL JOSÉ MARÍA CÓRDOVA

Es una vía secundaria que se encuentra ubicada en el sector noroeste de Ibarra y es la primera intersección de la Panamericana Norte E35 en el barrio “El Olivo”, en sentido sur – norte. Inicia en un mirador en su extremo occidental y termina en su intersección con la Avenida 17 de Julio, cubre una distancia total aproximada de 410 m. En la mayoría de su extensión cubre la fachada norte del campus “El Olivo”.

En la Figura 2.5 se representa la Calle General José María Córdova resaltada en color amarillo, donde se observa la extensión que corresponde al límite norte de la UTN.



Figura 2.5 Calle General José María Córdova, vista satelital

Esta vía cuenta con 2 carriles transitables, en terreno adoquinado y en doble sentido desde el mirador hasta la intersección con la Panamericana Norte E35; y en asfalto y sentido único oeste-este desde este punto hasta la intersección con la Av. 17 de Julio. Cuenta con aceras peatonales y una intersección semaforizada en su extremo oriental con la Av. 17 de Julio.

2.1.5.3 CARRETERA PANAMERICANA NORTE E35

Denominada también “Troncal de la Sierra”, es una de las principales vías existentes en el Ecuador, puesto que es un corredor arterial de la red vial estatal del país y parte de la Carretera Panamericana. En toda su extensión, está ubicada en el valle interandino entre las cordilleras occidental y oriental de los Andes; atraviesa las provincias de Carchi, Imbabura, Pichincha, Cotopaxi, Tungurahua, Chimborazo, Cañar, Azuay, y Loja.

La Figura 2.6 muestra el recorrido de la Carretera Panamericana Norte E35 en la provincia de Imbabura, que inicia en el puente interprovincial limítrofe entre las provincias Carchi e Imbabura, en la Hoya del Chota; mientras sigue el cauce del río con el mismo nombre, avanza y pasa por localidades como Carpuela, Ambuquí y Salinas donde se desprende la vía Transversal Fronteriza E10 en sentido oeste, que comunica a la provincia de Imbabura con la provincia de Esmeraldas en la ciudad de San Lorenzo; continúa hacia el sur y atraviesa la ciudad de Ibarra, pasa por Atuntaqui y atraviesa también la ciudad de Otavalo; avanza hacia el sur y pasa por el Lago San Pablo hasta llegar al nudo Mojanda – Cajas, límite provincial entre las provincias Imbabura y Pichincha. En esta trayectoria completa un recorrido provincial total aproximado de 87 km.

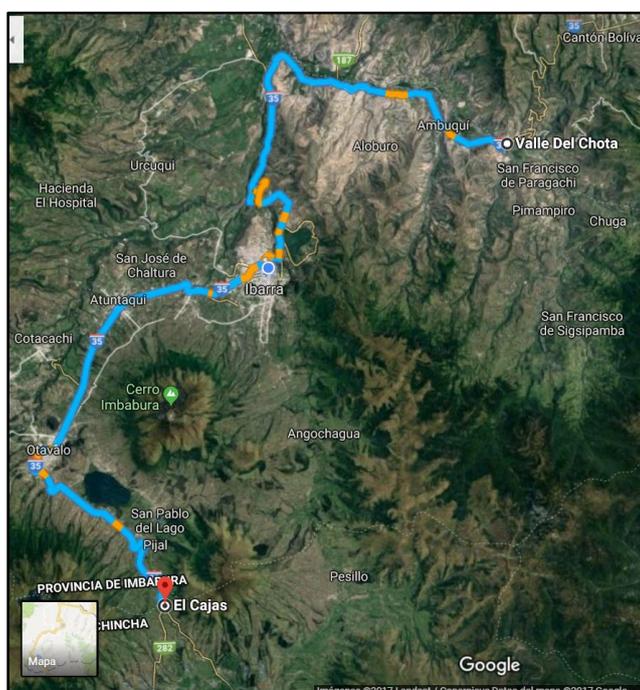


Figura 2.6 Panamericana Norte E35 en Imbabura, vista satelital

La Figura 2.7 representa el recorrido de la Carretera Panamericana Norte E35 en la ciudad de Ibarra, que se extiende en una longitud aproximada de 11,4 km, donde se considera como punto inicial la intersección con la Calle Puruhanta del barrio “Priorato”, al norte de la ciudad, y como punto final la intersección con la Calle Antonio José de Sucre ubicada en el barrio “San Antonio de Ibarra”, en el sur de la ciudad. El tránsito en esta vía es el de mayor flujo en la ciudad debido a que se trata de la carretera principal que une a la ciudad de Ibarra con el resto de ciudades y localidades del país.

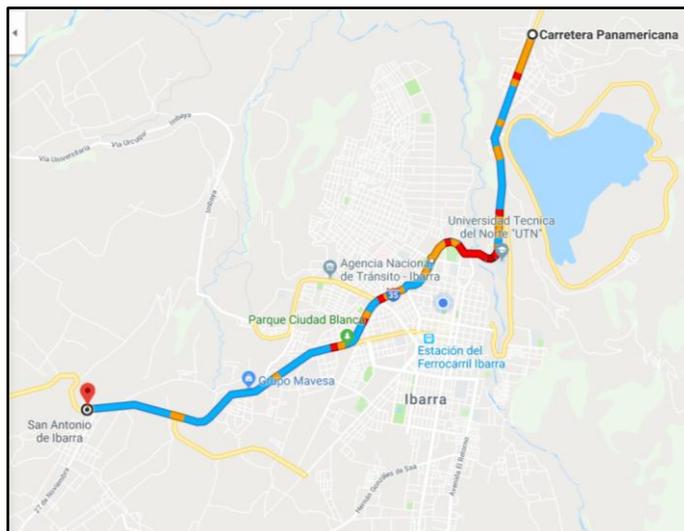


Figura 2.7 Carretera Panamericana Norte E35 en Ibarra

El tramo de esta vía que atraviesa la ciudad de Ibarra es de terreno asfaltado. Inicialmente posee 2 carriles transitables, uno en cada sentido, desde el punto inicial norte hasta que sobrepasa el puente del Río Tahuando e interseca la Avenida Carchi, 500 m al sur de la UTN; a continuación, se ensancha a 4 carriles transitables, 2 en cada sentido, hasta su intersección con la Calle Agustín Rosales en el sector “La Florida” donde se vuelve a ensanchar, esta vez a 8 carriles transitables, 4 en cada sentido hasta la ciudad de Otavalo.

2.2 SISTEMAS DE TRANSPORTE

En Latinoamérica, como en el resto del mundo, el transporte ha sido un elemento de suma importancia, tanto para el progreso como para el retraso de las diferentes civilizaciones. Pues ha cambiado la forma de vivir de la humanidad porque gracias al transporte las personas son capaces de recorrer grandes distancias en menos tiempo sin la necesidad de utilizar animales. Con los vehículos que se fabrican cada vez con más perfeccionamientos tecnológicos se ha brindado a los usuarios mayor comodidad, seguridad y rapidez. Sin embargo el uso excesivo e irracional del transporte que se tiene en la actualidad produce altos niveles de contaminación ambiental, como consecuencia de ello un cambio climático en decadencia y el llamado efecto invernadero que afecta a los seres vivos en general.

Por otra parte, gracias a la industria de la automoción hay millones de empleos en todo el mundo, lo que representa una fortaleza en la economía de los países más desarrollados y una debilidad para los países en vías de desarrollo.

2.2.1 RESEÑA HISTÓRICA DEL TRANSPORTE EN ECUADOR

Desde la antigüedad el ser humano ha tenido la necesidad de transportar objetos o a sí mismo. Los Incas disponían de un rudimentario pero eficiente sistema de caminos interconectados a lo largo y ancho de su imperio, éstos caminos eran recorridos a pie o sobre el lomo de llamas y otros animales; muchas veces a través de puentes de cuerdas entre las montañas.

La conquista española de la región andina originó grandes cambios en los medios de transporte, en ése entonces el principal medio de comunicación y transporte era el marítimo, puesto que era el más rápido y de mayor capacidad de carga.

En el año de 1873 empieza la construcción del ferrocarril y en 1895 fue retomada por el gobierno del Gral. Eloy Alfaro. A finales de los años 20, en la presidencia del Dr. Isidro Ayora se crea el Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones y se responsabiliza de los caminos y ferrocarriles, los canales de navegación, las obras portuarias marítimas y fluviales, trabajos de conservación de playas del mar y riberas de los ríos, entre otros. En el gobierno de León Febres Cordero, mediante acuerdo ministerial N° 037 del 15 de octubre de 1984, se declara el 9 de julio como fecha oficial del Ministerio de Obras Públicas.

En la Tabla 2.1 se presentan algunos acontecimientos importantes en el Ecuador, relacionados con el transporte, ocurridos en la década de los de los años 80 y 90.

Tabla 2.1 Evolución del transporte terrestre en el Ecuador

Año	Acontecimiento
1983	Creación de la Empresa Municipal de Transporte en Quito (Rutas y Terminal Terrestre)
1985	El Gobierno Nacional crea la Unidad Ejecutora de Transporte que otorga un plan de transporte para Quito y una provisión de 100 buses articulados para Quito y Guayaquil.
1990	El Gobierno Nacional compra locomotoras en un intento de recuperar el ferrocarril e implementar el transporte fluvial en Guayaquil.
1991	Creación del Estudio de Transporte (Estudios de Diagnóstico y Propuesta Proyecto Trolebús)
1993	El Municipio de Quito demandó del Estado la transferencia de la competencia de varios servicios, entre ellos, el transporte.
1995	El Municipio de Quito crea la Unidad de Planificación y Gestión de Transporte.
1999	Mediante reforma constitucional se establece la posibilidad de transferir a los municipios la competencia del tránsito y el transporte terrestre.
2010	Se implementa el sistema de pico y placa en la ciudad de Quito como una medida de restricción vehicular en las horas de mayor

Fuente: (Silva, 2010, pág. 11)

El 15 de enero del año 2007, el presidente de la República del Ecuador, Econ. Rafael Correa, mediante decreto ejecutivo 053, modifica la estructura del sistema de transporte vigente y crea el Ministerio de Transporte y Obras Públicas, con el eslogan: “la revolución vial está en marcha”, subdividido en cuatro subsecretarías:

- De obras públicas y comunicaciones.
- De transporte vial y ferroviario.
- De puertos y transporte marítimo fluvial.
- De aeropuertos y transporte aéreo.

El Ministerio de Transporte y Obras Públicas tiene como función emitir y aplicar políticas de transporte y obras públicas que regulan la correcta funcionalidad de estos recursos para el servicio de los ecuatorianos.

2.2.2 GENERALIDADES DEL TRANSPORTE EN ECUADOR

En la actualidad, el transporte está al servicio de los intereses públicos e incluye a todos los vehículos e infraestructura implicados en el movimiento de bienes o personas, así como los servicios de recepción y entrega de tales bienes.

La clasificación del transporte puede ser bastante amplia según el aspecto que se considere, como se muestra en la Figura 2.8. Principalmente, la clasificación del transporte parte de los medios donde se ejecutan las actividades, que son 3: terrestre, aéreo y acuático.

En segunda instancia el transporte terrestre se clasifica de acuerdo a su clase en transporte de carga y transporte de pasajeros; en el Ecuador también se clasifica de acuerdo a su uso que puede ser particular, de alquiler, de estado, municipal, entre otros.

En la clase de transporte de carga están los vehículos destinados al traslado de mercancías o bienes, algunos ejemplos de esta clase son: camioneta, furgoneta de carga, camión, tanquero, volqueta, tráiler, entre otros.

En la clase de transporte de pasajeros, se encuentran los vehículos cuya función es ejecutar desplazamientos que trasladan personas de un lugar a otro, algunos ejemplos de esta clase son: automóvil, autobús, colectivo, furgoneta para pasajeros, motocicleta y los mal llamados “jeep” que en realidad son vehículos utilitarios o todoterreno. Son precisamente los vehículos clasificados dentro de esta clase, los objetos de estudio del presente trabajo.

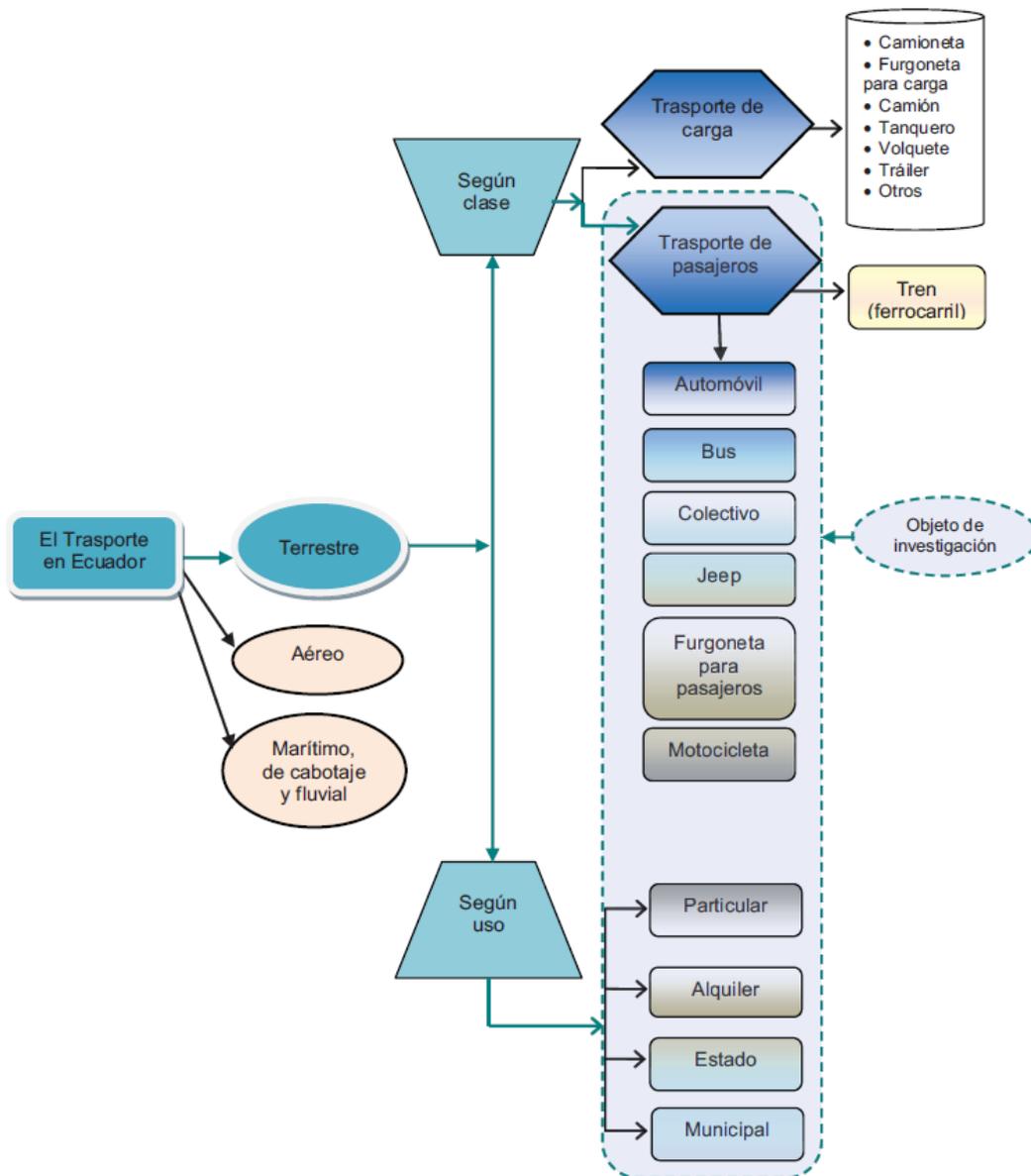


Figura 2.8 Clasificación del transporte en Ecuador

2.2.3 TRANSPORTE TERRESTRE DE PASAJEROS EN ECUADOR

El transporte terrestre es aquel que requiere de redes de caminos, calles y carreteras extendidas por la superficie de la tierra que conectan comunidades, pueblos, ciudades y países. Es el más importante en la actualidad, tanto para personas como para mercancías, debido al gran desarrollo tecnológico de los vehículos automotores tanto de servicio público como de servicio privado. Su principal ventaja es que se puede llegar a cualquier lugar donde existan carreteras interconectadas.

Otras ventajas que presenta el transporte terrestre de pasajeros son:

- Es el más económico.
- Brinda servicio puerta a puerta.
- Mayor disponibilidad de horarios, rutas y precios.
- La accesibilidad de los vehículos rodantes permite cierta agilidad.

Sin embargo, también presenta algunas desventajas:

- Por el bajo volumen de mercancías que se mueven en cada trayecto es proporcionalmente más contaminante que otros tipos de transporte.
- La saturación de las carreteras y autopistas es cada vez mayor.
- Presenta mayor siniestralidad de toneladas por kilómetros.

2.2.4 CLASIFICACIÓN DEL TRANSPORTE TERRESTRE POR CLASE

En Ecuador, la Ley Orgánica de Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial establece las siguientes clases de servicios del transporte terrestre: público, comercial, por cuenta propia y particular, que para fines de este estudio se agrupan en 2 grandes categorías, la primera es el transporte público que incluye las clases pública y comercial, y la segunda es el transporte privado que agrupa las clases por cuenta propia y particular.

2.2.4.1 TRANSPORTE PÚBLICO

Se denomina público al servicio de transporte que se presta para ejecutar el traslado de personas, mercancías o bienes a cambio de una compensación económica. Dentro de esta categoría se consideran como ejemplos a los siguientes medios de transporte: autobuses, taxis y recorridos escolares. Mismos que prestan servicios únicamente si pertenecen a una operadora de transporte autorizada, y cumplen con los requisitos y características de calidad y seguridad exigidas por la Agencia Nacional de Tránsito ANT y establecidas en sus normativas de regulación.

2.2.4.2 TRANSPORTE PRIVADO

Es el servicio de transporte que incluye a los vehículos que no están anexados a ninguna institución como dependencias públicas y operadoras de transporte. Este servicio es utilizado por sus usuarios para satisfacer necesidades de transporte con intereses personales. Su uso debe ejecutarse dentro de lo establecido por las leyes vigentes en el país.

2.2.5 CLASIFICACIÓN POR MOTORIZACIÓN Y TIPO DE COMBUSTIBLE

En esta clasificación se consideran dos grupos, los medios de transporte no motorizados que son aquellos que utilizan el esfuerzo físico y la inercia de una masa para realizar desplazamientos, y los medios motorizados que incluyen un motor que a la vez requiere de un combustible para transformar energía termoquímica en energía mecánica.

Se conoce como combustible a toda sustancia orgánica, que al combinarse con el oxígeno produce una reacción de oxidación con desprendimiento de calor. Para estadísticas de transporte oficiales en Ecuador se consideran los siguientes tipos de combustible: gasolina, diésel, gas licuado de petróleo GLP, híbridos y eléctricos.

2.2.5.1 TRANSPORTE NO MOTORIZADO

Son los medios de transporte que no requieren de un motor para trasladar personas u objetos entre diferentes lugares, sino que utilizan la energía generada por el esfuerzo que realiza persona, o las propiedades físicas del vehículo. Como ejemplos, en el medio terrestre están la caminata y la bicicleta, en el medio acuático la canoa y en el medio aéreo el paracaídas.

2.2.5.2 TRANSPORTE MOTORIZADO

Son vehículos que cuentan con un motor, necesario para cumplir su función de automoción. El motor consume energía de un combustible y entrega trabajo mecánico a un sistema de transmisión, el cual permite conectar y desconectar el motor con las ruedas del vehículo.

El grupo de medios de transporte motorizados se considera el principal para el desarrollo de este estudio, debido a que demanda de la mayor cantidad de energía que casi en su totalidad proviene de combustibles fósiles. Desde lo general a lo particular, los motores para vehículos pueden clasificarse en dos grandes grupos: motores térmicos y motores eléctricos. A la vez, los motores térmicos se subdividen en motores de combustión interna y motores de combustión externa. Los de combustión interna pueden utilizar combustibles como gasolina, diesel o gas licuado de petróleo GLP. A finales del siglo XIX los primeros automóviles fueron construidos con un motor de vapor, motor de combustión externa que aprovecha la energía térmica del agua y la transforma en movimiento.

La Tabla 2.2 muestra la cantidad de vehículos existentes en Ecuador para el año 2014, distribuidos por el tipo de combustible que requieren para su funcionamiento, y la clase o uso que satisfacen los vehículos.

Tabla 2.2 Número de vehículos matriculados, por uso y tipo de combustible.

Tipo de combustible	Uso del vehículo						Subtotal
	Particular	Alquiler	Estado	Municipio	Gobiernos seccionales	Otros	
Gasolina	1'504 348	30 351	15 057	3 217	209	49	1'553 231
Diesel	148 069	33 995	9 591	2 730	556	1	194 942
GLP	435	14	-	-	-	-	449
Híbrido	4045	-	7	3	-	-	4 055
Eléctrico	32	3	-	-	-	-	35
Total	1'656 929	64 363	24 655	5 950	765	50	1'752 712

Fuente: (Instituto Nacional de Estadística y Censos INEC, 2014, pág. 62)

Actualmente, en el Ecuador la gran mayoría de vehículos motorizados cuentan con motores de combustión interna de gasolina o diésel que presentan innovaciones tecnológicas de manera frecuente. Éstos motores encienden una mezcla de aire y combustible en el interior de una cámara, que desplaza con la fuerza de ésta explosión a un elemento móvil, generalmente un pistón, que es el encargado de transformar la energía química-calorífica del combustible en energía mecánica en forma de movimiento.

Una serie de elementos y mecanismos sincronizados, llevan éste movimiento desde los pistones del motor hacia la caja de velocidades, luego pasa por el conjunto diferencial y termina en el movimiento rotatorio de las ruedas que vence la inercia propia del peso del vehículo y hace que éste se desplace sobre el suelo. La Figura 2.9 muestra la clasificación de los motores térmicos usados en automoción.

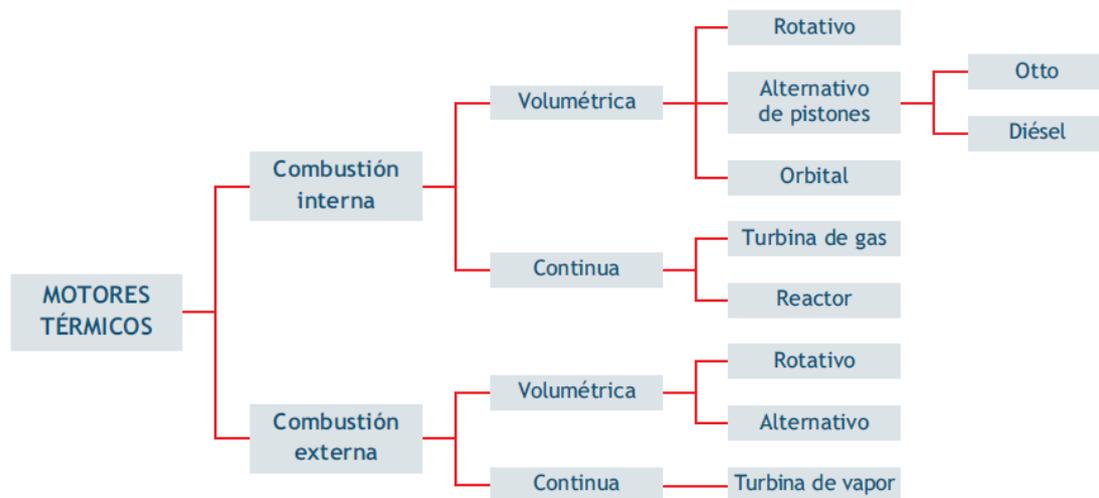


Figura 2.9 Clasificación de los motores térmicos
Fuente: (Escudero, González, Rivas, & Suárez, 2011, pág. 10)

El uso de las otras motorizaciones, como los motores de gas licuado de petróleo GLP, híbridos y eléctricos es aún muy reducido para considerarse significativo en la población total de vehículos del país. Para el 2014 los vehículos con motores gas licuado de petróleo GLP eran solamente 449, los vehículos híbridos alcanzaban la cantidad de 4 055 unidades y los vehículos eléctricos apenas 35 en todo el país.

2.2.6 CLASIFICACIÓN POR TIPO DE VEHÍCULO

De acuerdo a las principales características técnicas los vehículos se diferencian en tipos. Cada tipo de vehículo pertenece a una clase en concordancia con características de orden físico como sus dimensiones, peso, capacidad de carga, entre otros. Se consideran livianos a los vehículos cuyo peso es menor a 2,5 ton. En esta sección se detallan los tipos de vehículos tomados en cuenta para el desarrollo de este estudio con sus características más importantes.

- a) Automóvil o sedán: Es un vehículo liviano destinado al transporte de pasajeros, con un máximo de 2 filas y 5 plazas para pasajeros. Diseñado para transitar en ciudades, carreteras y otros terrenos planos. El peso bruto vehicular PBV promedio para este tipo de vehículos es de 1 400 kg. Ejemplo: Chevrolet SPARK, Mazda 3.
- b) SUV / Todoterreno: De sus siglas en inglés Sport Utility Vehicle (Vehículo utilitario deportivo) es un vehículo liviano más potente que el automóvil. Configurado con un

- máximo de 3 filas y 8 plazas para pasajeros. Posee mejores prestaciones en los sistemas de suspensión y tracción que le permiten transitar sobre terrenos irregulares. Ejemplo: Toyota RAV4, Hyundai TUCSON.
- c) Camioneta: Es un vehículo liviano para el transporte de carga, de pasajeros o mixto. En términos de potencia es mayor a los automóviles y similar a los SUV / Todoterreno. Posee una plataforma posterior para carga con una capacidad de carga promedio de 800 kg. Su peso bruto vehicular PBV rodea los 3 500 kg. Ejemplo: Nissan FRONTIER, Volkswagen AMAROK.
- d) Autobús: Vehículo pesado destinado al transporte de pasajeros. Posee entre 4 y 10 llantas, y una capacidad superior a 30 ocupantes. Presenta algunas diferencias en su carrocería en función del tipo de servicio que brinda, que puede ser, servicio urbano, servicio escolar, servicio interprovincial. Ejemplo: Volvo SUELTO, Chevrolet FTR.
- e) Furgoneta de pasajeros: Vehículo liviano diseñado para el transporte de pasajeros. Posee entre 3 y 5 filas de asientos, y una capacidad de hasta 30 ocupantes. Su carrocería es generalmente alargada y se asemeja a un autobús en menor escala. Ejemplo: Kia PREGIO, Hyundai HD 72.
- f) Motocicleta: Vehículo motorizado, generalmente de dos ruedas y sin estabilidad propia, capaz de transportar hasta 2 pasajeros. De acuerdo a su carrocería, diseño se diferencian algunos subtipos como scooters, urbanas, turismo, cross, entre otros. Ejemplo: Yamaha YBR125 R, Pulsar 200NS.

La Asociación de Empresas Automotrices del Ecuador AEADE emite anualmente un boletín informativo con datos estadísticos del transporte en el país, donde se detallan algunos datos. En la Figura 2.10 se especifica la cantidad existente de vehículos por cada clase o tipo de carrocería para el año 2016.



Figura 2.10 Número de vehículos por clase en Ecuador para el año 2016

Fuente: (Asociación de Empresas Automotrices del Ecuador, 2017, pág. 11)

El 49,29 % de vehículos livianos son automóviles o sedanes, el 29,37 % son camionetas y el 21,34 % son del tipo SUV / Todoterreno. Del total de vehículos comerciales, el 73,91 % son camiones, el 15,12 % pertenece al tipo van o furgoneta, y el 10,96 % restante son autobuses. En la Figura 2.11 se encuentra segmentado el total de vehículos existentes en Ecuador para el año 2016, por la cantidad de años en operación.



Figura 2.11 Edad del parque automotor en el Ecuador para el año 2016

Fuente: (Asociación de Empresas Automotrices del Ecuador, 2017, pág. 11)

El mayor porcentaje de estos segmentos, son los vehículos entre 1 y 5 años en circulación con el 28,88 %, seguido por los vehículos entre 5 y 10 años en circulación con el 21,44 %, y los vehículos entre 10 y 15 años en circulación con el 10,43 %. El menor porcentaje de estos segmentos, son los vehículos entre 25 y 30 años en circulación con el 3,17 %, seguido por los vehículos menores a 1 año en circulación con el 3,59 %, y los vehículos entre 30 y 35 años en circulación con el 4,14 % del total. La edad promedio en el Ecuador para los vehículos en circulación es de 16,2 años.

2.3 EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EL TRANSPORTE TERRESTRE

La energía en todas sus formas posibles es fundamental para el desarrollo social y económico de la sociedad. Los usos y servicios básicos que requieren de energía son muy diversos, entre ellos tenemos: cocción de alimentos, iluminación, calefacción, enfriamiento y transporte, este último de importancia singular para la sociedad ya que provee movilidad a las personas. La eficiencia energética es una magnitud que se puede expresar como la relación que existe entre la energía que se puede tomar en la salida para efectuar un trabajo o realizar una actividad, y la cantidad de energía aplicada a un sistema o máquina. En el caso del transporte esta eficiencia energética está relacionada directamente con factores como la distancia y el tiempo de recorrido, el consumo de combustible, el número de pasajeros, entre otros.

2.3.1 EFICIENCIA ENERGÉTICA EN TRANSPORTE MOTORIZADO

El consumo energético que genera el transporte se relaciona directamente con la tecnología de los vehículos, la edad del parque automotor, la congestión en las vías y el tipo de vehículo. La Figura 2.12 indica el consumo estimado de combustible generado por el sector transporte en el Ecuador para el año 2010, expresado en kilo barriles de petróleo (kbbl) y diferenciado por cada uno de los tipos de vehículo en circulación.

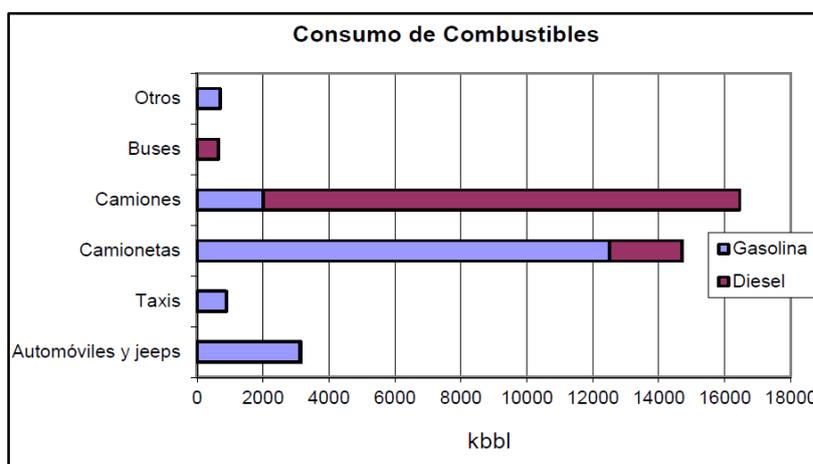


Figura 2.12 Consumo de combustibles en Ecuador para el 2010 (kbbl)
Fuente: (Perez, 2012, pág. 16)

En la figura anterior se puede diferenciar la proporción de consumo de cada uno de los tipos de vehículo respecto a la cantidad de combustible consumido en los tipos gasolina y diesel. El consumo final de la energía que se consume en el transporte tiene dos factores primordiales. (Izurieta, Corral, & Guaynalema, 2013, pág. 4)

- El consumo específico de la energía: TEP / Mton (Toneladas equivalentes de petróleo/millones de toneladas transportadas – mercancía)
- Movilidad: $Mv * Km$ (Millones de viajeros – personas por kilómetros viajados)

Para poder analizar detalladamente la eficiencia en el transporte no solo es necesario investigar el consumo de combustible, además es importante estudiar la energía requerida para la construcción de un automóvil desde los materiales utilizados para construir todos los componentes que lo forman. Al contar con estudios de eficiencia energética en el transporte, se dispondrá de herramientas para ayudar en la toma de decisiones y desarrollo de proyectos estratégicos y de mitigación, para apoyar al desarrollo sostenible de las ciudades.

2.3.1.1 TRANSPORTE PÚBLICO VS TRANSPORTE PRIVADO

Se puede considerar que los automóviles son 2 o 3 veces menos eficientes que los transportes de tipo masivo. La eficiencia energética del transporte público es mayor frente al transporte privado, como manifiestan distintos datos y experiencias. Los datos de la Tabla 2.3 así lo indican, ya que en todas las ciudades de las zonas estudiadas el consumo por viajero por kilómetro recorrido en transporte público es del orden de 2,7 a 7,5 veces inferior al del automóvil. (Colomer & Insa, 2012, pág. 2)

Tabla 2.3 Datos de consumo energético según ciudades y zonas geográficas

Zona geográfica	USA	Europa Occidental	Asia
Número de ciudades analizadas	10	32	8
Población media en habitantes	5'735 841	2'313 646	11'106 076
Densidad habitantes/hectárea	16,95	49,44	134,73
Longitud kilómetros por desplazamiento	12,63	7,07	8,94
Motorización, turismos por cada mil habitantes	552	436	305
Vehículos-kilómetros de transporte público por habitante	39,55	51,46	89,42
Participación transporte público en total de viajes motorizados	5,7 %	28,3 %	49,9 %
Ratio consumo viajero: transporte público / transporte privado	0,36	0,22	0,13
Energía consumida en MJ / habitante y año	54 363	15 948	9 533

Fuente: (Colomer & Insa, 2012, pág. 2)

Otra cifra importante que ofrece el Adjuntamnet de Barcelona indica que el consumo para un autobús urbano es de 0,58 MJ / km×persona, en tanto que para el automóvil está entre 3,7 y 4,7 MJ / km×persona. El transporte público consume tres veces menos energía por pasajero transportado que el automóvil privado en Canadá y Oceanía, 3,7 veces menor en Europa, y 10 veces menos en Japón, esto en consecuencia del uso intensivo de las dos redes ferroviarias más eficientes del mundo a nivel regional en las ciudades de Tokio y Osaka, y por supuesto cuanto mayor sea la participación modal del transporte público, mayor será su eficacia energética. (Colomer & Insa, 2012, pág. 3)

2.3.2 EFICIENCIA ENERGÉTICA EN TRANSPORTE NO MOTORIZADO

Los transportes no motorizados utilizan muy poca energía en comparación con los motorizados, pues el aprovechamiento del esfuerzo físico es casi nulo comparado con la energía que contiene un combustible fósil. En el caso de la gasolina su energía calorífica rodea los 34 000 kJ/L y en el caso del diesel alrededor de 37 700 kJ/L.

Ahora, en los medios de transporte no motorizado, una persona de 60 kg que camina a un ritmo moderado quema de 90 a 100 calorías por cada media hora. Una persona de 90 kg que camina a la misma velocidad quema entre 130 y 150 calorías cada media hora.

En el caso de las bicicletas, se tiene un factor aproximado de consumo de energía de tan solo 0,15 kilocalorías por kilogramo (masa de una persona) y por kilómetro recorrido. Entonces la persona de 60 kg quemaría 9 kcal por cada kilómetro recorrido, mientras que la persona de 90 kg quemaría 13,5 kcal durante el desplazamiento de un kilómetro en bicicleta.

Si se tiene en cuenta que 1 kcal equivale a 4,184 kJ podemos tener una idea más clara de la situación. Esto se resume a que los transportes no motorizados consumen muy poca energía con limitaciones como la distancia a recorrer, el tiempo de viaje, la carga que se transporta. Por estas razones, los medios de transporte no motorizado son los sistemas más eficientes para desplazamientos en distancias cortas y los menos eficientes en distancias largas.

2.3.3 IMPACTOS DEL TRANSPORTE

Todo servicio que requiere el uso de energía para su funcionamiento, además de ser esencial para el desarrollo de la sociedad, también tiene aspectos negativos. En Ecuador el sector transporte provoca grandes impactos de carácter ambiental y económico debido a la alta demanda existente por parte de la población para el desempeño de actividades en general.

2.3.3.1 IMPACTO AMBIENTAL

El impacto ambiental con el que aporta el transporte en nuestro país es de gran importancia global y local. El transporte de medio terrestre es el de mayor demanda de energía del sector con el 84 % del total. (Instituto Nacional de Eficiencia Energética INER, 2012, pág. 5)

El transporte está asociado al 23 % de las emisiones de efecto invernadero a nivel mundial debido a la inflamación de combustibles fósiles; en el 2007, el 61,2 % del consumo global de petróleo fue usado en transporte, de hecho este sector es el mayor y de más rápido crecimiento de consumo global de petróleo. (Instituto Nacional de Eficiencia Energética INER, 2013, pág. 1) En el Ecuador, este sector ha sido el de mayor demanda y crecimiento en las últimas 5 décadas. La Figura 2.13 presenta la evolución histórica de la producción de energía primaria en el Ecuador.

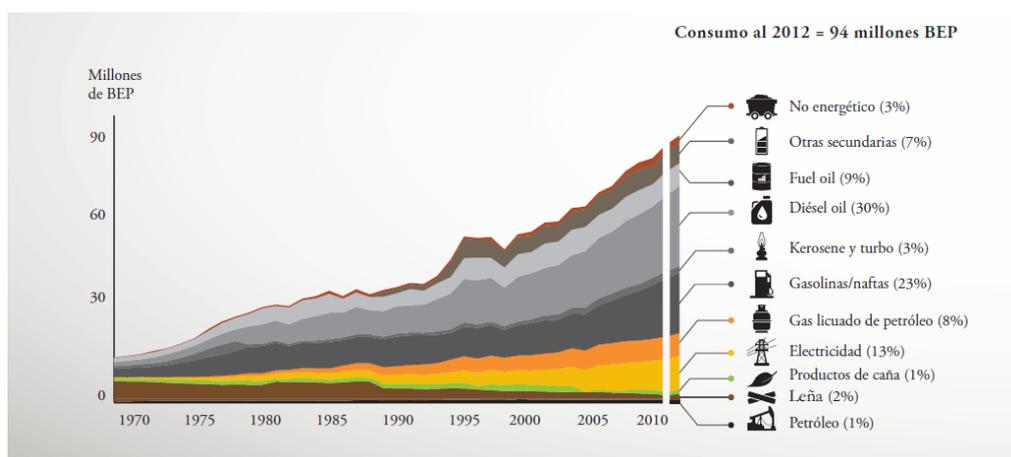


Figura 2.13 Evolución de producción de energía en el Ecuador

Fuente: (Ministerio de Sectores Estratégicos, 2013, pág. 14)

Según la fuente de energía, el diésel es el principal combustible consumido en el país, seguido por las gasolinas. Ambos combustibles utilizados principalmente por el transporte. La Figura 2.14 muestra la evolución histórica de la demanda de energía de cada sector.

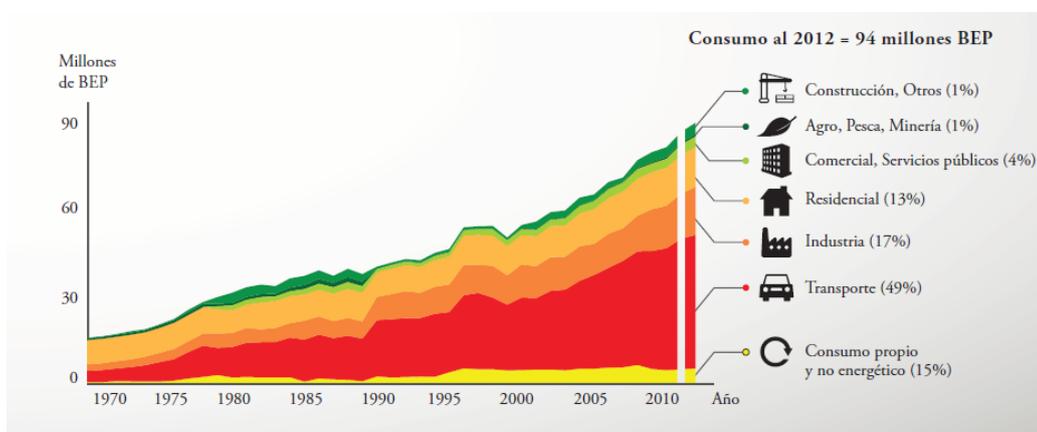


Figura 2.14 Evolución de la demanda energética en el Ecuador

Fuente: (Ministerio de Sectores Estratégicos, 2013, pág. 14)

En 2012, el sistema de transporte terrestre ecuatoriano emitió 14,3 millones de toneladas de CO₂ hacia la atmósfera, que representan aproximadamente el 0,04 % de las emisiones globales en ese año. (Cevallos, 2016, pág. 9) El Gobierno ha puesto en marcha varias políticas de eficiencia energética, como el impuesto ambiental a la contaminación vehicular IACV, sin embargo, dentro de las tecnologías utilizadas en la actualidad en el transporte, encontramos que son las mismas utilizadas desde hace ya más de un siglo, con mejoras en el sector electrónico y de control, pero mantienen los mismos principios tecnológicos.

2.3.3.2 IMPACTO ECONÓMICO

Durante el año 2016, la exportación total de crudo fue de 126 millones de barriles, con un decremento del 4,1 % con respecto a año 2015. Las exportaciones de crudo realizadas por EP Petroecuador generaron ingresos para el Estado por USD 4 441 millones, los mismos que en comparación con el período 2015 determinan un decremento de 19,82 % debido al precio promedio de USD 35,35 por barril, menor al precio promedio del año anterior que fue de USD 42,17 por barril. (EP Petroecuador, 2016, pág. 58)

En el mismo año 2016 la Empresa Pública de Hidrocarburos del Ecuador EP Petroecuador realizó importaciones de derivados del petróleo, debido a su limitada capacidad de refinación, por un volumen de 47,3 millones de barriles de derivados, donde se obtuvo un decremento del 15,7 % comparado con el año 2015. (EP Petroecuador, 2016, pág. 60)

En la actualidad el gobierno subsidia un 68 % del precio del combustible de venta al público. Si se considera que en el Ecuador, los conductores recorren un promedio de 20 km diarios, el 43 % de los vehículos livianos tienen más de 10 años y consumen gasolina extra, los vehículos más vendidos en Ecuador poseen especificaciones EURO II, y rinden 31 km, se tiene una idea del impacto económico generado por el transporte.

El costo del calentamiento global llega mucho más allá del precio financiero que esta afectación pueda tener en el mundo. La principal preocupación del calentamiento global es el costo que tendrá sobre los habitantes del planeta al tener eventos meteorológicos que estén fuera del alcance del ser humano. Las políticas para implementar estándares más estrictos son de primordial importancia para el país, y se podría tomar en cuenta modelos o patrones internacionales que ayuden a cumplir con reducciones significativas en lo que se refiere a mitigación de gases efecto invernadero y reducción del consumo de energía.

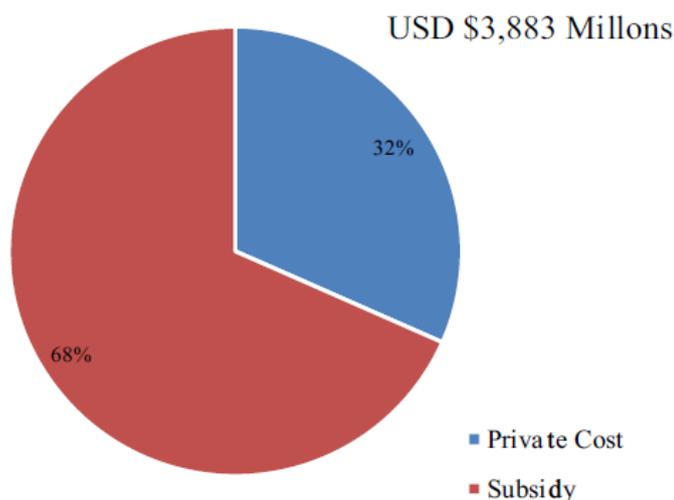


Figura 2.15 Costo y subsidio del combustible en el transporte terrestre

Fuente: (Cevallos, 2016)

De acuerdo con lo establecido en la Figura 2.15 se puede asegurar que el gasto cubierto por el gobierno ecuatoriano cubrió, a través de subsidios, el 68 % de los costos anuales de combustible en el transporte por carretera en el año 2012, lo que representa un costo estimado de USD 3 880 millones por año.

2.4 MOVILIDAD

El fenómeno de la movilidad cotidiana surge por la necesidad que tienen las personas de desplazarse de un lugar a otro por diferentes motivos, donde son comunes desplazamientos al trabajo, al estudio, ocio, compras, entre otros. Esta necesidad ha ido en aumento debido a la modernización, expansión y desarrollo de las ciudades, pues cada vez las distancias son más grandes y cada vez existen más destinos en la ciudad. En el Ecuador, en ciudades como Ibarra ya se pueden identificar zonas especializadas con una función diferente, como son: vivienda, estudio, comercio, trabajo, entre otros.

Por movilidad se entiende al conjunto de desplazamientos, de personas y mercancías que se llevan a cabo en un entorno físico limitado como se representa en la Figura 2.16 Cuando hablamos de movilidad urbana, estos desplazamientos se realizan en la ciudad. Los desplazamientos son realizados en diferentes medios o sistemas de transporte desde un autobús hasta caminata, todos con el objetivo de satisfacer una necesidad, es decir, facilitar la accesibilidad a determinados lugares.



Figura 2.16 Representación de movilidad urbana

Por esto, la accesibilidad es el objetivo que persigue la movilidad a través de los medios de transporte. También, hay otros factores que influyen en la accesibilidad como la distribución de los servicios o el desarrollo humano. Si el objetivo que quiere garantizarse es disponer de accesibilidad a los bienes o servicios, no basta simplemente con dotar a la ciudad de muchos medios de transporte que alcancen distancias mayores. Para conseguir esto hay que cuestionarse también por el espacio físico en el que se desenvuelve la sociedad, sus deseos, sus necesidades, sus intereses. Es ahí donde toma su papel y entra en juego la movilidad.

Con el pasar del tiempo se le han presentado dos problemas a la movilidad, el primero es la ocupación en exceso del suelo urbano para el transporte que obliga a la ciudad a expandirse. Con el aumento de las distancias entre actividades se requiere cada vez de más desplazamientos motorizados que a la vez ocupan más espacio urbano y exige nuevamente una expansión como un círculo vicioso.

El segundo proceso, ya fue mencionado en uno de los párrafos anteriores y es la especialización del uso del suelo. Esto se refiere a que existe una tendencia por sectorizar a la ciudad en categorías de servicio o actividad: oficinas, vivienda, universidad, centros comerciales. De esta forma se hace cada vez más necesario el tener que realizar muchos desplazamientos para cumplir algunas actividades. Hasta hace un par de décadas, en la ciudad de Ibarra se tenía un centro definido con prácticamente todos los servicios en un perímetro menor, ahora la ciudad atraviesa un proceso de expansión y sectorización.

Muchos expertos consideran que el gran culpable de estos inconvenientes es el automóvil ya que todas las políticas urbanas y de transporte, incluso la misma movilidad ciudadana, presentan situaciones favorables para su uso y es visto como el más importante.

Es verdad, es muy cómodo, práctico, ágil y seguro, sin embargo, el resto de transportes han tenido que quedar a la cola y deben adaptarse al entorno creado por el automóvil.

El resultado ha sido un incremento sin medida de las distancias cubiertas cada día por los ciudadanos: sólo en las últimas 3 décadas se han duplicado, y se ha producido una fuerte expansión metropolitana al margen de las condiciones geográficas de la ciudad, que da lugar a lo que se conoce como ciudades difusas. Un claro ejemplo de ello es la ciudad de Quito que ha perdido su uniformidad al expandirse con muy poca planificación y control. En estas ciudades, debido a que el transporte privado resulta ser más atractivo por las ventajas antes mencionadas, se convierte en la única alternativa.

Y entonces tenemos un espacio urbano ocupado por 40 autos y 50 personas, mismas que podrían ocupar un espacio urbano 20 veces menor si utilizaran el medio de transporte masivo más básico, el autobús. La ciudad difusa no solo resulta ser más cara y gran consumidora de energía, sino que también margina a aquellas personas que no conducen, porque no pueden o no quieren tener un automóvil.

¿Quién no desearía tener un automóvil? Y poder viajar sin limitaciones. Esa es la propaganda que ha sido utilizada por empresas de comercialización de automóviles y ha logrado convencer a toda la sociedad.

2.4.1 SOSTENIBILIDAD URBANA

La sostenibilidad es la quimera de cualquier ciudad, país o forma de civilización. Pues consiste en un equilibrio de todos los recursos de esa ciudad en armonía. Su nombre viene del verbo sostener y pues tiene mucha relación ya que desde la antigüedad los líderes políticos han intentado fundar, desarrollar y vivir en una ciudad sustentable, es decir, donde no existan carencias ni defectos.

En la actualidad, esto se ha convertido en una lucha constante porque la realidad es que una ciudad depende de tantos recursos que muchos de ellos tienen que ser dejados atrás o descuidados para lograr promover y desarrollar otros. Hablamos de la energía, el comercio, la vivienda, la salud, la industria, la educación, la comunicación, el transporte. Este último probablemente uno de los más importantes ya que permite enlazar al resto en el espacio físico. El transporte depende de la energía, la energía de la industria, la industria del comercio y así sucesivamente hasta que todos vuelven a depender del transporte.

La sustentabilidad tampoco es inalcanzable, ya que existen países con ciudades muy desarrolladas que han logrado la sustentabilidad casi en su totalidad. Estos escenarios han

sido fuente de inspiración de muchos visionarios que han intentado copiar y superar estos sistemas de sustentabilidad. Así como han existido muchos fracasos, también han existido muchos logros exitosos, y pues el destino de la humanidad es ese, mejorar siempre como sociedad para sentirnos conformes individualmente.

Cada ciudad es diferente y sus recursos también lo son en todas sus características, es así que cada sociedad intenta constantemente sacarle el mayor provecho a estos recursos en el intento de que no se terminen por completo. Uno de los recursos más descuidados en todo el mundo es el medio ambiente, pues en muchos de los casos se han sacrificado bosques para obtener energía, ríos para obtener vivienda, montañas para tener transporte, sin pensar en las consecuencias que se vendrían a continuación. El recurso culpable de los descuidos de otros generalmente es el dinero. El vil metal indiferente.

2.4.2 PLANIFICACIÓN DEL TRANSPORTE

También llamada gestión de la movilidad. La gestión de la movilidad aumenta las opciones de viajes y motiva a los viajeros a elegir el modo más eficiente para cada uno de sus viajes. La gestión de la movilidad es frecuentemente criticada por colocar injustas restricciones sobre el viaje en automóvil, pero esto no es necesariamente cierto. Ya que sin una gestión cuidadosa, el tráfico de automóviles se va a regular así mismo de forma ineficiente, a través de la congestión, problemas de estacionamiento y riesgo de accidentes.

No se debería eliminar el automóvil, porque los autos son el mejor modo para ciertos tipos de viajes. Pero si se debería promover el uso del transporte público masivo, pues es más eficiente y con una organización y control adecuados, puede llegar a ser el más valorado como en el caso de algunos países asiáticos.

La optimización de la logística de transporte está estrechamente relacionada con la eficiencia energética, así se puede llegar a puntos finales de distribución con vehículos livianos y evitar gastos económicos innecesarios. Uno de los objetivos que busca alcanzar la planificación de la movilidad en la actualidad es la movilidad ecológica. Básicamente consiste en realizar las mismas funciones con la ocupación un espacio urbano menor y el consumo de menos energía. Es así que todas las innovaciones tecnológicas del campo automotriz y las investigaciones referentes a movilidad urbana nacen con el fin de una movilidad más ecológica, más eficiente y más inteligente.

2.5 INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS

Los datos son necesarios para tomar decisiones racionales, evaluar los rendimientos de una aplicación o un método, caracterizar a una población, entre otros.

Un instrumento de investigación es un mecanismo que usa el investigador para recolectar y registrar la información de un acontecimiento, situación o fenómeno. Existen algunos instrumentos usados por la investigación en general para la recolección de datos. La medida del logro de los objetivos de una investigación se evalúa mediante la valoración de los indicadores que se generan a partir de la recolección de datos.

No existe ningún conjunto normalizado de indicadores para investigaciones referentes a transporte, pese a eso pueden elaborarse indicadores apropiados que midan la situación de cada una de ellas, los recursos utilizados, los resultados de la investigación, la eficiencia del método aplicado, entre otros. Los indicadores se establecen de formas diferentes para cada instrumento de investigación. Entre los instrumentos o técnicas de investigación más conocidos están los siguientes:

- a) Observación: Es el registro visual de una situación. Permite clasificar y consignar los acontecimientos al seguir un esquema preestablecido en concordancia con el problema de estudio.
- b) Encuesta: Este instrumento permite obtener información sobre actividades, opiniones, tendencias o sugerencias de los investigados. Consiste en un cuestionario que puede contener preguntas escritas en líneas, tablas de selección o rangos de valoración, con las consideraciones de las necesidades de la investigación.
- c) Entrevista: Es la comunicación que interrelaciona al investigador y al sujeto de estudio con el objetivo de obtener respuestas verbales a las interrogantes planteadas sobre el problema propuesto.
- d) Grupo Focal: (Focus Group) Es un proceso donde se reúnen entre 8 a 12 personas conducidas por un moderador para discutir sobre un tema en específico bajo las condiciones que presente el moderador.
- e) Registro de datos: Recolecta datos de fuentes sea en listas de verificación o en texto continuo para su posterior limpieza y análisis. El investigador es la persona quien realiza el proceso donde incluye los parámetros necesarios para la investigación

2.6 SOFTWARE PARA LA INTERPRETACIÓN DE DATOS

Una vez recolectada la información obtenida mediante la utilización de los instrumentos de investigación, es necesario realizar el procesamiento de los datos obtenidos para su análisis posterior. Este es el punto clave del desarrollo del estudio, pues consiste en tabular de forma ordenada, la información obtenida en los instrumentos de investigación para poder extraer el máximo, en cantidad y calidad, de la información útil adquirida. En la actualidad existe un sinnúmero de aplicaciones web y programas computacionales que se utilizan para procesar datos estadísticos. A continuación se presenta una lista de los programas más populares para análisis de datos, cada uno con una breve descripción:

a) SPSS

(Statistical Package for The Social Sciences o Paquete Estadístico para las Ciencias Sociales) Desarrollado por la corporación International Business Machines IBM, es la herramienta estadística más utilizada a nivel mundial para fines académicos. Su principal ventaja es que admite bases de datos de gran tamaño y permite recodificar las variables y registros. Integra procedimientos estadísticos y gráficos interactivos en análisis estadísticos simples o avanzados.

b) SAS

(Statistical Analysis System o Sistema de Análisis Estadístico) Es una herramienta que permite amplias posibilidades de análisis estadísticos, métodos multivariados, regresión múltiple, regresión logística, entre otras. Es particularmente útil en la gestión de datos y en la redacción de informes, sin embargo, su principal inconveniente es que no es tan fácil su aprendizaje.

c) S-PLUS

Es otro de los programas más usados a nivel mundial para la gestión de datos. Incluye funciones tales como, análisis multivariado de datos, escalamiento multidimensional, regresión no paramétrica, entre otras. Se puede descargar una versión demo con todas las funciones para 30 días.

d) STATISTICA

Es un paquete estadístico usado en investigación, tanto en gestión de datos, como en el ámbito empresarial. Fue lanzado en 1991 por StatSoft y actualmente tiene competencia con otros paquetes como SPSS, SAS, R, Matlab. El programa puede ser extendido con el lenguaje R a través de una interfaz. También puede modificarse con la utilización del lenguaje NET.

e) MINITAB

Es un programa de computadora diseñado para ejecutar funciones estadísticas básicas y avanzadas. Permite calcular la mayoría de metodologías estadísticas habituales, entre las que se cuentan: análisis exploratorio de datos, gráficos estadísticos, control de calidad, estadística no paramétrica, regresión y sus variantes, además ofrece total compatibilidad con los editores de texto, hojas de cálculo y bases de datos más usuales.

f) MATLAB

Es una de las herramientas que permite el desarrollo de aplicaciones orientadas principalmente a la resolución de cálculos matemáticos y visualización de los mismos. Está dirigido a ingenieros y científicos, éste requiere una adquisición previa de conocimientos en su lenguaje de programación. Requiere también de un equipo más rápido, con mayor memoria RAM y mayor capacidad en el disco duro. En conclusión, es un lenguaje de programación de alto nivel que permite el análisis de datos y la creación de modelos y aplicaciones.

g) R

Es un lenguaje y entorno de programación para análisis estadístico y gráfico de información. Es el proyecto de software libre del lenguaje S. R y S-Plus, versión comercial de S-SON, tal vez los lenguajes más utilizados en investigación por la comunidad estadística a nivel mundial. Su forma standard de operación implica el uso de comandos, sin embargo, esta dificultad se puede solventar si se utiliza un paquete adicional que permite utilizar R con la sola utilización del ratón.

CAPÍTULO III

3. DESARROLLO DE LA PROPUESTA

En el siguiente capítulo se detallan las actividades que componen la metodología del presente estudio, de la siguiente manera: en primera instancia se caracteriza al campus “El Olivo”, lugar donde se centra el estudio; en segundo lugar se caracterizan a los medios de transporte motorizados que se utilizan en los viajes con origen o destino el campus matriz de la UTN. En la tercera actividad se caracterizan las rutas de los buses urbanos de la ciudad de Ibarra. La cuarta actividad de la metodología identifica las zonas de origen y destino de los viajes. En la quinta actividad se definen los parámetros de estudio que se investigan en la población. Una vez establecidas las bases informativas anteriores, en la sexta actividad se caracterizan los viajes a través del levantamiento de una encuesta. La séptima actividad calcula un factor estimado de consumo de energía para cada tipo de transporte. Por último se encuentra el procesamiento de la información, para su respectivo análisis. Para facilitar el desarrollo de la propuesta, en la Figura 3.1 se establece un diagrama secuencial que contiene a las actividades previamente mencionadas.

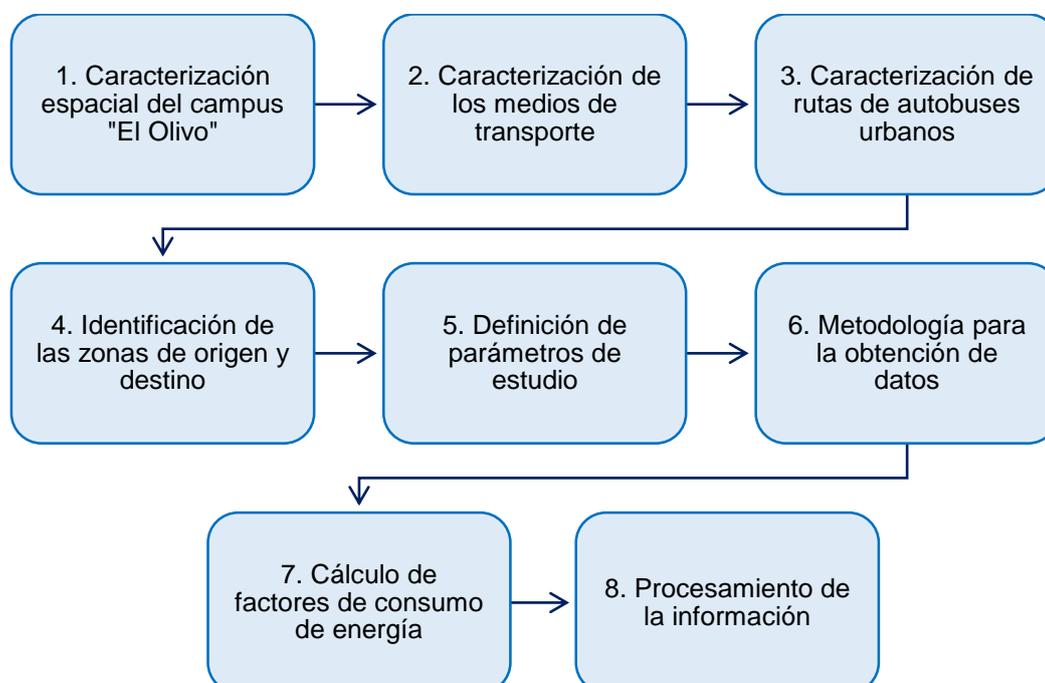


Figura 3.1 Metodología utilizada en el estudio

3.1 CARACTERIZACIÓN ESPACIAL DEL CAMPUS “EL OLIVO”.

En esta primera sección se relatan dos aspectos físicos de las instalaciones del campus matriz de la Universidad Técnica del Norte. Ambos importantes para el desarrollo del estudio, puesto que detallan los espacios disponibles para vehículos dentro y fuera del campus.

3.1.1 VÍAS INTERNAS DEL CAMPUS

En la Figura 3.2 se representan de color amarillo las vías internas que el campus “El Olivo” ofrece a la comunidad universitaria, estas comunican los edificios de facultades y otras instalaciones como parqueaderos, auditorios y escenarios deportivos, donde pueden transitar vehículos automotores tan grandes como un autobús. Las vías internas del campus cubren una extensión total aproximada de 2 km.



Figura 3.2 Trazado de vías internas del campus "El Olivo"

3.1.2 ESTACIONAMIENTOS DEL CAMPUS “EL OLIVO”

Los vehículos de uso particular que tienen como destino el campus requieren de un lugar de estacionamiento, mismo que puede estar ubicado en el interior o en el exterior del campus.

3.1.2.1 ESTACIONAMIENTO INTERNO

Según el Departamento de Seguridad y Transporte de la Universidad Técnica del Norte, el campus matriz “El Olivo” cuenta con un total de 542 lugares de estacionamiento disponibles para vehículos automotores en el interior de sus instalaciones, mismos que se muestran diferenciados por colores en la Figura 3.3, en color amarillo, con un total de 442, los estacionamientos para vehículos livianos; en color verde fosforescente, con un total de 90, los estacionamientos para motocicletas; y en color naranja, con un total de 10, los estacionamientos ocupados por autobuses y maquinaria pesada de la Universidad.



Figura 3.3 Estacionamientos internos del campus, vista satelital

En concordancia con la información brindada por el mismo Departamento, los vehículos motorizados habilitados para ingresar al campus suman un total aproximado de 750, entre automóviles, motocicletas, buses y maquinaria pesada; este valor excede en 218 unidades el límite del total de lugares de estacionamiento disponibles, sin embargo, también se afirma que siempre hay un lugar de estacionamiento disponible debido a que los horarios de actividades de la mayoría de personas no abarca una jornada diaria completa y los vehículos habilitados para estacionar en el interior de las instalaciones del campus, lo hacen únicamente durante una fracción del día. Los lugares de estacionamiento disponibles en el interior del campus “El Olivo” se encuentran contabilizados y distribuidos en 10 sectores diferentes como indica la Tabla 3.1.

Tabla 3.1 Distribución de estacionamientos internos por sectores

Tipo de vehículo	Sector										
	Autoridades	FICA – FICAYA	Administración	FECYT	FACAE	Cancha Ecuavoley	Polideportivo	Gimnasio	Mecánica	Centro Idiomas	Subtotal
Liviano	50	46	14	67	72	91	43	19	40	0	442
Motocicleta	0	0	0	0	50	40	0	0	0	0	90
Autobús / Maquinaria	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	10

En esta sección es importante mencionar que actualmente el campus matriz de la Universidad Técnica del Norte no dispone de lugares de estacionamiento para bicicletas con instalaciones adecuadas. Es así que los usuarios de este medio de transporte acuden a postes, árboles, vallas y otros sitios, para estacionar y asegurar su vehículo.

3.1.2.2 ESTACIONAMIENTO EXTERNO

La masa poblacional que acude diariamente en vehículo particular y no dispone acceso a los parqueaderos internos del campus “El Olivo”, ocupa el espacio de las vías públicas adyacentes a la Universidad como única alternativa de aparcamiento. La Av. 17 de Julio es la principal vía de acceso a la Universidad y por tanto dispone necesariamente de lugares destinados a paradas para el transporte público, tanto de taxis como de autobuses urbanos. Debido a las actividades comerciales que se desarrollan en las afueras del campus, también se ocupa la avenida como lugar de aparcamiento transitorio para vehículos comerciales de carga que abastecen a los negocios del sector.

Es así que dos de los cuatro carriles transitables de la Av. 17 de Julio se han convertido permanentemente en carriles de estacionamiento, durante el horario de actividades. Situación idéntica ocurre con uno de los dos carriles transitables de la Calle Gral. José María Córdova, donde incluso a veces, es necesario organizar un carril adicional para estacionamiento, donde existen 2 carriles de estacionamiento y un carril transitable.

La Figura 3.4 muestra la vista satelital de los lugares de estacionamiento externos del campus matriz de la UTN, donde el color amarillo representa a los lugares ocupados por vehículos livianos, el azul a las paradas de autobuses urbanos, el blanco a las paradas de taxis, y el verde fosforescente a los lugares ocupados por motocicletas.



Figura 3.4 Estacionamientos externos del campus, vista satelital

La cantidad aproximada de vehículos que pueden estacionarse en las vías públicas es de 200, al compartir el espacio total de estacionamiento como indica anteriormente la Figura 3.4. Los lugares de estacionamiento externos para automotores, se pueden segmentar por tipo de vehículo de acuerdo con los siguientes valores estimados de la Tabla 3.2:

Tabla 3.2 Distribución estimada de estacionamientos externos

Tipo de vehículo	Cantidad
Vehículos livianos	163
Autobuses Urbanos	6
Taxis	6
Motocicletas	25

3.2 CARACTERIZACIÓN DE LOS MEDIOS DE TRANSPORTE MOTORIZADO

La población participante de los viajes relacionados con el campus “El Olivo” de la UTN, utiliza 7 medios de transporte diferentes para ejecutar su movilización con fines académicos y laborales, 5 de ellos son de tipo motorizado y los otros 2 son transportes no motorizados. A continuación se puntualizan algunas características cualitativas y cuantitativas de los medios de transporte motorizado que intervienen en el estudio.

3.2.1 CARACTERIZACIÓN DE LOS MEDIOS DE TRANSPORTE PÚBLICO

Los medios de transporte de tipo motorizado y de servicio público que fueron tomados en cuenta para el desarrollo del presente estudio son los que brindan servicio de transporte a la comunidad universitaria, tales como el autobús, el taxi y las busetas de recorrido escolar.

3.2.1.1 AUTOBÚS

Para este estudio se considera caracterizar únicamente a los autobuses con servicio de operación en el sector urbano. Puesto que estos medios de transporte cuentan con la mayor participación en los viajes estudiados. No se consideran las características de los grupos de servicio interparroquial, intercantonal e interprovincial debido a su participación menor y a la amplitud que conllevaría detallar las características de cada uno de los grupos.

Las siguientes estadísticas fueron tomadas de un estudio reciente para la ciudad de Ibarra, donde se calcula el consumo de combustible en autobuses urbanos por efecto de las intersecciones semaforizadas. Los datos levantados en el estudio se ocupan para caracterizar a los autobuses urbanos de la ciudad. La Tabla 3.3 muestra que en la actualidad, circulan 287 buses urbanos en la ciudad de Ibarra, 160 de estos pertenecen a la Cooperativa 28 de Septiembre y 127 a la Cooperativa San Miguel de Ibarra. (Rosero & León, 2017, pág. 7)

Tabla 3.3 Autobuses urbanos de la ciudad de Ibarra por cooperativas

Buses urbanos en Ibarra	
Cooperativas	Unidades
28 de Septiembre	160
San Miguel de Ibarra	127
Total	287

En la Figura 3.5 se muestra la distribución del parque vehicular de buses existente en la ciudad por cada marca de fabricante. La marca Chevrolet cuenta con el 67.94 % de unidades, seguida por Hino con el 14.98 %, son así las más numerosas del sector. En el parque automotor de buses urbanos de la ciudad, destaca el modelo FTR de Chevrolet con 147 unidades, mismo que es comercializado para usarse como camión de carga, en el Ecuador su plataforma es montada con carrocerías nacionales para desempeñar la función de autobús.

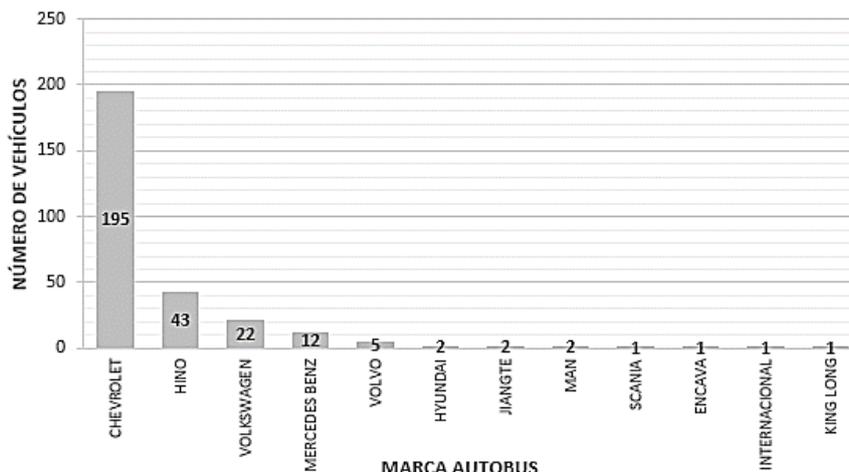


Figura 3.5 Buses de Ibarra por marcas

Fuente: (Rosero & León, 2017, pág. 7)

La Figura 3.6 muestra los años de fabricación de los modelos existentes, donde se observa que la mayor concentración está entre los años 2001 y 2004. El promedio del año de fabricación de los autobuses es 2002, este valor nos permite concluir que la antigüedad de la flota vehicular es de 15 años aproximadamente.

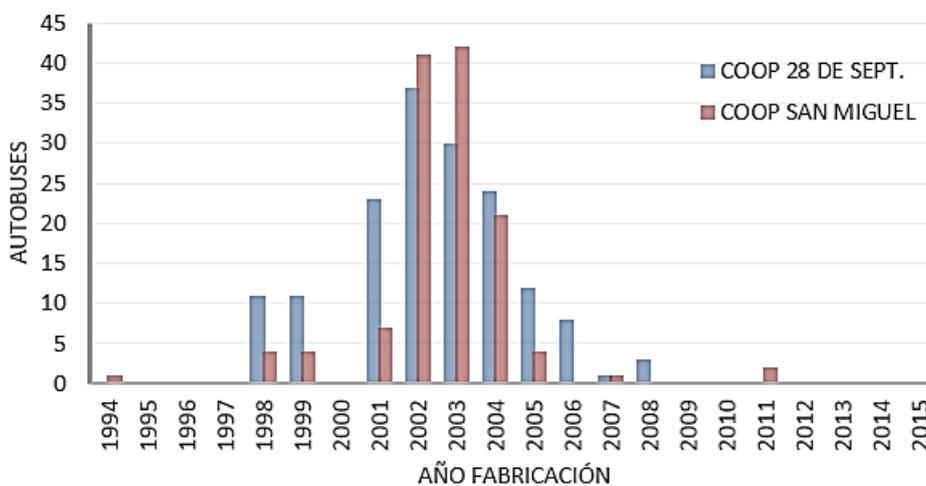


Figura 3.6 Buses de Ibarra por año de fabricación

Fuente: (Rosero & León, 2017, pág. 15)

La tecnología de estos motores ya no cumple con normativas internacionales de emisiones, tales como la Euro III o Euro IV, situación preocupante desde el punto de vista ambiental y económico. (Rosero & León, 2017, pág. 15) La Tabla 3.4 indica las unidades existentes por cada modelo. Los más utilizados son los modelos FTR y CHR de Chevrolet con 51.22 % y 16.03 % respectivamente.

Tabla 3.4 Marcas y modelos de los buses de Ibarra

Buses urbanos en Ibarra			
Marca	Modelo	Unidades	%
Chevrolet	FTR 32M	147	51
Chevrolet	CHR 7.2	46	16
Volkswagen	17210	22	8
Hino	RK1JSTL	13	5
Mercedes –Benz	OF1721/59	12	4
Hino	FF1JPSZ	9	3
Hino	FD2HPSZ	9	3
Hino	GD11PTZ	9	3
Volvo	SUELTO	5	2
Otros		15	5
Total		287	100

Fuente: (Rosero & León, 2017, pág. 16)

3.2.1.2 TAXI

En la ciudad de Ibarra, el taxi es un medio de transporte que se encuentra regulado dentro de dos grandes grupos; convencionales y ejecutivos. Entre ellos se diferencian por obligaciones y derechos en su modo de operación, sin embargo, para fines de este estudio son considerados equivalentes debido a que satisfacen de igual manera la necesidad de transportarse del usuario.

Para mediados del 2017, el total de taxis habilitados por las autoridades competentes en la ciudad de Ibarra es de 1 245 unidades, mismos que se encuentran distribuidos como indica la Tabla 3.5 en 46 operadoras de taxis convencionales y 13 operadoras de taxis ejecutivos.

Tabla 3.5 Total de taxis en Ibarra

Taxis en Ibarra por modo de operación	
Tipo	Unidades
Taxis Convencionales	863
Taxis Ejecutivos	382
Total	1 245

Fuente: (Ochoa & Salazar, 2018, pág. 48)

En la actualidad existen 14 marcas fabricantes de vehículos destinados a brindar el servicio de taxi en la ciudad de Ibarra. El fabricante Chevrolet es el dominante de este sector con el 34 % del total de unidades de taxis, seguido por la marca Nissan con el 23 %, luego están los fabricantes coreanos Kia con el 19 % y Hyundai con el 16 %; son así estas cuatro marcas fabricantes las más numerosas, y a la vez las más importantes de este sector, puesto que sumadas las unidades de las 4 representan el 92 % del total. La Tabla 3.6 indica la cantidad de unidades en circulación por cada una de las marcas fabricantes.

Tabla 3.6 Taxis de Ibarra clasificados por marca

Taxis en Ibarra por marca		
N°	Marca	Unidades
1	Chevrolet	423
2	Nissan	284
3	Kia	238
4	Hyundai	200
5	Renault	39
6	Great Wall	24
7	Mazda	13
8	Skoda	7
9	Toyota	4
10	Volkswagen	4
11	Citroën	3
12	Lifan	3
13	Ford	2
14	Peugeot	1
Tota de Taxis Ibarra		1 245

Fuente: (Ochoa & Salazar, 2018, pág. 49)

Cada una de las marcas fabricantes mencionadas anteriormente, ofrece algunos de sus modelos de vehículos para ser utilizados en la condición de servicio de taxi. En el Ecuador, la preferencia por la elección de los diferentes modelos de taxi está dada principalmente por el coste de operación promedio, coste de mantenimiento del vehículo, así como su coste de adquisición inicial. Los modelos de vehículos que se presentan en la Tabla 3.7 son los modelos de taxis que existen en las cuatro marcas más importantes de la ciudad.

Tabla 3.7 Modelos de las marcas más importantes de taxis

Marca	Modelo	Unidades
Chevrolet	Chevytaxi	190
	Aveo Activo	136
	Sail	71
	Corsa Evolution	13
	Aveo Emotion	9
	Optra	5
	Esteem	1
Nissan	Sentra B13	249
	Tiida	19
	Almera	18
	Sentra 2,0	2
	Versa AC	1
Kia	Rio Xcite	137
	RioStylus	51
	Rio R	30
	Cerato	19
	Rondo Ix	4
Hyundai	Accent 1,6	125
	Accent 1,4	47
	Getz	10
	Accent 1,5	7
	Matrix	5
	Elantra	2

Fuente: (Ochoa & Salazar, 2018, pág. 49)

Ahora bien, únicamente cinco de los modelos de vehículos que se presentan anteriormente en la Tabla 3.7 superan la cifra de 100 unidades, Por esta razón son considerados los 5 modelos de taxis más importantes de la ciudad. Al sumar las unidades de estos 5 modelos se cuenta con un subtotal de 837, que representan el 67 % del total de taxis en Ibarra. Dos de estos modelos pertenecen al fabricante Chevrolet, sin embargo el modelo más numeroso es el Sentra B13 del fabricante Nissan con 249 unidades, como muestra a continuación la Tabla 3.8 donde se encuentran los 5 modelos de taxis más importantes de la ciudad con el número de unidades operativas de cada modelo.

Tabla 3.8 Modelos de taxis más importantes de Ibarra

Marca	Modelo	Unidades
Nissan	Sentra B13	249
Chevrolet	Chevytaxi	190
Kia	Rio Xcite	137
Chevrolet	Aveo Activo	136
Hyundai	Accent 1,6	125
Total		837

3.2.1.3 Busetas Escolares

Estos medios de transporte también denominados “recorridos escolares” o simplemente “escolares”, son vehículos de tipo furgoneta, buseta y autobús que se caracterizan físicamente por tener un color amarillo intenso combinado con letras de color negro. Su operación consiste generalmente en recoger a los pasajeros desde sus hogares y trasladarlos hasta su centro de actividades educativas, o viceversa.

En el Ecuador, el uso de este modo de transporte se ha popularizado en los últimos años, debido a que presenta algunas ventajas sobre los otros modos de transporte público. En comparación con el autobús, este modo de transporte es más cómodo puesto que cubre vías, territorios y localidades que las líneas de autobuses urbanos no hacen, y más rápido pues toma la ruta más corta hasta su destino. A diferencia del taxi, este modo es más económico puesto que las tarifas están fijadas únicamente de acuerdo con la distancia recorrida y no se consideran el tiempo espera en semáforos y el tiempo de duración del viaje.

Para fines de este estudio, en esta sección de caracterización, inicialmente se parte de una base de datos de las unidades habilitadas para brindar este servicio en los cantones de Ibarra, Cotacachi y Otavalo, que se muestra en la Tabla 3.9.

Tabla 3.9 Escolares de Ibarra, Cotacachi y Otavalo

Cantón	N° de Cooperativas	Unidades
Ibarra	10	110
Cotacachi	2	12
Otavalo	5	40
Total		162

Fuente: (Arciniega, 2018, pág. 1)

De acuerdo con la base de datos establecida se tiene que en Ibarra existen 110 unidades de transporte escolar en 10 operadoras autorizadas. En el cantón Cotacachi existen únicamente dos operadoras habilitadas que suman un total de 12 unidades. El cantón Otavalo cuenta con 5 operadoras, y en sus listas incluyen un total de 40 unidades habilitadas. Es así que se tiene un total de 162 unidades de busetas escolares relacionadas de manera indirecta con el campus “El Olivo”, sea este origen o destino de los viajes realizados. En la Tabla 3.10 se presenta una distribución de las unidades de la base de datos, de acuerdo con su marca.

Tabla 3.10 Marcas de los vehículos de servicio escolar

Escolares por marca		
N°	Marca	Unidades
1	Kia	70
2	Hyundai	25
3	Hino	23
4	Chevrolet	11
5	Mitsubishi	7
6	Volkswagen	6
7	Nissan	5
8	Toyota	4
9	Isuzu	2
10	Jin Bei	1
11	Golden Dragon	1
12	Jac	1
13	Mercedes Benz	1
14	Faw	1
15	Jmc	1
16	Joylong	1
17	Dimex	1
18	Foton	1
Tota de Escolares		162

Fuente: (Arciniega, 2018, pág. 1)

Actualmente entre los escolares, existe un total de 18 marcas fabricantes. Donde el fabricante coreano Kia es el dominante con el 43,21 % del total de unidades, seguido por Hyundai con el 15,43 %, Hino con el 14,20 %. Son estas 3 las marcas más importantes en este medio de transporte para este tipo de servicio.

Una vez distinguidas las marcas de vehículos existentes para servicio de transporte escolar, a continuación en la Tabla 3.11, se presentan los modelos de las marcas más importantes de busetas escolares de la base de datos general para este estudio, que incluyen su tipo de carrocería. Hino es la marca que presenta mayor variedad de modelos, debido a que las configuraciones entre motor y tren de transmisión en esta marca, poseen amplia variedad.

Tabla 3.11 Modelos más importantes del servicio escolar y tipo de carrocería

Marca	Modelo	Tipo	Unidades
Kia	Pregio	Furgoneta	69
	Panel	Furgoneta	1
Hyundai	H-1	Furgoneta	21
	TQ42P	Furgoneta	1
	Country	Minibus	2
	HD72 Torpedo	Bus	1
Hino	FD164B	Bus	1
	FD2HPSZ	Bus	8
	FD3HPSZ	Bus	1
	FF1JF6Z	Bus	1
	FF13PTZ	Bus	1
	FF1JPTZ	Bus	1
	GD194SA	Bus	1
	GD1JLTZ	Bus	3
	GD1JPTZ	Bus	2
	GD1JLT2	Bus	2
	GD1JLTA	Bus	1
	GD8JLSD	Bus	1
Chevrolet	FTR32M	Bus	6
	NPR	Bus	4
	NKR	Minibus	1

Fuente: (Arciniega, 2018, pág. 1)

Del total de 162 vehículos escolares, 111 son de tipo furgoneta, y representan el 68,52 % del total, mientras que los vehículos tipo bus son 40 con el 24,69 % del total, y el 6,79 % sobrante comprende a los 7 minibuses y 4 busetas. Ahora bien, del total de furgonetas, el 62,16 % son del modelo Pregio del fabricante Kia y 23,31 % son del modelo H-1 de Hyundai. Por ésta razón se consideran los modelos más importantes de este sector. Ambos modelos representan el 85,47 % de furgonetas, y a la vez el 55,55 % del total de vehículos escolares.

3.2.1.4 BUSETAS ESCOLARES: CASO UTN

Respecto a los viajes relacionados con el campus matriz “El Olivo” de la Universidad Técnica del Norte que utilizan este modo, se ha identificado que actualmente el servicio prestado por estos vehículos no se encuentra regulado y ordenado de forma adecuada.

La mayoría de viajes que usan este modo provienen de otros cantones de la provincia, en especial de Otavalo y Cotacachi, donde las unidades operadoras de recorridos no recogen a los usuarios en su domicilio como comúnmente opera este modo, sino que disponen de paradas generales donde arriban todos los usuarios hasta que las unidades completen su capacidad y empiecen el viaje. Ocurre lo mismo en los viajes de regreso, al llegar a la ciudad de destino no dejan a los usuarios en su domicilio sino en paradas generales.

Este modo opera en la mañana cuando inician las labores académicas en el campus, y en la noche cuando éstas finalizan. Durante el desarrollo del estudio no se encontraron evidencias que indiquen el uso de este modo, al finalizar la jornada matutina o al iniciar la jornada vespertina, a mitad de la jornada diaria total. En los viajes de regreso que parten en la UTN, la demanda de este modo es mayor, puesto que en horas de la noche los autobuses urbanos se encuentran, casi en su totalidad, fuera de servicio y los usuarios optan por los recorridos. En este caso, los destinos no son únicamente los otros cantones como lo eran en los viajes que arriban al campus en la mañana, sino que también se incluyen los sectores urbanos. Es así, que los recorridos satisfacen una gran demanda de usuarios en la noche que superan notablemente a la demanda de usuarios de la mañana.

No se conoce con exactitud la cantidad de vehículos que participan en viajes de la UTN, sin embargo, se ha determinado que los modelos de vehículos más usados para viajes hacia y desde la UTN son el Kia Pregio de 17 ocupantes, y el Hyundai HD72 de 28 pasajeros.

3.2.2. CARACTERIZACIÓN DE LOS MEDIOS DE TRANSPORTE PRIVADO

El transporte privado es el conjunto de vehículos livianos que incluye a los tipos: automóvil, SUV/Todoterreno, camioneta, furgoneta y motocicleta, cuya función es satisfacer las necesidades de transporte de sus usuarios sin restricciones de horarios o rutas.

La caracterización de estos vehículos se realiza con la finalidad de establecer un índice de utilización por cada tipo de vehículo o carrocería.

No se considera necesaria la caracterización de las motocicletas puesto que para fines de este estudio todas sus marcas, modelos y características se resumen en un solo tipo de vehículo. Una perspectiva general del parque automotor de vehículos privados que se consideran para los viajes relacionados con la UTN se presenta en la Tabla 3.12, donde se detalla la cantidad de vehículos matriculados por clase en Imbabura en el año 2014.

Tabla 3.12 Vehículos livianos matriculados en Imbabura

Tipo de vehículo	Cantidad
Automóvil	17 123
SUV/Todoterreno	9 311
Camioneta	11 692
Furgoneta	1 437
Total	39 563

Fuente: (Instituto Nacional de Estadística y Censos INEC, 2014, pág. 30)

Para obtener la proporción de cada uno de estos tipos de vehículo en los viajes relacionados con la UTN, se realizó una lista de observación donde se diferencian los vehículos livianos estacionados en dos días y durante dos horarios diferentes, en los lugares de estacionamiento internos y externos de la Universidad.

Tabla 3.13 Conteo de vehículos privados en el campus "El Olivo"

N°	Día / horario	Sector	Tipo de vehículo				Subtotal
			Sedán	SUV	Camioneta	Furgoneta	
1	1 / 1	Interno	162	165	17	2	346
		Externo	63	25	13	2	103
		Subtotal	225	190	30	4	449
2	1 / 2	Interno	100	82	16	1	199
		Externo	42	21	12	0	75
		Subtotal	142	103	28	1	274
3	2 / 1	Interno	162	139	18	5	324
		Externo	61	23	6	1	91
		Subtotal	223	162	24	6	415
4	2 / 2	Interno	171	139	15	1	326
		Externo	47	27	10	1	85
		Subtotal	218	166	25	2	411
Total			808	621	107	13	1 549

La Tabla 3.13 muestra un conteo de los vehículos livianos de servicio privado en el campus “El Olivo”, mismo que se realizó en 4 muestras diferentes. La primera muestra se registró un día jueves entre las 9 y las 10 am, la segunda muestra se registró el mismo día jueves entre las 18 y las 19 pm. El registro de la tercera muestra se realizó un día lunes de la semana siguiente en horario de 12 a 13 pm, y la cuarta muestra se levantó el mismo día lunes en horario de 15 a 16 pm. No se considera necesario un registro de los días del fin de semana puesto que en estos días el parque automotor del campus “El Olivo” de la UTN se reduce al 30 % del que existe generalmente entre semana.

3.3 CARACTERIZACIÓN DE RUTAS DE AUTOBUSES URBANOS

En Ibarra, como es común en las ciudades del Ecuador, el transporte público tiene una gran demanda de usuarios. Por esta razón es importante caracterizar a las rutas de autobuses urbanos de la ciudad. Actualmente, existen 24 rutas de autobuses urbanos, gestionadas por las 2 operadoras mostradas en la Tabla 3.14. La Cooperativa 28 de Septiembre está a cargo de 16 rutas y la Cooperativa San Miguel de Ibarra de las 8 restantes. Cada operadora establece un cronograma de trabajo donde se especifican las unidades que cubren cada ruta durante el día, horarios de inicio y fin de recorrido, entre otros.

Tabla 3.14 Rutas de autobuses urbanos en Ibarra

Cooperativa	Cantidad de rutas
28 de Septiembre	16
San Miguel de Ibarra	8
Total	24

La Tabla 3.15 muestra algunas características del inventario que se describe en el estudio mencionado anteriormente en la caracterización de los buses urbanos, cuyo fin es la estimación del consumo de combustible en los autobuses durante la espera en las intersecciones semaforizadas de la ciudad. Los indicadores de interés para este estudio del inventario citado son, la distancia recorrida por el autobús al cumplir cada ruta, y el tiempo de viaje que requiere el ciclo. A través de estos dos indicadores se puede obtener un valor adicional que es la velocidad media de los buses. Este valor nos da una idea de la fluidez del tráfico de la ciudad en general.

Tabla 3.15 Inventario de rutas de autobuses urbanos de Ibarra

N°	Línea	Operadora	Distancia (km)	Tiempo (min)	V. media (km/h)	Ciclos aproximados en 12 horas	Número de autobuses diarios
1	La Esperanza – H. Seguro	S. Miguel	24,25	100	14,55	7,2	10
2	Chugchupungo – La Florida	S. Miguel	24,8	170	8,75	4,2	17
3	19 de Enero – Odilas	S. Miguel	28,4	130	13,11	5,5	13
4	Colinas del Sur – Aduana	S. Miguel	23,4	95	14,78	7,6	10
5	Ejido de Caranqui – Miravalle	S. Miguel	28,7	70	24,60	10,3	7
6	Caranqui - Universidades	S. Miguel	20,2	80	15,15	9,0	8
7	Santa Lucía – La Victoria	S. Miguel	23,2	80	17,40	9,0	8
8	Sto. Domingo – Universidades	S. Miguel	28,7	162	10,63	4,4	16
9	Los Soles	28 Sept.	27,4	131	12,55	5,5	13
10	Sta. Isabel – H. Familiares	28 Sept.	39,9	131	18,27	5,5	13
11	Tanguarín – Aduana	28 Sept.	34,5	138	15,00	5,2	14
12	Chorlaví – La Victoria	28 Sept.	29,9	110	16,31	6,5	11
13	Milagro – Yahuarcocha	28 Sept.	33,7	113	17,89	6,4	11
14	Pugacho – Santa Rosa	28 Sept.	18,7	100	11,22	7,2	10
15	Las Palmas – Los Ceibos	28 Sept.	19,7	84	14,07	8,6	8
16	Arcángel – San Cristóbal	28 Sept.	30,4	120	15,20	6,0	12
17	Católica – Alpachaca	28 Sept.	15,9	78	12,23	9,2	8
18	Azaya – La Campiña	28 Sept.	19,4	96	12,13	7,5	10
19	San Francisco	28 Sept.	18,8	83	13,59	8,7	8
20	Caranqui – Aduana	28 Sept.	26,8	104	15,46	6,9	10
21	Santa Rosa – Los Ceibos	28 Sept.	21,2	105	12,11	6,9	11
22	El Carmen – Bellavista	28 Sept.	22,4	80	16,80	9,0	8
23	Naranjito	28 Sept.	20,6	90	13,73	8,0	9
24	Aloburo	28 Sept.	19,4	85	13,69	8,5	9

Fuente: (Rosero & León, 2017, pág. 8)

3.3.1. RUTAS DE AUTOBUSES URBANOS QUE TRANSITAN POR LA UTN

La Tabla 3.16 indica las rutas de autobuses urbanos de Ibarra que pasan en su trayectoria por el barrio “El Olivo”, que son 12 en total, 9 de ellas pasan directamente por el campus y cuentan con una parada en las afueras de la Universidad, las otras 3 pasan por la Carretera Panamericana E35 y cuentan con una parada en la estación de servicio “El Olivo”.

Tabla 3.16 Líneas de bus que pasan por el barrio “El Olivo”

N°	Línea	Lugar de parada
4	Colinas del Sur – Aduana	Estación de Servicio
6	Caranqui - Universidades	Campus y Estación
7	Santa Lucía – La Victoria	Campus y Estación
8	Sto. Domingo – Universidades	Campus y Estación
9	Los Soles	Campus y Estación
11	Tanguarín – Aduana	Estación de Servicio
12	Chorlaví – La Victoria	Campus y Estación
13	Milagro – Yahuarcocha	Campus y Estación
16	Arcángel – San Cristóbal	Campus y Estación
17	Católica – Alpachaca	Campus y Estación
20	Caranqui – Aduana	Campus y Estación
24	Aloburo	Estación de Servicio

El 50 % de las rutas de autobuses urbanos pasan por el barrio “El Olivo”. Adicionalmente, las 7 rutas resaltadas en color azul claro en la Tabla 3.16 tienen como límite norte este barrio, es decir que la ruta cambia de sentido sur-norte a norte-sur en una de sus calles; estos valores evidencian que “El Olivo” es un sector que atrae una gran cantidad de viajes en la ciudad.

3.4. IDENTIFICACIÓN DE LAS ZONAS DE ORIGEN Y DESTINO DE VIAJES

El objetivo de la identificación de las zonas, es determinar las distancias aproximadas recorridas desde cada una de las zonas, al utilizar diferentes medios de transporte.

3.4.1. ZONAS URBANAS

Las zonas consideradas urbanas están delimitadas dentro de las parroquias urbanas de la ciudad de Ibarra, aunque en este grupo también se incluyen a los barrios “San Antonio” y “La Esperanza” que pertenecen a la zona rural del cantón. Estos dos barrios se incluyen en el estudio como sectores urbanos debido a su cercanía, su volumen de población y su participación directa en los viajes de tipo urbano, ya que algunas de las rutas de autobuses urbanos de la ciudad también cubren el territorio de estos barrios.

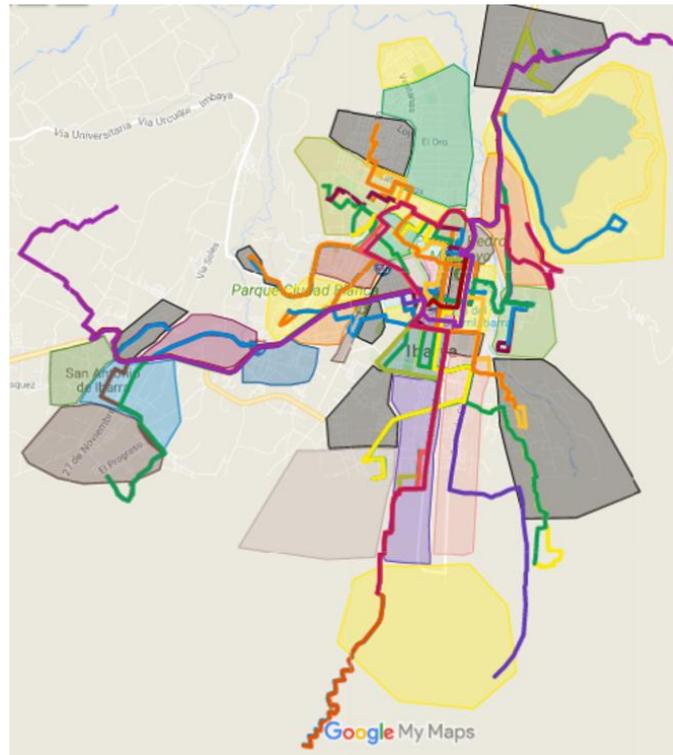


Figura 3.7 Sectorización de la ciudad de Ibarra

Para este estudio se han identificado 30 sectores urbanos o lugares de referencia, representados en la Figura 3.7 mismos que parten de un criterio de sectorización que se relaciona con el uso del suelo del sector y su proximidad del centro de la ciudad. Los sectores más cercanos al centro de la ciudad cubren una extensión menor mientras que los más alejados cubren una distancia mayor, debido a que los centros de la ciudades presentan particularidades como mayor concentración de población, mayor concentración de actividades y por ende mayor aglomeración de vehículos en las vías.

En la Tabla 3.17 se especifica la distancia aproximada desde y hasta cada uno de los 30 sectores, al utilizar autobuses urbanos y otro tipo de vehículo. Para calcular la distancia en autobús urbano se traza y evalúa la ruta de autobús en la aplicación Google Earth, desde el sector hasta el campus “El Olivo”. En los casos donde una sola ruta no cubre el sector de origen o destino y el campus “El Olivo”, y el usuario tenga que hacer uso de dos rutas de autobuses urbanos para llegar a la Universidad, se toma en cuenta el punto de intersección más próximo donde el usuario pueda abandonar la primera ruta y abordar la segunda ruta de autobús. En los casos donde el usuario solo necesita una ruta de autobús urbano para llegar hasta el campus “El Olivo”, únicamente se traza la ruta desde el sector hasta el campus.

Tabla 3.17 Distancias en sectores urbanos, desde y hasta el campus "El Olivo"

N°	Sector Urbano	Autobús		Otro vehículo
		Distancia aproximada (Km)	N° de autobuses	Distancia aproximada (Km)
1	10 de Agosto	6,3	2	6,3
2	Alpachaca	7,5	1	3,3
3	Azaya	8	2	4
4	Centro, Mercado Amazonas	3,5	1	3
5	Caranqui	8,1	1	5,5
6	Chorlaví	9,7	1	7,5
7	Ejido de Caranqui	9,5	2	7,8
8	El Olivo	1	1	1
9	Estadio Olímpico	2,5	1	2,5
10	Hospital del IESS	6,4	1	3,5
11	Hospital San Vicente de Paúl	4,5	1	2,5
12	Huertos Familiares	3,2	2	2,9
13	Milagro	11	1	6,7
14	Parque Ciudad Blanca	6,2	1	5,1
15	Priorato	4	1	4
16	Pugacho	7,6	1	5,7
17	Jardín de Paz	5,7	1	3,7
18	La Basílica	3	1	3
19	La Campiña	7	2	5,3
20	La Esperanza	8,5	2	7,8
21	La Florida	9,1	1	5,6
22	La Merced	2,3	1	2,3
23	La Victoria	2	1	2
24	Los Ceibos	6,7	1	4
25	Redondel de la Madre	5,4	1	4,5
26	San Agustín	2,5	1	2,5
27	San Antonio	12	1	10
28	Terminal Terrestre	4	1	4
29	Yacucalle	5,5	1	5
30	Yahuarcocha	6,2	1	6,2

Al utilizar un medio diferente al autobús, como taxi, bicicleta u otro, se considera la distancia de la ruta más corta o más rápida que sugiere automáticamente la aplicación Google Maps, desde el sector hasta el campus matriz de la UTN y viceversa. Esta consideración se toma

en cuenta debido a que generalmente los usuarios de cualquier medio de transporte que no tengan una ruta establecida prefieren el camino más breve, sea por ahorro de combustible o tiempo, a la vez también prefieren zonas con menos tráfico y tránsito más fluido, que son ventajas que ofrece Google Maps al sugerir las rutas de viajes.

3.4.2. ZONAS RURALES

Para este estudio se considera identificar a las parroquias rurales del cantón como zonas rurales del estudio. Para este caso particular, la distancia promedio se determina mediante la utilización de la ruta más corta en Google Maps, desde el sector hasta el campus y viceversa. Se tiene poca participación de viajes desde estas zonas y por esta razón se considera el mismo valor independientemente del medio de transporte que se utiliza. La Tabla 3.18 indica las distancias aproximadas desde cada sector rural hasta la UTN y viceversa.

Tabla 3.18 Distancias desde los sectores rurales hasta el campus "El Olivo"

Nro.	Sector Rural	Distancia aproximada (Km)
1	Ambuquí	39
2	Salinas	24
3	Lita	95
4	La Carolina	72
5	Angochahua	19

3.4.3. OTRA PROVINCIA O CANTÓN

De igual manera se procede a determinar las distancias desde los otros cantones de la provincia de Imbabura hasta el campus "El Olivo" y viceversa, y desde los cantones de las provincias más cercanas Carchi y Pichincha. En la Tabla 3.19 se muestran los cantones de las provincias de Carchi, Imbabura y Pichincha y sus distancias hasta el campus "El Olivo", expresadas en kilómetros. Las distancias están tomadas en cuenta desde la cabecera cantonal de cada uno de los cantones de cada provincia. No se consideran las provincias de Sucumbíos y Esmeraldas que también pertenecen a la Zona 1 – Norte del país debido a que no se ha evidenciado la generación de viajes al campus matriz desde estas provincias.

Tabla 3.19 Distancia desde las cabeceras cantonales al campus "El Olivo"

Provincia	Cantón	Distancia directa aproximada (Km)	Distancia aproximada con trasbordo (Km)
Carchi	Tulcán	128	No
	Huaca	96	No
	Montúfar	82	No
	Bolívar	68	No
	Espejo	63	No
	Mira	43,5	No
Imbabura	Otavalo	26	28
	Cotacachi	28	30
	Urcuquí	22,5	26,5
	Antonio Ante	15	19
	Pimampiro	50	No
Pichincha	Rumiñahui	143	147
	Quito	118	No
	Pedro Moncayo	58	62
	Cayambe	60	64

Para la provincia del Carchi se toman en cuenta todos sus cantones. En el caso de esta provincia se considera una distancia única debido a que los viajes que provienen de sus cantones en cualquier medio de transporte, no realizan trasbordo. En estos casos se considera nula la distancia entre la parada de embarque desembarque de pasajeros en la Carretera E35 y el campus de la Universidad.

El caso de las provincias de Imbabura y Pichincha es diferente, puesto que existen dos distancias diferentes para la mayoría de sus cantones. La primera distancia es medida en un viaje directo desde la cabecera cantonal hasta el campus "El Olivo" al utilizar Google Maps. La segunda distancia toma en cuenta el uso del transporte público y su trasbordo en el terminal terrestre de Ibarra.

Para Pichincha se toman en cuenta únicamente a los cantones más cercanos debido a que durante la investigación no se registran viajes diarios desde los otros más lejanos. En este grupo están los cantones de Rumiñahui, Pedro Moncayo y Cayambe.

3.5. DEFINICIÓN DE PARÁMETROS DEL ESTUDIO

Es importante definir los parámetros que son objetos de estudio y análisis en la investigación. El objetivo principal de la investigación es estimar el consumo de energía de cada uno de los medios de transporte utilizados para los viajes relacionados con el campus “El Olivo”.

El consumo de energía en el transporte viene dado por la relación que existe entre el consumo de energía que genera un vehículo, expresado en “Joules”, por cada kilómetro recorrido. Entonces las unidades generales para expresar el consumo de energía en el transporte por cada vehículo están dadas en kilo-joules sobre kilómetros: kJ / km .

Luego, para determinar un factor de consumo de energía personal en transporte, se deberá dividir el consumo de energía vehicular para el número de ocupantes del vehículo, con las unidades: $\text{kJ} / \text{km} \times \text{persona}$. Para concluir en datos de esta naturaleza se consideran tres parámetros principales que vienen dados por cada unidad de medida del factor de consumo. El primero hace referencia a la energía consumida por los medios de transporte, medida en joules. Es decir, la cantidad de energía que emplea cada vehículo para ejecutar su función, sea que esta proceda de la inflamación de un combustible en el interior de un motor, o del aprovechamiento del esfuerzo físico generado por el mismo ocupante.

El segundo parámetro implica la distancia recorrida en cada viaje, medida en kilómetros, desde el lugar de origen del viaje hasta el campus o viceversa. Esta distancia viene dada por el tramo recorrido en las vías por cada persona, al utilizar un medio de transporte.

El tercer parámetro es el número de ocupantes. Sus unidades pueden ser “ocupante” o “persona”. Son los ocupantes que participan en el viaje por cada vehículo utilizado. Para los medios de transporte no motorizados, el número de ocupantes es uno, ya que la caminata y la bicicleta son medios de transporte individuales.

3.6. METODOLOGÍA PARA LA OBTENCIÓN DE DATOS

Una vez caracterizados los medios de transporte, rutas de autobuses urbanos, vías de acceso, espacios de estacionamiento, entre otros, es necesario conocer cómo se movilizan los usuarios, cómo intervienen los sectores de origen y destino, los medios de transporte utilizados, el modo de uso de estos medios y cantidad de viajes realizados.

Para encontrar los detalles de la información necesaria se procede a seleccionar una herramienta de investigación que permita la caracterización de los viajes realizados por los trabajadores y estudiantes de la Universidad. La herramienta más conveniente para realizar este levantamiento de esta información es la encuesta puesto que permite obtener datos informativos y valores reales con alta precisión.

Inicialmente se plantea la utilización de una encuesta web para facilitar su distribución y tabulación, misma que no es aplicada debido a que presenta algunas limitaciones en la formulación de preguntas. Las opciones de pregunta que existen en las aplicaciones más conocidas de la web no permiten la extracción de la información necesaria para el desarrollo del presente estudio. Otros inconvenientes son, el tiempo involucrado de contestación, el bajo nivel de contestación, poco interés de los encuestados y la falta de comprensión del sentido de las preguntas. Con este antecedente se procede a diseñar una encuesta física, misma que es aplicable para todas las personas en el campus “El Olivo”, sin distinción.

3.6.1. DISEÑO DE LA ENCUESTA

Mediante la aplicación de la encuesta se busca identificar los parámetros de movilidad de la comunidad universitaria, en sus viajes generados con origen y destino, el campus “El Olivo” de la UTN. La encuesta contiene las 7 secciones siguientes:

- a) Frecuencia de viajes diarios
- b) Origen de viajes hacia la UTN
- c) Modo de transporte hacia la UTN
- d) Destino de viajes desde la UTN
- e) Modo de transporte desde la UTN
- f) Datos informativos
- g) Tendencia de transporte

La sección a consta de una única pregunta para determinar el número de viajes diarios que realiza el encuestado. En las secciones b y d, el encuestado debe elegir el sector o lugar de referencia tanto de origen como de destino en sus viajes relacionados con la UTN.

En las secciones c y e, el encuestado debe seleccionar el medio de transporte utilizado y de acuerdo con su selección, elegir las características del viaje tales como, modo de uso, número

de ocupantes, disponibilidad de estacionamiento, tipo de vehículo, tiempo de duración del viaje, según lo requiera el caso. La sección f encierra información general como género, rango de edad y ocupación que desempeña en la Universidad.

Por último, está la sección número g. En esta sección de la encuesta se atribuyen ciertas ventajas y desventajas a los diferentes medios de transporte que pueden ser utilizados como herramienta para los viajes y se pide al usuario distinguir los medios de acuerdo a su preferencia, y justificar su respuesta a través de la selección de las ventajas y desventajas.

Cada una de las encuestas se imprimen en 3 páginas con formato A4, donde se detallan las 7 secciones que describen la información solicitada, mismas que se ordenan sistemáticamente en tablas para mejor comprensión del encuestado y reducción del espacio en las páginas utilizadas.

3.6.2. DETERMINACIÓN DE LA POBLACIÓN

La población total que abarca este estudio está determinada por el total de estudiantes y trabajadores de la Universidad Técnica del Norte. Esta información se obtiene de la base de datos facilitada por el Departamento de Planeamiento y Estadística Institucional de la UTN. Para el período académico Octubre 2017 – Febrero 2018, la población total de la UTN es de 10 547 personas, donde están contabilizados todos los estudiantes, los docentes, personal administrativo y de servicio. Las categorías están distribuidas como indica la Tabla 3.20

Tabla 3.20 Población universitaria Octubre 2017 – Febrero 2018

Categoría	Género		Total	Porcentaje del total
	Femenino	Masculino		
Estudiantes de la modalidad presencial	4 082	3 827	7 909	74,99 %
Estudiantes de la modalidad semipresencial	872	513	1 385	13,13 %
Docentes titulares	122	186	308	2,92 %
Docentes con contrato en nómina	85	184	269	2,55 %
Docentes con contrato por factura	64	64	128	1,21 %
Personal administrativo titular	172	190	362	3,43 %
Personal administrativo por contrato	21	32	53	0,50 %
Personal de servicio	47	86	133	1,26 %
Total	5 465	5 082	10 547	100 %

Fuente: (Departamento de Planeamiento y Desarrollo de la Universidad Técnica del Norte, 2017, pág. 1)

Cabe mencionar que se toman en cuenta a todos los estudiantes y docentes de la Universidad, Técnica del Norte, debido a que no existen cifras oficiales de los asistentes diarios a los otros campus e instalaciones de la Universidad.

3.6.3. CÁLCULO DE LA MUESTRA MÍNIMA

Para calcular la muestra mínima a la cual se aplica la encuesta, cuando se tiene un universo finito y variables de tipo categóricas, se procede a operar con la Ecuación 3.1.

$$n = \frac{N * Z^2 * p * q}{d^2 * (N - 1) + Z^2 * p * q} \quad [\text{Ec. 3.1}]$$

Donde:

- n = Tamaño de la muestra
- N = Total de la población o universo
- Z = Nivel de confianza
- p = Probabilidad a favor
- q = Probabilidad en contra (1 - p)
- d = Margen de error muestral (1 - Z)

La Tabla 3.21 muestra el coeficiente de confianza Z para cada nivel de seguridad:

Tabla 3.21 Coeficientes (Z) por niveles de seguridad

Nivel de seguridad	Coeficiente (Z)
90 %	1,645
95 %	1,96
97,5 %	2,24
99 %	2,576

Los valores establecidos para el cálculo de la muestra para la encuesta son:

- N = 10 547
- Z = 1,96 (Nivel de seguridad = 95 %)
- p / q = 0,5 (50 % a favor) / 0.5 (50 % en contra)
- d = 0,05 (5 % de error muestral)

Se sugiere usar el 50 % de probabilidad a favor y el 50 % de probabilidad en contra si no se tiene ninguna idea de dicha proporción, ya que estos valores maximizan el tamaño muestral. Es así que al aplicar Ecuación 3.1, se tiene la siguiente operación:

$$n = \frac{10\,547 * 1,96^2 * 0,5 * 0,5}{0,05^2 * (10\,547 - 1) + 1,96^2 * 0,5 * 0,5}$$

$$n = 370,69$$

Entonces, el cálculo de la muestra determina que se aplicarán 371 encuestas en el campus “El Olivo” para obtener información de los 10 547 estudiantes y trabajadores de la UTN. Con este resultado, inicialmente se calcula la relación existente entre la población y la muestra. Para ello se utilizan el factor de elevación y el factor de muestreo.

3.6.3.1 FACTORES DE ELEVACIÓN Y MUESTREO

Para determinar el factor de elevación del muestreo se utiliza la Ecuación 3.2.

$$Fe = \frac{N}{n} \quad [\text{Ec. 3.2}]$$

Donde:

Fe = Factor de elevación

n = Tamaño de la muestra

N = Total de la población o universo

Es así que al aplicar la Ecuación 3.2, se tiene la siguiente operación:

$$Fe = \frac{10\,547}{371}$$

$$Fe = 28,42857$$

El factor de elevación determinado indica que cada elemento de la muestra representa a 28,43 personas en la Universidad.

El factor de muestreo se expresa en porcentaje y su cálculo utiliza la Ecuación 3.3

$$Fm = \frac{n}{N} \times 100 \quad [\text{Ec. 3.3}]$$

Donde:

Fm = Factor de muestreo

n = Tamaño de la muestra

N = Total de la población o universo

Es así que al aplicar la Ecuación 3.3, se tiene la siguiente operación:

$$Fm = \frac{371}{10547} \times 100$$

$$Fm = 3,52\%$$

El factor de muestreo determinado indica que la muestra estudiada en la encuesta representa el 3,52 % de la población total de la Universidad.

3.6.4. ESTRATIFICACIÓN DE LA MUESTRA

Para que la aplicación de la encuesta brinde resultados de mayor precisión al estudio, se procede a estratificar la muestra obtenida en la Ecuación 3.3, de manera que cada categoría participe de acuerdo con el volumen de la población universitaria total. En el grupo de los otros trabajadores están incluidos los funcionarios administrativos y el personal de servicio. La estratificación general se presenta en la Tabla 3.22.

Tabla 3.22 Estratificación general de la muestra para las categorías principales

Categoría	Población	% Volumen	Muestra
Estudiantes	9 294	88,12	327
Docentes	705	6,68	25
Otros trabajadores	548	5,19	19
Total	10 547	100	371

Este estudio analiza dos grandes grupos en la población universitaria, por una parte están los estudiantes que abarcan el 88,12 % de la población total, y por otra parte los trabajadores que representan el 11,88 % de la población universitaria. Dentro del grupo de los trabajadores están dos subcategorías importantes: los docentes con el 6,68 % de la población total, y los otros trabajadores que pertenecen al personal administrativo y de servicio de la Universidad con el 5,19 % de la población universitaria.

Para brindar mayor confiabilidad a los resultados de la investigación, también se estratifica la muestra en cada uno de los grupos principales. La Tabla 3.23 muestra la estratificación para las subcategorías del grupo de los estudiantes, donde se considera segmentar la muestra al tomar en cuenta los volúmenes por modalidad de estudio y por facultad.

Tabla 3.23 Estratificación de la muestra en el grupo de estudiantes

Modalidad	Facultad	Población	% Volumen	Muestra
Presencial	FACAE	1 959	18,57	69
	FCSS	1 076	10,20	38
	FECYT	1 448	13,73	51
	FICA	2 072	19,65	72
	FICAYA	1 354	12,84	48
	Subtotal	7 909	74,99	278
Semipresencial	FACAE	617	5,85	22
	FCSS	0	0	0
	FECYT	622	5,90	22
	FICA	0	0	0
	FICAYA	146	1,38	5
	Subtotal	1 385	13,13	49
Total Estudiantes		9 294	88,12	327

Es así que se obtienen los valores del muestreo estratificado para el grupo de los estudiantes. Donde se observa que el 75 % de la población pertenece a los estudiantes de la modalidad presencial y el 13,13 % de la población universitaria pertenece a los estudiantes de la modalidad semipresencial.

De la igual manera se aplica una estratificación en las subcategorías de los trabajadores, y se toma en cuenta la facultad o dependencia a la que pertenecen y su volumen respecto a la población total. La Tabla 3.24 muestra la estratificación por categorías para este grupo.

Tabla 3.24 Estratificación de la muestra en el grupo de trabajadores

Ocupación	Dependencia	Población	% Volumen	Muestra
Docente	FACAE	129	1,22	5
	FCSS	107	1,01	4
	FECYT	121	1,15	4
	FICA	145	1,37	5
	FICAYA	97	0,92	3
	Otro	106	1,01	4
	Subtotal	705	6,68	25
Administrativo	FACAE	12	0,11	0
	FCSS	9	0,09	0
	FECYT	11	0,10	0
	FICA	18	0,17	1
	FICAYA	25	0,24	1
	Admin. Central	340	3,22	12
	Subtotal	415	3,93	14
Servicio	UTN	133	1,26	5
Total Trabajadores		1 253	11,88	44

El 6,68 % de la población universitaria pertenece al personal docente, el 3,93 % pertenece al personal administrativo y el 1,26 % de la población pertenece al personal de servicio.

3.6.4. LEVANTAMIENTO DE LA ENCUESTA

Una vez diseñada la encuesta y definidos los estratos de la muestra, se procede con el levantamiento de datos, mismo que se realiza en las instalaciones del campus “El Olivo” durante el mes de diciembre del año 2017. Se opta por levantar la mitad de las encuestas en horario matutino y la otra mitad en horario vespertino para proporcionar mayor aleatoriedad a la muestra y sus estratos.

Por ejemplo, para la subcategoría de estudiantes de modalidad presencial de la FICA, se levantan 36 encuestas en la mañana y 36 en la tarde, para obtener así los 72 casos de estudio necesarios en este segmento. De esta manera se provee aleatoriedad general en la muestra total, para obtener información más global, precisa y real, que abarque a la mayoría de casos posible y permita analizar a toda la comunidad universitaria.

3.7. CÁLCULO DE FACTORES DE CONSUMO DE ENERGÍA

En esta sección de la metodología se calculan factores de consumo de energía para cada medio de transporte que puede ser utilizado en los viajes relacionados con el campus. La unidad empleada para expresar estos factores en el Sistema Internacional de Unidades es el “Joule” (J) El “Joule” o “Julio” se define básicamente como la cantidad de trabajo realizado durante 1 metro de longitud en la misma dirección, por una fuerza constante de 1 newton.

3.7.1. CONSUMO DE COMBUSTIBLE

Para partir de una idea inicial de consumo de combustible y energía en el Ecuador, se toman como referencia inicial los valores de consumo de combustible en vehículos motorizados de un estudio existente, denominado: “Estimación del consumo de combustible del transporte terrestre en Ecuador”, donde se establece un consumo promedio para cada tipo de vehículo que circula en las calles del país. La Tabla 3.25 muestra el rendimiento promedio de cada tipo combustible para cada tipo de vehículo en el Ecuador, expresado en kilómetros por litro. De igual manera, al aplicar un factor inverso, muestra el consumo promedio de combustible para cada tipo de vehículo, expresado en litros por cada kilómetro recorrido.

Tabla 3.25 Rendimiento y consumo de combustible en Ecuador

Tipo de Vehículo	Rendimiento del Combustible (km/L)			Consumo de combustible (L/km)		
	Diesel	Gasolina	GLP	Diesel	Gasolina	GLP
Sedán	13,37	12,42	7,27	0,08	0,08	0,12
SUV	10,83	9,70	7,27	0,08	0,12	0,12
Camioneta	8,75	7,61	6,91	0,12	0,12	0,16
Motocicleta	20,00	18,17	12,52	0,04	0,04	0,08
Autobús	2,50	2,25	2,08	0,40	0,44	0,48
Minibús	3,89	3,50	2,50	0,24	0,28	0,48
Furgoneta	4,16	3,16	2,76	0,24	0,32	0,36
Furgón	5,00	4,16	3,00	0,20	0,24	0,44
Camión	4,13	3,75	3,45	0,24	0,28	0,28
Volqueta	2,00	1,75	1,50	0,52	0,56	0,52
Tanquero	2,25	2,00	1,75	0,44	0,52	0,52

Fuente: (Cevallos, 2016, pág. 6)

Los datos de rendimiento y consumo de combustible han sido recolectados de diferentes bases de datos y estadísticas de organismos nacionales e internacionales, que toman en cuenta valores de varias marcas y modelos para cada tipo de vehículo. (Cevallos, 2016)

Adicional a esto, cabe recalcar que en el Ecuador se comercializan dos tipos de gasolina con diferente octanaje. La gasolina de menor octanaje (87 Oct.) denominada “extra” es la más comercial de todos los combustibles disponibles para automoción en el país, puesto que para el 2012 el 43,75 % de combustible vendido en el país fue gasolina extra. Por otra parte la gasolina con mayor octanaje (92 Oct.) llamada “súper” representa el 12,72 % de combustibles vendidos en el mismo año. La Tabla 3.26 muestra la cantidad de combustible vendido para uso de automoción durante el 2012. Al Usar el factor de transformación de unidades 1 BEP = 420 gal se muestra también expresado en kBEP.

Tabla 3.26 Combustible vendido en las estaciones de servicio durante el 2012

Combustible	Galones	kBEP	%
Diesel	753'068 015	17 930	43,24
Gasolina (87 Oct.)	761'906 621	18 141	43,75
Gasolina (92 Oct.)	221'590 085	5 276	12,72
GLP	5'129 541	122	0,29
Total	741,694 262	41 469	100

Fuente: (Cevallos, 2016, pág. 6)

3.7.2 VALORES DE ENERGÍA DEL COMBUSTIBLE

La energía que se produce dentro de la cámara de combustión de un motor térmico depende directamente del tipo de combustible utilizado, debido a que la obtención del trabajo mecánico a partir de energía termo química no es igual para todos los tipos de combustibles. A continuación, en la Tabla 3.27 se presentan los valores equivalentes típicos de energía y sus unidades métricas para los combustibles más comunes en motores de combustión interna, como valores promedio solamente, puesto que los valores de energía equivalente real varían en función de la calidad del combustible o gas fósiles primarios, el grado de refinamiento, propiedades de los aditivos utilizados, estado de elementos del motor, forma de conducción del vehículo, entre otros.

Tabla 3.27 Energía equivalente del combustible

Tipo de combustible	Energía equivalente	
	Unidades Imperiales	Unidades Métricas
Diesel	162 000 Btu/gal	37,7 MJ/L
Gasolina	146 000 Btu/gal	34,0 MJ/L
Gas natural	1 000 Btu/ft ³	37,2 MJ/m ³
Propano	110 000 Btu/gal	25,5 MJ/L
	21 570 Btu/lb	51,5 MJ/kg
Electricidad	3 412 Btu/KWh	0,36 MJ/kWh

Fuente: (HiTech Consulting Ltd, 2013, pág. 324)

Al comparar los valores de energía equivalente de la Tabla 3.27, entre los combustibles más utilizados para la automoción en el Ecuador, gasolina y diesel. Se determina que para el mismo volumen de consumo, el combustible tipo diesel ofrece un 10 % más de energía que el combustible tipo gasolina.

Con estos antecedentes se procede a calcular una estimación de los factores de consumo de combustible y energía en los medios de transporte motorizados utilizados en viajes relacionados con el campus “El Olivo” de la UTN. Algunos de los valores que se presentan a continuación, son tomados directamente de estudios de consumo de combustible o afines, realizados recientemente por otros estudiantes o docentes de la Carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz de la Universidad Técnica del Norte, con enfoque específico en el parque automotor de la ciudad de Ibarra.

Cabe recalcar que no todos los valores se obtienen de manera experimental, algunos de ellos se consiguen mediante encuestas menores realizadas a los conductores de los vehículos en la ciudad, otros provienen de bases de datos que ofrecen algunas plataformas web para estimar el consumo de combustible de vehículos automotores en otros países.

3.7.3 CONSUMO DE ENERGÍA EN EL AUTOBÚS

En el autobús se diferencian dos tipos de vehículo con índices de consumo y rendimiento distintos cuya variación depende del tipo de servicio que brindes, es decir, autobuses urbanos y autobuses de servicio intercantonal e interprovincial.

3.7.3.1 CONSUMO DE ENERGÍA EN AUTOBUSES URBANOS

En la Tabla 3.28 se tienen los rendimientos de combustible tipo diesel en kilómetros recorridos por galón para los modelos de autobuses urbanos de Ibarra. Al aplicar el factor inverso a los valores de rendimiento, también se tienen valores de consumo de combustible:

Tabla 3.28 Rendimiento y consumo de combustible en los autobuses urbanos

Marca	Modelo	Unidades	Rendimiento		Consumo	
			km / gal	km / L	gal / km	L / km
Chevrolet	FTR 32M	147	7,33	1,94	0,13643	0,51643
Chevrolet	CHR 7.2	46	7,00	1,85	0,14286	0,54077
Volkswagen	17210	22	7,1	1,88	0,14085	0,53316
Hino	RK1JSTL	13	6,6	1,74	0,15152	0,57355
Hino	FF1JPSZ	9	8,18	2,16	0,12225	0,46276
Hino	FD2HPSZ	9	8,21	2,17	0,12180	0,46107
Hino	GD11PTZ	9	9,1	2,40	0,10989	0,41598
Total		255				

Fuente: (Rosero, 2017, pág. 16)

Para calcular el consumo promedio de combustible en autobuses urbanos se utiliza la Ecuación 3.4:

$$\bar{X}_{\text{Autobús Urbano}} = \frac{\sum_{i=1}^n C_i * U_i}{U_T} \quad [\text{Ec. 3.4}]$$

Donde:

$\bar{X}_{\text{Autobús Urbano}}$ = Consumo promedio de combustible en los autobuses urbanos

i = Modelo de vehículo

C_i = Consumo de combustible para el modelo de vehículo

U_i = Cantidad de vehículos del modelo

U_T = Total de vehículos

Es así que al aplicar la Ecuación 3.4 con valores de la Tabla 3.28, se tiene la operación que determina el consumo de combustible en autobuses urbanos de la ciudad de Ibarra:

$$\bar{X}_{\text{Autobús Urbano}} = \frac{0,51643(147)+0,54077(46)+\dots+0,41598(9)}{255}$$

$$\bar{X}_{\text{Autobús Urbano}} = 0,52 \text{ L/km}$$

Para calcular el consumo de energía promedio en autobuses de servicio urbano se utiliza la Ecuación 3.5.

$$CE_{\text{Autobús Urbano}} = \bar{X}_{\text{Autobús Urbano}} \times E_{eq \text{ diesel}} \quad [\text{Ec. 3.5}]$$

Donde:

$CE_{\text{Autobús Urbano}}$ = Consumo de energía promedio en autobuses urbanos

$\bar{X}_{\text{Autobús Urbano}}$ = Consumo promedio de combustible en autobuses urbanos

$E_{eq \text{ diesel}}$ = Energía equivalente de combustible tipo diesel

Al aplicar la Ecuación 3.5 con el resultado de la Ecuación 3.4 y valores de la Tabla 3.27 se tiene la siguiente operación que determina el consumo de energía promedio de los autobuses urbanos de la ciudad de Ibarra.

$$CE_{\text{Autobús Urbano}} = 0,51778 \frac{\text{L}}{\text{km}} \times 37,7 \frac{\text{MJ}}{\text{L}}$$

$$CE_{\text{Autobús Urbano}} = 19,52 \text{ MJ/km}$$

3.7.3.2 CONSUMO DE ENERGÍA EN AUTOBUSES INTERCANTONALES

Se diferencian de los autobuses urbanos debido a que los autobuses de servicio intercantonal e interprovincial, recorren por vías de mayor velocidad y menor tráfico como carreteras y corredores periféricos, y se detienen en menos ocasiones en paradas de embarque y desembarque de pasajeros. Estas características de viaje determinan que el consumo de combustible en estos vehículos, para este tipo de servicio, sea más eficiente.

Para obtener el rendimiento del combustible tipo diesel en este tipo de servicio se realizaron 12 encuestas breves a los conductores de estos vehículos en el Terminal Terrestre de Ibarra durante en el mismo día, 6 en horario matutino, y 6 en horario vespertino, para obtener los resultados que se muestran en la Tabla 3.29.

Tabla 3.29 Rendimiento y consumo de combustible en autobuses de servicio intercantonal e interprovincial

N° muestra	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Promedio
Rendimiento (km/L)	2,6	2,2	2,5	2,6	2,6	2,6	2,6	2,7	2,2	3	2,5	2,7	2,56
Consumo (L/km)	0,4	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,3	0,4	0,4	0,39

Para calcular el consumo de energía promedio en autobuses de servicio interprovincial e intercantonal se utiliza la Ecuación 3.6.

$$CE_{\text{Autobús Interprovincial}} = \bar{X}_{\text{Autobús Interprovincial}} \times E_{eq \text{ diesel}} \quad [\text{Ec. 3.6}]$$

Donde:

$CE_{\text{Autobús Interprovincial}}$ = Consumo de energía promedio en autobuses interprovinciales

$\bar{X}_{\text{Autobús Interprovincial}}$ = Consumo promedio de combustible en autobuses interprovinciales

$E_{eq \text{ diesel}}$ = Energía equivalente de combustible tipo diesel

Al aplicar la Ecuación 3.6 con valores de consumo de combustible de la Tabla 3.29 y valores de energía equivalente de la Tabla 3.27, se tiene la operación que determina el consumo de energía promedio de los autobuses de servicio interprovincial e intercantonal.

$$CE_{\text{Autobús Interprovincial}} = 0,39 \frac{L}{km} \times 37,7 \frac{MJ}{L}$$

$$CE_{\text{Autobús Interprovincial}} = 14,70 \text{ MJ/km}$$

3.7.4 CONSUMO DE ENERGÍA EN TAXIS

El servicio de taxi en la ciudad de Ibarra utiliza vehículos tipo sedán o automóvil con cilindraje entre 1400 y 1600 centímetros cúbicos. La capacidad de carga de estos vehículos es de 4 pasajeros y el conductor. Tanto en taxis convencionales como en taxis ejecutivos los vehículos recorren a velocidades y regímenes muy parecidos, por lo que no se consideran categorías diferentes en este segmento.

La Figura 3.8 muestra el rendimiento de combustible tipo gasolina en los 5 modelos más importantes de taxis de la ciudad, con diferencia en la obtención de estos valores mediante encuestas y por consumos instantáneos.

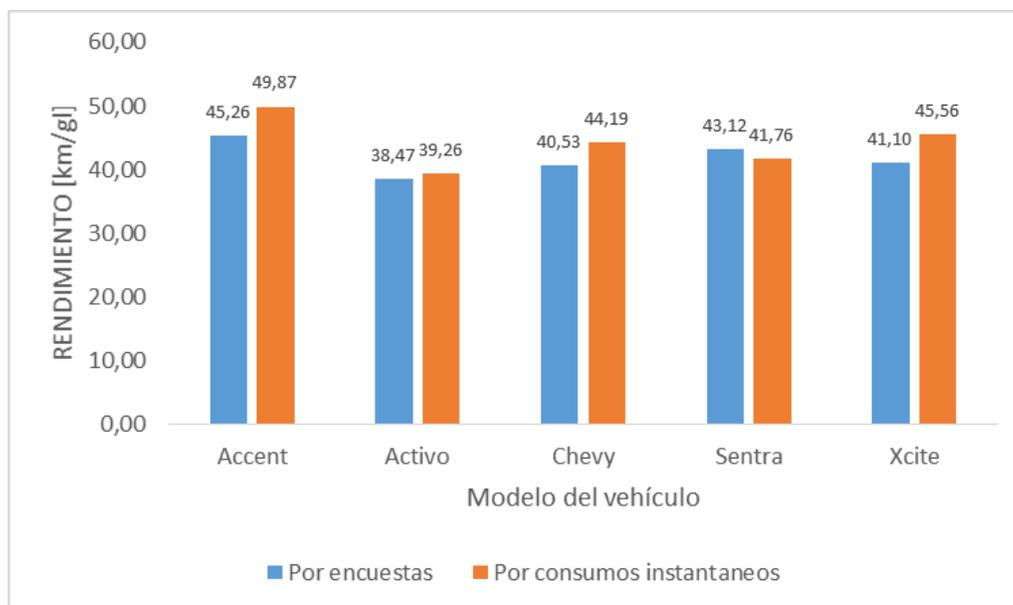


Figura 3.8 Rendimiento de combustible en los taxis de Ibarra

Fuente: (Ochoa & Salazar, 2018, pág. 99)

En la Tabla 3.30 se presentan los modelos más importantes de taxis en la ciudad con los valores promedio de rendimiento y consumo de combustible, se consideran los valores obtenidos por encuestas en la Figura 3.8 debido a que son valores de consumo más reales.

Tabla 3.30 Rendimiento de combustible en los modelos de taxis más importantes

Marca	Modelo	Unidades	Rendimiento		Consumo	
			km / gal	km / L	gal / km	L / km
Nissan	Sentra B13	249	43,12	11,39	0,02319	0,08778
Chevrolet	Chevytaxi	190	40,53	10,71	0,02467	0,09338
Kia	Rio Xcite	137	41,10	10,86	0,02433	0,09210
Chevrolet	Aveo Activo	136	38,47	10,16	0,02599	0,09838
Hyundai	Accent 1,6	125	45,26	11,96	0,02209	0,08362
Total		837				

Fuente: (Ochoa & Salazar, 2018, pág. 99)

Para determinar el factor de consumo de combustible promedio en los taxis de la ciudad de Ibarra, se utiliza la Ecuación 3.7.

$$\bar{X}_{\text{Taxi}} = \frac{\sum_{i=1}^n C_i * U_i}{U_T} \quad [\text{Ec. 3.7}]$$

Donde:

\bar{X}_{Taxi} = Consumo promedio de combustible en los taxis

i = Modelo de vehículo

C_i = Consumo de combustible para el modelo de vehículo

U_i = Cantidad de vehículos del modelo

U_T = Total de vehículos

De esta manera, al aplicar la Ecuación 3.7 con valores de la Tabla 3.30, se tiene la siguiente operación que determina el consumo de combustible promedio en los taxis de Ibarra.:

$$\bar{X}_{\text{Taxi}} = \frac{0,08778+0,09338(190)+\dots+0,08362(125)}{837}$$

$$\bar{X}_{\text{Taxi}} = \mathbf{0,09 \text{ L/km}}$$

Para calcular el consumo de energía promedio en los vehículos que brindan servicio de taxi en la ciudad de Ibarra se aplica la Ecuación 3.8.

$$CE_{\text{Taxi}} = \bar{X}_{\text{Taxi}} \times E_{eq \text{ gasolina}} \quad [\text{Ec. 3.8}]$$

Donde:

CE_{Taxi} = Consumo de energía promedio en taxis

\bar{X}_{Taxi} = Consumo promedio de combustible en taxis

$E_{eq \text{ gasolina}}$ = Energía equivalente de combustible tipo gasolina

Al aplicar la Ecuación 3.8 con el resultado de la Ecuación 3.7 y el valor de energía equivalente de la gasolina de la Tabla 2.27, se tiene la siguiente operación que determina el consumo de energía promedio en los taxis de la ciudad de Ibarra.

$$CE_{\text{Taxi}} = 0,09086 \frac{\text{L}}{\text{km}} \times 34 \frac{\text{MJ}}{\text{L}}$$

$$CE_{\text{Taxi}} = \mathbf{3,09 \text{ MJ/km}}$$

3.7.5 CONSUMO DE ENERGÍA EN BUSETAS ESCOLARES

Los modelos de busetas de recorridos escolares que destacan en los viajes relacionados con el campus “El Olivo” de la UTN son los vehículos coreanos Kia Pregio y Hyundai HD 72, ambos con un motorizaciones diesel y capacidades para 17 y 28 pasajeros, respectivamente. Para obtener el rendimiento del combustible diesel en estos dos modelos se entrevistaron durante 3 días consecutivos a los conductores de dichos modelos, tanto en horario matutino, como en horario nocturno, para obtener los resultados que se muestran en la Tabla 3.31.

Tabla 3.31 Rendimiento de combustible en los modelos más usados de escolares

Vehículo		Muestras de rendimiento de combustible (km/L)										Rendimiento promedio (km/L)	Consumo promedio (L/km)
Marca	Modelo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
Kia	Pregio	4,8	4,8	4,9	4,9	4,8	4,8	4,7	4,8	4,8	4,8	4,80	0,20833
Hyundai	HD 72	6,1	5,9	6	6	6,	6	-	-	-	-	6,00	0,16667

No se puede obtener un factor general de consumo promedio de energía para busetas de recorridos escolares, debido a que no se cuenta con cifras oficiales del porcentaje de participación de cada uno de los modelos de vehículos en el total de viajes relacionados con el campus “El Olivo”. Sin embargo, se pueden obtener factores individuales de consumo promedio de energía para cada modelo.

Para calcular el consumo de energía promedio en la buseta Kia Pregio de 17 ocupantes se utiliza la Ecuación 3.9.

$$CE_{\text{Escolar Kia Pregio}} = \bar{X}_{\text{Escolar Kia Pregio}} \times E_{eq \text{ diesel}} \quad [\text{Ec. 3.9}]$$

Donde:

$CE_{\text{Escolar Kia Pregio}}$ = Consumo de energía promedio en busetas modelo Kia Pregio

\bar{X}_{Taxi} = Consumo promedio de combustible en busetas escolares modelo Kia Pregio

$E_{eq \text{ diesel}}$ = Energía equivalente de combustible tipo diesel

Al aplicar la Ecuación 3.9 con valores de consumo de combustible de la Tabla 3.31 y valores de energía equivalente de la Tabla 3.27, se tiene la siguiente operación que determina el consumo de energía promedio en las busetas modelo Kia Pregio.

$$CE_{\text{Escolar Kia Pregio}} = 0,20833 \frac{L}{km} \times 37,7 \frac{MJ}{L}$$

$$CE_{\text{Escolar Kia Pregio}} = 7,85 \text{ MJ}/km$$

Ahora, para calcular el consumo de energía promedio en la buseta Hyundai HD72 de 28 ocupantes se utiliza la Ecuación 3.9.

$$CE_{\text{Escolar Hyundai HD72}} = \bar{X}_{\text{Escolar Hyundai HD72}} \times E_{eq \text{ diesel}} \quad [\text{Ec. 3.10}]$$

Donde:

$CE_{\text{Escolar Hyundai HD72}}$ = Consumo de energía promedio en busetas modelo Hyundai HD72

\bar{X}_{Taxi} = Consumo promedio de combustible en busetas escolares modelo Hyundai HD72

$E_{eq \text{ diesel}}$ = Energía equivalente de combustible tipo diesel

Al aplicar la Ecuación 3.10 con valores de consumo de combustible de la Tabla 3.31 y valores de energía equivalente de la Tabla 3.27, se tiene la siguiente operación que determina el consumo de energía promedio en las busetas modelo Hyundai HD72.

$$CE_{\text{Escolar Hyundai HD 72}} = 0,16667 \frac{L}{km} \times 37,7 \frac{MJ}{L}$$

$$CE_{\text{Escolar Hyundai HD 72}} = 6,28 \text{ MJ}/km$$

Con estos resultados se determina que como vehículo, las busetas Hyundai HD72 con más eficientes que las busetas Kia Pregio. El consumo promedio de energía de las Kia Pregio es 25 % mayor al consumo promedio de energía de las busetas Hyundai HD72.

3.7.6 CONSUMO DE ENERGÍA EN VEHÍCULOS LIVIANOS PARTICULARES

El parque automotor de vehículos livianos particulares que participan en viajes relacionados con el campus “El Olivo”, posee una amplia variedad de marcas y modelos, por esta razón, para este segmento se consideran los valores de la Tabla 3.32 tomados del documento “Estimación del consumo de combustible del transporte terrestre en el Ecuador”.

Tabla 3.32 Rendimiento y consumo de combustible para vehículos livianos

Tipo de Vehículo	Rendimiento del combustible (km/L)	Consumo de combustible (L/km)
Automóvil / Sedán	12,42	0,08052
SUV / Todoterreno	9,70	0,10309
Camioneta	7,61	0,13141
Motocicleta	18,17	0,05504

Fuente: (Cevallos, 2016, pág. 6)

Cada tipo de vehículo presenta niveles de rendimiento y consumo de combustibles distintos, debido a las diferencias existentes en aspectos diseño, motorización y otras prestaciones. En consecuencia el consumo de energía en cada tipo de vehículo también es diferente.

Para calcular el consumo de energía promedio en los automóviles tipo sedán se utiliza la Ecuación 3.11.

$$CE_{\text{Automóvil}} = \bar{X}_{\text{Automóvil}} \times E_{\text{eq gasolina}} \quad [\text{Ec. 3.11}]$$

Donde:

$CE_{\text{Automóvil}}$ = Consumo de energía promedio en automóviles tipo sedán

$\bar{X}_{\text{Automóvil}}$ = Consumo promedio de combustible en automóviles tipo sedán

$E_{\text{eq gasolina}}$ = Energía equivalente de combustible tipo gasolina

Al aplicar la Ecuación 3.11 con valores de consumo de combustible de la Tabla 3.32 y valores de energía equivalente de la Tabla 3.27, se tiene la siguiente operación que determina el consumo de energía promedio en los automóviles tipo sedán.

$$CE_{\text{Automóvil}} = 0,08052 \frac{L}{km} \times 34 \frac{MJ}{L}$$

$$CE_{\text{Automóvil}} = 2,74 \text{ MJ/km}$$

Para calcular el consumo de energía promedio en los vehículos SUV y todoterrenos se utiliza la Ecuación 3.12.

$$CE_{SUV/Todoterreno} = \bar{X}_{SUV/Todoterreno} \times E_{eq\ gasolina} \quad [Ec. 3.12]$$

Donde:

$CE_{SUV/Todoterreno}$ = Consumo de energía promedio en vehículos SUV / Todoterreno

$\bar{X}_{SUV/Todoterreno}$ = Consumo promedio de combustible en vehículos SUV / Todoterreno

$E_{eq\ gasolina}$ = Energía equivalente de combustible tipo gasolina

Al aplicar la Ecuación 3.12 con valores de consumo de combustible de la Tabla 3.32 y valores de energía equivalente de la Tabla 3.27 se tiene la siguiente operación que determina el consumo de energía promedio en los vehículos SUV y todoterrenos.

$$CE_{SUV/Todoterreno} = 0,10309 \frac{L}{km} \times 34 \frac{MJ}{L}$$

$$CE_{SUV/Todoterreno} = 3,51 \text{ MJ/km}$$

Para calcular el consumo de energía promedio en los vehículos tipo camioneta se utiliza la Ecuación 3.13.

$$CE_{Camioneta} = \bar{X}_{Camioneta} \times E_{eq\ gasolina} \quad [Ec. 3.13]$$

Donde:

$CE_{Camioneta}$ = Consumo de energía promedio en vehículos tipo camioneta

$\bar{X}_{Camioneta}$ = Consumo promedio de combustible en vehículos tipo camioneta

$E_{eq\ gasolina}$ = Energía equivalente de combustible tipo gasolina

Al aplicar la Ecuación 3.13 con valores de consumo de combustible de la Tabla 3.32 y valores de energía equivalente de la Tabla 3.27 se tiene la siguiente operación que determina el consumo de energía promedio en los vehículos tipo camioneta.

$$CE_{Camioneta} = 0,13141 \frac{L}{km} \times 34 \frac{MJ}{L}$$

$$CE_{Camioneta} = 4,47 \text{ MJ/km}$$

Para calcular el consumo de energía promedio en las motocicletas se utiliza la Ecuación 3.14.

$$CE_{\text{Motocicleta}} = \bar{X}_{\text{Motocicleta}} \times E_{eq \text{ gasolina}} \quad [\text{Ec. 3.14}]$$

Donde:

$CE_{\text{Motocicleta}}$ = Consumo de energía promedio en motocicletas

$\bar{X}_{\text{Motocicleta}}$ = Consumo promedio de combustible en motocicletas

$E_{eq \text{ gasolina}}$ = Energía equivalente de combustible tipo gasolina

$$CE_{\text{Motocicleta}} = 0,05504 \frac{L}{km} \times 34 \frac{MJ}{L}$$

$$CE_{\text{Motocicleta}} = 1,87 \text{ MJ/km}$$

Con estos resultados se determina que como vehículo, la motocicleta es el transporte motorizado privado más eficiente. En cuanto a los automóviles, el tipo de vehículo que consume mayor energía es la camioneta que supera en 63 % el consumo de energía del tipo sedán. Los SUV y todoterrenos superan en 28 % el consumo de energía del tipo sedán.

3.7.7 CONSUMO DE ENERGÍA EN MEDIOS DE TRANSPORTE NO MOTORIZADO

El consumo de energía en los medios de transporte no motorizado es producto del esfuerzo físico aprovechado al utilizar los músculos y articulaciones del cuerpo para movilizarse desde un lugar hasta otro. Estos medios de transporte permiten avanzar hacia una movilidad sostenible puesto que sus impactos son insignificantes, al igual que su coste económico inicial, de operación y mantenimiento.

Además, ofrecen beneficios para la salud mental y física de las personas que los practican. Sin embargo no es eficiente en recorridos con distancias largas, puesto que produciría agotamiento físico y el tiempo para realizar el desplazamiento sería mucho mayor. Los medios no motorizados más populares para desplazamientos terrestres son la caminata y la bicicleta, cuyo nivel de ocupación es igual a 1. También existen bicicletas para 2 o más ocupantes, pero no se ha registrado su uso para desplazamientos relacionados con la UTN.

3.7.2.1 CONSUMO DE ENERGÍA EN LA CAMINATA

El consumo de energía que se genera cuando un peatón se traslada de un lugar a otro depende de algunas variables físicas, entre ellas se puede considerar como más importantes a la velocidad con la que el peatón realiza el desplazamiento, y la masa corporal del caminante. En la Tabla 3.33 se presenta una estimación de la energía consumida por un peatón, y se consideran las variables más importantes, antes mencionadas.

Tabla 3.33 Estimación del consumo de energía en caminatas (kcal / min)

Velocidad de caminata		Masa corporal (kg; lb)						
(mph)	(km / h)	36	45	54	64	73	82	91
2,0	3,22	1,9	2,2	2,6	2,9	3,2	3,5	3,8
2,5	4,02	2,3	2,7	3,1	3,5	3,8	4,2	4,5
3,0	4,83	2,7	3,1	3,6	4,0	4,4	4,8	5,3
3,5	5,63	3,1	3,6	4,2	4,6	5,0	5,4	6,1
4,0	6,44	3,5	4,1	4,7	5,2	5,8	6,4	7,0

Fuente: (McArdle, Katch, & Katch, 2010, pág. 209)

Para determinar el factor de consumo promedio de energía de un peatón se procede a simplificar la tabla anterior, donde se consideran únicamente los valores de consumo para el valor medio de la velocidad de la caminata, que se muestran en la Tabla 3.34.

Tabla 3.34 Consumo de energía para caminatas de velocidad media (kcal / min)

Velocidad de caminata (km / h)	Masa corporal (kg)						
	36	45	54	64	73	82	91
4,83	2,7	3,1	3,6	4,0	4,4	4,8	5,3

Para determinar un factor general de consumo de energía en la caminata, se identifica que el valor de consumo promedio es el valor establecido para el valor medio de masa corporal, es decir que el factor de consumo de energía promedio para desplazamientos realizados a pie es de 4 kcal/min. Al Relacionar este valor con la velocidad promedio de caminata se obtiene un factor en función de la distancia.

$$CE_{\text{Caminata}} = 4 \frac{\text{kcal}}{\text{min}} * \frac{1 \text{ h}}{4,83 \text{ km}} * \frac{60 \text{ min}}{1 \text{ h}} * \frac{4,184 \text{ kJ}}{1 \text{ kcal}}$$

$$CE_{\text{Caminata}} = 207,90 \text{ kJ/km}$$

Este valor indica que una persona de 64 kg de masa corporal, que camina a una velocidad de 4,83 Km/h, consume 207,9 kJ al recorrer una distancia de 1 km. Este es el valor que se considerará para cálculos de consumo de energía en el resto del documento.

3.7.2.2 CONSUMO DE ENERGÍA EN BICICLETA

El consumo de energía en la bicicleta proviene del esfuerzo físico que realiza su conductor, quien activa los mecanismos de rodamiento del vehículo con la utilización de la fuerza física de los músculos de sus piernas. Al igual que la caminata, este medio de transporte requiere de actividad física y por ende ofrece algunos beneficios para la salud de quienes lo usan.

Entre las principales ventajas que ofrece este medio de transporte están: el bajo coste de adquisición inicial del vehículo y el bajo coste de mantenimiento del vehículo, respecto a otros medios de transporte.

Al carecer de motor no produce contaminación ambiental, tanto por emisiones, como por ruido, y ocupa un espacio muy reducido en las vías. Por éstas razones, en países como Holanda, Dinamarca o Alemania, el uso de la bicicleta supone el 28 %, 20 % y 12 % de los desplazamientos urbanos, respectivamente. (Ajuntament de Barcelona, 2004, pág. 4)

En términos de consumo de energía, desplazarse en bicicleta consume unas 25 veces menos energía que hacerlo en automóvil, y aproximadamente una cuarta parte que la energía consumida al caminar, es pues, el medio de transporte más eficiente de los mencionados en el estudio, ya que tiene un consumo de energía de sólo 0,15 calorías por gramo y por kilómetro. (Ajuntament de Barcelona, 2004, pág. 7)

Para llevar este valor a las unidades trabajadas en este estudio, se considera la masa corporal de una persona promedio ocupada en la estimación del factor de consumo de energía de la caminata y se multiplica por el factor de consumo de energía de la bicicleta, así:

$$CE_{\text{Bicicleta}} = 0,15 \frac{\text{cal}}{\text{g*km}} * \frac{64000 \text{ g}}{1 \text{ persona promedio}} * \frac{4,184 \text{ kJ}}{1000 \text{ cal}}$$

$$CE_{\text{Bicicleta}} = 40,17 \text{ kJ/km}$$

Este valor señala que una persona promedio de 64 kg de masa corporal, que pedalea en su bicicleta a una velocidad moderada, consume 40,17 kJ para recorrer una distancia de 1 km.

3.8 PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

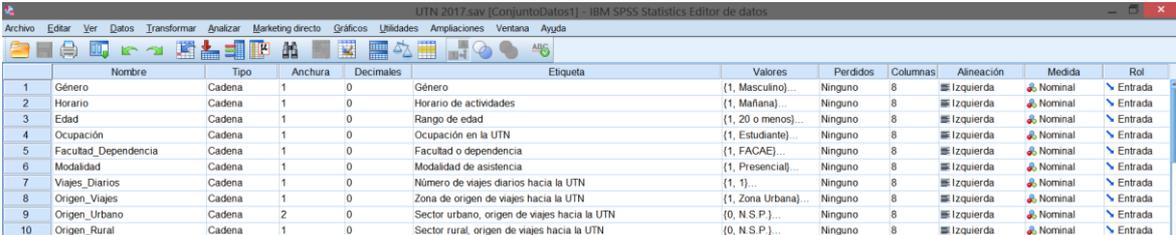
Una vez recolectada la información de las encuestas, se necesita procesar la información obtenida para su análisis posterior. Este es un punto clave en el desarrollo del estudio pues consiste en tabular de forma ordenada los datos obtenidos en la encuesta para extraer el máximo, en cantidad y calidad, de la información referente a los viajes de la UTN.

Para cumplir los objetivos de este estudio se opta por la utilización del software SPSS, debido a que cumple con los requisitos pertinentes para el procesamiento de la información obtenida en la encuesta. Además, este programa permite un manejo más dinámico de la estadística descriptiva de datos.

3.8.1 OPERACIÓN GENERAL DE SPSS

Una vez que el software se encuentra instalado y disponible en un ordenador, se procede a la ejecución del mismo y se selecciona un nuevo archivo o documento de trabajo, el cual dispone de dos vistas:

La vista que el software SPSS muestra inicialmente es la vista de variables de la Figura 3.9. En esta ventana se ingresan las variables de la encuesta y se especifican sus parámetros de referencia tales como nombre, tipo, etiqueta, medida, entre otros. Cada una de las variables ocupa una fila de la ventana donde se detallan sus características y valores.



	Nombre	Tipo	Anchura	Decimales	Etiqueta	Valores	Perdidos	Columnas	Alineación	Medida	Rol
1	Género	Cadena	1	0	Género	{1, Masculino}...	Ninguno	8	Izquierda	Nominal	Entrada
2	Horario	Cadena	1	0	Horario de actividades	{1, Mañana}...	Ninguno	8	Izquierda	Nominal	Entrada
3	Edad	Cadena	1	0	Rango de edad	{1, 20 o menos}...	Ninguno	8	Izquierda	Nominal	Entrada
4	Ocupación	Cadena	1	0	Ocupación en la UTN	{1, Estudiante}...	Ninguno	8	Izquierda	Nominal	Entrada
5	Facultad_Dependencia	Cadena	1	0	Facultad o dependencia	{1, FACA}...	Ninguno	8	Izquierda	Nominal	Entrada
6	Modalidad	Cadena	1	0	Modalidad de asistencia	{1, Presencial}...	Ninguno	8	Izquierda	Nominal	Entrada
7	Viajes_Diarios	Cadena	1	0	Número de viajes diarios hacia la UTN	{1, 1}...	Ninguno	8	Izquierda	Nominal	Entrada
8	Origen_Viajes	Cadena	1	0	Zona de origen de viajes hacia la UTN	{1, Zona Urbana}...	Ninguno	8	Izquierda	Nominal	Entrada
9	Origen_Urbano	Cadena	2	0	Sector urbano, origen de viajes hacia la UTN	{0, N.S.P.}...	Ninguno	8	Izquierda	Nominal	Entrada
10	Origen_Rural	Cadena	1	0	Sector rural, origen de viajes hacia la UTN	{0, N.S.P.}...	Ninguno	8	Izquierda	Nominal	Entrada

Figura 3.9 Vista de variables en SPSS

La otra vista que dispone SPSS es la vista de datos de la Figura 3.10. Una vez definidas las variables en la vista anterior, se procede a trabajar en esta ventana, donde se ingresan uno por uno los casos encuestados. Las variables se muestran como encabezados de cada columna, en el mismo orden establecido anteriormente. Cada fila contiene los valores de una encuesta para todas las variables definidas.

	Género	Horario	Edad	Ocupación	Facultad_Dependencia	Modalidad	Viajes_Diarios	Origen_Viajes	Origen_Urbano	Origen_Rural	Origen_Otra_P_C	Origen_Carchi
1	Femenino	Mañana	20 o menos	Estudiante	FACAE	Presencial	1	Zona Urbana	Milagro	N.S.P.	N.S.P.	N.S.P.
2	Femenino	Mañana	20 o menos	Estudiante	FACAE	Presencial	1	Zona Urbana	Yacucalle	N.S.P.	N.S.P.	N.S.P.
3	Masculino	Mañana	20 o menos	Estudiante	FACAE	Presencial	1	Zona Urbana	La Florida	N.S.P.	N.S.P.	N.S.P.
4	Femenino	Mañana y Tarde	20 o menos	Estudiante	FACAE	Presencial	2	Zona Urbana	Jardín de Paz	N.S.P.	N.S.P.	N.S.P.
5	Femenino	Mañana	21 a 30 años	Estudiante	FACAE	Presencial	1	Otra Provincia o Cantón	N.S.P.	N.S.P.	Imbabura	N.S.P.
6	Femenino	Mañana y Tarde	21 a 30 años	Estudiante	FACAE	Presencial	1	Otra Provincia o Cantón	N.S.P.	N.S.P.	Pichincha	N.S.P.
7	Femenino	Mañana	20 o menos	Estudiante	FACAE	Presencial	1	Zona Urbana	Parque C. Blanca	N.S.P.	N.S.P.	N.S.P.
8	Femenino	Mañana	20 o menos	Estudiante	FACAE	Presencial	1	Zona Urbana	La Campifla	N.S.P.	N.S.P.	N.S.P.
9	Masculino	Mañana	20 o menos	Estudiante	FACAE	Presencial	1	Otra Provincia o Cantón	N.S.P.	N.S.P.	Imbabura	N.S.P.
10	Femenino	Mañana	20 o menos	Estudiante	FACAE	Presencial	1	Zona Urbana	Priorato	N.S.P.	N.S.P.	N.S.P.

Figura 3.10 Vista de datos en SPSS

3.8.2 DEFINICIÓN DE VARIABLES

La vista de variables posee un total de 11 columnas donde se establecen las características de cada variable en el siguiente orden:

- Nombre: Es el nombre de referencia que se asigna a la variable.
- Tipo: En este campo se selecciona el tipo que describe a la variable y su formato de tabulación. El software ofrece algunas opciones de tipo de variable, como se muestra en la Figura 3.11. La mayoría de variables definidas para este estudio son de tipo cadena debido a que este tipo permite etiquetar a un valor, que puede ser un número, letra u otro carácter. Las variables restantes en el estudio son de tipo numérico y no requieren de valores etiquetados.

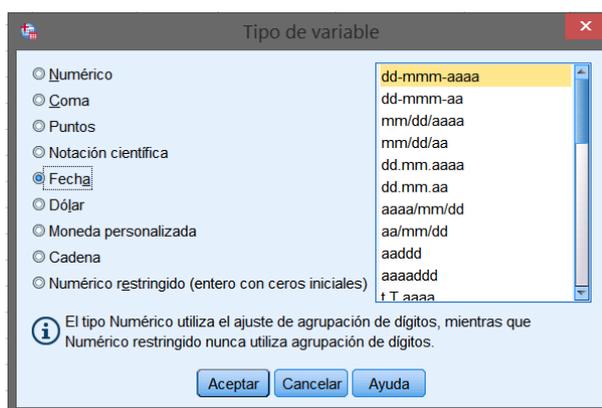


Figura 3.11 Ventana de selección de tipo de variable en SPSS

- Anchura: Esta celda admite valores enteros entre 1 y 40. El valor asignado determina el número de caracteres máximo que será reconocido por el programa en la tabulación de la variable, en la vista de datos.

- d) Decimales: El valor ingresado en esta celda establece la cantidad de cifras decimales que pueden usarse en la tabulación.
- e) Etiqueta: Es la descripción textual de la variable que se muestra posteriormente en tablas y gráficos cuando se analizan los datos.
- f) Valores: Aquí se etiquetan a los valores que pueden ser tomados en cuenta al momento de tabular la variable. La Figura 3.12 muestra un ejemplo. En la vista de datos, cada valor describe una etiqueta.

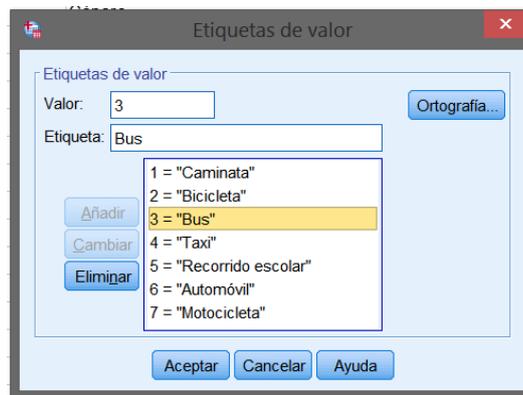


Figura 3.12 Ventana de valores de una variable en SPSS

- a) Perdidos: Los valores determinados aquí son discriminados en el análisis de datos, para evitar lecturas erróneas que modifiquen los resultados reales.
- b) Columnas: Determina la cantidad de caracteres sin espacios, que pueden leerse en la vista de datos, para cada variable.
- c) Alineación: Establece la alineación horizontal de los valores o etiquetas de la variable en la vista de datos.
- d) Medida: En esta celda se selecciona la medida estadística de cada variable. En SPSS las variables pueden tener medida nominal, ordinal y escalar. Las variables definidas anteriormente de tipo cadena pueden ser medidas nominales u ordinales, y las variables de tipo numérico necesariamente deben tener medida escalar.
- e) Rol: Este campo especifica cómo se utilizará la variable para la generación de modelos e interpretación de la información. Los roles disponibles son:

De esta manera, en un documento único de SPSS, se definen un total de 170 variables utilizadas para el análisis de las 7 secciones de la encuesta, ordenadas como se indica en la Tabla 3.35. Este ordenamiento facilita el tratamiento de los datos y su interpretación.

Tabla 3.35 Distribución de variables por sección en SPSS

Orden	N° de sección	Descripción de sección	Variable inicial	Variable final	Subtotal sección
1	6	Datos informativos	1	6	6
2	1	Frecuencia de viajes diarios	7	7	1
3	2	Origen de viajes hacia la UTN	8	14	7
4	3	Modo de transporte hacia la UTN	15	40	26
5	4	Destino de viajes desde la UTN	41	47	7
6	5	Modo de transporte desde la UTN	48	73	26
7	7	Tendencia de transporte	74	170	97
Total			1	170	170

Las variables de la sección de datos informativos se colocan en primer lugar en el formato impreso de la encuesta, porque son las variables de aspecto general.

3.8.3 ORDENAMIENTO DE DATOS

La vista de datos en SPSS dispone una cuadrícula donde cada columna representa una variable y cada fila representa un caso de estudio, esta configuración facilita la tabulación y permite el ingreso sistemático de las respuestas de las encuestas. Los 371 casos, determinados en el cálculo de la muestra, se ingresan por categorías, con un total de 5, en el siguiente orden:

- a) Estudiantes de la modalidad presencial
- b) Docentes
- c) Personal administrativo
- d) Personal de servicio
- e) Estudiantes de la modalidad semipresencial

En el documento de trabajo de SPSS se ordenan las categorías de esta manera, puesto que los casos de estudio incluidos entre “a” y “d” pertenecen a la modalidad de asistencia presencial y generan viajes durante 5 días de la semana, mientras que los casos de estudio de la categoría “e” pertenecen a la modalidad de asistencia semipresencial y generan viajes 2 días por semana. La Tabla 3.36 relaciona el orden establecido en la vista de datos del documento con los valores de estratificación de la muestra.

Tabla 3.36 Distribución de casos por categoría en SPSS

Ocupación y modalidad	Facultad o dependencia	Número de registro		Subtotal
		Inicio	Fin	
Estudiantes modalidad presencial	FACAE	1	69	69
	FCSS	70	107	38
	FECYT	108	158	51
	FICA	159	230	72
	FICAYA	231	278	48
	Subtotal	1	278	278
Docentes	FACAE	279	284	6
	FCSS	285	289	5
	FECYT	290	294	5
	FICA	295	299	5
	FICAYA	300	303	4
	Subtotal	279	303	25
Personal administrativo	FACAE	-	-	0
	FCSS	-	-	0
	FECYT	-	-	0
	FICA	304	304	1
	FICAYA	305	305	1
	Admin. central	306	317	12
	Subtotal	304	317	14
Servicio	UTN	318	322	5
Estudiantes modalidad semipresencial	FACAE	323	344	22
	FCSS	-	-	0
	FECYT	345	366	22
	FICA	-	-	0
	FICAYA	367	371	5
	Subtotal	323	371	49
Total		1	371	371

De esta manera se ordena la toda la información obtenida en la encuesta dentro de un documento único de SPSS, se adquiere la ventaja de segmentar la mayoría de las posibilidades de casos y elecciones de los encuestados para un análisis minucioso e integral.

CAPÍTULO IV

4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

El presente capítulo detalla los resultados obtenidos en el estudio, donde se relacionan los procesos y actividades desarrollados en el capítulo III, mediante un análisis comparativo y descriptivo de las variables e indicadores que han sido obtenidos a través de cálculos, bases de datos y fuentes bibliográficas.

4.1 CANTIDAD DE VIAJES

En primera instancia se calcula la cantidad de viajes efectuados por la población universitaria al movilizarse hacia el campus “El Olivo”. Un viaje se considera un ciclo completo de doble desplazamiento, es decir, en este caso un viaje inicia en el punto de origen, desde donde se ejecuta el desplazamiento de ida hacia el campus, luego se ejecuta el desplazamiento de regreso desde el campus y termina en el punto de destino, para cumplir así un viaje completo.

4.1.1 VIAJE DIARIOS

Para obtener el total de viajes diarios, se determina la población representada en cada categoría al multiplicar la frecuencia de la encuesta (f) por el factor de elevación ($F_e=28,43857$), y luego por el número de viajes que realiza el encuestado al día. La Tabla 4.1 muestra la cantidad de viajes diarios que se generan en cada modalidad de asistencia.

Tabla 4.1 Viajes diarios generados por modalidad de asistencia

Modalidad de asistencia	Número de viajes diarios	Frecuencia (f)	Población representada	Total de viajes diarios
Presencial	1	250	7 107	7 107
	2	72	2 047	4 094
	Total	322	9 154	11 201
Semipresencial	1	44	1 251	1 251
	2	5	142	284
	Total	49	1 393	1 535

Un viaje se considera un ciclo completo de doble desplazamiento, es decir, en este caso un viaje inicia en el punto de origen, desde donde se ejecuta el desplazamiento de ida hacia el campus, luego se ejecuta el desplazamiento de regreso desde el campus y termina en el punto de destino, para cumplir así un viaje o ciclo de viaje completo. En una semana regular de actividades, entre los días lunes y viernes, se genera un total aproximado de 11 201 viajes diarios por parte de la modalidad de asistencia presencial. En los días sábado y domingo, la población semipresencial ejecuta una cantidad total aproximada de 1 535 viajes diarios.

4.1.2 VIAJES SEMANALES

Para obtener el total de viajes semanales se multiplican los valores de los viajes diarios por la cantidad de días a los que pertenece cada modalidad de asistencia, y luego se suman los viajes semanales de ambas modalidades. Los resultados se muestran en la Tabla 4.2, donde se cuantifican los viajes generados durante los 7 días de la semana hacia el campus.

Tabla 4.2 Viajes semanales al campus “El Olivo”

Modalidad de asistencia	Número de días	Cantidad de viajes diarios	Subtotal	Porcentaje
Presencial	5	11 201	56 005	94,8 %
Semipresencial	2	1 535	3 070	5,2 %
		Total semanal	59 075	100 %

En cada semana de actividades se genera un total aproximado de 59 075 viajes hacia la UTN, de los cuales 56 005, que representan el 94,8 % del total, se ejecutan entre los días lunes y viernes por la población con modalidad de asistencia presencial; y 3070, que constituyen apenas el 5,2 % del total, se ejecutan en los días sábado y domingo por la modalidad de asistencia semipresencial.

4.2 PUNTOS DE ORIGEN Y DESTINO DE LOS VIAJES

En el levantamiento de la encuesta, en las secciones segunda y cuarta se solicita a la persona investigada detallar el tipo de zona origen y destino de los viajes, respectivamente. Los tipos de los puntos de origen y destino son zona urbana, zona rural, y otra provincia o cantón.

Para la zona urbana se consideran 30 sectores de la ciudad o lugares de referencia. Para la zona rural se establecen las localidades rurales del cantón San Miguel de Ibarra. Y para otra provincia o cantón, las cabeceras cantonales de cada cantón.

Para obtener la cantidad de viajes generados semanalmente en cada modalidad de asistencia, se realiza una sumatoria de: las frecuencias de 1 y 2 viajes diarios, por el factor de elevación ($Fe=28,42857$), por el número de viajes diarios, y por la cantidad de días que participa la categoría en la semana. La Tabla 4.3 indica el total de viajes semanales generados en cada zona por cada modalidad de asistencia.

Tabla 4.3 Viajes semanales originados en cada zona por cada modalidad

Zona de origen	Modalidad de asistencia		Total semanal	Porcentaje
	Presencial	Semipresencial		
	Viajes semanales	Viajes semanales		
Zona urbana	39 516	2 217	41 733	70,64 %
Zona rural	142	57	199	0,34 %
Otro cantón	16 347	796	17 143	29,02 %
Total	56 004	3 070	59 075	100 %

Del total semanal de viajes que genera la población universitaria, el 70,64 % de viajes semanales se originan en la zona urbana de la ciudad de Ibarra, el 0,34 % de viajes semanales se originan en la zona rural del cantón San Miguel de Ibarra, y el 29,02 % restante de viajes semanales se originan en otros cantones de la provincia de Imbabura, o en otros cantones de las provincias de Carchi y Pichincha.

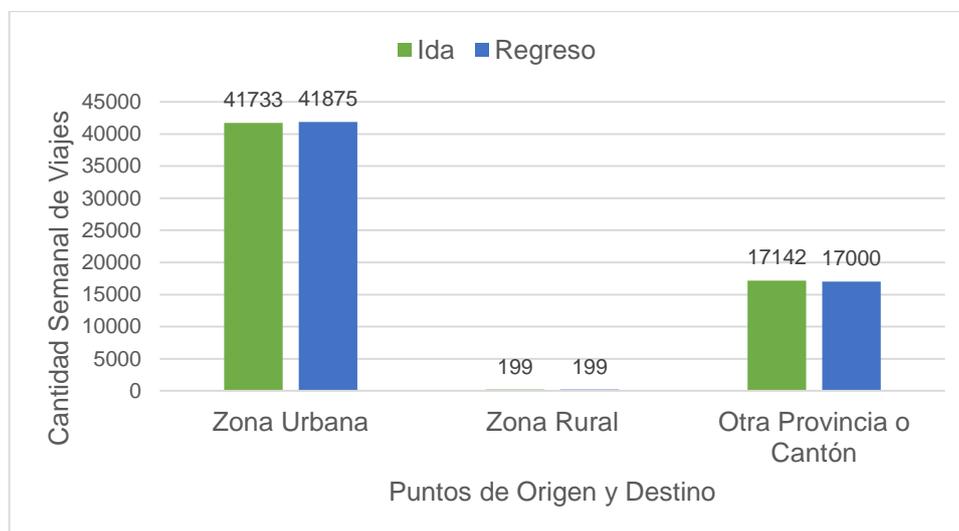
4.2.1 COMPARACIÓN ENTRE PUNTOS DE ORIGEN Y PUNTOS DE DESTINO

Los resultados generales de los puntos de destino son casi en su totalidad idénticos a los resultados generales de los puntos de origen. Esta afirmación se obtiene en el levantamiento de la encuesta donde se registran diferencias mínimas entre el origen y destino de los viajes de algunas personas investigadas. Esto indica que no siempre todas las personas regresan al mismo punto después de cumplir con sus actividades en la UTN, es decir que, inician el viaje en un punto de origen, arriban al campus matriz de la UTN y regresan a un punto de destino distinto del punto de origen inicial del viaje. La Tabla 4.4 muestra la cantidad de viajes semanales con diferencias entre origen y destino del viaje para cada zona.

Tabla 4.4 Variación entre zonas de origen y destino por modalidad

Zona de origen	Modalidad de asistencia		Total semanal
	Presencial	Semipresencial	
	Viajes semanales	Viajes semanales	
Zona urbana	71	0	71
Zona rural	0	0	0
Otro cantón	71	0	71
Total	142	0	142

La cantidad de viajes semanales cuyo origen y destino son diferentes, es de 142, que representa el 0,24 % de los viajes semanales totales. Los valores de la Tabla 4.4 también indican que 71 viajes semanales inician en un punto de la zona urbana y terminan en un punto de otro cantón o viceversa. Estos valores no generan diferencias significativas en el desarrollo del estudio, por este motivo, para cálculos posteriores se consideran únicamente los puntos de origen. Es así que la Figura 4.10 se detalla la contabilización de los viajes semanales por cada punto de origen y destino, con la diferencia entre los viajes de ida hacia la UTN y los viajes de regreso desde la UTN.

**Figura 4.1** Viajes semanales a la UTN por cada punto de origen y destino

Semanalmente los sectores de la zona urbana de la ciudad generan 41 733 viajes y reciben 41 875 viajes, los puntos de la zona rural generan y reciben 199 viajes, y las otras provincias y cantones generan 17 142 viajes y reciben 17 000 viajes.

4.2.2 PUNTOS DE ORIGEN Y DESTINO EN LA ZONA URBANA

La zona urbana es la zona de mayor participación en viajes relacionados con el campus matriz de la UTN. La Figura 4.2 muestra la cantidad semanal de viajes que se genera en cada sector de la ciudad o lugar de referencia.

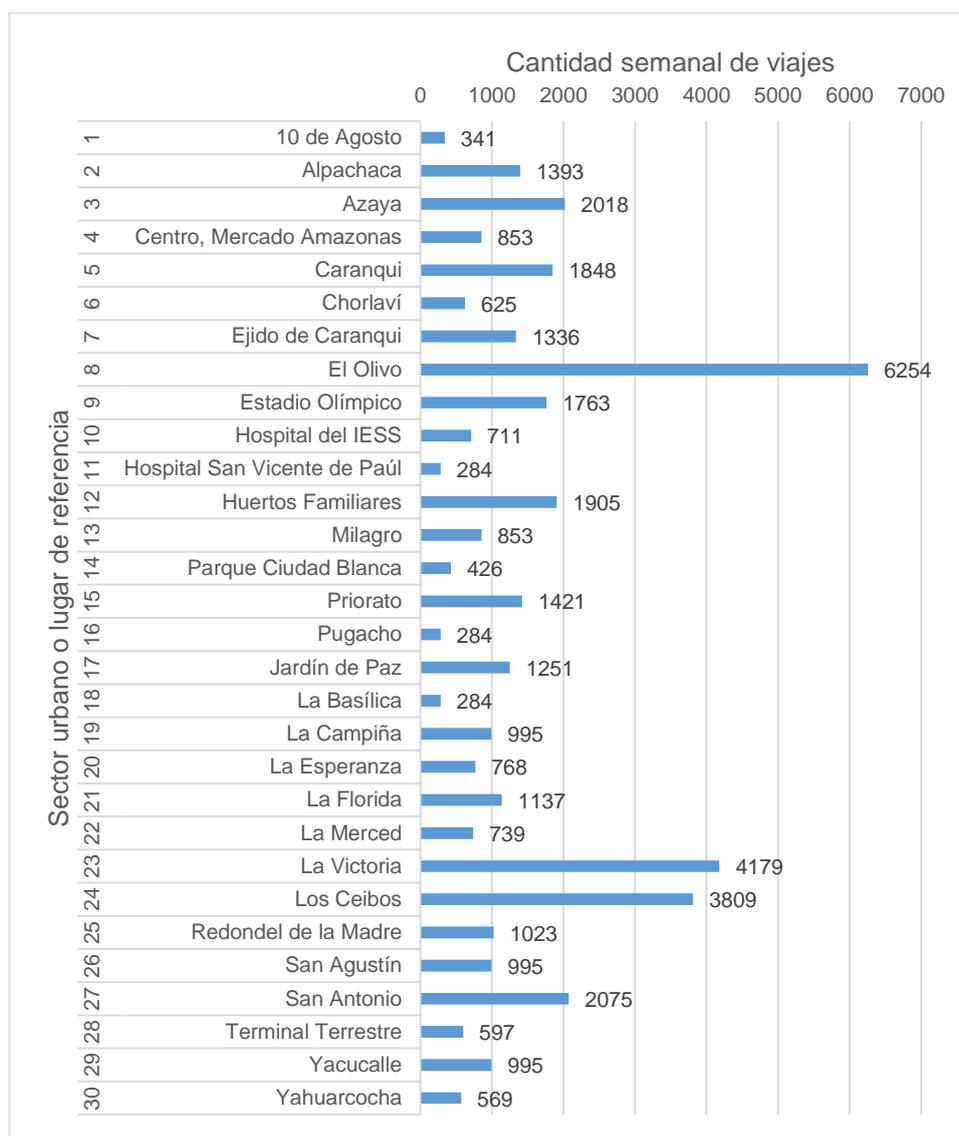


Figura 4.2 Viajes semanales en la zona urbana

El sector de la zona urbana con mayor participación en los viajes relacionados con el campus matriz de la UTN es el más cercano (0 – 1 km), denominado también “El Olivo” con 6 254 viajes semanales que representan el 10,58 % del total, seguido por “La Victoria” con 4 179 viajes semanales que representan el 7,07 % del total, y “Los Ceibos” y 3 809 viajes semanales que representan 6,44 % del total.

La cantidad de viajes generados en el sector “El Olivo” es de tal magnitud debido a que este sector acoge a una gran parte de la población universitaria, particularmente a los estudiantes que provienen de otras provincias y dirigen sus estudios en la Universidad Técnica del Norte. Los sectores de la zona urbana con menor participación en los viajes semanales son “Hospital San Vicente de Paúl”, “Pugacho” y “La Basílica”, cada uno con 284 viajes, que representan el 0,48 % del total en cada sector.

4.2.3 PUNTOS DE ORIGEN Y DESTINO EN LA ZONA RURAL

En la zona rural, la generación y recepción de viajes es bastante baja en comparación con la zona urbana. La Figura 4.3 indica la cantidad de viajes semanales generados en cada una de las parroquias rurales del Cantón San Miguel de Ibarra.

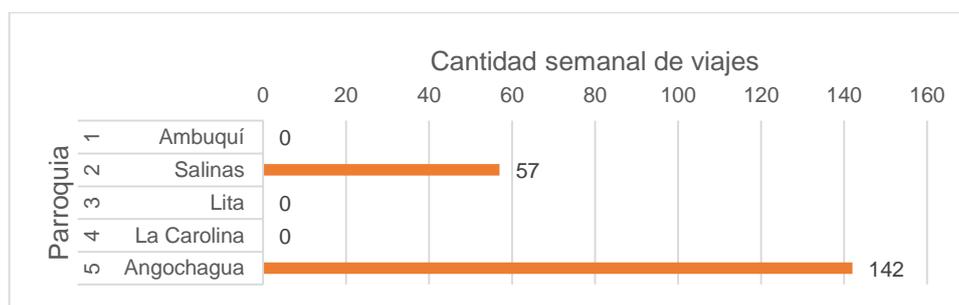


Figura 4.3 Viajes semanales en la zona rural

Las únicas parroquias rurales que registran viajes relacionados con el campus matriz de la UTN durante el estudio son la parroquia “Salinas” con 57 viajes semanales que representan el 0,10 % del total, y la parroquia “Angochagua” con 142 viajes que representan el 0,24 % del total. Las parroquias “Ambuquí”, “Lita” y “La Carolina”, no registran viajes relacionados con el campus “El Olivo” durante el estudio.

4.2.4 PUNTOS DE ORIGEN EN OTRA PROVINCIA O CANTÓN

Fuera del cantón San Miguel de Ibarra, se consideran también a los otros cantones de la provincia de Imbabura y a los cantones de las provincias Carchi y Pichincha. La Figura 4.4 indica la cantidad de viajes que genera semanalmente cada uno de los cantones.

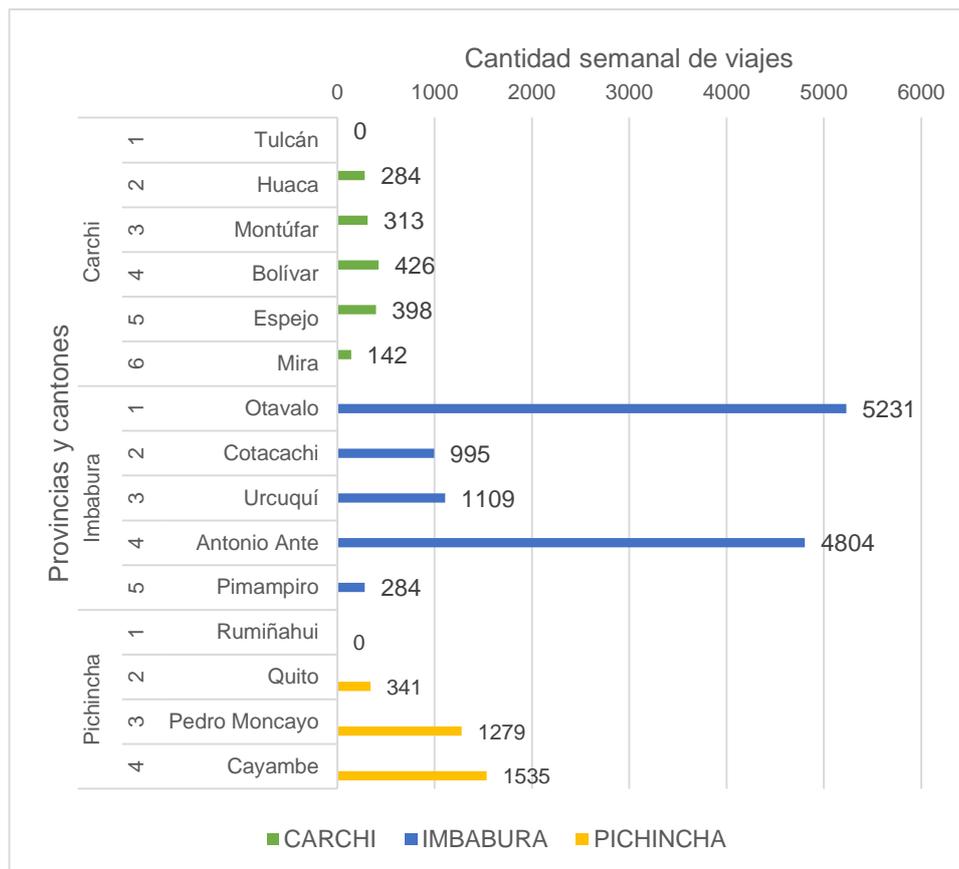


Figura 4.4 Viajes semanales en otra provincia o cantón

La provincia con mayor participación en viajes generados en otros cantones es la propia Imbabura con un total de 12 139 viajes semanales que representan el 20,55 % del total, seguida por Pichincha con un total de 3 155 viajes semanales que representan el 5,34 % del total, y luego Carchi con 1 563 viajes semanales que representan el 2,65 % del total.

En la provincia de Imbabura, el cantón con mayor cantidad de viajes es el cantón Otavalo que genera 5 231 viajes semanales (8,85 %), seguido por el cantón Antonio Ante con 4 804 viajes semanales (8,13 %); el cantón con menor cantidad de viajes en la provincia de Imbabura es Pimampiro con 284 viajes semanales (0,48 %).

En la provincia de Pichincha, el cantón con mayor participación en viajes es Cayambe con 1 535 viajes semanales (2,60 %), seguido por los cantones Pedro Moncayo con 1 279 viajes semanales (2,17 %) y el Distrito Metropolitano de Quito con 341 viajes semanales (0,58 %). El cantón Rumiñahui no registra participación en viajes relacionados con el campus.

Para la provincia de Carchi, los cantones con mayor participación en los viajes relacionados con el campus son: el cantón Bolívar con 426 viajes semanales (0,72 %), y el cantón Espejo con 398 viajes semanales (0,67 %). En esta provincia, el cantón que no registra viajes relacionados con el campus matriz de la UTN es el cantón Tulcán.

4.3 OCUPACIÓN DE LOS MEDIOS DE TRANSPORTE

En esta sección se presentan los resultados con datos relacionados con la ocupación o utilización de los diferentes medios de transporte que se utilizan en los viajes generados por la UTN. Inicialmente se detallan los resultados globales de todos los medios de transporte y luego se detallan algunos aspectos importantes de cada uno de ellos.

En la Tabla 4.5 se presenta la cantidad de desplazamientos semanales ejecutados en cada medio de transporte por cada segmento de la población universitaria, con la diferencia entre los trayectos de ida y regreso.

Tabla 4.5 Desplazamientos semanales en cada transporte por ocupación

Trayecto	Medio de transporte	Estudiantes	%	Docentes	%	Otros trabajadores	%	Total	%
Ida	Bus	31 658	26,79	1 450	1,23	1 933	1,64	35 041	29,66
	Taxi	2 468	2,09	114	0,10	142	0,12	2 723	2,31
	R. escolar	1 603	1,36	0	0,00	0	0,00	1 603	1,36
	Automóvil	5 163	4,37	3 809	3,22	2 104	1,78	11 076	9,37
	Motocicleta	790	0,67	114	0,10	0	0,00	904	0,77
	Caminata	6 197	5,25	284	0,24	512	0,43	6 993	5,92
	Bicicleta	677	0,57	57	0,05	0	0,00	733	0,62
	Subtotal	48 556	41,10	5 828	4,93	4 691	3,97	59 075	50,00
Regreso	Bus	30 112	25,49	1 251	1,06	1 933	1,64	33 296	28,18
	Taxi	2 070	1,75	426	0,36	85	0,07	2 581	2,18
	R. escolar	3 298	2,79	142	0,12	0	0,00	3 440	2,91
	Automóvil	4 674	3,96	3 582	3,03	2 047	1,73	10 303	8,72
	Motocicleta	1 177	1,00	85	0,07	171	0,14	1 433	1,21
	Caminata	6 550	5,54	284	0,24	455	0,38	7 289	6,17
	Bicicleta	677	0,57	57	0,05	0	0,00	733	0,62
	Subtotal	48 556	41,10	5 828	4,93	4 691	3,97	59 075	50,00
Total	97 112	82,19	11 656	9,87	9 381	7,94	118 149	100,00	

El segmento de la población que genera más cantidad de desplazamientos son los estudiantes con 97 112 desplazamientos semanales que representan el 82,19 % del total, seguido por el segmento de docentes con 11 656 desplazamientos semanales que representan el 9,87 % del total, y los otros trabajadores con 9 2381 desplazamientos en cada semana que representan el 7,94 % del total de desplazamientos semanales de la población universitaria.

4.3.1 UTILIZACIÓN GENERAL DE LOS MEDIOS DE TRANSPORTE

Para tener un indicador general del índice de ocupación de los medios de transporte y su intervención en los viajes relacionados con la UTN, en la Figura 4.5 se presenta el porcentaje de utilización de cada medio de transporte, tanto en desplazamientos de ida hacia el campus, como en desplazamientos de regreso desde el campus.

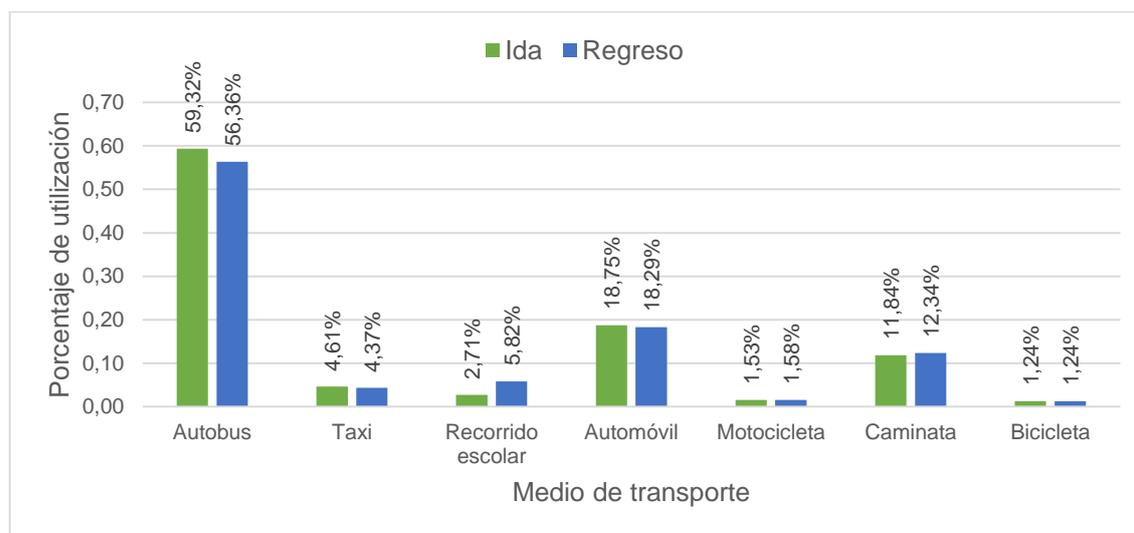


Figura 4.5 Porcentaje de utilización de cada medio de transporte

La utilización de los medios de transporte se mantiene casi idéntica entre los desplazamientos de ida y regreso del campus, por lo tanto la utilización final del total de viajes es el promedio entre los desplazamientos de ida y los desplazamientos de regreso.

Del total de viajes relacionados con la UTN, el 57,84 % utiliza el autobús, seguido por el 18,52 % del automóvil, el 12,09 % de la caminata, el 4,49 % del taxi, el 4,27 % del recorrido escolar, el 1,55 % de la motocicleta y finalmente el 1,24 % de la bicicleta.

Todos los medios de transporte presentan variaciones de utilización entre los desplazamientos de ida y regreso, a excepción de la bicicleta, puesto que la utilización de este medio de transporte presenta una limitación, el usuario que llega a la UTN en este medio no abandonaría su vehículo en el campus y utilizaría otro medio de transporte para el regreso. Ahora, en la encuesta se mencionan a los modos de transporte en 4 ocasiones, 2 de estas en los desplazamientos de ida a la UTN y 2 en los desplazamientos de en regreso desde la UTN. En cada trayecto el primer modo de transporte es el modo ocupado con mayor frecuencia, y el segundo modo de transporte es el modo utilizado como segunda opción. La Figura 4.5 indica la cantidad de desplazamientos que utiliza cada medio de transporte en cada trayecto.

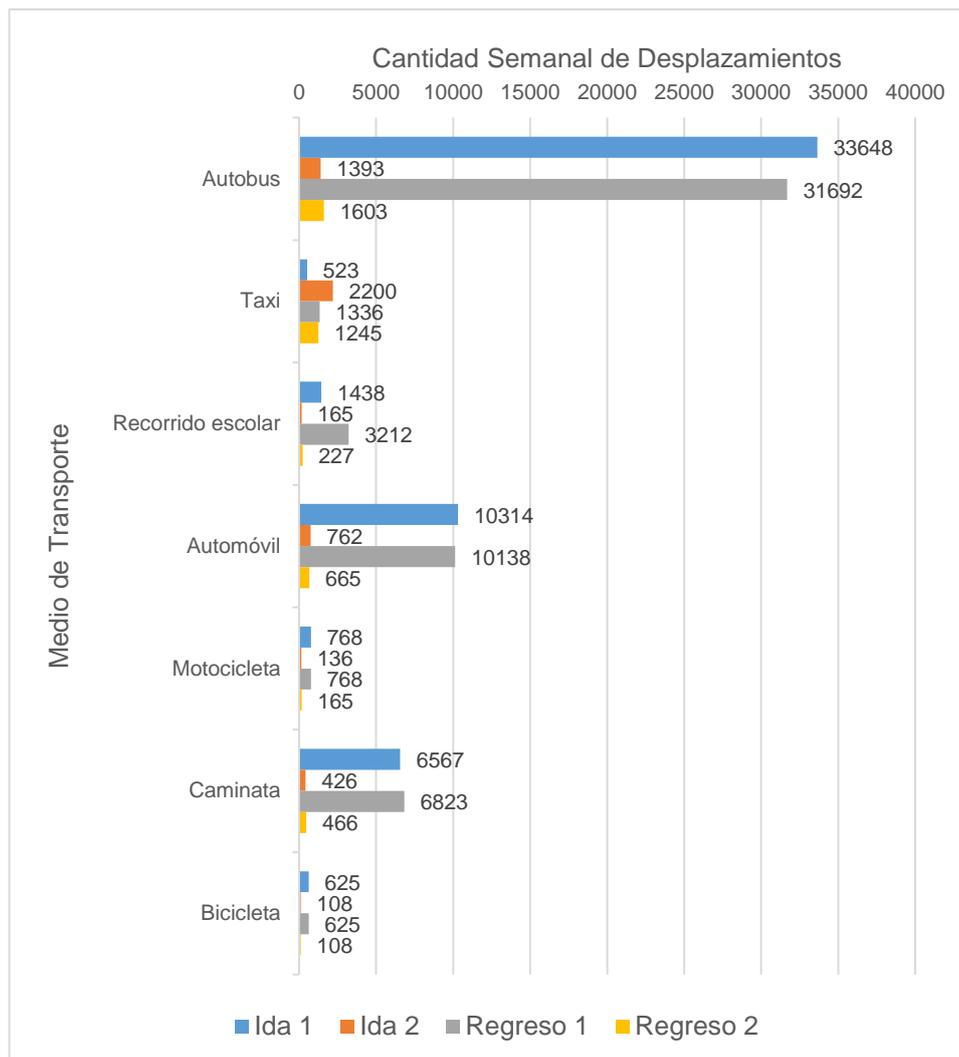


Figura 4.6 Ocupación general de los medios de transporte

Las diferencias de uso entre trayectos de ida y vuelta, o mayor frecuencia y segunda opción son ocasionadas por varios factores.

En uno de los casos, el uso de autobuses disminuye en los viajes de regreso mientras que el uso de recorridos escolares aumenta, esto se debe a que en horas de la noche el servicio de autobuses urbanos no circula con normalidad y no cubre la demanda de personas que necesitan ser transportados, estas personas optan por utilizar los recorridos escolares para los desplazamientos de regreso desde la Universidad.

El taxi es el medio de transporte más utilizado como segunda opción para desplazamientos de ida hacia la UTN, puesto que es un medio de transporte muy rápido que permite a los usuarios compensar retrasos con el tiempo.

4.3.2 OCUPACIÓN DEL AUTOBÚS

Los viajes realizados en autobús pueden ocupar un solo autobús al ser un viaje directo desde su inicio hasta su fin, o dos autobuses que incluyen un trasbordo en el terminal terrestre o en la parada conveniente para cada usuario. La Figura 36 indica la cantidad de viajes realizados en autobús diferenciados por la cantidad de autobuses utilizados.

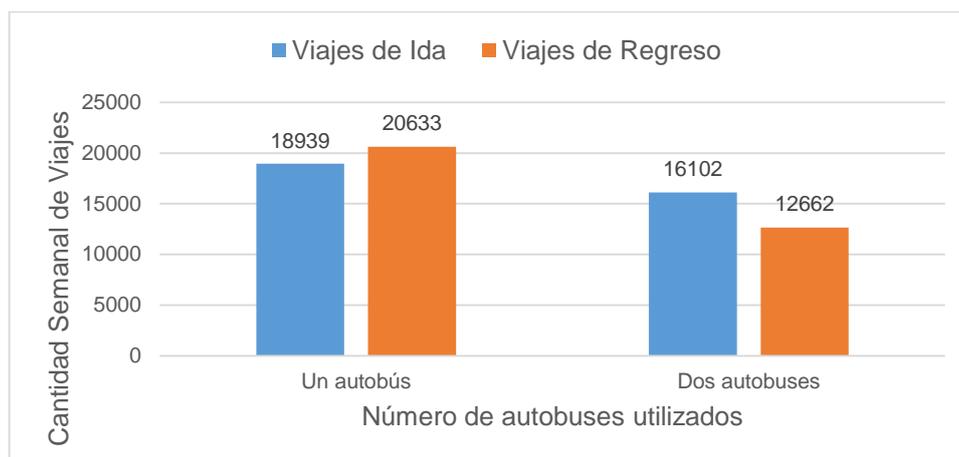


Figura 4.7 Viajes semanales que utilizan autobús

Semanalmente, el total aproximado de desplazamientos en autobús es de, 35 041 desplazamientos de ida hacia el campus “El Olivo” y 33 295 desplazamientos de regreso. Del total de desplazamientos de ida, 18 939 utilizan un solo autobús (54,05 %) y 16 102 utilizan 2 autobuses (45,95 %). Del total de desplazamientos de regreso, 20 633 utilizan un solo autobús (61,97 %) y 12 662 utilizan 2 autobuses (38,03 %).

4.3.3 OCUPACIÓN DEL TAXI

Para analizar los viajes realizados que utilizan el modo de taxi, la variable que se tomó en cuenta en el levantamiento de las encuestas es el número de ocupantes que lleva el vehículo en el viaje, sin considerar al conductor. No se consideró al conductor puesto que la energía consumida en el viaje aplica solo para las personas que viajan de ida y regreso al campus. La Figura 4.8 indica la cantidad semanal de viajes que utilizan taxis, por número de ocupantes del vehículo, con la diferencia entre los desplazamientos de ida y los desplazamientos de regreso del ciclo de viaje total.

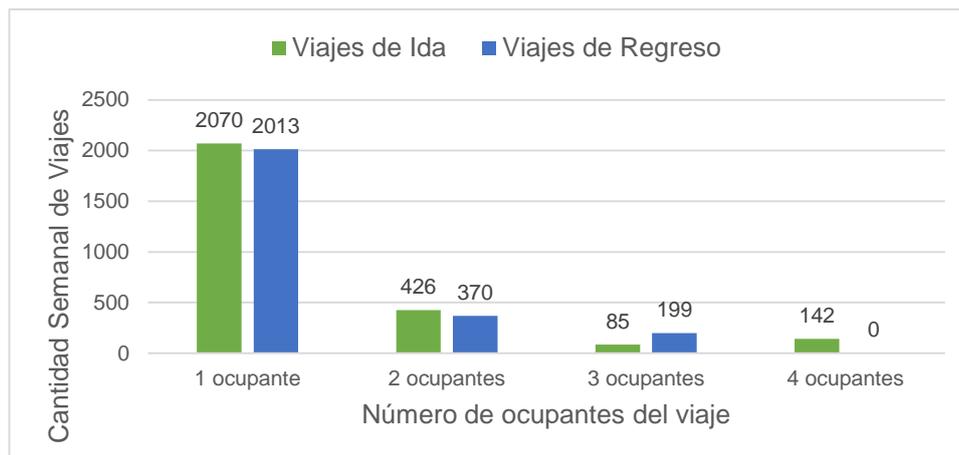


Figura 4.8 Viajes semanales en taxi por número de ocupantes

Del total de desplazamientos semanales hacia la UTN llevados a cabo en taxi, 2 070 desplazamientos se ejecutan con un solo ocupante (76,02 %), y apenas 653 desplazamientos son compartidos por dos o más ocupantes (23,98%). Estos valores indican que el nivel de viajes compartidos en este medio de transporte es relativamente bajo.

4.3.4 OCUPACIÓN DE RECORRIDOS ESCOLARES

Para analizar la ocupación de este medio de transporte se diferencian 3 categorías en una única variable, cada una de ellas pertenece al número de ocupantes de los vehículos utilizados para brindar este servicio. La contabilización semanal de viajes se detalla en la Figura 4.9 con diferencia entre los trayectos de ida y regreso.

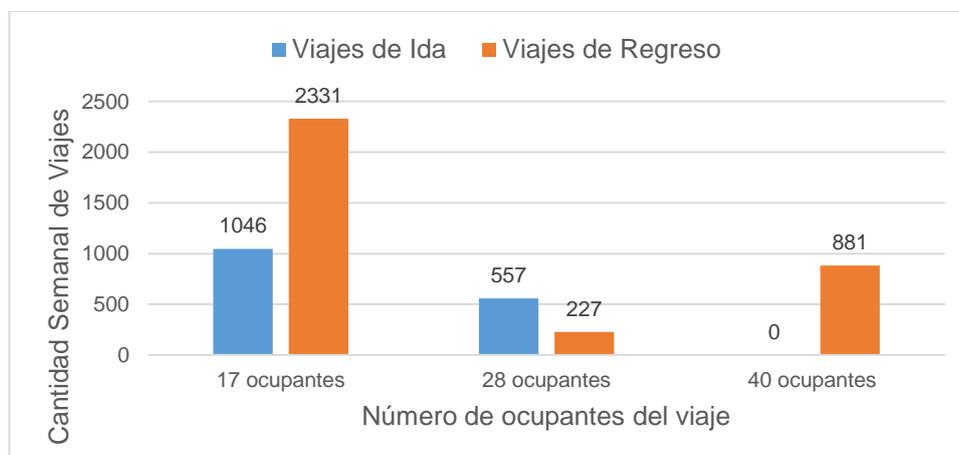


Figura 4.9 Viajes semanales en recorrido escolar por número de ocupantes

Los desplazamientos realizados con 17 ocupantes se ejecutan en busetas modelo Kia Pregio, los que se realizan con 28 ocupantes en busetas Hyundai HD72, y los que se realizan con 40 ocupantes en un autobuses que brindan este tipo de servicio. En la Figura 4.9 se puede observar que del total de desplazamientos realizados en recorrido escolar, la mayoría se ejecutan en la buseta de 17 ocupantes, 65 y 68 % en desplazamientos de ida y regreso, respectivamente. Los buses se utilizan únicamente en desplazamientos de regreso (26 %).

4.3.5 OCUPACIÓN DEL AUTOMÓVIL

En este estudio, la ocupación del automóvil comprende 4 variables establecidas en la encuesta, la primera de ellas es el modo de uso del automóvil, la segunda variable es el número de ocupantes del vehículo, la tercera es el tipo de vehículo utilizado y la cuarta variable es la ubicación del estacionamiento del vehículo utilizado. La Figura 4.10 indica el porcentaje de viajes realizados en automóvil por cada modo de uso de este vehículo, y diferencia los trayectos de ida y regreso del viaje.

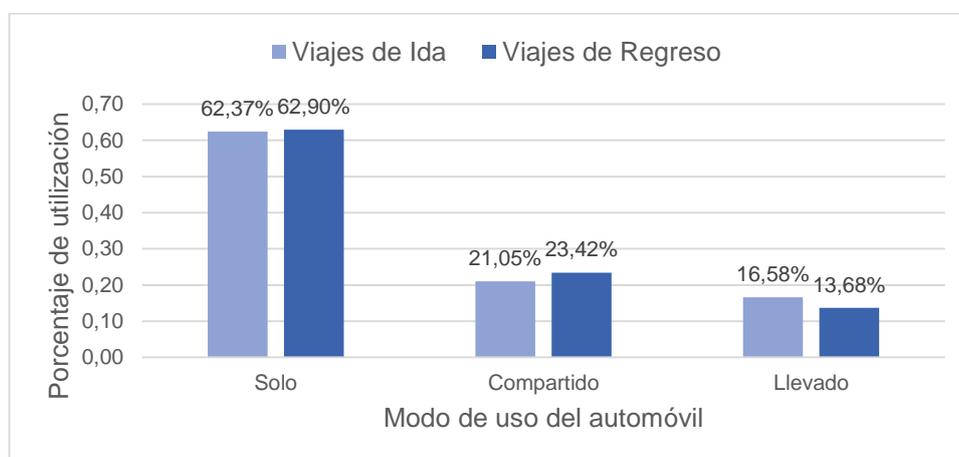


Figura 4.10 Porcentaje de utilización del automóvil por modo

El 62,64 % de viajes en automóvil se realizan de modo individual donde el único ocupante es el conductor del vehículo, el 22,24 % de viajes en automóvil se comparten entre dos o más ocupantes que, en el caso del trayecto de ida llegan al mismo destino, y en el caso del trayecto de regreso parten del mismo origen; el 15,13 % de viajes en automóvil consisten en que la persona relacionada con la UTN es llevada por alguien con diferente destino en el caso del trayecto de ida, y con diferente origen en el caso del trayecto de regreso.

La Figura 4.11 indica el porcentaje de desplazamientos realizados en automóvil por el número de ocupantes del vehículo, incluye tanto desplazamientos de ida hacia la UTN, como desplazamientos de regreso desde la UTN.

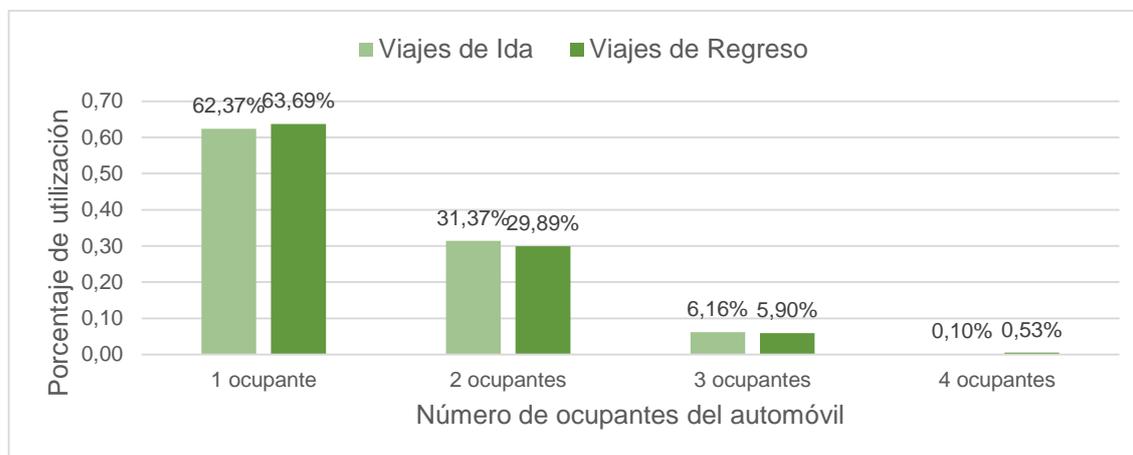


Figura 4.11 Porcentaje de utilización del automóvil por número de ocupantes

El 62,64 % de viajes en automóvil se realizan con un solo ocupante, mismo porcentaje del modo solo de la Figura 4.10, el 30,63 % de viajes en automóvil se comparten entre dos ocupantes, el 6,03 % de viajes se comparten entre 3 ocupantes, y apenas el 0,32 % de viajes en automóvil se comparten entre 4 ocupantes.

En este estudio, también se considera importante el tipo de vehículo de los viajes en automóvil, debido a la diferencia de consumo y rendimiento de combustible existente entre cada tipo o clase de vehículo. La Figura 4.12 muestra el porcentaje de utilización para cada tipo de vehículo con la diferencia entre los trayectos de ida y regreso de los ciclos de viaje.

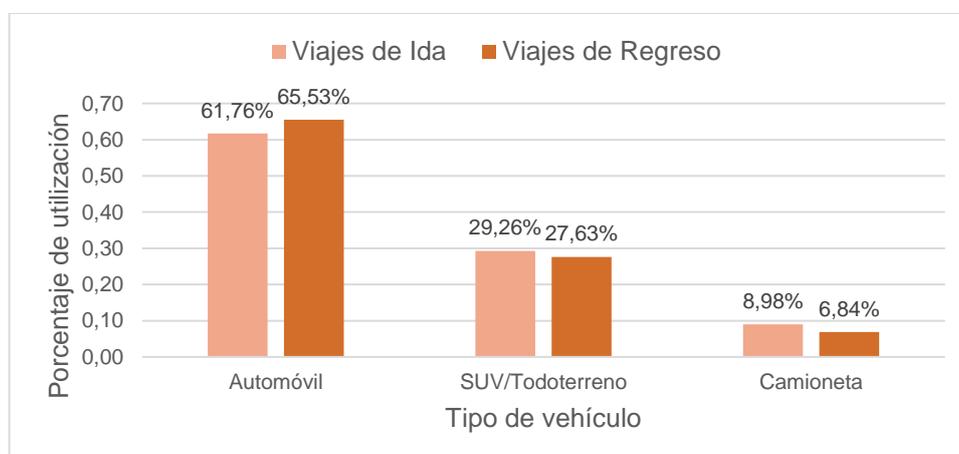


Figura 4.12 Porcentaje de utilización del automóvil por tipo de vehículo

Aproximadamente, el 63,65 % de viajes realizados en automóvil se ejecutan en un vehículo tipo automóvil o sedán, el 28,45 % de viajes utiliza vehículos tipo SUV o todoterreno, y el 7,91 % de viajes en automóvil, utiliza vehículos tipo camioneta.

Para analizar el estacionamiento de los automóviles que se utilizan en viajes relacionados con la UTN, se toman en cuenta únicamente los modos: solo y compartido, puesto que son los modos cuyo origen o destino es el campus de la Universidad. La Figura 4.13 muestra el porcentaje de viajes que utilizan automóvil de acuerdo a la ubicación del estacionamiento.

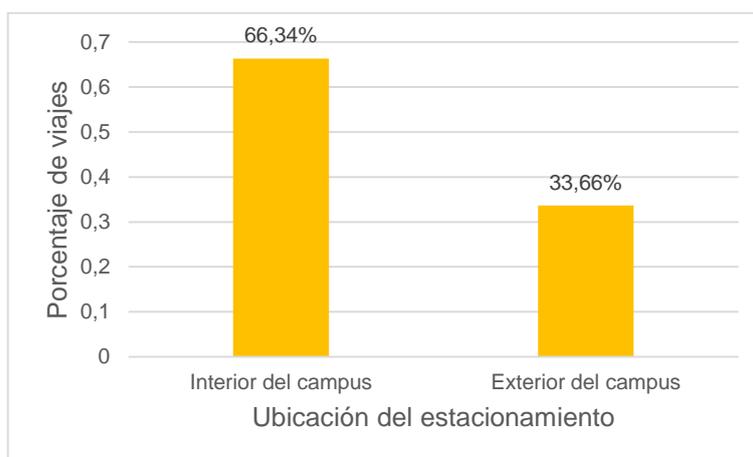


Figura 4.13 Porcentaje de viajes en automóvil por ubicación de estacionamiento

El 66,34 % de desplazamientos semanales que llegan o salen del campus matriz de la UTN en automóvil cuentan con estacionamiento en el interior de las instalaciones del campus, mientras que el otro 30,27 % de desplazamientos, estacionan en las vías de uso público en el exterior del campus. Estos valores indican que la relación existente entre automóviles estacionados en el interior y en el exterior del campus es aproximadamente de 2 a 1.

4.3.6 OCUPACIÓN DE LA MOTOCICLETA

En este estudio, la ocupación de la motocicleta comprende 3 variables establecidas en la encuesta aplicada a la población universitaria, la primera de ellas es el modo de uso de la motocicleta, la segunda es el número de ocupantes del vehículo y la tercera es la ubicación del estacionamiento de las motocicletas utilizadas.

La Figura 4.14 indica el porcentaje de desplazamientos realizados en motocicleta por cada modo de uso de este vehículo, y diferencia los trayectos de ida y regreso del ciclo de viaje.

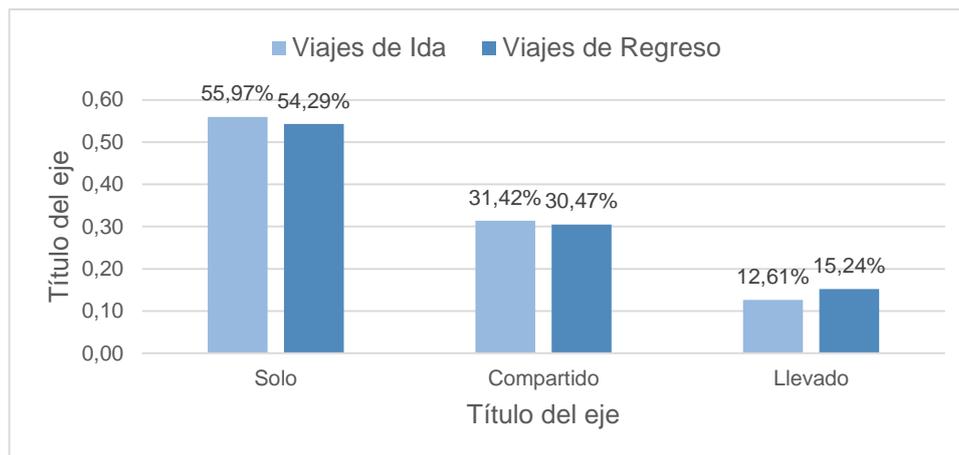


Figura 4.14 Porcentaje de utilización de la motocicleta por modo

El 55,13 % de viajes realizados en motocicleta se ejecutan en el modo individual donde el único ocupante es el conductor del vehículo, el 30,95 % de viajes en motocicleta comparten el vehículo entre dos personas que, en el caso del trayecto de ida llegan al mismo destino, y en el caso del trayecto de regreso parten del mismo origen; el 13,93 % de viajes ejecutados en motocicleta son del modo llevado por alguien con diferente destino si el trayecto es de ida, y diferente origen si el trayecto es de regreso.

La Figura 4.15 indica el porcentaje de desplazamientos realizados en motocicleta por el número de ocupantes del vehículo.

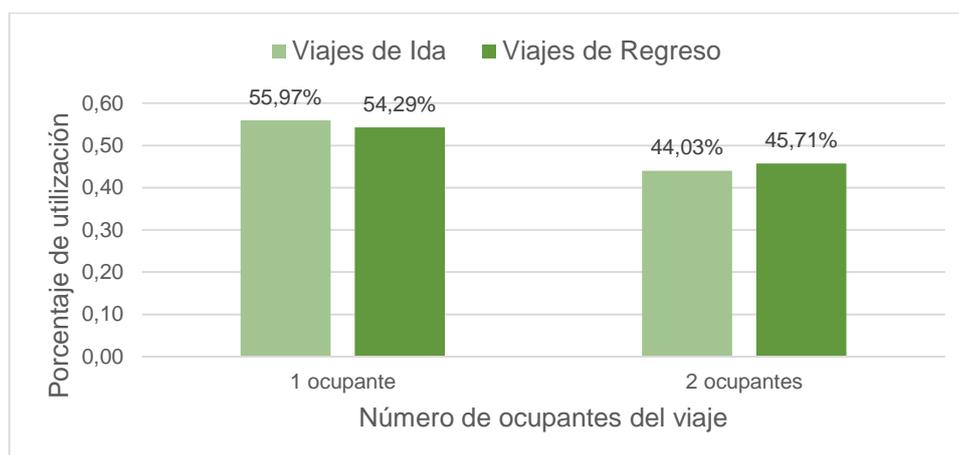


Figura 4.15 Porcentaje de utilización de la motocicleta por número de ocupantes

El 55,13 % de viajes realizados en motocicleta se ejecutan con un solo ocupante, mientras que el 44,87 % de viajes comparten el vehículo entre dos ocupantes.

La Figura 4.16 muestra el porcentaje de viajes que utilizan motocicletas de acuerdo a la ubicación del estacionamiento de estos vehículos.

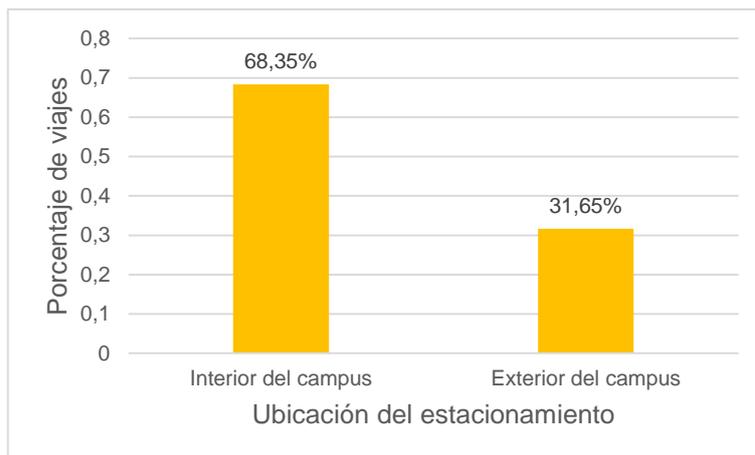


Figura 4.16 Porcentaje de viajes en motocicleta por ubicación de estacionamiento

Del total de desplazamientos semanales que llegan o salen de la UTN y utilizan motocicleta, el 68,35 % cuentan con estacionamiento en el interior de las instalaciones del campus, y el 31,65 % estacionan sus vehículos las vías de uso público en el exterior del campus. La relación aproximada existente entre motocicletas que estacionan en el interior del campus y las que estacionan en el exterior del campus es similar a la de los automóviles, de 2 a 1.

4.4 FACTORES DE CONSUMO DE ENERGÍA EN LOS MEDIOS DE TRANSPORTE

En esta sección de los resultados se muestran los factores de consumo de energía para la población universitaria, determinados en el desarrollo de la propuesta del estudio. El primero es un factor de consumo de energía por vehículo en función de la distancia recorrida, y el segundo es un factor de consumo de energía por persona en función de la distancia recorrida, que toma en cuenta la tasa promedio de ocupación de cada vehículo.

4.4.1 FACTOR DE CONSUMO POR VEHÍCULO POR KILÓMETRO RECORRIDO

La Figura 4.17 indica el factor de consumo promedio en los medios de transporte para cada vehículo, expresado en megajoules por kilómetro. Factor determinado en el capítulo III mediante la utilización de la Ecuación 3.5 y la base bibliográfica de este estudio.

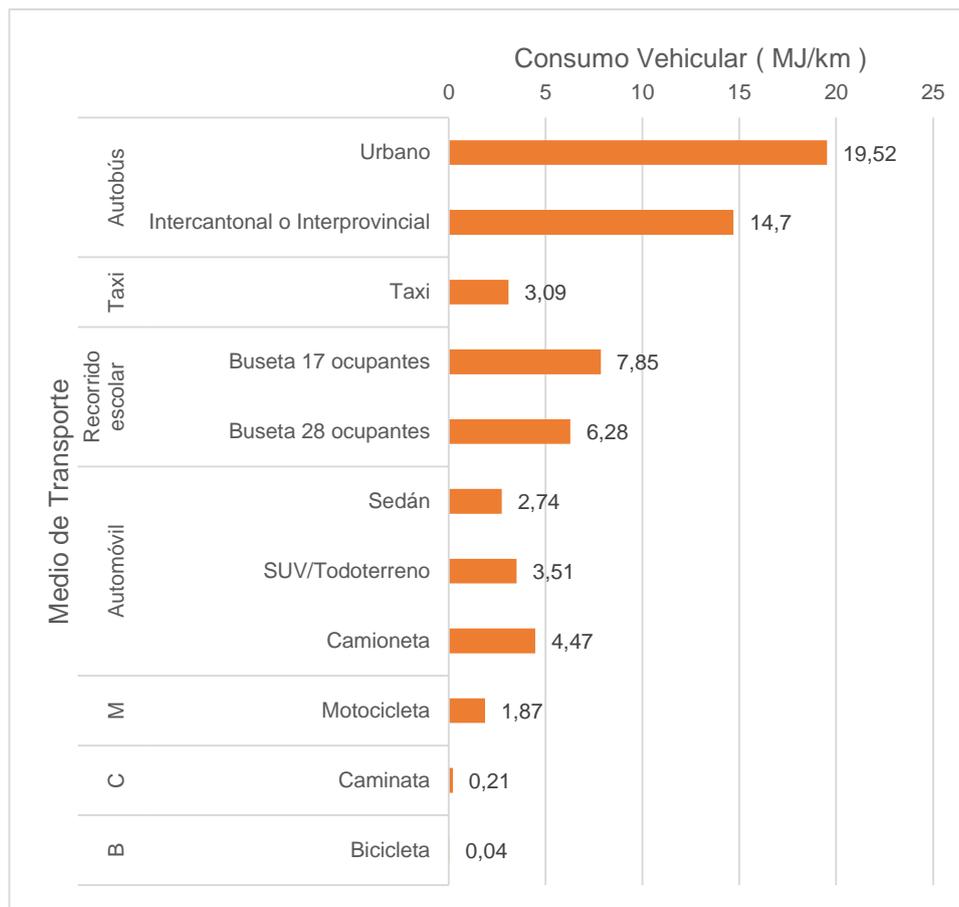


Figura 4.17 Factor de consumo vehicular promedio para cada medio de transporte

En cuanto a los medios de transporte motorizados, el vehículo que consume mayor cantidad de energía por cada kilómetro recorrido es el autobús con 19,52 MJ/km en los autobuses de servicio urbano y 14,7 MJ/km en los autobuses de servicio intercantonal e interprovincial; seguido por las busetas de recorrido escolar con 7,85 MJ/km en las busetas de 17 ocupantes y 6,28 MJ/km en las busetas de 28 ocupantes. A continuación está el automóvil con 2,74 MJ/km en los vehículos tipo sedán, 3,51 MJ/km en los de tipo SUV o todoterreno y 4,47 MJ/km en las camionetas. Después siguen los taxis con 3,09 MJ/km y por último están las motocicletas con 1,87 MJ/km en cada vehículo.

Los taxis son vehículos de tipo sedán, sin embargo se diferencian en consumo de los vehículos de este tipo debido a que las motorizaciones en taxis van de los 1 400 a 1 600 cc, mientras que los sedanes incluyen una gran cantidad de vehículos con motorizaciones desde los 900 cc, lo que supone un factor de consumo promedio final menor al factor de los taxis. En el caso de los medios de transporte no motorizados, el factor de consumo promedio para la caminata es de aproximadamente 0,21 MJ/km, mientras que para la bicicleta, el factor de consumo promedio rodea los 0,04 megajoules por cada kilómetro recorrido.

4.4.2 FACTOR DE CONSUMO POR PERSONA POR KILÓMETRO RECORRIDO

Para determinar el factor de consumo por persona en cada vehículo en función de la distancia recorrida, se toman los valores del factor de consumo por vehículo mostrados anteriormente en la Figura 4.17 y se dividen para la tasa de ocupación promedio de cada uno de los medios de transporte. La tasa de ocupación promedio estimada para cada uno de los medios de transporte fue obtenida mediante el análisis de la información del levantamiento de la encuesta y otras fuentes bibliográficas. En el caso de los medios de transporte no motorizado, la tasa de ocupación es igual a 1 en vista de que cada persona que utiliza estos medios de transporte, lo realiza de manera individual sea al caminar o al pedalear en su bicicleta.

La Tabla 4.6 muestra la tasa de ocupación de los diferentes medios de transporte, obtenida en los resultados del levantamiento de las encuestas y otras fuentes bibliográficas.

Tabla 4.6 Tasa de ocupación de los medios de transporte

Vehículo	Tipo	Tasa de ocupación (pasajeros/vehículo)
Bus	Urbano	35
	Intercantonal o interprovincial	35
Taxi	Único	1,34
Recorrido	Buseta de 17 ocupantes	17
	Buseta de 28 ocupantes	28
Automóvil	Auto/Sedán	1,44
	SUV/Todoterreno	1,44
	Camioneta	1,44
Motocicleta	Único	1,45
Caminata	Único	1
Bicicleta	Único	1

Una vez establecida la tasa de ocupación para cada uno de los vehículos se divide el factor de consumo de energía por vehículo en función de la distancia recorrida, para su nivel de ocupación promedio, para obtener como resultado un factor de consumo por persona para cada vehículo en función de la distancia recorrida, valores que se muestran a continuación en la Figura 4.18.

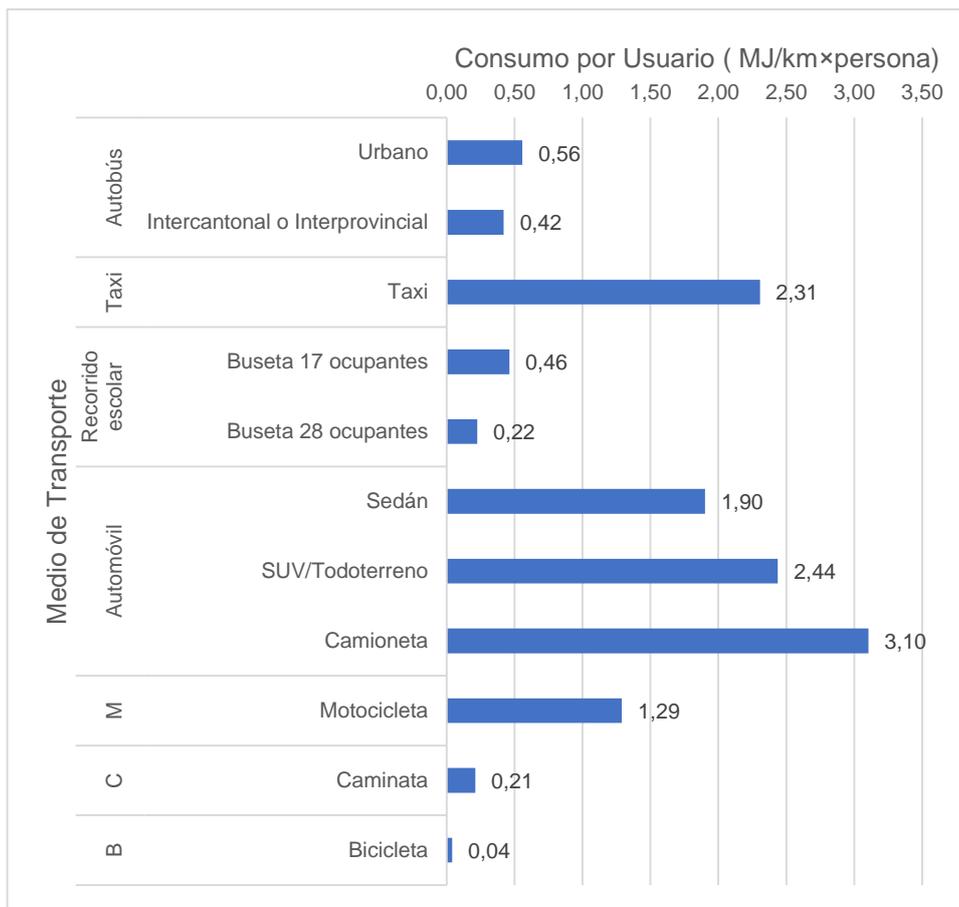


Figura 4.18 Factor de consumo por usuario para cada medio de transporte

Al Considerar el nivel de ocupación de cada uno de los vehículos se tiene que, los vehículos motorizados en los cuales se consume mayor cantidad de energía al transportarse son las camionetas con 3,10 MJ/km×persona, seguido por los SUV o todoterrenos con un factor igual a 2,44 MJ/km×persona. A continuación están los taxis con 2,31 MJ/km×persona, seguidos de los automóviles tipo sedán con 1,90 MJ/km×persona y las motocicletas con un factor igual a 1,29 MJ/km×persona.

Los vehículos motorizados en los que se consume menos energía para transportarse son las busetas de recorrido escolar y los autobuses con los siguientes valores: 0,22 MJ/km×persona en las busetas de 28 ocupantes, 0,42 MJ/km×persona en los autobuses de servicio interprovincial e intercantonal, 0,46 MJ/km×persona en las busetas de 17 ocupantes, y los autobuses urbanos con 0,56 MJ/km×persona.

Con estos valores se puede evidenciar claramente la diferencia de eficiencia energética entre los medios de transporte de servicio público y los de servicio privado, con una relación aproximada para este estudio de 5 a 1.

4.5 ESTIMACIÓN DEL CONSUMO ACTUAL DE ENERGÍA EN EL TRANSPORTE

Para tener una estimación final del consumo de energía que genera el transporte en la Universidad Técnica del Norte, se calcula el consumo de energía semanal de cada una de las personas encuestadas y luego se multiplica por el factor de elevación determinado en el desarrollo de la propuesta, para obtener valores de consumo de energía de la población universitaria en general.

4.5.1 CONSUMO ACTUAL DE ENERGÍA

La situación actual de consumo de energía en transporte generada por la población universitaria en los ciclos de viajes semanales relacionados con el campus “El Olivo”, se muestra en la Tabla 4.7.

Tabla 4.7 Consumo de energía semanal en transporte

Trayecto	Transporte	Desplazamientos	%	Dist. (km)	%	Energía (MJ)	%
Ida	Autobús	35 041	29,66	164 447,91	40,04	304 278,41	29,19
	Taxi	2 723	2,31	13 023,13	3,17	43 343,83	4,16
	Recorrido escolar	1 603	1,36	14 470,14	3,52	15 009,84	1,44
	Automóvil	11 076	9,37	18 157,33	4,42	149 351,91	14,33
	Motocicleta	904	0,77	1 174,10	0,29	9 117,18	0,87
	Caminata	6 993	5,92	2 100,87	0,51	1 987,41	0,19
	Bicicleta	733	0,62	690,81	0,17	91,65	0,01
	Subtotal	59 075	50	214 064,29	52,12	523 180,24	50,19
Regreso	Autobús	33 296	28,18	153 374,98	37,34	290 772,72	27,89
	Taxi	2 581	2,18	7 033,23	1,71	35 664,19	3,42
	Recorrido escolar	3 440	2,91	15 021,66	3,66	27 759,45	2,66
	Automóvil	10 303	8,72	12 713,26	3,10	145 442,79	13,95
	Motocicleta	1 433	1,21	5 407,11	1,32	17 448,33	1,67
	Caminata	7 289	6,17	2 447,70	0,60	2 137,26	0,21
	Bicicleta	733	0,62	690,81	0,17	91,65	0,01
	Subtotal	59 075	50	196 688,75	47,88	519 316,40	49,81
Total		118 149	100	410 753,04	100	1'042 496,64	100

Los valores mostrados en la Tabla 4.7 recopilan la información de todas las variables determinadas en el desarrollo de la propuesta. Los resultados indican que:

Durante una semana regular de actividades en la UTN se ejecutan aproximadamente 59 075 ciclos de viaje que equivalen a 118 150 desplazamientos. La distancia total aproximada que se recorre en estos desplazamientos es de 410 453 km. Y el total aproximado de energía que se consume para ejecutar estos viajes es de 1'042 497 MJ, cantidad que equivale al consumo de 8 100 galones de gasolina o 7 305 galones de diesel.

4.5.2 CONSUMO DE ENERGÍA POR MEDIO DE TRANSPORTE

Durante el estudio se diferenciaron 7 medios de transporte utilizados para ejecutar los desplazamientos hacia o desde UTN. La Figura 4.19 indica el porcentaje del total de viajes, distancia recorrida y energía consumida por cada uno de los medios de transporte.

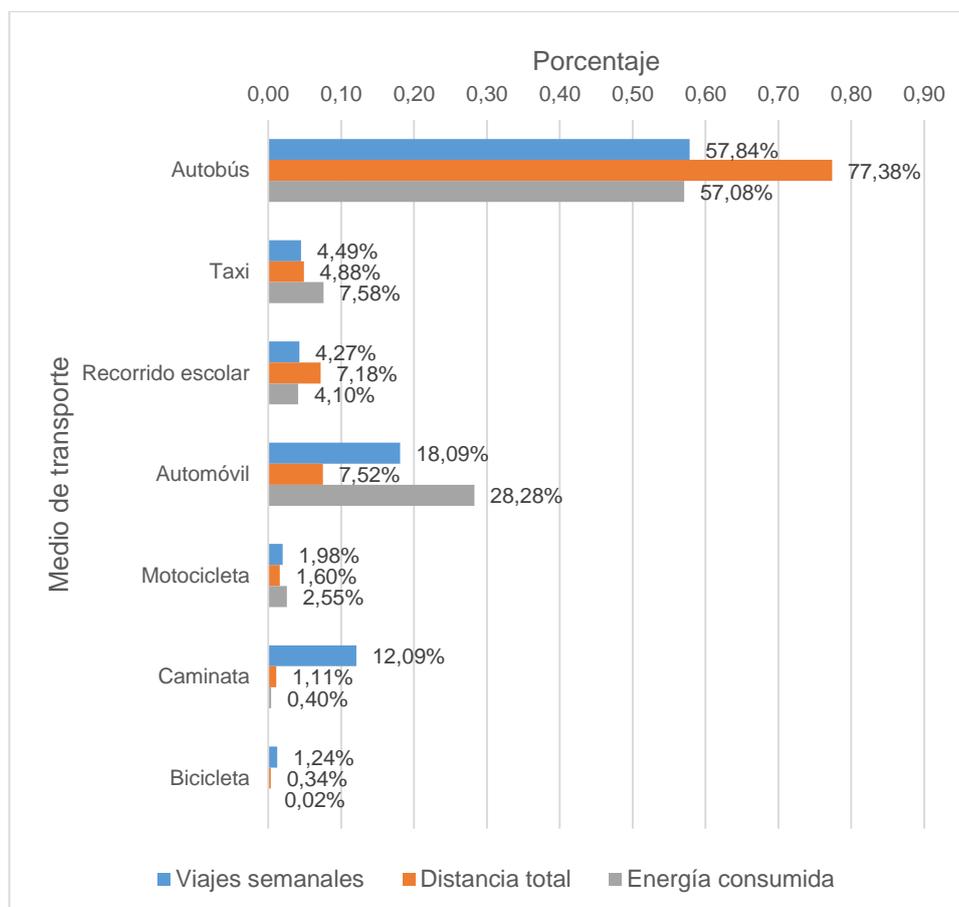


Figura 4.19 Porcentaje del consumo total de energía por medio de transporte

Del total de viajes semanales generados por la población universitaria, el 57,84 % se ejecutan al utilizar el autobús, el 18,09 % utilizan el automóvil, el 12,09 % utilizan la caminata, el 4,49 % ocupan el taxi, el 4,27 % utilizan el recorrido escolar, seguido por el 1,98 % de la motocicleta y finalmente el 1,24 % de la bicicleta.

Luego, del total de la distancia recorrida en los viajes semanales, se tiene que el 77,38 % de kilómetros recorridos están cubiertos por el autobús, seguido del 7,52 % por el automóvil, el recorrido escolar con el 7,18 %, el taxi con el 4,88 %, la motocicleta con el 1,60 %, y finalmente los medios de transporte no motorizado, el 1,11 % de los kilómetros son cubiertos por la caminata, y el 0,34 % de kilómetros recorridos cubiertos en bicicleta.

El transporte que ocupa la mayor cantidad de energía es el autobús con el 57,08 % del total de energía semanal, seguido por el automóvil con el 28,28 %, a continuación está el taxi con el 7,58 %, el recorrido escolar con el 4,10 % y la motocicleta con el 2,55 %, esto en cuanto a medios de transporte motorizados. El consumo de energía en los medios de transporte no motorizados es relativamente nulo puesto que los desplazamientos en caminata representan el 0,40 % del total de energía consumida, y el uso de la bicicleta apenas el 0,02 %.

4.5.3 CONSUMO DE ENERGÍA POR OCUPACIÓN

La ocupación en la Universidad es un factor importante debido a que con base en este indicador se puede planificar y mejorar el sistema de transporte y reducir el consumo de energía. La Figura 4.20 muestra el porcentaje del total de energía consumida en cada uno de los medios de transporte, por la ocupación de las personas en la Universidad.

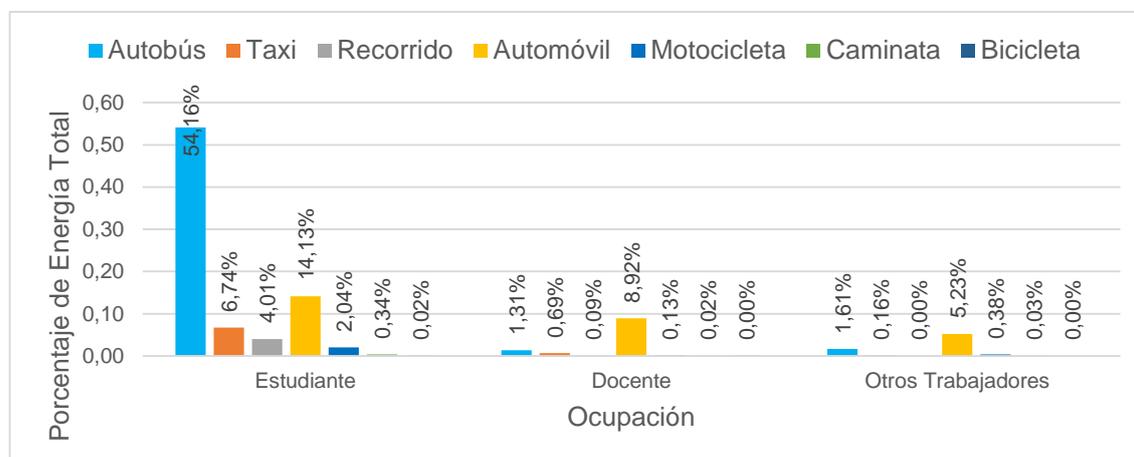


Figura 4.20 Porcentaje del consumo total de energía por ocupación y modalidad

El segmento que consume mayor cantidad de energía al transportarse son los estudiantes con 81,44 % del total de energía semanal, seguido de los docentes con el 11,16 %, y finalmente el resto de trabajadores con el 7,4 % del total de energía semanal.

4.5.4 CONSUMO DE ENERGÍA POR ZONAS DE ORIGEN Y DESTINO

La Figura 4.21 indica el porcentaje del total de energía consumida por cada medio de transporte en cada zona de origen y destino de los viajes generados por UTN.

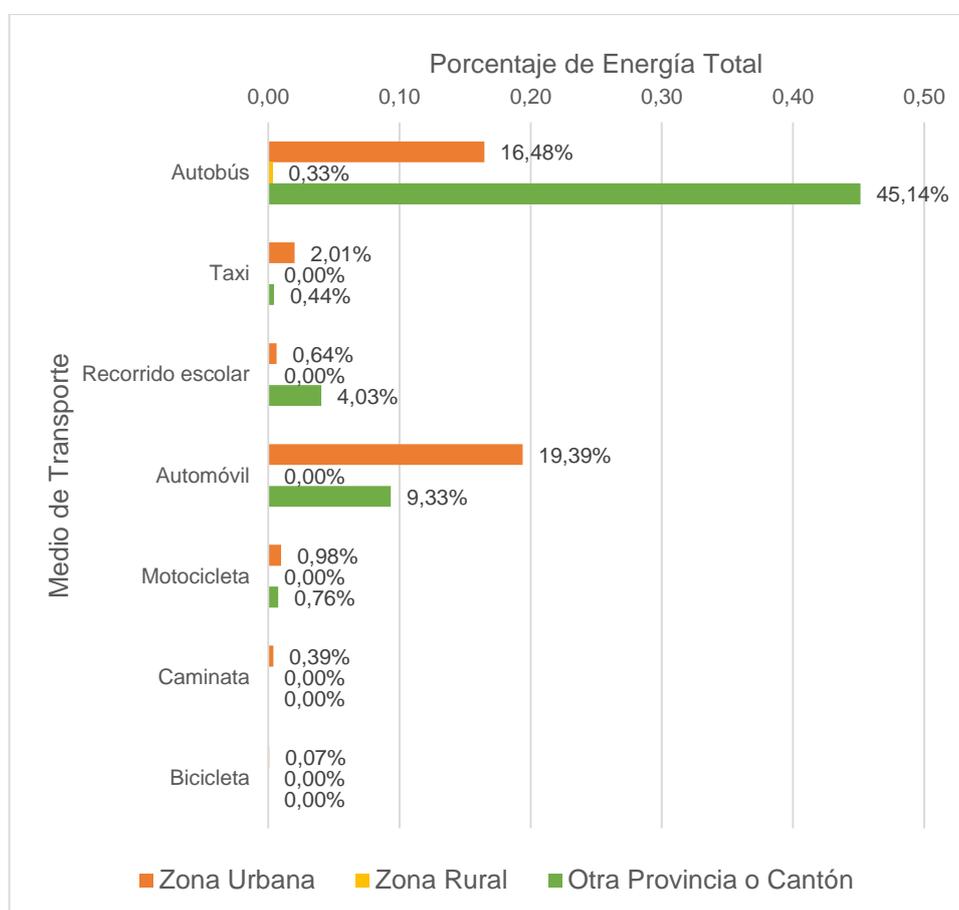


Figura 4.21 Porcentaje del consumo de energía por medio de transporte y zonas

En la zona urbana el medio de transporte de mayor consumo de energía es el automóvil con el 19,39 % del total, seguido por el autobús con el 16,48 %, el taxi con el 2,01 %, la motocicleta con el 0,98 %, el recorrido escolar con el 64 %, la caminata con el 0,39 % y la bicicleta con el 0,07 %. En la zona rural se registró que los viajes se ejecutan únicamente en autobús y consumen el 0,33 % del total.

En desplazamientos desde otros cantones o provincias, el transporte de mayor consumo de energía es el autobús con el 45,14 % del total semanal, seguido del automóvil con el 9,33 %, el recorrido escolar con el 4,03 %, la motocicleta con el 0,76 % y el taxi con el 0,44 %.

4.6 ESCENARIOS ALTERNATIVOS PARA REDUCIR EL CONSUMO DE ENERGÍA

Para estimar el consumo de energía en escenarios diferentes al actual se efectúan cambios con alcance real en la variable de dependencia principal del consumo de energía, el porcentaje de utilización de cada medio de transporte. Con la finalidad de reducir el consumo de energía se muda cierta parte de los viajes en medios de transporte que generan mayor consumo hacia medios de transporte que generan menor consumo de energía.

4.6.1 ESCENARIO MEDIANAMENTE OPTIMISTA

El primer escenario se considera medianamente optimista, pues los cambios considerados en las variables se podrían lograr en un tiempo más corto (1-2 años) con la utilización de menos recursos. Para este caso se ha considerado reducir el porcentaje de utilización del taxi y del automóvil e incluir estas proporciones en los viajes que se realizan en autobús y recorrido escolar, en las proporciones que indica la Figura 4.22.

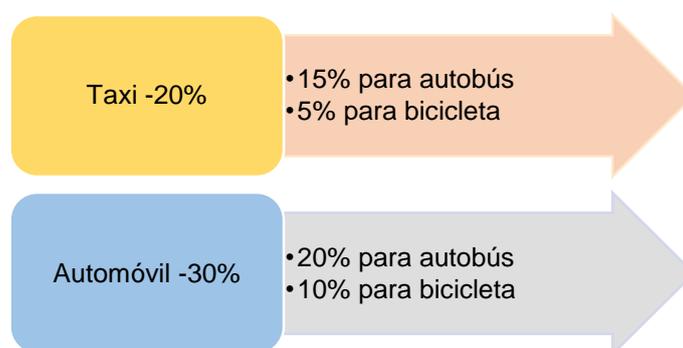


Figura 4.22 Cambios en el porcentaje de utilización para el primer escenario

Con estos cambios los resultados obtenidos en el consumo de energía, serían los que se muestran en la Tabla 4.8.

Tabla 4.8 Consumo de energía en escenario medianamente optimista

Medio de Transporte	% Utilización	Energía semanal (MJ)		
Autobús	62,12 %	61 7951,99		
Taxi	3,60 %	58 591,55		
Recorrido escolar	4,27 %	42 769,29		
Automóvil	13,01 %	215 518,97		
Motocicleta	1,55 %	18 295,50	Comparación con la situación de consumo actual (MJ)	
Caminata	12,09 %	4 124,67		
Bicicleta	3,36 %	581,30	Energía semanal	Diferencia
Total	100 %	957 833,29	1'042 496,64	84 663,35

El primer escenario presenta una reducción aproximada del consumo semanal de energía, de 84 663,35 MJ que equivalen al consumo de 658 galones de gasolina o 593 galones de diesel.

4.6.2 ESCENARIO OPTIMISTA

El segundo escenario se considera optimista debido a que los cambios considerados tomarían más tiempo (4-6 años), planificación y la utilización de mayores recursos. Para este caso se considera reducir el porcentaje de utilización del taxi, del automóvil y de la motocicleta e incluir estas proporciones en los viajes que se realizan en autobús, recorrido escolar y bicicleta como indica la Figura 4.23.

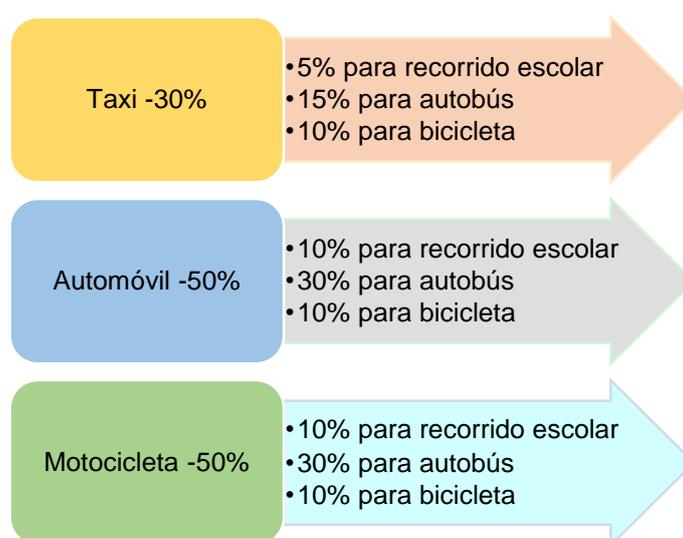


Figura 4.23 Cambios en el porcentaje de utilización para el segundo escenario

Con estos cambios los resultados obtenidos en el consumo de energía, serían los que se muestran en la Tabla 4.9.

Tabla 4.9 Consumo de energía en escenario altamente optimista

Medio de transporte	% Utilización	Energía semanal (MJ)		
Autobús	64,55 %	629 594,78		
Taxi	3,13 %	51 648,34		
Recorrido escolar	6,48 %	45 924,84		
Automóvil	9,33 %	155 061,75		
Motocicleta	0,71 %	7 774,86	Comparación con la situación de consumo actual (MJ)	
Caminata	12,09 %	4 124,67		
Bicicleta	3,71 %	653,90	Energía semanal	Diferencia
Total	100 %	894 783,15	1'042 496,64	147 713,49

El segundo escenario presenta una reducción aproximada del consumo semanal de energía, de 147 713,49 MJ que equivalen al consumo de 1 148 galones de combustible tipo gasolina o 1 035 galones de diesel.

4.6.3 COMPARACIÓN DE ESCENARIOS

La Figura 4.24 indica los diferentes niveles de consumo energético en transporte en cada uno de los escenarios establecidos anteriormente, expresados en gigajoules (GJ). Un gigajoule representa a un billón de Joules ($1 \text{ GJ} = 1 \times 10^9 \text{ J}$).

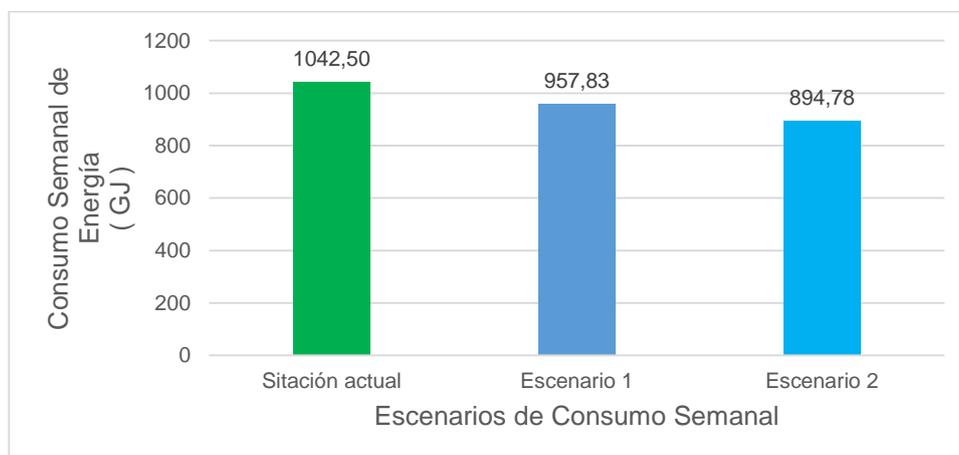


Figura 4.24 Consumo de energía semanal en los 3 escenarios diferentes

En el escenario 1, medianamente optimista, se reduce el consumo de energía un 8,12 %, mientras que en el escenario 2, optimista, se reduce el consumo de energía en un 14,17 %. A continuación, la Figura 4.25 muestra la variación del consumo de energía para cada medio de transporte.

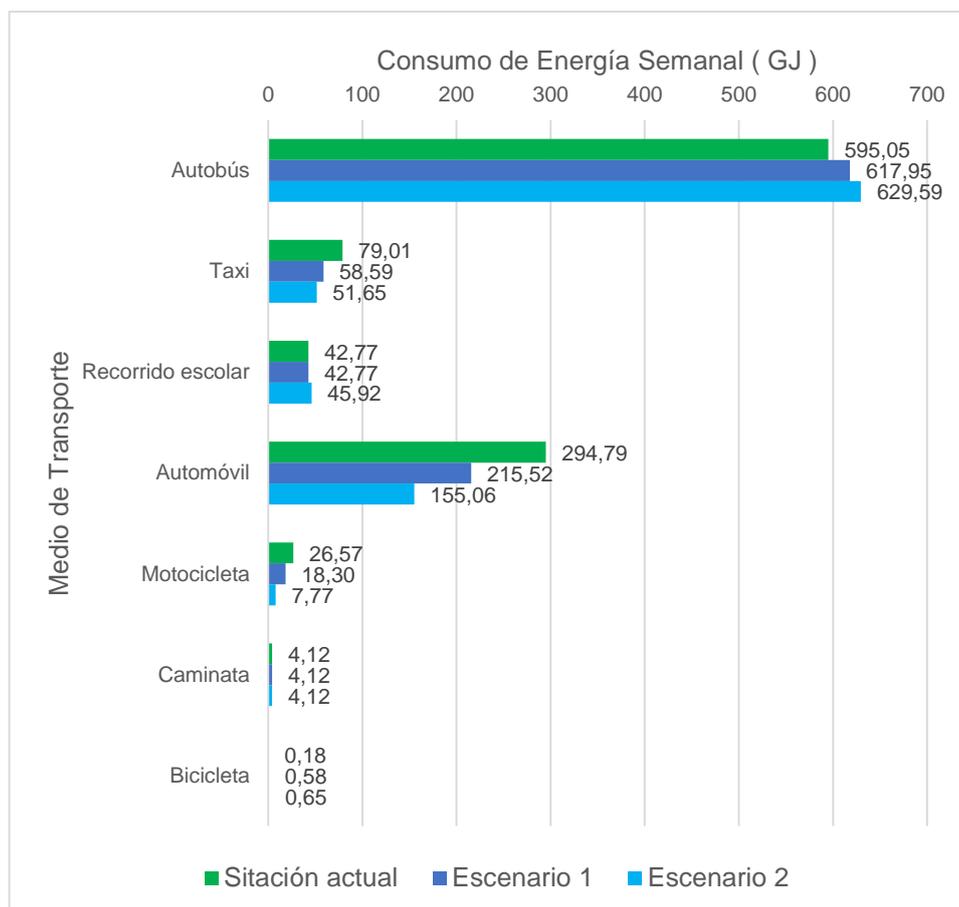


Figura 4.25 Consumo de energía en los medios de transporte para los 3 escenarios

Las diferencias más notables del consumo de energía semanal entre los escenarios de reducción y la situación de consumo actual son:

El consumo de energía en el autobús se incrementa un 3,84 % en el primer escenario, medianamente optimista, y se incrementa un 5,3 % en el segundo escenario, optimista.

El consumo de energía en el automóvil disminuye un 26,89 % en el primer escenario y disminuye un 47,4 % en el segundo escenario.

El incremento del consumo de energía en la bicicleta no es notable en comparación con los otros medios de transporte, a pesar que su uso se incrementa. Esto indica una vez más que este medio de transporte es altamente eficiente y que el consumo de energía que genera su utilización es insignificante para los escenarios de reducción

Si se consideran los valores de consumo semanal de energía para cada medio de transporte y los índices de energía equivalente de los combustibles utilizados por cada vehículo, a continuación, en la Tabla se presenta el consumo semanal combustible en galones para los 3 escenarios de consumo diferentes.

Tabla 4.10 Consumo semanal de combustible en los 3 escenarios diferentes

Tipo de Combustible	Medio de transporte	Consumo de combustible (gal)		
		Situación actual	Escenario 1	Escenario 2
Diesel	Autobús	4 169,65	4 330,13	4 411,71
	Recorrido escolar	299,69	299,69	321,81
	Subtotal	4 469,35	4 629,82	4 733,51
Gasolina	Taxi	613,87	455,24	401,30
	Automóvil	2 290,49	1 674,53	1 204,79
	Motocicleta	206,41	142,15	60,41
	Subtotal	3 110,77	2 271,93	1 666,50

Actualmente la movilización de la población universitaria requiere del consumo semanal de 4 469,65 galones de combustible diesel y 3 111,70 galones de gasolina. El escenario 1, medianamente optimista, requeriría de 4 629,82 galones de combustible diesel y 2 271,93 galones de gasolina. El escenario 2, optimista, requeriría del consumo de 4 733,51 galones de combustible diesel, y 1 666,50 galones de gasolina.

En el escenario 1, medianamente optimista, el consumo de combustible diesel aumentaría semanalmente en 160 galones en la utilización de autobuses, mientras que el consumo semanal de gasolina reduciría 159 galones en la utilización de taxis, 616 galones en automóviles y 64 galones en las motocicletas.

En el escenario 2, optimista, el consumo semanal de diesel aumentaría 242 galones en autobuses y 22 galones en recorridos escolares, en tanto que el consumo de gasolina se reduciría 213 galones en taxis, 1086 galones en automóviles y 146 galones en motocicletas. Si se llevan estos valores al período de un año se tendría una diferencia más representativa del consumo de combustible. Un año cuenta con 52 semanas, sin embargo se consideran únicamente 45 semanas para el año universitario, debido a que hay meses o períodos donde las actividades se reducen considerablemente. Entonces, la diferencia del consumo anual que proyectarían los valores semanales de la Tabla 4.10 se expresan por tipo de combustible y medio de transporte en la Figura 4.26.

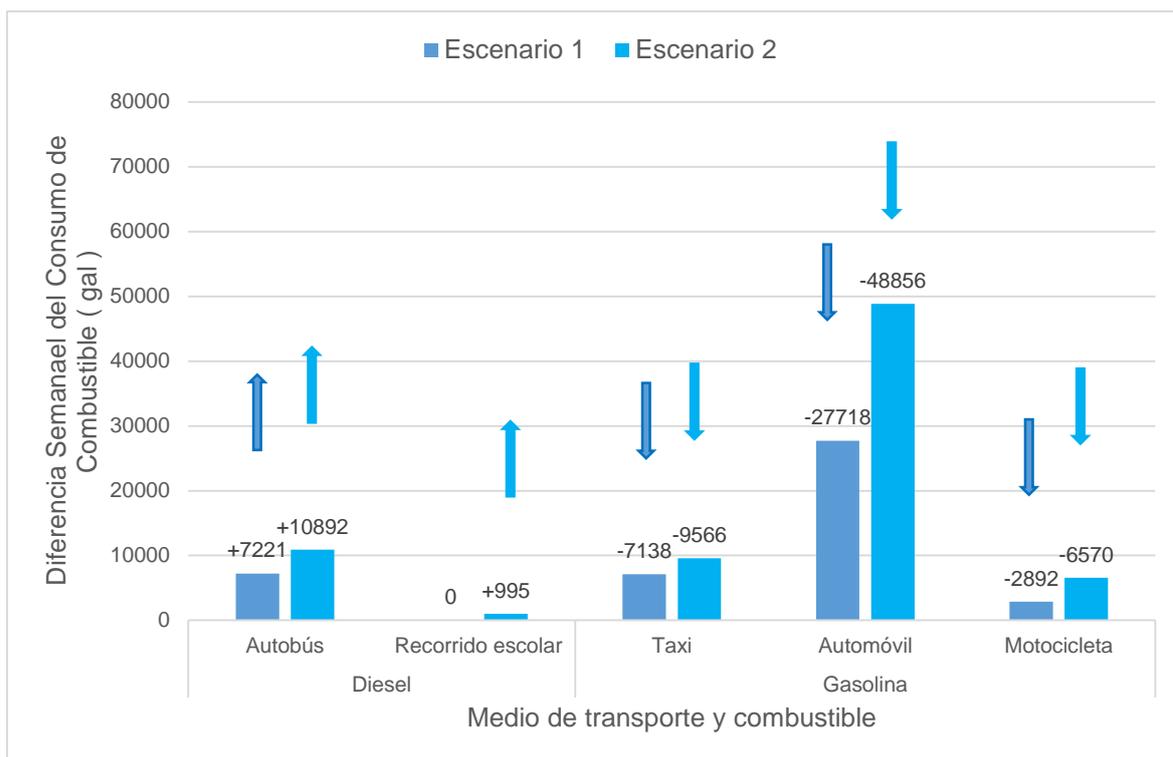


Figura 4.26 Diferencia anual del consumo de combustible

Ahora, si se considera los precios del combustible para el consumidor en el Ecuador que son: 1,03 USD / gal diesel y 1,48 USD / gal gasolina, y los precios mundiales de los combustibles que son: 3,94 USD / gal diesel y 4,37 USD / gal gasolina, se estima una diferencia en los costes económicos de acuerdo a la proyección anual, basado en los valores de consumo de combustible semanal de la Tabla 4.10

La Tabla 4.12 muestra la diferencia anual en el consumo de combustible, el precio para el usuario, el precio mundial y la reducción del costo público o subsidio que representa para el estado, al aplicar las condiciones de los escenarios de reducción de consumo de energía.

Tabla 4.11 Diferencia anual en el consumo de combustible y costos económicos

Escenario	Combustible	Diesel	Gasolina	Total
Escenario 1 Vs Situación Actual	Galones	↑ +7 221	↓ -37 748	↑ +30 527
	Precio Ecuador (USD)	↑ +7 437,63	↓ -55 867,04	↓ -48 429,41
	Gasto público (USD)	↑ +7 890,58	↓ -122 371,16	↓ -114 480,58
Escenario 2 Vs Situación Actual	Galones	↑ +11 887	↓ -64 992	↑ +53 105
	Precio Ecuador (USD)	↑ +12 243,61	↓ -96 188,16	↓ -83 944,55
	Gasto público (USD)	↑ +34 591,17	↓ -187 826,88	↓ -153 235,71

La aplicación de las condiciones de consumo del escenario 1 supondrían una reducción de 30 527 galones en el consumo anual de combustible, valorados en el país en USD 48 429, esta reducción de consumo representa un ahorro para el estado de USD 114 480 anuales en costes económicos por subsidio.

Al Aplicar las condiciones del escenario 2, se reducirían 53 105 galones en el consumo anual de combustible, valorados en el país USD 83 944, la reducción de tal consumo representa un ahorro anual para el estado de 153 236 USD en costos económicos por subsidio de combustible.

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- La cantidad de viajes que tienen como origen y destino el campus “El Olivo” de la Universidad Técnica del Norte, es de aproximadamente 11 201 viajes por día entre los días lunes y viernes, y 1 535 viajes diarios en los días sábado y domingo. El total aproximado de viajes semanales es de 59 075 viajes, de los cuales, el 70,64 % se generan en la zona urbana de la ciudad de Ibarra, apenas el 0,34 % en la zona rural del cantón San Miguel de Ibarra, y el 29,02 % restante en otros cantones o provincias.
- En la zona urbana de la ciudad de Ibarra, los sectores con mayor participación en los viajes semanales relacionados con la Universidad son: “El Olivo” con 6 254 viajes (10,58 %), seguido por “La Victoria” con 4 179 viajes (7,07 %), y “Los Ceibos” con 3 809 viajes (6,44 %). En los viajes semanales generados en otros cantones o provincias destacan principalmente los cantones Otavalo con un total aproximado de 5 231 viajes (8,85 %), y Antonio Ante con 4 804 viajes semanales (8,13 %).
- El medio de transporte que tiene mayor participación en los viajes semanales relacionados con la universidad es el autobús con el 57,5 % del total, seguido por el automóvil con el 18,5 %, la caminata con el 12 %, luego están los recorridos escolares y el taxi, ambos con el 4,5 %, seguidos por la motocicleta con el 2 % y finalmente la bicicleta con el 1 % de viajes. En el segmento del automóvil, el tipo de vehículo más utilizado es el sedán con el 63,65 % de este segmento, seguido por los SUV y todoterrenos con el 28,45 %, y finalmente las camionetas con el 7,91 % restante.
- Para los viajes relacionados con el campus “El Olivo” que utilizan medios de transporte motorizado, se establecen las siguientes tasas de ocupación de pasajeros por vehículo: 35 en autobús, 1,34 en taxi, 1,44 en automóvil, 1,45 en motocicleta. La tasa de ocupación promedio de las busetas de recorrido escolar es igual a la ocupación total máxima del vehículo, 17 y 28 pasajeros, cada modelo de vehículo. En taxis, automóviles y motocicletas, la tasa de ocupación de pasajeros por vehículo es muy baja debido a que en la utilización de estos medios de transporte predomina la modalidad de un solo ocupante con el 76,97 % del total de viajes en taxi, el 62,64 % del total de viajes en automóvil, y el 63,03 % del total de viajes en motocicleta.

- Respecto a los lugares de estacionamiento, se concluye que el 66,36 % de viajes en automóvil cuentan con estacionamiento en el interior del campus, y el 33,64 % de viajes en automóvil estacionan en las vías públicas en las afueras de la universidad. En cuanto a motocicletas, el 68,35 % de viajes que utilizan este medio estacionan en el interior del campus, y el 31,65 % estacionan en el exterior de la universidad.
- El consumo de energía por pasajero en función de la distancia recorrida, para los tipos de vehículo analizados en el estudio, está dado de mayor a menor en el siguiente orden: camioneta 3,10 MJ/km, SUV / Todoterreno 2,44 MJ/km, taxi 2,31 MJ/km, automóvil sedán 1,90 MJ/km, motocicleta 1,29 MJ/km, autobús urbano 0,56 MJ/km, buseta de 17 ocupantes 0,46 MJ/km, autobús de servicio interprovincial o intercantonial 0,42 MJ/km, buseta de 28 ocupantes 0,22 MJ/km, caminata o desplazamientos a pie 0,21 MJ/km, bicicleta 0,04 MJ/km.
- Los diversos medios de transporte que se utilizan para viajes relacionados con el campus matriz de la UTN, generan un consumo energético anual aproximado de 46,91 terajoules, de donde el 57,08 % se consume en la utilización de autobuses, 28,28 % en automóviles, 7,58 % en taxis, 4,10 % en recorridos escolares, 2,55 % en motocicletas, 0,40 % en caminatas y el 0,02 % en el uso de bicicletas.
- Al aplicar las condiciones del escenario medianamente optimista, se tendría una reducción anual el 8,12 % del consumo de energía. Respecto al consumo anual de combustible, se incrementarían 7 221 galones de diesel y disminuirían 37 748 galones de gasolina, valores que representan una reducción anual de gastos económicos de USD 48 429 para los usuarios de los vehículos, y un ahorro estatal de USD 75 022 en subsidio de combustible.
- Al aplicar las condiciones del escenario optimista se tendría una reducción anual del 14,17 % del consumo de energía en transporte. Se consumirían 11 887 galones adicionales de diesel, pero reduciría el consumo de 64 992 galones de gasolina, de esta manera se obtendría una ventaja económica de USD 83 944 por año para los usuarios de los vehículos y USD 153 236 para el estado en costos de subsidio de combustible.

5.2 RECOMENDACIONES

- Entre el uso de autobuses y automóviles, se recomienda la utilización de autobuses, pues este vehículo presenta proporción de 4 a 1 en la eficiencia del consumo de energía por pasajero. Además, la utilización de un autobús ocupado por 35 pasajeros equivale a la utilización de 24 automóviles con una tasa de ocupación promedio de 1,44 pasajeros por vehículo, que reduce el espacio ocupado por vehículos en las vías.
- El incremento de los espacios de estacionamiento en el interior de las instalaciones del campus “El Olivo” no es una solución para la movilización de la Universidad. Para acceder a modos de movilización más ecológicos y sustentables es recomendable restringir el ingreso de más vehículos automotores al campus e incentivar de esta manera el uso del transporte público y los viajes compartidos en transporte particular. Además se debería implementar lugares de estacionamiento para bicicletas, y promover el uso de este medio de transporte altamente eficiente.
- En una escala mayor, se recomienda plantear proyectos que propongan soluciones de movilidad más eficientes para la población general del cantón San Miguel de Ibarra, con énfasis en la optimización del transporte público de autobuses urbanos, sus rutas y los tiempos de circulación. Un ejemplo de la ineficiencia del servicio de autobuses urbanos, son los viajes generados en el sector “Alpachaca” que recorren 7,5 km hasta la Universidad en autobús, y apenas 3,3 km en otro medio de transporte.
- Se recomienda plantear un proyecto de implementación de ciclovías en la ciudad de Ibarra, para promover e incrementar el uso de este medio de transporte. La ciudad de Ibarra presenta como ventaja una geografía en su mayoría plana, cómoda para la circulación en este tipo de vehículo que ofrece una movilidad amigable con el ambiente y provechosa para la salud de la población.
- Desde el punto de vista energético, se recomienda el uso de busetas de 28 pasajeros, pues los valores mostrados en la Figura 4.18 indican que el consumo de energía por persona en función de la distancia recorrida para este vehículo igual a 0,22 MJ/km, muy similar al factor de consumo que presenta la caminata, igual a 0,21 MJ/km.
- Para estudios posteriores en la UTN se recomienda realizar una estimación de las emisiones contaminantes que genera la movilización universitaria, y la ejecución de proyectos de mejora en el sistema de transporte de la ciudad que apoyen tanto a la reducción del consumo de energía como a la reducción de emisiones ambientales.

BIBLIOGRAFÍA

1. Ajuntament de Barcelona. (2004). *Barcelona en Bici*. Barcelona.
2. Arciniega, O. (2018). Ibarra.
3. Asamblea Constituyente del Ecuador. (2014). *Ley Orgánica de Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial*. Montecristi.
4. Asociación de Empresas Automotrices del Ecuador. (2017). *Boletín Anuario de Transporte 2016*.
5. Asociación de Empresas Automotrices del Ecuador AEADE. (2013). *ANUARIO 2012*. Quito.
6. Bolaños, C. (5 de Enero de 2016). Cada año aumenta un 8% el parque automotor en Ibarra. *El Norte*, pág. 1.
7. Cazares, B., & Cuasapaz, V. (2018). Ibarra.
8. Cevallos, J. (2016). *Estimación del consumo de energía en el transporte terrestre del Ecuador*. *Energy Policy*.
9. Colomer, J., & Insa, R. (2012). El consumo energético en el transporte urbano y metropolitano. Los modos ferroviarios. *International Transport*.
10. Departamento de Mantenimiento y Construcciones de la Universidad Técnica del Norte. (2018). Inventario de Edificaciones UTN 2018. En R. Rosas.
11. Departamento de Planeamiento y Desarrollo de la Universidad Técnica del Norte. (2017). En *Inventario de Estadísticas UTN 2017*. Ibarra.
12. Dirección de Estadística Ambientales. (2012). *Módulo de Información Ambiental en Hogares Junio 2012*.
13. EP Petroecuador. (2016). *Informe Estadístico 2016*.
14. Escudero, S., González, J., Rivas, J. L., & Suárez, A. (2011). *Motores*. MACMILLAN Profesional.
15. Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de San Miguel de Ibarra. (2016). *Actualización del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón Ibarra 2015 - 2023*. Ibarra.
16. Guaynalema, V. M. (2013). *Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero en el Sector Transporte al 2012*. Quito.
17. HiTech Consulting Ltd. (2013). *Motores de Combustión Interna (Gasolina y Diesel)*.

18. Instituto Nacional de Eficiencia Energética INER. (2012). *Eficiencia energética en transporte*.
19. Instituto Nacional de Estadística y Censos INEC. (2014). *Anuario de Estadísticas de Transportes 2014*. Obtenido de Instituto Nacional de Estadística y Censos: http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/webinec/Estadisticas_Economicas/Estadistica%20de%20Transporte/Tabulados.xls x
20. Instituto Nacional de Estadísticas y Censos INEC. (2016). *Anuario de Transporte 2016*.
21. Izurieta, F., Corral, A., & Guaynalema, V. (2013). Identificación de las necesidades de eficiencia energética en el transporte. *ISEREE*.
22. Lizárraga Mollinedo, C. (2006). Movilidad urbana sostenible: un reto para las ciudades del siglo XX! *Economía, Sociedad y Territorio*.
23. McArdle, W., Katch, F., & Katch, V. (2010). *Fisiología del Ejercicio - Nutrición, energía y rendimiento humano*.
24. Milkovic, M., & Stambuk, M. (2015). ¿Montar en bicicleta o no? Aplicación de la Teoría del Comportamiento Planificado en la predicción del uso de bicicleta entre los estudiantes en Zagreb. *Psihologijske teme / Psychological Topics*, 205.
25. Ministerio Coordinador de Sectores Estratégicos. (2012). *Eficiencia energética en el transporte terrestre en el Ecuador*. Quito.
26. Ministerio de Sectores Estratégicos. (2013). *Balance energético nacional 2013 (Año Base 2012)*.
27. Ochoa, E., & Salazar, H. (2018). *Estudio para la optimización del combustible en la operación de taxis de la ciudad de Ibarra*. Ibarra.
28. Pardo, C. F. (2009). Los cambios en los sistemas integrados de transporte masivo en las principales ciudades de América Latina. *Publicación de las Naciones Unidas: CEPAL*.
29. Pérez Martínez, P. J., & Monzón de Cáceres, A. (2008). Consumo de energía por el transporte en España y tendencias de emisión. *Observatorio Medioambiental*.
30. Perez, A. (2012). *Eficiencia energética en el transporte terrestre en el Ecuador*.
31. Rosero, F., & León, C. (2017). Análisis del consumo de combustible en autobuses urbanos por efecto de las intersecciones semaforizadas. Caso de estudio ciudad de Ibarra. *DELOS Desarrollo Local Sostenible*.
32. Secretaria General de la Comunidad Andina. (2014). *Parque vehicular en la Comunidad Andina 2004-2013*. Comunidad Andina.

33. Secretaria Nacional de Planificación y Desarrollo. (2013). *Plan Nacional para el Buen Vivir 2013-2017*. Quito: Senplades.
34. SENPLADES. (2017). *Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo*. Obtenido de http://www.planificacion.gob.ec/publicaciones-de-inversion-publica-2014_b/
35. Silva, J. (2010). *La Movilidad en la Ciudad de Quito. Criterios a considerar para el análisis de la política ambiental del Municipio del Distrito Metropolitano de Quito*. Quito.
36. Tam, C. (2013). *Desarrollo de Indicadores para el Sector de Transporte*. Paris.
37. Universidad Técnica del Norte. (2016). *UniPortal Web UTN*. Obtenido de UniPortal Web UTN: <http://www.utn.edu.ec/web/uniportal/>
38. Usón, A., & Valera, A. (2011). *Eficiencia energética en el transporte y movilidad desde un punto de vista eco-eficiente*. Zaragoza.

ANEXOS

ANEXO I
CARACTERIZACIÓN FOTOGRÁFICA DEL CAMPUS “EL OLIVO”



Figura AI.1 Avenida 17 de Julio



Figura AI.2 Calle José María Córdova



Figura AI.3 Vías internas del campus “El Olivo”



Figura AI.4 Estacionamientos externos del campus “El Olivo”



Figura AI.5 Estacionamientos internos para automóviles



Figura AI.6 Estacionamientos internos para motocicletas

ANEXO II MEDIOS DE TRANSPORTE UTILIZADOS



Figura AII.1 Autobuses intercantonales e interprovinciales en el terminal de Ibarra



Figura AII.2 Autobús urbano



Figura AII.3 Taxi



Figura AII.4 Vehículo tipo sedán



Figura AII.5 Vehículo tipo SUV/Todoterreno



Figura AII.6 Vehículo tipo camioneta

ANEXO III METODOLOGÍA PARA LA OBTENCIÓN DE DATOS

ENCUESTA: "MOVILIDAD UNIVERSITARIA UTN 2017"

Código: _____

Mediante la presente encuesta, se busca identificar los parámetros de movilidad de la comunidad universitaria, en sus viajes generados con origen y destino: Campus Matriz UTN ("El Olivo").

1. FRECUENCIA DE VIAJES DIARIOS:

¿Cuántas veces en el día viaja hacia la UTN? _____ veces

2. ORIGEN DE VIAJES HACIA LA UTN:

Seleccione el lugar de origen de sus viajes hacia la UTN, sea este un sector del cantón u otra localidad:

• SECTOR URBANO:

10 de Agosto		Ejido de Caranqui		Milagro		La Campiña		R. de la Madre	
Alpachaca		El Olivo		P. Ciudad Blanca/911		La Esperanza		San Agustín	
Azaya		Estadio		Priorato		La Florida		San Antonio	
Centro, Mercado		Hospital del IESS		Pugacho		La Merced		Terminal	
Caranqui		Hospital San Vicente		Jardín de Paz		La Victoria		Yacucalle	
Chorlaví		Huertos Familiares		La Basílica		Los Ceibos		Yahuarcocha	

• SECTOR RURAL:

Ambuquí		Salinas		Lita		La Carolina		Angochahua	
---------	--	---------	--	------	--	-------------	--	------------	--

• OTRA PROVINCIA O CANTÓN:

CARCHI			IMBABURA			PICHINCHA					
Tulcán		Bolívar		Otavalo		Antonio Ante		Rumiñahui		Pedro Moncayo	
Huaca		Espejo		Cotacachi		Pimampiro		Quito		Cayambe	
Montúfar		Mira		Urcuquí							

3. MODO DE TRANSPORTE HACIA LA UTN:

Seleccione el medio y modo de transporte que usa con mayor frecuencia para ir hacia la UTN:

NO MOTORIZADOS	BUS	TAXI	RECORRIDO (BUSETA ESCOLAR)
Caminata	Un solo bus	Número de ocupantes en el viaje	Número de ocupantes en el viaje
Bicicleta	Dos buses	(no incluya chofer)	(no incluya chofer)

AUTOMÓVIL				MOTOCICLETA			
1	Conduzco mi propio vehículo y viajo sólo hasta la UTN	¿Cuenta con estacionamiento en el interior de la UTN?	Si	1	Conduzco mi propio vehículo y viajo sólo hasta la UTN	¿Cuenta con estacionamiento en el interior de la UTN?	Si
2	Comparto el vehículo con otros ocupantes al mismo destino		No	2	Comparto el vehículo con otro ocupante al mismo destino		No
3	Soy llevado por alguien con distinto destino	Número de ocupantes en el viaje		3	Soy llevado por alguien con distinto destino	Número de ocupantes en el viaje	
TIPO DE VEHÍCULO							
Sedán/Automóvil		SUV/Urbano		Jeep/Camioneta			

- ¿Qué tiempo le toma en llegar hasta la UTN utilizando el modo anterior? _____ horas _____ minutos
- De cada 5 viajes realizados hacia la UTN, ¿cuántos los ejecuta utilizando este modo? _____ / 5 viajes

Seleccione el segundo modo más usado para ir hacia la UTN:

NO MOTORIZADOS	BUS	TAXI	RECORRIDO (BUSETA ESCOLAR)
Caminata	Un solo bus	Número de ocupantes en el viaje	Número de ocupantes en el viaje
Bicicleta	Dos buses	(no incluya chofer)	(no incluya chofer)

AUTOMÓVIL				MOTOCICLETA			
1	Conduzco mi propio vehículo y viajo sólo hasta la UTN	¿Cuenta con estacionamiento en el interior de la UTN?	Si	1	Conduzco mi propio vehículo y viajo sólo hasta la UTN	¿Cuenta con estacionamiento en el interior de la UTN?	Si
2	Comparto el vehículo con otros ocupantes al mismo destino		No	2	Comparto el vehículo con otro ocupante al mismo destino		No
3	Soy llevado por alguien con distinto destino	Número de ocupantes en el viaje		3	Soy llevado por alguien con distinto destino	Número de ocupantes en el viaje	
TIPO DE VEHÍCULO							
Sedán/Automóvil		SUV/Urbano		Jeep/Camioneta			

- ¿Qué tiempo le toma en llegar hasta la UTN utilizando el modo anterior? _____ horas _____ minutos

Figura AIII.1 Encuesta aplicada a la población universitaria, parte

ANEXO IV PROCESAMIENTO DE DATOS

	Género	Horario	Edad	Ocupación	Facultad Dependencia	Viajes_Diarios	Origen_Viajes	Origen_Urbano	Origen_Rural	Origen_Otra_P_C	Origen_Carchi	Origen_Imbabura	Origen_Pichincha
1	Femenino	Mañana	20 o menos	Estudiante	FACAE	1	Sector Ur...	Milagro	N.S.P.	N.S.P.	N.S.P.	N.S.P.	N.S.P.
2	Femenino	Mañana	20 o menos	Estudiante	FACAE	1	Sector Ur...	Yacucalle	N.S.P.	N.S.P.	N.S.P.	N.S.P.	N.S.P.
3	Masculino	Mañana	20 o menos	Estudiante	FACAE	1	Sector Ur...	La Florida	N.S.P.	N.S.P.	N.S.P.	N.S.P.	N.S.P.
4	Femenino	Mañana y ...	20 o menos	Estudiante	FACAE	2	Sector Ur...	Jardín de ...	N.S.P.	N.S.P.	N.S.P.	N.S.P.	N.S.P.
5	Femenino	Mañana	21 a 30	Estudiante	FACAE	1	Otra Provi...	N.S.P	N.S.P.	Imbabura	N.S.P.	Otavalo	N.S.P.
6	Femenino	Mañana y ...	21 a 30	Estudiante	FACAE	1	Otra Provi...	N.S.P	N.S.P.	Pichincha	N.S.P.	N.S.P.	Pedro Mo...
7	Femenino	Mañana	20 o menos	Estudiante	FACAE	1	Sector Ur...	Parque C...	N.S.P.	N.S.P.	N.S.P.	N.S.P.	N.S.P.
8	Femenino	Mañana	20 o menos	Estudiante	FACAE	1	Sector Ur...	La Campiña	N.S.P.	N.S.P.	N.S.P.	N.S.P.	N.S.P.
9	Masculino	Mañana	20 o menos	Estudiante	FACAE	1	Otra Provi...	N.S.P	N.S.P.	Imbabura	N.S.P.	Urcuquí	N.S.P.
10	Femenino	Mañana	20 o menos	Estudiante	FACAE	1	Sector Ur...	Priorato	N.S.P.	N.S.P.	N.S.P.	N.S.P.	N.S.P.
11	Masculino	Mañana y ...	20 o menos	Estudiante	FACAE	2	Sector Ur...	Los Ceibos	N.S.P.	N.S.P.	N.S.P.	N.S.P.	N.S.P.
12	Femenino	Mañana	21 a 30	Estudiante	FACAE	1	Otra Provi...	N.S.P	N.S.P.	Imbabura	N.S.P.	Antonio Ante	N.S.P.

Figura AIV.1 Vista de base de datos en SPSS, parte 1

	Transporte_Ida_1	Ida_1_Buses	Ida_1_Taxi	Ida_1_Re corrido	Ida_1_Automóvil	Ida_1_Auto Estacionamiento	Ida_1_Auto Ocupantes	Ida_1_Auto Tipo	Ida_1_Motocicleta	Ida_1_Moto Estacionamiento	Ida_1_Moto Ocupantes	Tiempo_Ida_1	Cantidad_Ida_1
1	Bus	Un solo bus	0	0	N.S.P.	N.S.P	0	N.S.P.	N.S.P.	N.S.P.	N.S.P.	0 31 - 60 min	3
2	Bus	Un solo bus	0	0	N.S.P.	N.S.P	0	N.S.P.	N.S.P.	N.S.P.	N.S.P.	0 31 - 60 min	4
3	Bus	Un solo bus	0	0	N.S.P.	N.S.P	0	N.S.P.	N.S.P.	N.S.P.	N.S.P.	0 1 h - 2 h	4
4	Automóvil	N.S.P.	0	0	Llevado	N.S.P	2	Camioneta	N.S.P.	N.S.P.	N.S.P.	0 11 - 20 min	5
5	Bus	Dos buses	0	0	N.S.P.	N.S.P	0	N.S.P.	N.S.P.	N.S.P.	N.S.P.	0 1 h - 2 h	5
6	Bus	Un solo bus	0	0	N.S.P.	N.S.P	0	N.S.P.	N.S.P.	N.S.P.	N.S.P.	0 1 h - 2 h	5
7	Bus	Un solo bus	0	0	N.S.P.	N.S.P	0	N.S.P.	N.S.P.	N.S.P.	N.S.P.	0 31 - 60 min	5
8	Bus	Dos buses	0	0	N.S.P.	N.S.P	0	N.S.P.	N.S.P.	N.S.P.	N.S.P.	0 1 h - 2 h	5
9	Bus	Dos buses	0	0	N.S.P.	N.S.P	0	N.S.P.	N.S.P.	N.S.P.	N.S.P.	0 1 h - 2 h	5
10	Bus	Un solo bus	0	0	N.S.P.	N.S.P	0	N.S.P.	N.S.P.	N.S.P.	N.S.P.	0 1 - 10 min	5
11	Bus	Un solo bus	0	0	N.S.P.	N.S.P	0	N.S.P.	N.S.P.	N.S.P.	N.S.P.	0 21 - 30 min	4
12	Bus	Dos buses	0	0	N.S.P.	N.S.P	0	N.S.P.	N.S.P.	N.S.P.	N.S.P.	0 21 - 30 min	4

Figura AIV.2 Vista de base de datos en SPSS, parte 2

	Transporte_Ida_2	Ida_2_Buses	Ida_2_Taxi	Ida_2_Re corrido	Ida_2_Automóvil	Ida_2_Auto Estacionamiento	Ida_2_Auto Ocupantes	Ida_2_Auto Tipo	Ida_2_Motocicleta	Ida_2_Moto Estacionamiento	Ida_2_Moto Ocupantes	Tiempo_Ida_2	Cantidad_Ida_2
1	Automóvil	N.S.P.	0	0	Llevado	N.S.P	2	SUV/Urbano	N.S.P.	N.S.P.	N.S.P.	0 11 - 20 min	2
2	Taxi	N.S.P.	1	0	N.S.P.	N.S.P	0	N.S.P.	N.S.P.	N.S.P.	N.S.P.	0 11 - 20 min	1
3	Taxi	Un solo bus	3	0	N.S.P.	N.S.P	0	N.S.P.	N.S.P.	N.S.P.	N.S.P.	0 31 - 60 min	1
4	N.S.P.	N.S.P.	0	0	N.S.P.	N.S.P	0	N.S.P.	N.S.P.	N.S.P.	N.S.P.	0 N.S.P.	N.S.P.
5	N.S.P.	N.S.P.	0	0	N.S.P.	N.S.P	0	N.S.P.	N.S.P.	N.S.P.	N.S.P.	0 N.S.P.	N.S.P.
6	N.S.P.	N.S.P.	0	0	N.S.P.	N.S.P	0	N.S.P.	N.S.P.	N.S.P.	N.S.P.	0 N.S.P.	N.S.P.
7	N.S.P.	N.S.P.	0	0	N.S.P.	N.S.P	0	N.S.P.	N.S.P.	N.S.P.	N.S.P.	0 N.S.P.	N.S.P.
8	N.S.P.	N.S.P.	0	0	N.S.P.	N.S.P	0	N.S.P.	N.S.P.	N.S.P.	N.S.P.	0 N.S.P.	N.S.P.
9	N.S.P.	N.S.P.	0	0	N.S.P.	N.S.P	0	N.S.P.	N.S.P.	N.S.P.	N.S.P.	0 N.S.P.	N.S.P.
10	N.S.P.	N.S.P.	0	0	N.S.P.	N.S.P	0	N.S.P.	N.S.P.	N.S.P.	N.S.P.	0 N.S.P.	N.S.P.
11	Taxi	N.S.P.	1	0	N.S.P.	N.S.P	0	N.S.P.	N.S.P.	N.S.P.	N.S.P.	0 1 - 10 min	1
12	Taxi	N.S.P.	1	0	N.S.P.	N.S.P	0	N.S.P.	N.S.P.	N.S.P.	N.S.P.	0 11 - 20 min	1

Figura AIV.3 Vista de base de datos en SPSS, parte 3

	Destino_Viajes	Destino_Urbano	Destino_Rural	Destino_Otra_P_C	Destino_Carchi	Destino_Imbabura	Destino_Pichincha
1	Sector Ur...	Milagro	N.S.P.	N.S.P.	N.S.P.	N.S.P.	N.S.P.
2	Sector Ur...	Yacucalle	N.S.P.	N.S.P.	N.S.P.	N.S.P.	N.S.P.
3	Sector Ur...	La Florida	N.S.P.	N.S.P.	N.S.P.	N.S.P.	N.S.P.
4	Sector Ur...	Jardín de ...	N.S.P.	N.S.P.	N.S.P.	N.S.P.	N.S.P.
5	Otra Provi...	N.S.P	N.S.P.	Imbabura	N.S.P.	Otavalo	N.S.P.
6	Otra Provi...	N.S.P	N.S.P.	Pichincha	N.S.P.	N.S.P.	Pedro Mo...
7	Sector Ur...	Parque C...	N.S.P.	N.S.P.	N.S.P.	N.S.P.	N.S.P.
8	Sector Ur...	La Campiña	N.S.P.	N.S.P.	N.S.P.	N.S.P.	N.S.P.
9	Otra Provi...	N.S.P	N.S.P.	Imbabura	N.S.P.	Urcuquí	N.S.P.
10	Sector Ur...	Priorato	N.S.P.	N.S.P.	N.S.P.	N.S.P.	N.S.P.
11	Sector Ur...	Los Ceibos	N.S.P.	N.S.P.	N.S.P.	N.S.P.	N.S.P.
12	Otra Provi...	N.S.P	N.S.P.	Imbabura	N.S.P.	Antonio Ante	N.S.P.

Figura AIV.4 Vista de base de datos en SPSS, parte 4

	Transporte_Regreso_1	Regreso_1_Bus	Regreso_1_Taxi	Regreso_1_Recorrido	Regreso_1_Automovil	Regreso_1_Auto_estacionam	Regreso_1_Auto_Ocupantes	Regreso_1_Auto_Tipo	Regreso_1_Motocicleta	Regreso_1_Moto_estacionam	Regreso_1_Moto_Ocupantes	Tiempo_Regreso_1	Cantidad_Regreso_1
1	Bus	Un solo bus	0	0	N.S.P.	N.S.P.	0	N.S.P.	N.S.P.	N.S.P.	0	31 - 60 min	5
2	Bus	Un solo bus	0	0	N.S.P.	N.S.P.	0	N.S.P.	N.S.P.	N.S.P.	0	11 - 20 min	5
3	Bus	Un solo bus	0	0	N.S.P.	N.S.P.	0	N.S.P.	N.S.P.	N.S.P.	0	1 h - 2 h	4
4	Bus	Un solo bus	0	0	N.S.P.	N.S.P.	0	N.S.P.	N.S.P.	N.S.P.	0	31 - 60 min	5
5	Bus	Dos buses	0	0	N.S.P.	N.S.P.	0	N.S.P.	N.S.P.	N.S.P.	0	1 h - 2 h	5
6	Bus	Un solo bus	0	0	N.S.P.	N.S.P.	0	N.S.P.	N.S.P.	N.S.P.	0	1 h - 2 h	5
7	Bus	Un solo bus	0	0	N.S.P.	N.S.P.	0	N.S.P.	N.S.P.	N.S.P.	0	21 - 30 min	5
8	Bus	Dos buses	0	0	N.S.P.	N.S.P.	0	N.S.P.	N.S.P.	N.S.P.	0	1 h - 2 h	5
9	Bus	Dos buses	0	0	N.S.P.	N.S.P.	0	N.S.P.	N.S.P.	N.S.P.	0	1 h - 2 h	5
10	Bus	Un solo bus	0	0	N.S.P.	N.S.P.	0	N.S.P.	N.S.P.	N.S.P.	0	1 - 10 min	5
11	Bus	Un solo bus	0	0	N.S.P.	N.S.P.	0	N.S.P.	N.S.P.	N.S.P.	0	21 - 30 min	5
12	Bus	Un solo bus	0	0	N.S.P.	N.S.P.	0	N.S.P.	N.S.P.	N.S.P.	0	1 h - 2 h	4

Figura AIV.5 Vista de base de datos en SPSS, parte 5

	Transporte_Regreso_2	Regreso_2_Bus	Regreso_2_Taxi	Regreso_2_Recorrido	Regreso_2_Automovil	Regreso_2_Auto_estacionam	Regreso_2_Auto_Ocupantes	Regreso_2_Auto_Tipo	Regreso_2_Motocicleta	Regreso_2_Moto_estacionam	Regreso_2_Moto_Ocupantes	Tiempo_Regreso_2	Cantidad_Regreso_2
1	N.S.P.	N.S.P.	0	0	N.S.P.	N.S.P.	0	N.S.P.	N.S.P.	N.S.P.	0	N.S.P.	N.S.P.
2	N.S.P.	N.S.P.	0	0	N.S.P.	N.S.P.	0	N.S.P.	N.S.P.	N.S.P.	0	N.S.P.	N.S.P.
3	Taxi	N.S.P.	1	0	N.S.P.	N.S.P.	0	N.S.P.	N.S.P.	N.S.P.	0	21 - 30 min	1
4	N.S.P.	N.S.P.	0	0	N.S.P.	N.S.P.	0	N.S.P.	N.S.P.	N.S.P.	0	N.S.P.	N.S.P.
5	N.S.P.	N.S.P.	0	0	N.S.P.	N.S.P.	0	N.S.P.	N.S.P.	N.S.P.	0	N.S.P.	N.S.P.
6	N.S.P.	N.S.P.	0	0	N.S.P.	N.S.P.	0	N.S.P.	N.S.P.	N.S.P.	0	N.S.P.	N.S.P.
7	N.S.P.	N.S.P.	0	0	N.S.P.	N.S.P.	0	N.S.P.	N.S.P.	N.S.P.	0	N.S.P.	N.S.P.
8	N.S.P.	N.S.P.	0	0	N.S.P.	N.S.P.	0	N.S.P.	N.S.P.	N.S.P.	0	N.S.P.	N.S.P.
9	N.S.P.	N.S.P.	0	0	N.S.P.	N.S.P.	0	N.S.P.	N.S.P.	N.S.P.	0	N.S.P.	N.S.P.
10	N.S.P.	N.S.P.	0	0	N.S.P.	N.S.P.	0	N.S.P.	N.S.P.	N.S.P.	0	N.S.P.	N.S.P.
11	N.S.P.	N.S.P.	0	0	N.S.P.	N.S.P.	0	N.S.P.	N.S.P.	N.S.P.	0	N.S.P.	N.S.P.
12	Bus	Dos buses	0	0	N.S.P.	N.S.P.	0	N.S.P.	N.S.P.	N.S.P.	0	31 - 60 min	1

Figura AIV.6 Vista de base de datos en SPSS, parte 6