



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
DIVISIÓN DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO**



**LA PERCEPCIÓN DE LA COMODIDAD EN EL  
TRANSPORTE PÚBLICO Y SU RELACIÓN CON LAS  
CARACTERÍSTICAS SOCIOECONÓMICAS DE LOS  
USUARIOS.**

**TESIS**

Que como parte de los requisitos para obtener el grado de

**Maestro en Ingeniería de Vías Terrestres y Movilidad**

Presenta:

**Ing. Rocío Adriana Hernández Rubio**

**Santiago de Querétaro, Querétaro, junio de 2018.**



Universidad Autónoma de Querétaro  
 Facultad de Ingeniería  
 Maestría en Ingeniería de Vías Terrestres y Movilidad

LA PERCEPCIÓN DE LA COMODIDAD EN EL TRANSPORTE PÚBLICO Y SU  
 RELACIÓN CON LAS CARACTERÍSTICAS SOCIOECONÓMICAS DE LOS  
 USUARIOS.

**Tesis**

Que como parte de los requisitos para obtener el título de  
 Maestro en Ingeniería de Vías Terrestres y Movilidad

**Presenta:**

Ing. Rocío Adriana Hernández Rubio

**Dirigido por:**

Dr. Saúl Antonio Obregón Biosca

**SINODALES**


Dr. Saúl Antonio Obregón Biosca.  
 Presidente

Dr. Roberto de la Llata Gómez  
 Secretario

Dr. Juan Bosco Hernández Zaragoza  
 Vocal

Dra. Teresa López Lara  
 Suplente

Dr. Ricardo Montoya Zamora  
 Suplente

  
 \_\_\_\_\_  
 Dr. Manuel Toledano Ayala  
 Director de la Facultad

  
 \_\_\_\_\_  
 Firma  
 \_\_\_\_\_  
 Firma  
 \_\_\_\_\_  
 Firma  
 \_\_\_\_\_  
 Firma  
 \_\_\_\_\_  
 Firma

  
 \_\_\_\_\_  
 Dra. Ma. Guadalupe Flavia Loarca Piña  
 Directora de Investigación y Posgrado

## RESUMEN

Los cambios que se presentan el mundo, en específico en las grandes ciudades se deben al gran crecimiento que presenta la población y todo lo que esto conlleva, existe una necesidad palpitante en adquirir una mejor movilidad de un origen a un destino tanto de personas como de mercancía en un tiempo y en un lugar específicos con el fin de realizar una actividad, el desarrollo de la población ha incrementado la demanda de los medios de transporte y con ello la necesidad de adaptar la oferta a la demanda. Las grandes ciudades necesitan un sistema de transporte capaz de ofrecer a los usuarios un traslado eficiente y funcional de un lugar a otro; buscar que los usuarios de los vehículos privados prefieran el transporte público haría que fuera una alternativa sostenible. Existe evidencia de que mejorando atributos de calidad en el transporte público hace que éste sea una alternativa más atractiva y eficaz ante la elección del modo de transporte, entre ellos se encuentra el atributo de la comodidad dentro del transporte público, según la Academia Mexicana de la Lengua, la comodidad se define como la sensación que se percibe de estar a gusto. La percepción de la comodidad es heterogénea debido a que los usuarios del transporte público lo son en sí y la elección de viajar en ese modo de transporte es un proceso que refleja diferentes actitudes de usuario, entre las que se encuentra el nivel socioeconómico. Relacionar atributos del usuario y su nivel percibido de comodidad puede llevarse a cabo mediante métodos estadísticos y logísticos. En la presente investigación el ámbito de estudio será la zona metropolitana de Querétaro, mediante la aplicación de encuestas O-D y de percepción de la comodidad en los hogares como unidad de muestreo y AGEB como marco de muestreo, considerando los supuestos establecidos en la Teoría de la Utilidad Aleatoria (TUA) con el objetivo de identificar una variable que permita determinar mediante un modelo de elección discreta si existe una relación entre la percepción de la comodidad y las características socioeconómicas de los usuarios.

**Palabras clave:** Transporte público, comodidad, percepción, características socioeconómicas, modelo de elección discreta, Teoría de la Utilidad Aleatoria.

## SUMMARY

The changes that occurs in the world, in particular in the large cities are due to the growth of the population and all that that entails, there is a need throbbing in acquiring a better mobility from a source to a destination of both people and goods in a time and place for the purpose of carrying out an activity, the development of the population has increased the demand for the means of transport and the need to adapt supply to demand. The big cities need a transport system capable of offering users a functional and efficient transfer from one place to another; find that users of private vehicles prefer public transport would make a sustainable alternative. There is evidence that improving quality attributes in the public transport makes it a more attractive alternative and effective, among them is the attribute of the comfort within the public transport, according to the Mexican Academy of Language, the comfort is defined as the sensation that is perceived to be at ease. The perception of comfort is heterogeneous because users of public transport you are in and the choice of traveling in this mode of transport is a process that reflects different attitudes, among which is the socio-economic level. Relate the user attitudes and perceived level of comfort can be done using statistical methods and logistics. In the present investigation the field of study will be the metropolitan area of Querétaro, through the implementation of surveys O-D and perception of the comfort in the households as a sampling unit and AGEB as a sampling frame with the aim of identifying a variable to determine through a model of discrete choice if there is a relationship between the perception of the comfort and the socio-economic characteristics of the users.

**Keywords:** mobility, public transport, comfort, perception, socio-economic characteristics, AGEB, surveys, variable, model of discrete choice.

A Betty

## **AGRADECIMIENTOS**

Gracias al consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) y a la Universidad Autónoma de Querétaro por el apoyo económico y financiamiento brindados para realizar esta investigación.

Agradezco al Dr. Saúl Antonio Obregón Biosca por su apoyo y guía incondicional en la elaboración del presente trabajo.

Agradezco al Dr. Roberto de la Lata por la estancia brindada en el Centro Queretano de Recursos Naturales y su ayuda en el diseño de la muestra.

Agradezco al Dr. Ricardo Montoya Zamora por su ayuda con el programa *TransCad*.

Agradezco a mis sinodales Dr. Juan Bosco Hernández y Dra. Teresa López Lara por su tiempo brindado.

Agradezco a la Dra. María de la Luz Pérez Rea por su gran apoyo.

Agradezco a mis padres por todo su amor y comprensión hacia mí, a mi hija Vale, gracias por ser tan creativa y tener los mejores comentarios siempre.

Y sobre todo agradezco al mejor compañero que pude haber tenido, José Eduardo Reyes Oloño, gracias por haber sido mi compañero de vida y mi mejor maestro. SLYSFM.

## ÍNDICE

RESUMEN.....	III
SUMMARY .....	IV
AGRADECIMIENTOS.....	VI
1. INTRODUCCIÓN .....	1
1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA .....	3
1.2 OBJETIVOS .....	4
1.3 HIPÓTESIS .....	4
2. ESTADO DEL ARTE.....	5
2.1 COMODIDAD.....	9
2.2 TRANSPORTE PÚBLICO .....	9
2.3 TRANSPORTE PÚBLICO EN EL MUNDO.....	10
2.4 MODELOS DE ELECCIÓN DISCRETA .....	12
2.5 TEORÍA DE UTILIDAD ALEATORIA .....	14
3. METODOLOGÍA .....	15
3.1 PLANIFICACIÓN PRELIMINAR.....	16
3.1.1 Ámbito de estudio .....	17
3.2 SELECCIÓN DEL MÉTODO DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	18
3.2.1 Encuesta origen destino (O-D) .....	18
3.2.2 Revisión de técnicas de muestreo y estratificación .....	19
3.2.3 Método de muestreo .....	20
3.3 DISEÑO DE LA MUESTRA .....	21
3.3.1 Revisión del Grafo .....	22
3.3.2 Diseño del tamaño óptimo de la muestra.....	24
3.4 DISEÑO DEL CUESTIONARIO.....	32
3.4.1 Cuestionario O-D.....	32
3.4.2 Cuestionario de comodidad .....	32
3.4.3 Proceso de Jerarquía Analítica .....	34

3.4.4	Proceso de Jerarquía Analítica aplicado al cuestionario .....	35
3.5	APLICACIÓN DE LA ENCUESTA Y TRABAJO DE CAMPO .....	39
3.5.1	Encuesta Piloto.....	39
3.5.2	Aplicación las encuestas .....	40
3.6	CODIFICACIÓN, EDICIÓN Y MANEJO DE DATOS .....	40
3.6.1	Recolección de datos .....	41
3.6.2	Variables que forman la base de datos.....	41
3.6.3	Distancia y tiempo de viaje .....	44
3.6.4	Costo generalizado (GC) .....	46
3.6.5	Valor del tiempo.....	47
3.6.6	Costo monetario de usar el vehículo.....	48
3.6.7	Atributos del medio de transporte .....	50
3.7	MODELO DE ELECCIÓN DISCRETA.....	58
4.	RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	59
4.1.1	Estadística descriptiva .....	59
4.1.2	Percepción del transporte público.....	68
4.1.3	Percepción de la comodidad en el transporte público .....	72
4.2	RELACIÓN ENTRE EL NIVEL SOCIOECONÓMICO Y LA COMODIDAD. ....	86
4.3	MODELOS DE ELECCIÓN DISCRETA. ....	87
5.	CONCLUSIONES .....	89
6.	LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN FUTURAS.....	91
7.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	92
	APÉNDICES .....	99



## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Variables de comodidad.....	8
Tabla 2. Correlación de variables.....	24
Tabla 3. Ingreso semanal.....	25
Tabla 4. Habitantes por hogar.....	25
Tabla 5. Estratos propuestos.....	26
Tabla 6. Tamaño de la muestra.....	27
Tabla 7. Tamaño de la muestra (primera estimación).....	27
Tabla 8. Tamaño de la muestra (segunda estimación).....	29
Tabla 9. Tamaño de la muestra (tercera estimación).....	30
Tabla 10. Tamaño de la muestra (estimación final).....	31
Tabla 11. Cuestionario de la percepción de la comodidad dentro del transporte público.....	33
Tabla 12. Escala ordinal.....	34
Tabla 13. Peso promedio de las preguntas.....	36
Tabla 14. Proceso de Jerarquía Analítica.....	38
Tabla 15. Valores de inconsistencia en el Proceso de Jerarquía Analítica.....	39
Tabla 16. Tabla 1 de variables que componen la base de datos.....	42
Tabla 17. Tabla 2 de variables que componen la base de datos.....	43
Tabla 18. Tabla Origen Destino O-D.....	44
Tabla 19. Estimación de distancia y tiempo en el programa TransCad.....	45
Tabla 20. Valor del tiempo.....	48
Tabla 21. Costo y rendimiento de la gasolina.....	48
Tabla 22. Costo monetario al utilizar el automóvil.....	49
Tabla 23. Indicador de comodidad.....	50
Tabla 24. Sexo.....	59
Tabla 25. Rangos de edad.....	60
Tabla 26. Grado de educación.....	60
Tabla 27. Estudia actualmente.....	61
Tabla 28. Ocupación principal.....	61
Tabla 29. Sector de actividad económica.....	62

Tabla 30. Percibe salario o es dependiente. ....	62
Tabla 31. Ingreso semanal por hogar. ....	63
Tabla 32. Números de vehículo por hogar. ....	63
Tabla 33. Cuenta con licencia de conducir. ....	64
Tabla 34. Años con licencia de conducir. ....	64
Tabla 35. Distancia. ....	65
Tabla 36. Tiempo total de viaje. ....	65
Tabla 37. Costo generalizado. ....	66
Tabla 38. Atributo del medio. ....	66
Tabla 39. Tiempo de camino al parabús y esperando el autobús. ....	67
Tabla 40. ¿Le complacen los medios de transporte?. ....	68
Tabla 41. ¿Por qué no le complacen los medios de transporte?. ....	69
Tabla 42. ¿Por qué no usan el TP?. ....	70
Tabla 43. ¿Usaría el TP?. ....	71
Tabla 44. Comodidad dentro del autobús. ....	72
Tabla 45. Incómodo. ....	73
Tabla 46. Altura de los escalones. ....	74
Tabla 47. Acceso y salida. ....	75
Tabla 48. Asiento. ....	76
Tabla 49. Limpieza. ....	77
Tabla 50. Temperatura. ....	78
Tabla 51. Ruido. ....	79
Tabla 52. Olor. ....	80
Tabla 53. Iluminación. ....	81
Tabla 54. Agarre de manos. ....	82
Tabla 55. Trato del conductor. ....	83
Tabla 56. Modelos de elección discreta. ....	88

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Proceso metodológico.....	15
Ilustración 2. Zona Conurbada de Querétaro. ....	17
Ilustración 3. Grafo de la ZCQ.....	22
Ilustración 4. Zona Conurbada de Querétaro. ....	23
Ilustración 5. Distribución de las 2,423 encuestas en la ZCQ.....	28
Ilustración 6. Distribución de las 21 macrozonas.....	28
Ilustración 7. Distribución de las 2,434 encuestas en la ZCQ.....	29
Ilustración 8. Importancia relativa.....	37
Ilustración 9. Datos codificados.....	41
Ilustración 10. Estadística descriptiva: comodidad dentro del autobús. ....	72
Ilustración 11. Estadística descriptiva: Incómodo. ....	73
Ilustración 12. Estadística descriptiva: altura de los escalones. ....	74
Ilustración 13. Estadística descriptiva: acceso y salida. ....	75
Ilustración 14. Estadística descriptiva: asiento. ....	76
Ilustración 15. Estadística descriptiva: limpieza.....	77
Ilustración 16. Estadística descriptiva: temperatura.....	78
Ilustración 17. Estadística descriptiva: ruido.....	79
Ilustración 18. Estadística descriptiva: Olor.....	80
Ilustración 19. Estadística descriptiva: iluminación.....	81
Ilustración 20. Estadística descriptiva: agarre de manos.....	82
Ilustración 21. Estadística descriptiva: atributo del autobús.....	83
Ilustración 22. Relación entre comodidad y nivel socioeconómico. ....	86

## 1. INTRODUCCIÓN

En Ortúzar y Willumsen (2008) se afirma que la demanda de servicios de transporte tiene características que la diferencian claramente de la demanda de otros bienes y servicios. Ortúzar y Román (2003) exponen que no se demanda viajar *per se*, si no que se hace con el objetivo de realizar una actividad en un tiempo y espacio específicos, aquí yace la importancia de un sistema de transporte capaz de dar demanda a los usuarios.

En Espino *et al.* (2004) se asegura que existe una necesidad de adaptar la oferta de transporte a la demanda. Ahora bien, para satisfacer la demanda de servicios de transporte, Ortúzar y Román (2003) sostienen que se requiere la interacción la infraestructura, los servicios y un sistema de gestión. La elección el modo de transporte de los usuarios es asignada mediante un análisis óptimo donde se analizan las ofertas y sus respectivas características (Transconsult, 2014).

Buscar que usuarios de vehículo privado prefieran el transporte público (TP) haría que el TP fuera una alternativa sostenible y viable (Holmgren, 2007); algunas políticas tales como la mejora de la calidad del TP podrían inclinar a los usuarios de VP a usuarios de TP, y con ello tener un impacto positivo en la mitigación de atascos de tráfico, contaminación atmosférica y ruido (Tennøy, 2010). Redman *et al.* (2013) afirman que existen atributos de calidad al transporte público que, siendo mejorados, atraerían a los usuarios de vehículo privado; por su parte, Castellanos y Fruett (2013) clasifican la Movilidad, Información, Seguridad y Comodidad, como los temas que mejorarían la calidad del TP, resaltando que el tema de mayor desafío en su medición es la comodidad, debido a que depende de la percepción humana y es afectado por varios factores.

En Förstberg (2000) se especifica que los factores humanos (como género y edad), los factores ambientales (como temperatura, ruido y presión), los factores espaciales (como espacio, espacio para las piernas, forma del asiento,

entre otros) y los factores de movimiento dinámico influyen en la percepción de la comodidad.

En el sentido de la satisfacción del usuario, Iseki y Taylor (2010) aseveran que el determinante más importante tiene poco que ver con las características físicas, y mucho más que ver con el acceso a un servicio frecuente, fiable en un ambiente de seguridad personal.

Strandemar (2005) expone que la objetividad de evaluar la comodidad permite la repetibilidad, la comparación y la creación de escalas; sin embargo, Lin *et al.* (2010) afirman que realizar estadísticas sobre la comodidad es una tarea costosa en términos de recursos humanos, recursos económicos y tiempo.

La comodidad percibida por pasajeros del TP es fundamental ya que ellos son los consumidores del servicio, por lo anterior en Eboli y Mazzulla (2011), se determina que la percepción de las cualidades del TP resultan heterogéneas debido a que los pasajeros lo son en sí, y resalta factores como sus comportamientos, edad, sexo, características económicas, entre otros; al respecto Batarce *et al.* (2015) afirman que la decisión de viaje relacionada con la comodidad es un proceso mental donde participan las actitudes del usuario, estado psicológico, preferencias y nivel socioeconómico.

Una metodología propuesta para medir la comodidad percibida en el sistema de TP se expone en Tyrinopoulos y Antoniou (2008) en donde relacionan el comportamiento de los usuarios y su nivel de satisfacción mediante métodos estadísticos y logísticos. Recientemente, Li y Hensher (2012) exponen que para cuantificar la comodidad se deberá usar la elección de métodos de preferencias declaradas.

## 1.1 Descripción del problema

La elección del modo de transporte está asociada a diferentes factores tanto sociales como culturales, es por ello que la elección del transporte público (TP) como modo de transporte está determinada por variables entre las que se encuentra la comodidad como un atributo de calidad, la necesidad de que ésta sea medida y relacionada con el nivel socioeconómico de los usuarios reside en poder determinar medidas para ofertar un servicio de calidad que cumpla con las expectativas de los diferentes usuarios y contribuir a la planeación del TP sustentable y demandante.

Se determina que la demanda del TP está ligada directamente con la necesidad de ofertar lo que los usuarios perciben como su mejor opción para que realicen la elección (Espino *et al.*, 2004); la necesidad de que el TP sea capaz de competir con el vehículo privado a través de mejoras de calidad como lo es la comodidad, conllevan a plantearse la forma más conveniente de medir los parámetros de comodidad dentro del TP percibidos por los usuarios (Eboli y Mazzulla, 2011), y en coincidencia con Barabino y Deiana (2013) es necesario incluir factores que no se han tomado en cuenta (como el tiempo de espera, lugares disponibles, tiempo de trayecto, ergonomía en los asientos) para el empleo en los sentimientos de satisfacción/insatisfacción de los clientes, mediante preferencia declaradas, tal como Li y Hensher (2012) sostienen.

En la Zona Conurbada de Querétaro (ZCQ), el TP es un tema marginado en políticas públicas que mejoren la calidad ofrecida, dejando a un lado la demanda en el sentido de comodidad de los usuarios y de los posibles usuarios si este mejorara. Se pretende desarrollar un indicador de la percepción de la comodidad en el transporte público en la ZCQ a partir de encuestas y mediante modelos de elección discreta para determinar si existe alguna relación entre el indicador y las características socioeconómicas de los usuarios.

## **1.2 Objetivos**

1.- Determinar qué variables son significativas en los modelos de elección discreta para la elección del modo de transporte.

2.- Considerando la medida de la satisfacción/insatisfacción percibida en el TP en el atributo de la comodidad, revisar si existe una relación entre esta percepción y las características socioeconómicas.

3.- Qué grado de relación existe entre la comodidad percibida en el TP y el Costo Generalizado en el Automóvil.

## **1.3 Hipótesis**

1. La percepción de comodidad en el TP está relacionada con la elección de dicho medio.
2. La percepción de comodidad en el TP está relacionada con las características socioeconómicas de los usuarios.
3. La elección del medio de transporte está relacionada con las características socioeconómicas de los usuarios.

## 2. ESTADO DEL ARTE

Desplazarse es una de las necesidades primordiales como ser humano, y para ello es necesario un modo de transporte, cuyo objetivo es movernos de un lugar a otro, y cuya demanda es derivada, lo que quiere decir que realizar un desplazamiento no es un fin en sí mismo, sino que tiene un objetivo claro al final del viaje (trabajo, salud, entretenimiento), con ello queda claro que la demanda de transporte tiene un lugar en relación al espacio y tiempo (Ortúzar y Willumsen, 2008).

Zatti (2012) manifiesta que el TP es un servicio público diseñado para satisfacer las necesidades de movilidad de los usuarios en una región, por lo tanto, para que éste sea eficiente es necesaria una planificación a corto y largo plazo que tome en cuenta los distintos atributos que la demandan (Espino, 2003).

Existe un vínculo importante entre lo que la empresa de TP oferta (producto y servicio ofrecido) y cómo reaccionar ante ello, mediante indicadores de la satisfacción del cliente se explica este vínculo (Felleson y Friman, 2008), y con ello predecir cómo se comportarán los usuarios del TP mediante los indicadores de satisfacción (Fornell, 1992), y tomar decisiones que contribuyan a sus mejoras.

Se afirma que la satisfacción del cliente en el TP depende de tres variables: El costo del viaje, las opciones de precios y el diseño de la estación (Andreassen, 1995), sin embargo,

Foote (2004) realizó un estudio en Chicago para aplicar medidas estratégicas que mejoraran el rendimiento en el transporte público, mediante encuestas se encontró que mejoras por aumentar la satisfacción en la comodidad de los usuarios tales como disponibilidad de asientos, limpieza, espacio libre de grafitis, seguridad, temperatura adecuada, dentro del autobús; y paradas de autobús limpias, con asientos, disponibilidad de refugio y el tiempo que de espera, fuera del autobús; han dado resultados positivos en la preferencia por el TP en Chicago, asegurando que es un proceso a largo plazo y que reunir las expectativas que los clientes tienen al hacer su elección es un proceso en el cual



se requiere hacer una inversión sustancial para que sea posible competir con los vehículos privados, pero que finalmente dará resultados favorables.

Siguiendo esta línea, un estudio realizado por Felleson y Firman (2008) en nueve ciudades europeas confirmó mediante sus resultados (basados en encuestas y análisis factorial) el impacto de la comodidad en la satisfacción obtenida dentro del TP (forma moderna del TP, limpieza, número de asientos) como una de las principales razones que los usuarios exigen.

Mediante una investigación basada en utilizar la percepción de pasajeros y desempeño de los organismos del TP, con una serie de indicadores subjetivos y objetivos se calculó la percepción de satisfacción, Eboli y Mazzulla (2011) sostienen que el punto de vista de los pasajeros es primordial para evaluar la calidad del TP. Siguiendo la misma línea, Tyrinopoulos y Antoniou (2008) se basan en aplicar dos tipos de métodos estadísticos para analizar a los usuarios del TP y su nivel de satisfacción (incluida la comodidad) con el uso de distintos modos de transporte al utilizar 23 atributos de la calidad.

Por su parte Iseki y Taylor (2008) decidieron utilizar una escala de *Likert* de cuatro puntos y una escala verbal para calificar en porcentaje, mediante las respuestas de los encuestados que clasificaron como muy importante cierto atributo respecto al número total de validez de las respuestas, encontraron los atributos más significativos para los usuarios del TP en el que la comodidad fue uno de ellos y el nivel de satisfacción.

Lin *et al.* (2010) propusieron un sistema de medición de comodidad llamado CMS, conformado por los datos obtenidos de voluntarios mediante detección de teléfono que calificaron sus experiencias diarias en el TP para medir el nivel de comodidad en cada paseo; datos obtenidos del TP y finalmente un algoritmo que coincidente para poder procesar los datos con fines estadísticos.

Con la finalidad de mejorar la calidad del servicio público, la reducción de los impactos negativos al medioambiente por parte del TP y una mejor accesibilidad, Wall y McDonald (2007) realizaron un estudio donde se midió la

satisfacción percibida por los usuarios del TP en Winchester, Inglaterra, al implementar medidas de calidad de la asociación (Quality Bus Pathership, QBP) dentro del autobús, determinaron que las tres influencias más positivas fueron: la frecuencia, la comodidad del viaje y la información de los viajes.

A partir de los años ochenta, los japoneses apuntaron por mejorar el concepto de calidad en sus productos con el fin de mejorar las expectativas de los clientes (Bergman y Klefsjo, 2003), por su parte se ha demostrado que la satisfacción que una empresa puede brindar a un usuario depende del uso de la información con que ésta cuenta (Edvardsson, 1998).

La Tabla 1. Variables de comodidad expone algunas de las variables de comodidad analizadas y su objetivo de estudio.

Tabla 1 Variables de comodidad.

Autor	Variable de Comodidad analizada	Objetivo de estudio
Redman <i>et al.</i> (2013).	Acceso a cinturón de seguridad, nivel de ruido, manejo del conductor y aire acondicionado.	Contribuir a comprender los aspectos de la calidad del TP que posiblemente atraerían a conductores de vehículos probados
Castellanos y Fruert (2013).	Aceleración y velocidad del autobús, Índice de confort	Desarrollar un sistema que evalúa los factores del movimiento dinámico que afectan la comodidad el TP.
Eboli y Mazzulla (2011).	Acumulación de personas dentro del autobús, aire acondicionado y limpieza.	Medir la calidad del servicio de TP
Stranderman (2005).	Vibración y ruido del vehículo	Desarrollar métodos sensitivos para evaluar la comodidad del viaje.
Batarce <i>et al.</i> (2015).	Congestionamiento en el TP, relajación durante el viaje, confianza en la hora de llegada, flexibilidad al elegir la hora de salida, facilidad de viajar con niños y maletas, seguridad, espacio disponible, asientos cómodos, accesibilidad a pasamanos, ventilación, temperatura, información de ruta e higiene y subida y bajada sin dificultad.	Analizar los atributos de comodidad en el sistema Bus Rapid Transit Systems (BTS)
Tyrinopoulos y Antoniou (2008)	Puntualidad, seguridad, distancia de viaje, limpieza, comportamiento del conductor y condiciones de espera.	Percepción del pasajero del en sistemas de tránsito.
Foote (2004).	Disponibilidad de asientos, limpieza, espacio libre de grafitis, seguridad y temperatura adecuada.	Mejorar el rendimiento del TP.
Wall y McDonald (2007).	Comodidad dentro del autobús en el viaje.	Mejorar la calidad del TP en Winchester.
Iseki y Taylor (2008).	Limpieza, suficiente espacio para sentarse, si el refugio de espera (parabús) protege de lluvia y sol, facilidad para conseguir ayuda, información de rutas, tiempo de espera, seguridad, iluminación,	Reducir la percepción negativa (cargas) fuera del vehículo.
Lin <i>et al.</i> (2010).	Vibraciones, comodidad dentro del autobús durante el viaje.	Medir la comodidad en el TP mediante dispositivos modernos.
Felleson y Firman (2008).	Forma moderna del autobús, limpieza, y número de asientos disponibles.	Comparar la percepción de satisfacción del TP en 8 ciudades europeas.

Fuente: Elaboración propia.

## **2.1 Comodidad**

La elección del modo de transporte por parte de los pasajeros depende de varios factores tales como tiempos de viaje y traslado, costo total, comodidad, confiabilidad y experiencia total del viaje (Imre *et al.*, 2017). Uno de los principales criterios que afectan la satisfacción de los clientes en el uso del transporte público es la comodidad, demostrándose que es de relevancia en la consideración de los pasajeros que utilizan el transporte público (Andaleeb *et al.*, 2007; Disney, 1998; Eboli *et al.*, 211). Imre *et al.* (2017) menciona que la comodidad del viaje se define como la facilidad del uso de las instalaciones, comodidad al conducir, condiciones ambientales, instalaciones complementarias y ergonómicas. Algunos autores relacionan la comodidad del transporte público considerando diferentes factores como Castellanos *et al.* (2013) se centran en los factores dinámicos que afectan la comodidad en el TP, tales como la comodidad al conducir y los efectos de la vibración y el movimiento, mientras que George *et al.* (2013) investigó los efectos de viajar de pie en el TP cuando el vehículo acelera.

## **2.2 Transporte público**

El transporte público, también denominado transporte masivo, es el transporte de pasajeros mediante el uso de vehículos de servicio público, éste constituye un factor muy significativo en cualquier país debido a su importancia como medio de transporte, ya que no importa qué tan desarrollado esté el país, cuántos vehículos privados tenga o cuál sea su nivel de vida, el transporte público siempre estará presente debido a que contribuye al desarrollo de este (Cal y Mayor y Cárdenas, 1994).

El autobús se convirtió en un medio de transporte público importante debido a la importancia de la carretera y a la flexibilidad de este, por ello la industria del autotransporte ha mejorado al incorporar características que hagan más atractivos a los mismos y con la finalidad de mejorar el servicio, tal como asientos más cómodos, mejor alumbrado, clima artificial, entre otros. Un autobús grande que transporta alrededor de pasajeros equivale a 29 vehículos privados, una persona

que viaja en un vehículo privado ocupa 45 metros cuadrados de vialidad aproximadamente mientras que la misma persona ocuparía seis metros cuadrados de autobús, estas equivalencias permiten apreciar las bondades importantes del autobús como medio de transporte público, y es que a través del desarrollo de este sistema, la sociedad obtendría mejoría en las condiciones de tránsito al disminuir el congestionamiento vehicular, menos contaminación y mejor movilidad (Cal y Mayor y Cárdenas, 1994; Paulley *et al.*, 2006).

El transporte público es una actividad perteneciente al sector terciario y se define como el desplazamiento de personas (usuarios) de un lugar (origen) a otro (destino), un sistema de movilidad sostenible está conformado por un transporte público bueno, con el fin de reducir la dependencia al vehículo privado y que este absorba la demanda existente (BCN,2008).

### **2.3 Transporte público en el mundo**

La necesidad de transportarse está ligada a la humanidad desde la antigüedad, siempre se está buscando la mejora de la movilidad y los medios para realizarla, en si el transporte público está relacionado con la demanda del servicio, es decir que éste no se solicita por sí mismo, sino para realizar otras actividades tales como trabajar, estudiar, salud, entretenimiento, entre otras, el transporte público se considera como un gran impulsor en el crecimiento de la economía de una ciudad, sin embargo, la demanda de vehículos privados ha aumentado en los últimos años, de hecho, según Bentes *et al.* (2010), se tienen más de mil millones de autos en el mundo y la tendencia está en aumento, teniendo un 13% de aumento en la producción de vehículos privados, en México este problema está cada vez más latente.

El sistema de transporte público debe garantizar primordialmente los siguientes factores: Vehículo, que se refiere a las unidades de transporte que generalmente suelen ser autobuses, trenes, trolebuses, metros, autobuses rápidos, etc.; infraestructura, que se refiere a los derechos de vía con los que

opera el sistema de transporte tales como paradas de autobús, estaciones terminales, depósitos de almacenaje de las unidades, centro de control, señalización, suministro de energía, entre otros; red de transporte, que se refiere a las rutas de autobuses, ramales, líneas, y todo lo referente en abastecer la demanda de los usuarios.

Algunas de las ciudades con mejores sistemas de transporte público son Tokio, Japón: Es un sistema de transporte masivo, basado en una combinación de red integrada de transportes, trenes livianos, ferry, buses y líneas de metro subterráneo, con este sistema es posible llegar a cualquier lugar dentro de la ciudad, ya que está conectado. Nueva York, Estados Unidos: compuesto por ferris, autobuses, trenes, metros, ciclovías y redes peatonales, este sistema de transporte permite a la ciudad ser la única ciudad de su país donde las personas utilizan más el transporte público que el privado. Londres, Inglaterra: compuesto por el DLR (sistema de tren liviano), buses de dos pisos y tren suburbano. Moscú, Rusia: consiste en un metro, el cual es el más preciso en el mundo, teniendo en cuenta, eficiencia, velocidad y belleza,

Incluso en países bajos puede existir una inclinación en el uso del transporte público sobre el vehículo privado, esto se explica si los costos son más económicos, si el modo de transporte es cómodo y si el tiempo de viaje es más corto que en el uso de vehículo privado (Ministry of Transport, Public Works and Water Management, 2010).

## 2.4 Modelos de elección discreta

Los modelos desagregados de estimación de la demanda consideran a los individuos o las familias, en lugar de las zonas geográficas, como unidad de análisis (Fisher, 1993). Estos consideran que la demanda de transporte se genera en la toma de decisiones individual maximizando las preferencias por parte de los usuarios del sistema (McFadden, 1997). Fischer (1993) y Ortúzar y Willumsen (2008) señalan que los modelos tienen estas propiedades:

- Pretenden explicar el comportamiento individual. Se basan en teorías relativas a la conducta de los usuarios del sistema de transportes.
- Se estiman utilizando datos individuales, por lo que, por un lado, resultan más eficientes en términos de utilización de la información y, por otro, son menos propensos a presentar errores de agregación.
- Son probabilísticos, ya que estiman la probabilidad de seleccionar cada alternativa, pero no cuál de ellas se elige exactamente.

El individuo selecciona, de entre varias alternativas posibles, la que tiene mayor utilidad. Las decisiones en materia de transportes se refieren a alternativas excluyentes, se adopta la perspectiva de los modelos de elección discreta.

Elección discreta se refiere a la elección de alternativa de transporte de los individuos frente a conjunto finito de posibilidades, estos modelos toman como marco de referencia la teoría de utilidad aleatoria. Para realizar estudios con este tipo de modelos es necesario que se dispongan de datos de preferencias reveladas y del tipo de corte transversal (Ortúzar y Willumsen, 2008). Los datos de preferencias reveladas se refieren a situaciones donde la elección es de una situación real (Henser *et al.*, 2005).

Ortúzar y Willumsen (2008) mencionan que los modelos de elección discreta afirman que la probabilidad de que los individuos elijan una determinada alternativa está en función de sus características socioeconómicas y que tan atractiva es esa alternativa, la manera en la que se presenta la atractividad de una alternativa es utilizando el modelo de utilidad. Las alternativas por si solas no

producen utilidad, sino que la utilidad se deriva de las características de las alternativas y de las características de los individuos (Lancaster, 1966), es decir la utilidad de una alternativa puede variar entre cada individuo.

Los tres elementos que son necesarios para estimar un modelo de elección discreta según Moreno (2011) son:

1. Identificar el conjunto posible de opciones de modo de transporte disponibles.
2. Identificar las variables que son influyentes en tomar la decisión de viajar, estas variables se dividen en atributo del medio: tiempo de viaje, costo generalizado, etc.; y características del individuo: edad, sexo, grado de educación, ingreso, etc.
3. El modelo matemático que representará las posibles opciones de elección del usuario a viajar.

Según el número de alternativas se definen diferentes modelos, los modelos Logit son parte de los modelos de elección discreta donde se representa la parte matemática mediante la función Logit (logística) para la estimación de la probabilidad, garantizando que el resultado de la estimación esté acotado entre 0 y 1, tomando el valor de 1 la elección del usuario.



## 2.5 Teoría de utilidad aleatoria

La elección del modo de transporte entre un conjunto de opciones finitas se puede modelar mediante la Teoría de la utilidad aleatoria. La teoría de la utilidad aleatoria es el fundamento teórico de los modelos de elección discreta (Ortúzar y Román, 2003), la cual establece los siguientes supuestos:

1. Los individuos serán considerados como seres racionales, lo que les permite elegir siempre la mejor alternativa, para ello se considera que tienen información completa y perfecta de todas las alternativas posibles.
2. Para que el individuo realice su elección debe actuar de manera determinística haciendo las restricciones que éste tiene, así finalmente formar el conjunto de alternativas disponibles para cada individuo.
3. Los individuos deciden su mejor alternativa formando una utilidad que depende de una serie de elementos que conforman los atributos de cada alternativa, los individuos maximizarán la utilidad para decidir lo que será la mejor alternativa elegida. Por lo tanto, cada alternativa tendrá una utilidad.

Existe la presencia de inconsistencias en el comportamiento de los individuos, debido a información de la que carece el observador, ya que no se puede conocer ciertamente cómo asocian cada utilidad los individuos a las alternativas existentes, por ello se utiliza una variable aleatoria. McFadden (1974) expresa la función de utilidad como la suma de la componente observable más la componente no observable de naturaleza aleatoria.

### 3. METODOLOGÍA

La presente investigación plantea la elección del medio de transporte entre el transporte público y el vehículo privado, como se mencionó en la parte de antecedentes, una problemática de esta índole se puede analizar mediante modelos de elección discreta, para ello es necesario contar con datos de tipo de sección transversal, por lo cual se planteó el uso de encuestas origen destino (O-D) para obtener los atributos del medio y las características de los usuarios, y una encuesta de comodidad para medir la percepción de esta en el transporte público, el conjunto de alternativas de los usuarios es el de transporte público y vehículo privado, una vez que se tuvieron los datos se realizaron los modelos de elección discreta para comprobar la hipótesis del estudio. Se plantearon siete pasos con la finalidad de determinar las variables del atributo de comodidad percibida en el TP que contribuyen a la elección del modo de transporte en la Zona Conurbada de Querétaro (ZCQ), la Ilustración 1. muestra un diagrama de flujo con la metodología que se empleó, consta de siete pasos que se realizaron, es importante señalar que, aunque los pasos fueron enlistados, no necesariamente se tuvo que concluir un paso para continuar con el paso siguiente, en algunas partes fue posible realizarlos a la par, la metodología empleada fue basada en Ibeas *et al.* (2007).

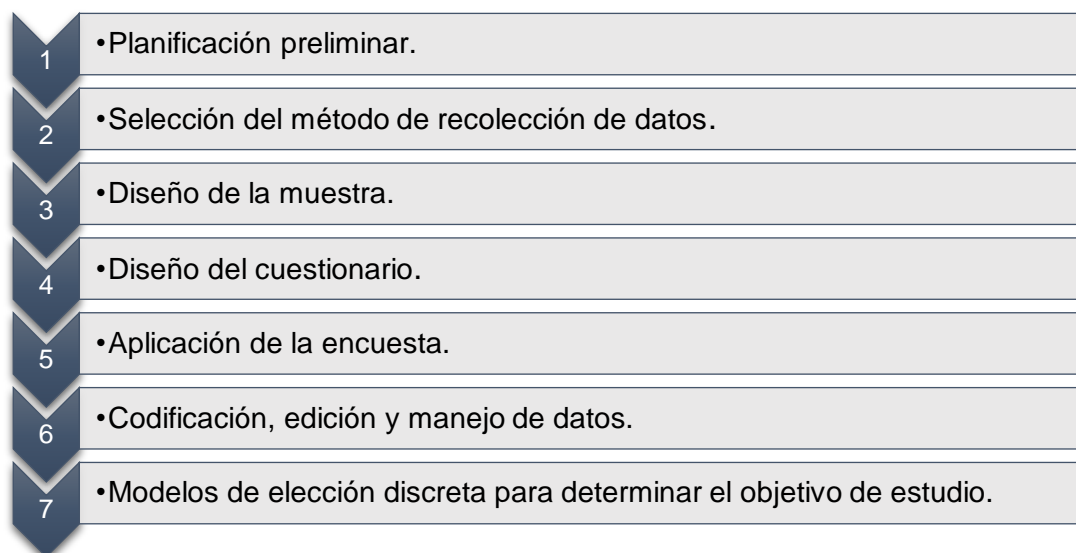


Ilustración 1. Proceso metodológico.  
Fuente: Ibeas *et al.* (2007).

### **3.1 Planificación preliminar**

La planificación preliminar consiste en determinar a partir de los objetivos de la investigación cuáles son los objetivos de la encuesta y cómo se obtendrán los datos necesarios comprobar la hipótesis de la investigación. Para los fines de esta investigación se planteó que los datos necesarios para poder realizar el modelo son los siguientes:

- Localidad origen del viaje.
- Localidad destino del viaje.
- Número de viajes realizado por persona.
- Medio empleado para realizar el viaje.
- Tiempos de viaje.
- Costos de viaje.
- Datos generales sobre los miembros del hogar (sexo, año de nacimiento, ocupación, entre otros)
- Ingreso.
- Variables importantes en la percepción de la comodidad.

En esta parte también se analizan las posibles tareas a realizar para llevar a cabo la investigación, así como obtener los recursos tanto humanos como materiales para su realización.

### 3.1.1 Ámbito de estudio

El ámbito de estudio será la Zona Conurbada de Querétaro (ZCQ), ubicada en el estado de Querétaro de Arteaga, México; conformada por los municipios centrales de Querétaro, Corregidora y El Marqués, esta zona comprende los municipios que a través del crecimiento de la mancha urbana se han ido fusionando formando una zona continua en desarrollo e industria, en la Ilustración 2 se muestra la delimitación de la ZCQ.

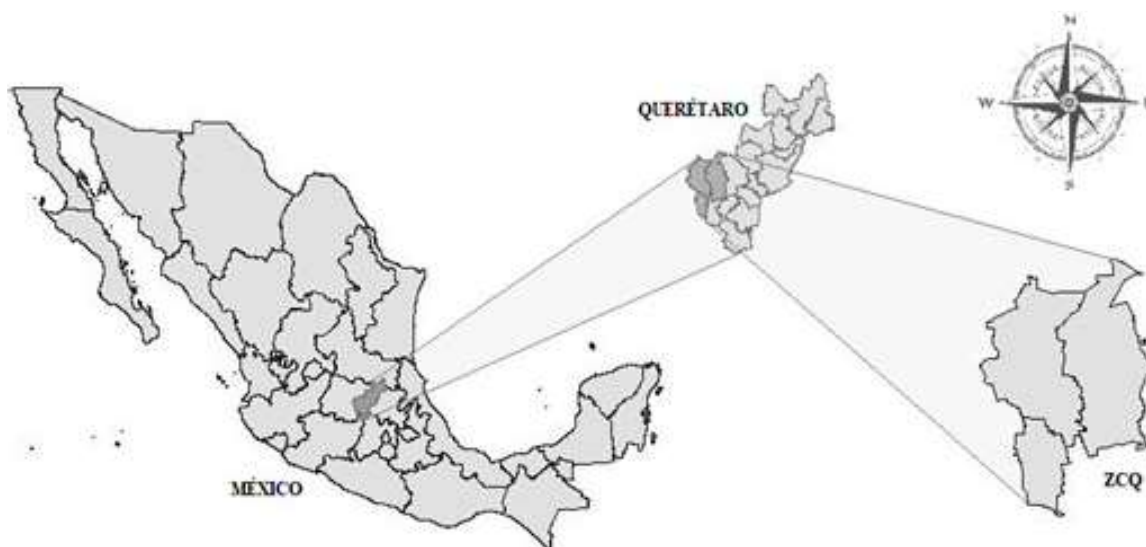


Ilustración 2. Zona Conurbada de Querétaro.

Fuente: Berumen (2018).

La ZCQ es el centro neurálgico de la ciudad de Querétaro donde habitan 1,097,025 personas, cerca del 60 por ciento de la población del estado y en ella se desarrolla una gran parte de las actividades políticas, económicas y sociales del estado (INEGI, 2010).

### **3.2 Selección del método de recolección de datos**

La recolección de datos fue planeada fue el de encuesta, debido a que se tiene la posibilidad de recaudar información suficientemente robusta y de calidad para realizar la investigación, el método de encuesta seleccionada fue el de encuesta domiciliaria, que consiste en que una persona (encuestador) esté presente en el registro de las respuestas del cuestionario que la persona encuestada conteste. Se contó con el financiamiento de CONACyT para pagar a los encuestadores que ayudaron a realizar la recolección de datos, Los datos obtenidos son de preferencia revelada que son aquellos datos que reflejan el comportamiento real de los usuarios en su elección.

#### **3.2.1 Encuesta origen destino (O-D)**

Las encuestas origen destino (O-D) son encuestas que tienen como finalidad aportar información de carácter cuantitativo, fiable y actualizado (Ibeas *et al.*, 2007), esta información es básica para estimar modelos.

Con las encuestas O-D es posible conocer los desplazamientos de una población en particular, y conocer detalladamente todas las variables que participan en el viaje, tales como medio en el que se realiza el viaje, origen (lugar de inicio del viaje), destino (lugar donde finaliza el viaje), número de desplazamientos, tiempos de viaje, costos de viaje, etc., y características de los usuarios tales como edad, sexo, grado de educación, si estudia actualmente, si percibe salario o es dependiente, ingresos, sector de actividad económica, etc. Con las encuestas O-D se obtiene la matriz de viajes y con ello es posible estimar algunas características que los entrevistados no pueden dar, como las distancias y tiempos reales.

Para realizar las encuestas O-D es necesario contar con un nivel de análisis, para la presente investigación se utilizó el área geoestadística básica (AGEB), que es la unidad estadística territorial básica que maneja el Instituto Nacional de Geografía e Informática de México (INEGI), y es la extensión territorial que INEGI ha subdividido de las áreas geoestadísticas municipales (INEGI, 2010).

### 3.2.2 Revisión de técnicas de muestreo y estratificación

Al conjunto de unidades perteneciente a una mayor población que se seleccionan para representar a toda la población se le denomina muestra (Richardson et al., 1995). La selección de una muestra se compone de los siguientes aspectos:

- **Definición de la población objetivo:** Esta es el grupo completo del cual se desea recopilar información, en este caso se define la población objetivo como todos los habitantes que pertenecen a la ZCQ.
- **Unidades de muestreo:** Las unidades de muestreo son los hogares que pertenecen a la ZCQ.
- **Marco de muestreo:** Es la base de referencia que identifica a cada unidad de muestreo en la población de estudio y de donde se extrae la muestra. El marco de muestreo será la Lista de Censo de Población y Vivienda, 2010 INEGI. La lista de censo de INEGI (2010) consiste en la siguiente información:
  - Municipios. INEGI 2010
  - Localidades. INEGI 2010
  - Área de la localidad. INEGI 2010
  - AGEB. INEGI 2010
  - Manzana. INEGI 2010
  - Calles. INEGI 2010

### 3.2.3 Método de muestreo

El objetivo del muestreo es obtener una pequeña muestra de toda una población, de tal manera que esta muestra represente a toda la población, por lo tanto, un buen método de muestreo garantiza que la muestra extraída represente a toda la población, es de vital importancia garantizar que la muestra sea verdaderamente representativa. Los métodos de muestreo aceptables actualmente están basados en el muestreo aleatorio, que es la selección de unidades de una población por casualidad, es decir, aleatoriamente y se describen a continuación:

- **Muestreo aleatorio simple:** Es el método de muestreo aleatorio más simple y es la base de las técnicas restantes, en este método cada unidad de la población tiene asignado un número de identificación y estos números son muestreados al azar:
- **Muestreo aleatorio estratificado:** Se basa en el muestreo aleatorio simple, sin embargo, se necesita tener información previa de la población, usando esta información para subdividir la población en estratos de las unidades de muestreo de tal manera que las unidades en cada estrato sean lo más homogéneas posibles.
- **Muestreo por conglomerados:** En este método la población total se divide en grupos de unidades de muestreo, generalmente sobre una base geográfica. Estas agrupaciones se muestrean aleatoriamente y las unidades dentro del conglomerado son seleccionados en total de la muestra.
- **Muestreo sistemático:** Es cuando se realiza un muestreo aleatorio simple en conjunto con un marco muestral de lista, se seleccionan unidades de una lista mediante la aplicación de intervalos.

Para esta investigación se decidió utilizar el método de muestreo por conglomerados y estratificado lo cual permite separar a la población por sus ingresos con lo que se podrá determinar el objetivo de estudio

### 3.3 Diseño de la muestra

Para conocer el comportamiento de la demanda en la zona de estudio, es necesario un Estudio de Origen Destino (O-D), que se caracteriza por ser una muestra de una matriz de origen destino, es decir, es un conjunto de datos obtenidos para inferir sobre la totalidad (Instituto Mexicano del Transporte), cuya centralidad se basa en realizar un cuestionario mediante una encuesta domiciliaria a los residentes de las zonas de estudio, y obtener información sobre la demanda, los viajes y sus principales zonas generadoras de los mismos, y predecir los desplazamientos generados por los viajes de los usuarios (Molinero y Sánchez, 2003).

El muestreo que se utilizará para realizar la encuesta O-D será el Muestreo aleatorio estratificado, descrito como la división de la población en grupos (estratos) en función de variables determinadas, cuyos elementos deberán ser homogéneos (Picco *et al.*, 2010); se muestrea aleatoriamente cada estrato y se obtiene la parte proporcional de la muestra. Las variables que determinan la división de estratos son independientes del modelo de elección y no son aleatorias, un ejemplo es el rango de ingresos (Ortúzar y Willumsen, 2008).

Partiendo de un muestreo aleatorio simple, se realizará una estimación tomando la fracción que le corresponde a cada estrato (Ortúzar y Willumsen, 2008), El nivel de análisis a utilizar será de Área Geoestadística Básica (AGEB), siguiendo las recomendaciones de Ibeas *et al.* (2007) y Ortúzar y Willumsen (2008), en una zona que contiene 658 AGEB.

El tamaño de la muestra permitió realizar la logística de campo para realizar las encuestas: planificar el número de entrevistadores que fueron necesarios para realizar con éxito las encuestas, los lugares designados para la misma y los días que en que se llevaron a cabo.



### 3.3.1 Revisión del Grafo

Un grafo es una representación simbólica de los elementos constituidos de un sistema o conjunto, mediante esquemas gráficos (RAE, 2017). Para realizar el diseño de la muestra fue necesario realizar un grafo que contuviera el marco de muestreo que conforma la ZCQ, es decir, todos los elementos que la constituyen, tales como: calles, manzanas, localidades, área de localidades, área geográfica y municipios. Los datos fueron obtenidos del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2010) fueron procesados y depurados en el programa *ArcView*. Utilizando el tiempo menor o igual a 10 minutos propuesto por Bueno (2012) y el grafo realizado en *ArcView* se determinaron los AGEB que conforman la ZCQ, en la Ilustración 3 se puede observar el grafo de la ZCQ.

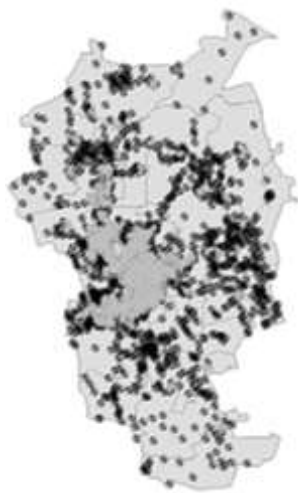


Ilustración 3. Grafo de la ZCQ.

Fuente: Elaboración propia.

El grafo estaba constituido por 380 AGEB, pero debido a que la mancha urbana se ha expandido desde la investigación de Bueno (2012), se propusieron 40 nuevos AGEB que contemplaban los nuevos desarrollos de la ZCQ, estos AGEB propuestos fueron realizadas a partir de las imágenes obtenidas de *Google Earth* e investigando el número de hogares en cada desarrollo, asignándoles información similar a los hogares que con los que ya se contaba información del tipo de características socioeconómicas, dando un total de 420 AGEB, la Ilustración 4 muestra la ZCQ final que contempla los 420 AGEB que fue trabajada en el programa *TransCad*.

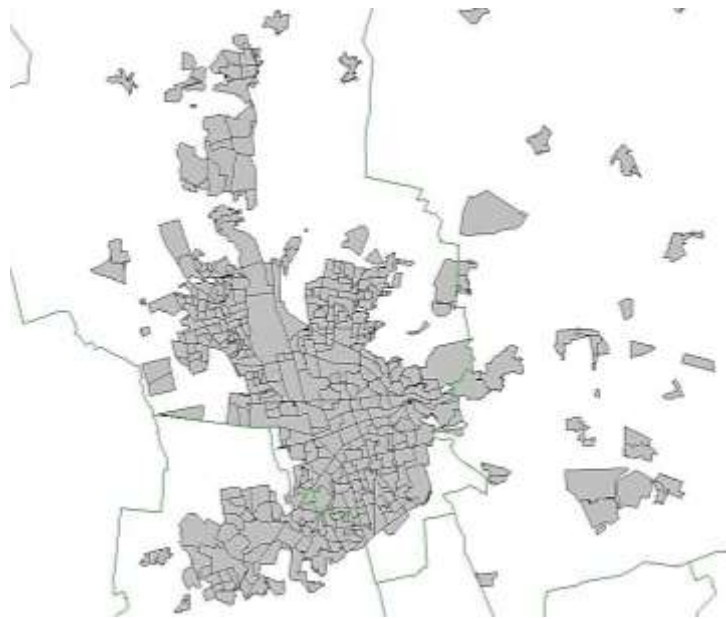


Ilustración 4. Zona Conurbada de Querétaro.

Fuente: Elaboración propia.

### 3.3.2 Diseño del tamaño óptimo de la muestra

El cálculo del tamaño de la muestra se realizó para la ZCQ dividida en un total de 420 AGEB, se contaba con información sobre cada uno de ellos tales como: grado de escolaridad, número de automóviles por hogar, número de PC por hogar, número hogares con internet, número de lavadoras por hogar, número hogares con teléfono, número de celulares por hogar y número de refrigeradores por hogar, entre otras, dicha información fue obtenida de INEGI (2010).

El muestreo utilizado fue el de conglomerados de dos etapas: en la primera etapa se dividió la zona por conglomerados, es decir, en zonas geográficas y en la segunda etapa se seleccionaron aleatoriamente hogares en las zonas como se explicó en el método de muestreo. Para determinar las variables que principalmente influían en el nivel socioeconómico se realizó una correlación entre las variables obtenidas de INEGI y el ingreso (Bueno, 2012), con ayuda del programa Minitab, se obtuvieron las constantes que influyen con un 95% de la correlación, tales variables fueron las siguientes: si cuenta con computadora e internet (Tabla 2). Para los AGEB que no contaban con información sobre el ingreso promedio mensual, se realizó una estimación de este utilizando la distancia euclidiana, es decir, se buscó matemáticamente un AGEB que coincidiera por su número de habitantes y se le asignó el mismo ingreso promedio mensual.

Tabla 2. Correlación de variables.

	GRAPROES	VPH_AUTOM	VPH_PC	VPH_INTER	VPH_LAVAD	VPH_TELEF	VPH_CEL
VPH_AUTOM	0.883						
VPH_PC	<b>0.963</b>	0.898					
VPH_INTER	<b>0.945</b>	0.897	<b>0.979</b>				
VPH_LAVAD	0.793	0.796	0.84	0.799			
VPH_TELEF	0.788	0.779	0.884	0.884	0.815		
VPH_CEL	0.759	0.722	0.738	0.679	0.654	0.537	
VPH_REFRI	0.675	0.661	0.711	0.632	0.839	0.692	0.646

Fuente: Elaboración propia.

Los conglomerados fueron definidos por ingreso (Tabla 3) y número de personas en el hogar (Tabla 4), el ingreso socioeconómico de los hogares se tomó del salario mínimo diario de \$80.04 (CONASAMI, 2017).

Tabla 3. Ingreso semanal.

<b>Salarios mínimos</b>	<b>Ingreso</b>
1: 0 a 2	\$0.00 a \$1,120.00
2: 2 a 4	\$1,121.00 a \$2,241.00
3: 4 a 6	\$2,242.00 a \$3,361.00
4: 6 a 8	\$3,362.00 a \$4,482.00
5: 8 a 10	\$4,483.00 a \$5,602.00
6: > a 10	> \$5,603.00

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4. Habitantes por hogar.

<b>Agrupación</b>	<b>Habitantes</b>
1:	1 habitante.
2:	2 habitantes.
3:	3 habitantes.
4:	4 habitantes.
5:	5 o más habitantes.

Fuente: Elaboración propia.

Los conglomerados se hicieron a partir de los estratos propuestos en la tabla 2 y 3, obteniendo un total de 36 estratos como se muestra en la Tabla 5.

Tabla 5. Estratos propuestos.

Ingreso smd	Tamaño del hogar					
	1	2	3	4	5	> a 6
0 a 2	P1 - S2	P2 - S2	P3 - S2	P4 - S2	P5 - S2	P6+ - S2
2 a 4	P1 - S4	P2 - S4	P3 - S4	P4 - S4	P5 - S4	P6+ - S4
4 a 6	P1 - S6	P2 - S6	P3 - S6	P4 - S6	P5 - S6	P6+ - S6
6 a 8	P1 - S8	P2 - S8	P3 - S8	P4 - S8	P5 - S8	P6+ - S8
8 a 10	P1 - S10	P2 - S10	P3 - S10	P4 - S10	P5 - S10	P6+ - S10
> a 10	P1 - S10+	P2 - S10+	P3 - S10+	P4 - S10+	P5 - S10+	P6+ - S10+

Fuente: Elaboración propia.

Para estimar una muestra óptima, es decir que tenga las menores dimensiones disponibles, se utilizó el problema de optimización propuesto por Ampt *et al.* (1998) que es mencionado por Ortúzar y Willumsen (2008), el cual consiste en ordenar las clases sociodemográficas, asignarles un nivel socioeconómico y seleccionar una muestra aleatoria para cada tipología socioeconómica, así seleccionando el mínimo para cada clase, hasta obtener un mínimo de 30–50 observaciones por clase. El modelo propuesto es expresado a continuación:

$$\begin{aligned}
 & \text{Min} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \alpha_j NH_{ij} \\
 & \text{s.a} \\
 & \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \alpha_j NH_{ij} \geq \mu_i \quad \forall i \\
 & 0 \leq \alpha_j \leq \delta
 \end{aligned}$$

Donde:

$n$ : número de estratos socioeconómicos a considerar.

$m$ : número de zonas (conglomerados) en la región de estudio.

$\alpha_j$ : proporción de hogares a muestrear en la zona  $j$ .

$NH_{ij}$ : número de hogares en el estrato  $i$  en la zona  $j$ .

$\mu_i$ : número mínimo de unidades a muestrear en el estrato  $i$  (30 ó 50).

$\delta$ : proporción máxima a muestrear en la zona  $j$  (se usó el 5%).

Se propuso un mínimo de 50 encuestas por estrato (Richardson et al., 1995), utilizando el programa *Lingo* que resuelve, analiza y soluciona problemas lineales y no lineales obteniendo el mejor resultado, se estimó el modelo mostrado en el Apéndice A1 propuesto por Ortúzar y Willumsen (2008), obteniendo un valor óptimo de 2,423 encuestas distribuidas en 99 AGEb. El tamaño de la muestra y la distribución se muestran en la Tabla 6 y 7 e Ilustración 5,

Tabla 6. Tamaño de la muestra.

Ingreso smd	Tamaño del hogar					
	1	2	3	4	5	> a 6
0 a 2	P1 - S2	P2 - S2	P3 - S2	P4 - S2	P5 - S2	P6+ - S2
2 a 4	P1 - S4	P2 - S4	P3 - S4	P4 - S4	P5 - S4	P6+ - S4
4 a 6	P1 - S6	P2 - S6	P3 - S6	P4 - S6	P5 - S6	P6+ - S6
6 a 8	P1 - S8	P2 - S8	P3 - S8	P4 - S8	P5 - S8	P6+ - S8
8 a 10	P1 - S10	P2 - S10	P3 - S10	P4 - S10	P5 - S10	P6+ - S10
> a 10	P1 - S10+	P2 - S10+	P3 - S10+	P4 - S10+	P5 - S10+	P6+ - S10+

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 7. Tamaño de la muestra (primera estimación).

Ingreso smd	Tamaño del hogar						total
	1	2	3	4	5	> a 6	
0 a 2	100	74	54	50	50	50	378
2 a 4	50	83	114	118	87	50	502
4 a 6	50	50	50	86	50	50	336
6 a 8	50	50	50	115	50	61	376
8 a 10	50	50	50	53	50	50	303
> a 10	50	130	120	115	51	62	528
<b>total</b>	<b>350</b>	<b>437</b>	<b>438</b>	<b>537</b>	<b>338</b>	<b>323</b>	<b>2423</b>

Fuente: Elaboración propia.



Ilustración 5. Distribución de las 2,423 encuestas en la ZCQ.

Fuente: Elaboración propia.

Debido a que la estimación del modelo de optimización del número de encuestas dio como resultado una mala distribución (ver Ilustración 5), se propuso una división de la ZCQ en macrozonas, partiendo de vialidades importantes y características socioeconómicas de los AGEB, obteniendo un total de 21 macrozonas como se muestra en la Ilustración 6.

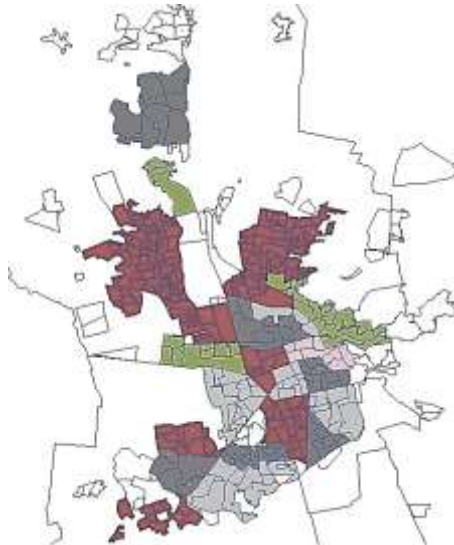


Ilustración 6. Distribución de las 21 macrozonas.

Fuente: Elaboración propia.

Se realizó una segunda estimación en el programa *Lingo* del modelo de optimización para el número mínimo de encuestas a realizar, obteniendo como resultado un total de 2,434 encuestas (Tabla 8) distribuidas en 79 AGEB (Ilustración 7).

Tabla 8. Tamaño de la muestra (segunda estimación).

Ingreso smd	Tamaño del hogar						total
	1	2	3	4	5	> a 6	
0 a 2	60	41	18	6	3	1	129
2 a 4	103	191	154	67	15	6	536
4 a 6	59	165	179	79	22	9	513
6 a 8	27	119	121	76	34	18	395
8 a 10	7	99	92	59	18	13	288
> a 10	17	160	154	139	63	40	573
<b>total</b>	273	775	718	426	155	87	<b>2434</b>

Fuente: Elaboración propia.



Ilustración 7. Distribución de las 2,434 encuestas en la ZCQ.

Fuente: Elaboración propia.



Para no tener estratos con un número de encuestas menor a 30, se agruparon aquellos estratos que tenían un número de encuestas menor a lo deseado, quedando como final la distribución de 2,434 encuestas en 26 estratos mostrada en la Tabla 9.

Tabla 9. Tamaño de la muestra (tercera estimación).

Ingreso smd	Tamaño del hogar					total
	1	2	3	4	5 o más	
0 a 2	60	41		24		129
2 a 4	103	191	154	67	56	536
4 a 6	59	165	179	79		513
6 a 8	27	119	121	76	52	395
8 a 10	24	99	92	59	31	288
> a 10		160	154	139	103	573
<b>total</b>	<b>273</b>	<b>775</b>	<b>718</b>	<b>426</b>	<b>242</b>	<b>2434</b>

Fuente: Elaboración propia.

Para obtener el tamaño de la muestra final se realizó una tercera estimación utilizando la fórmula propuesta por Smith (1979) donde se supone una distribución normal y un nivel de confianza del 95%:

$$n = \frac{CV^2 Z_\alpha^2}{E}$$

$n$ = tamaño de la muestra.

$CV$ = coeficiente de variación

$E$ = nivel de exactitud.

$Z_\alpha$ = variable Normal estandarizada para el nivel de confianza ( $\alpha$ ) requerido.

$$n = \frac{0.87^2 1.645^2}{0.05}$$

$$n = 942$$

Para realizar una equivalencia con la muestra obtenida del modelo de optimización se realizó una distribución del tamaño de la muestra (942) en los 26 AGEB, obteniendo la distribución final del número de encuestas mostrada en la Tabla 10.

Tabla 10. Tamaño de la muestra (estimación final).

Ingreso smd	Tamaño del hogar					total
	1	2	3	4	5 o más	
0 a 2	23	16		16		55
2 a 4	40	74	60	24	22	219
4 a 6	23	64	69	31		187
6 a 8	10	46	47	29	18	151
8 a 10		38	36	20	11	115
> a 10	9	62	55	54	40	215
<b>total</b>	106	301	284	160	91	<b>942</b>

Fuente: Elaboración propia.

### **3.4 Diseño del Cuestionario**

Para esta investigación se aplicaron dos cuestionarios en las encuestas, una de O-D y una para analizar la percepción de la comodidad en el transporte público, para ambos cuestionarios se consideraron los aspectos de codificación e introducción de datos.

#### **3.4.1 Cuestionario O-D**

El cuestionario de origen destino está formado por tres partes: Hogar, integrantes y desplazamientos, como se explicó anteriormente, se buscó obtener información lo suficientemente robusta para realizar la matriz O-D y tener datos personales que fueron utilizados como características del individuo, el diseño del cuestionario fue tomado de Bueno (2012) y se muestran en el Apéndice B1 al B5, algunas de las preguntas que contiene el cuestionario son edad, sexo, grado de educación, ingreso semanal, origen del viaje, destino del viaje, tiempo de recorrido, costo y medio de transporte. Las respuestas a este cuestionario son de preferencias reveladas, es decir, revelan el comportamiento real de las personas.

#### **3.4.2 Cuestionario de comodidad**

El cuestionario de percepción de comodidad está diseñado a partir de investigaciones (Stopka *et al.*, 2011; Ibeas *et al.*, 2007; Nyongesa y Bwisa, 2014, entre otros), generando preguntas de satisfacción de la comodidad dentro del transporte público y dando como respuesta cinco opciones formadas en escala de respuesta *Likert* (Cañadas y Sánchez, 1998): *muy malo, malo, regular, bueno y excelente*; ya que permite la opción de una respuesta neutra. El cuestionario tiene respuestas de preferencias declaradas, es decir, que sus respuestas son hipotéticas, no existen errores de medición y nos permite medir la comodidad.

Inicialmente se propuso un cuestionario formado por 34 preguntas (Apéndice B6) que se aplicaron en una encuesta piloto, y, con base a las

respuestas obtenidas, el comportamiento de las personas, la participación y el tiempo de realización se fue modificando el cuestionario, hasta tener el cuestionario final (Apéndice B6) formado por tres partes sumando un total de 12 reactivos y respuestas en escala *Likert* como se muestra en la Tabla 11 (Apéndice B7).

Tabla 11. Cuestionario de la percepción de la comodidad dentro del transporte público.

<b>Parte</b>	<b>Descripción</b>	<b>Objetivo</b>
Primera	Comodidad dentro del autobús, reactivo uno (escala <i>Likert</i> ).	Tener un panorama general de cómo es percibida la comodidad dentro del autobús.
Segunda	Factor de mayor incomodidad, reactivo dos.	Determinar cuál de las siguientes opciones genera mayor incomodidad dentro del autobús para que se tome en cuenta como principal factor a mejorar: asientos, ruido, iluminación, olor, acceso/salida y temperatura.
Tercera	Percepción de la comodidad, del reactivo uno al doce (escala <i>Likert</i> ).	Evaluar los siguientes aspectos que contribuyen en la percepción de la comodidad: altura de los escalones, acceso/salida, asiento, limpieza, temperatura, ruido, olor, iluminación, disposición de agarre de manos y trato del conductor.

Fuente: Elaboración propia.

### 3.4.3 Proceso de Jerarquía Analítica

El Proceso de Jerarquía Analítica (PJA) es un método de análisis de decisiones de multicriterio (Saaty, 1980) que permite mediante criterios y alternativas deducir cuál es la mejor alternativa y tomar una decisión óptima dentro de un conjunto de opciones disponibles, empleado por el programa *Expert Choice*, el método jerárquico asigna pesos a distintos niveles binarios de una jerarquía, la programación de los pesos está propuesta por expertos en el área, este peso es el valor propio principal de una matriz de comparación por pares de factores. Para tomar la mejor decisión son necesarios los siguientes cuatro pasos según Saaty (1980):

1. Definir el problema y criterios dentro de la selección.
2. Estructurar la jerarquía de decisiones con el objetivo de la decisión, después los objetivos desde una perspectiva amplia a través de los niveles intermedios hasta el nivel más bajo.
3. Establecer prioridades a cada componente, al realizar una matriz de comparación por pares de la importancia relativa de todos los niveles utilizando la siguiente escala ordinal de comparación de la importancia relativa:

Tabla 12. Escala ordinal.

<b>Escala</b>	<b>Definición</b>
1:	Igual de importante.
3:	Moderadamente más importante.
5:	Fuertemente más importante.
7:	Demasiado más importante.
9:	Extremadamente más importante.

Fuente: Elaboración propia.

4. Ponderar las prioridades usando las prioridades obtenidas de las comparaciones, primero en el nivel inmediatamente inferior por cada

elemento, luego, para cada siguiente elemento agregar los valores ponderados y obteniendo su prioridad global.

La comparación por pares de la importancia relativa da como resultado una matriz cuadrada con reciprocidad de valores entre pares, para después darle ordenarlos de manera prioritaria, buscando que estas prioridades locales siempre sumen uno y obteniendo un índice de inconsistencia menor a 0.1, finalmente se obtiene un peso para cada componente según las prioridades que les fueron asignadas.

#### **3.4.4 Proceso de Jerarquía Analítica aplicado al cuestionario**

El indicador refleja el estado de un aspecto en particular en un momento y espacio determinado, clasificando y sintetizando la información de los parámetros y variables de lo que se está analizando, con el fin de determinar su impacto y pueden ser del tipo cualitativos o cuantitativos (Horn, 1993; Mondragón, 2002). A partir de los datos obtenidos de la encuesta de comodidad se determinó un valor asignado para poder tener un parámetro de la percepción de comodidad en el transporte público de los usuarios, se determinó cuáles preguntas del cuestionario tienen más importancia en la evaluación de la misma y con ello asignarle pesos para finalmente obtener un valor indicador para cada evaluación de cada usuario, para obtener este valor fue necesario aplicar el Proceso de Jerarquía Analítica mediante el uso del programa *Expert Choice*, que es un programa de toma de decisiones, empleando matemáticas y técnicas de organización.

El primer paso fue buscar el apoyo de cinco ingenieros especialistas en el área de investigación para poder valorar las preguntas del cuestionario (Apéndice C1), generando una comparativa entre todas las preguntas y dándole mayor peso a la que los especialistas consideraron su importancia tomando en cuenta la

escala ordinal de nueve puntos, después se realizó un promedio de estos valores para poder tener un peso promedio como se muestra en la Tabla 13.

Tabla 13. Peso promedio de las preguntas.

	PESO																		
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
ALTURA DE LOS ESCALONES DENTRO DEL AUTOBÚS									1									ACCESO Y SALIDA DENTRO DEL AUTOBÚS	
ALTURA DE LOS ESCALONES DENTRO DEL AUTOBÚS										1								COMODIDAD DEL ASIENTO DENTRO DEL AUTOBÚS	
ALTURA DE LOS ESCALONES DENTRO DEL AUTOBÚS											1							LIMPIEZA DENTRO DEL AUTOBÚS	
ALTURA DE LOS ESCALONES DENTRO DEL AUTOBÚS												1						TEMPERATURA DENTRO DEL AUTOBÚS	
ALTURA DE LOS ESCALONES DENTRO DEL AUTOBÚS													1					RUIDO DENTRO DEL AUTOBÚS	
ALTURA DE LOS ESCALONES DENTRO DEL AUTOBÚS														1				OLOR DENTRO DEL AUTOBÚS	
ALTURA DE LOS ESCALONES DENTRO DEL AUTOBÚS															1			ILUMIACIÓN DENTRO DEL AUTOBÚS	
ALTURA DE LOS ESCALONES DENTRO DEL AUTOBÚS																1		AGARRE DE MANOS DENTRO DEL AUTOBÚS	
ALTURA DE LOS ESCALONES DENTRO DEL AUTOBÚS																	1	TRATO DEL CONDUCTOR	
ACCESO Y SALIDA DENTRO DEL AUTOBÚS																		COMODIDAD DEL ASIENTO DENTRO DEL AUTOBÚS	
ACCESO Y SALIDA DENTRO DEL AUTOBÚS																		LIMPIEZA DENTRO DEL AUTOBÚS	
ACCESO Y SALIDA DENTRO DEL AUTOBÚS																		TEMPERATURA DENTRO DEL AUTOBÚS	
ACCESO Y SALIDA DENTRO DEL AUTOBÚS																		RUIDO DENTRO DEL AUTOBÚS	
ACCESO Y SALIDA DENTRO DEL AUTOBÚS																		OLOR DENTRO DEL AUTOBÚS	
ACCESO Y SALIDA DENTRO DEL AUTOBÚS																		ILUMIACIÓN DENTRO DEL AUTOBÚS	
ACCESO Y SALIDA DENTRO DEL AUTOBÚS																		AGARRE DE MANOS DENTRO DEL AUTOBÚS	
ACCESO Y SALIDA DENTRO DEL AUTOBÚS																		TRATO DEL CONDUCTOR	
COMODIDAD DEL ASIENTO DENTRO DEL AUTOBÚS																		LIMPIEZA DENTRO DEL AUTOBÚS	
COMODIDAD DEL ASIENTO DENTRO DEL AUTOBÚS																		TEMPERATURA DENTRO DEL AUTOBÚS	
COMODIDAD DEL ASIENTO DENTRO DEL AUTOBÚS																		RUIDO DENTRO DEL AUTOBÚS	
COMODIDAD DEL ASIENTO DENTRO DEL AUTOBÚS																		OLOR DENTRO DEL AUTOBÚS	
COMODIDAD DEL ASIENTO DENTRO DEL AUTOBÚS																		ILUMIACIÓN DENTRO DEL AUTOBÚS	
COMODIDAD DEL ASIENTO DENTRO DEL AUTOBÚS																		AGARRE DE MANOS DENTRO DEL AUTOBÚS	
COMODIDAD DEL ASIENTO DENTRO DEL AUTOBÚS																		TRATO DEL CONDUCTOR	
LIMPIEZA DENTRO DEL AUTOBÚS																		TEMPERATURA DENTRO DEL AUTOBÚS	
LIMPIEZA DENTRO DEL AUTOBÚS																		RUIDO DENTRO DEL AUTOBÚS	
LIMPIEZA DENTRO DEL AUTOBÚS																		OLOR DENTRO DEL AUTOBÚS	
LIMPIEZA DENTRO DEL AUTOBÚS																		ILUMIACIÓN DENTRO DEL AUTOBÚS	
LIMPIEZA DENTRO DEL AUTOBÚS																		AGARRE DE MANOS DENTRO DEL AUTOBÚS	
LIMPIEZA DENTRO DEL AUTOBÚS																		TRATO DEL CONDUCTOR	
TEMPERATURA DENTRO DEL AUTOBÚS																		RUIDO DENTRO DEL AUTOBÚS	
TEMPERATURA DENTRO DEL AUTOBÚS																		OLOR DENTRO DEL AUTOBÚS	
TEMPERATURA DENTRO DEL AUTOBÚS																		ILUMIACIÓN DENTRO DEL AUTOBÚS	
TEMPERATURA DENTRO DEL AUTOBÚS																		AGARRE DE MANOS DENTRO DEL AUTOBÚS	
TEMPERATURA DENTRO DEL AUTOBÚS																		TRATO DEL CONDUCTOR	
RUIDO DENTRO DEL AUTOBÚS																		OLOR DENTRO DEL AUTOBÚS	
RUIDO DENTRO DEL AUTOBÚS																		ILUMIACIÓN DENTRO DEL AUTOBÚS	
RUIDO DENTRO DEL AUTOBÚS																		AGARRE DE MANOS DENTRO DEL AUTOBÚS	
RUIDO DENTRO DEL AUTOBÚS																		TRATO DEL CONDUCTOR	
OLOR DENTRO DEL AUTOBÚS																		ILUMIACIÓN DENTRO DEL AUTOBÚS	
OLOR DENTRO DEL AUTOBÚS																		AGARRE DE MANOS DENTRO DEL AUTOBÚS	
OLOR DENTRO DEL AUTOBÚS																		TRATO DEL CONDUCTOR	
ILUMIACIÓN DENTRO DEL AUTOBÚS																		AGARRE DE MANOS DENTRO DEL AUTOBÚS	
ILUMIACIÓN DENTRO DEL AUTOBÚS																		TRATO DEL CONDUCTOR	
AGARRE DE MANOS DENTRO DEL AUTOBÚS																		TRATO DEL CONDUCTOR	

Fuente: Elaboración propia.

Se introdujeron las preguntas en el programa *Expert Choice* para formar una ramificación con nodos de la jerarquización, los pesos promedios de las preguntas evaluadas por los expertos fueron cargadas como se muestra en la Ilustración 8, donde se aprecia la forma en la que se realiza la comparación de cada pregunta (Apéndice C2, C3 y C4).

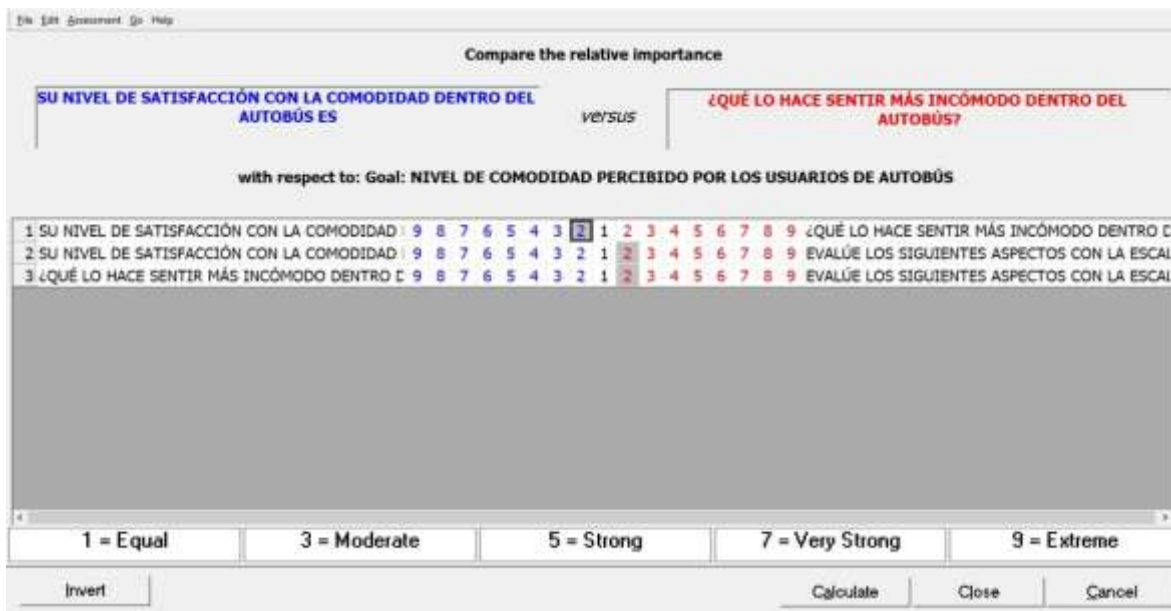


Ilustración 8. Importancia relativa.

Fuente: Elaboración propia.

Se procedió a hacer el Proceso de Jerarquía Analítica por medio del programa *Expert Choice*, el cual dio como resultado los pesos de cada pregunta, los resultados se resumen en la Tabla 14 (Apéndice C5). Se puede observar que la suma de las tres partes del cuestionario da uno, la primera parte donde se califica la satisfacción con la comodidad dentro del autobús en general tiene un peso de 0.311, lo que significa que tiene un 31.1% de importancia en el cuestionario total, la segunda parte, donde se indica qué lo hace sentir más incómodo, tiene un peso de 0.196, que significa un 9.6% de importancia y la parte tres donde se califican las variables que influyen en la comodidad percibida tiene un peso de 0.493 que significa un 49.3% de importancia. Por lo tanto, se puede decir que el indicador a la percepción de la comodidad del transporte público da mayor importancia a la evaluación de las variables que influyen en la percepción de la comodidad.



Tabla 14. Proceso de Jerarquía Analítica.

<b>Jerarquía</b>	<b>Peso</b>
Su nivel de satisfacción con la comodidad dentro del autobús	0.311
¿Qué lo hace sentir más incómodo dentro del autobús?	0.196
Asientos	0.217
Ruido	0.173
Iluminación	0.107
Olor	0.112
Acceso/salida	0.173
Temperatura	0.217
Evalúe los siguientes aspectos de comodidad	0.493
Altura de los escalones	0.700
Acceso y salida	0.085
Comodidad del asiento	0.153
Limpieza	0.116
Temperatura	0.074
Ruido	0.076
Olor	0.080
Iluminación	0.058
Agarre de manos	0.075
Trato del conductor.	0.212

Fuente: Elaboración propia.

Los valores de inconsistencias en el PJA fueron menores a 0.1, con lo cual esta ponderación se aprobó ya que la inconsistencia presentada tuvo valores que se consideran como buenos (Saaty 1980), la Tabla 15 muestra los valores de inconsistencia (Apéndice C6, C7, C8 y C9).

Tabla 15. Valores de inconsistencia en el Proceso de Jerarquía Analítica.

Variables	Inconsistencia
Cuestionario Total	0.05
Su nivel de satisfacción con la comodidad dentro del autobús	0.00
¿Qué lo hace sentir más incómodo dentro del autobús?	0.06
Evalué los siguientes aspectos de comodidad	0.04

Fuente: Elaboración propia.

### 3.5 Aplicación de la encuesta y trabajo de campo

Los siguientes procedimientos de la están basados en el Manual de Encuestas de Movilidad (Ibeas *et al.*, 2007) que está dirigido al sector de planificación tanto del transporte público como privado, y tomará en cuenta la guía para el desarrollo de encuestas de viajes a hogares. Conforme menciona Ibeas *et al.* (2007) en las encuestas de movilidad se tiene un proceso de implementación común que relaciona los elementos de las encuestas de movilidad.

#### 3.5.1 Encuesta Piloto

Para la aplicación de las encuestas se contó con el apoyo financiero de CONACyT, con los fondos disponibles se contrató al personal que ayudó en la aplicación y codificación de las encuestas.

Con el objetivo capacitar al personal y de refinar los elementos del cuestionario, se llevó a cabo una encuesta piloto, donde se consideraron los siguientes aspectos: cómo contactar con la gente y presentarles el estudio, familiarización el personal con los formularios, cuestionarios, área designada para encuestar, mapas y todos los elementos empleados en la aplicación de las encuestas, procedimiento para el llenado del cuestionario, guía para manejar algunas situaciones, entre otros. El objetivo de entrenar al personal fue hacerlos conscientes de la importancia del proyecto y que fueran capaces de aplicar la

encuesta con la finalidad de obtener toda la información lo suficientemente robusta como para realizar la investigación y no obtener datos inservibles.

La encuesta piloto fue realizada en una zona pública a algunas personas que se encontraban ahí, se tomó el tiempo de respuesta total, se observó el comportamiento de las personas encuestadas con el fin de ver si las preguntas eran comprensibles, y a partir de ello se fue modificando el cuestionario de comodidad, haciendo que este fuera más entendible y de fácil respuesta.

### **3.5.2 Aplicación las encuestas**

Las encuestas fueron aplicadas en las zonas mostradas en la Ilustración 6 en la ZCQ, y se distribuyeron entre el personal capacitado. En esta etapa el personal registró las respuestas de los hogares entrevistados, las encuestas fueron aplicadas entre martes y sábado, con la finalidad de obtener los datos de los lunes a viernes, preguntando los desplazamientos del día anterior al día de aplicación de la encuesta, no se realizó la encuesta si el día anterior fue festivo, no se realizó la encuesta durante periodo vacacional, se contemplaron como integrantes del hogar a todos los habitantes que viven en el mismo, el periodo de aplicación fue de agosto a diciembre del 2017 y se hizo una revisión del 10% de las encuestas, volviendo a ir al hogar y corroborando las respuestas.

### **3.6 Codificación, edición y manejo de datos**

Para que los datos obtenidos en las encuestas realizadas se transformaran en información utilizable, fue necesario codificar las repuestas y digitalizarlas, el objetivo de esta etapa fue formar una base de datos con la cual se pudieran estimar los modelos.

### 3.6.1 Recolección de datos

Una vez que los datos fueron codificados en la hoja del cuestionario, se realizó un archivo con formato .xlsx donde se recolectaron todos los datos codificados obtenidos de las encuestas aplicadas en la ZCQ, la Ilustración 9 muestra un ejemplo de cómo se acomodó la base de datos.

Encuestador-Folio	Localidad de residencia (Poner clave)	Edad	Sexo	Grado de Educación	Estudia actualmente	¿Le complace la dotación de Medios de transporte?	Si usted no utiliza el transporte público diga el motivo principal	¿En caso de una mejora lo utilizaría?	Cuenta con licencia de conducir	Años con la que cuenta la licencia de conducir	autos en el hogar	Relación vehículos/habitantes	Número de cilindros de sus vehículos	Año de fabricación del vehículo (en años)	Ocupación principal	Sector de actividad económica	Percibe salario o es dependiente	Ingreso por familia (miles de \$)
30-100	0585	59	0	6	0	1	1	0	1	30	1	1	4P	2015	15	0	1	2500
30-100	0585	59	0	6	0	1	1	0	1	30	1	1	4P	2015	15	0	1	2500
21-117	0585	30	1	6	0	0	1	2	1	10	1	0.5	4M	2001	7	3	1	3500
21-117	0585	30	1	6	0	0	1	2	1	10	1	0.5	4M	2001	7	3	1	3500
02-01	1354	47	1	5	0	1			1	15	1	0.25	4M	2005	2	0	0	1000
02-01	1354	47	1	5	0	1	0	0	1	15	1	0.25	4M	2005	2	0	0	1000
02-02	1354	56	1	2	0	1			0	0	0	0		2	0	0	1	5300
02-02	1354	56	1	2	0	1	0	0	0	0	0	0	4M	2011	2	0	1	5300
02-10	1354	45	1	3	0	1			0	0	0	0		3	0	1	2000	
02-10	1354	45	1	3	0	1	0	0	0	0	0	0	6M	2014	3	0	1	2000
02-13	1354	26	0	4	0	1			0	0	0	0		4	2	1	1200	
02-13	1354	26	0	4	0	1	0	0	0	0	0	0	4M	2012	4	2	1	1200
05-03	1212	24	1	5	1	0			0	0	0	0		3	0	1	1400	
05-03	1212	24	1	5	1	0	0	0	0	0	0	0	4P	2015	3	0	1	1400

Ilustración 9. Datos codificados.

Fuente: Elaboración propia.

A partir de estos datos se procedió a realizar el cálculo de la distancia, tiempo de viaje, costo generalizado y el indicador del medio.

### 3.6.2 Variables que forman la base de datos

De los datos obtenidos en las encuestas se formó la base de datos, y con los cuales se pudieron calcular algunas variables que se asocian al medio de transporte y al usuario, en las Tablas 16 y 17 se describen las variables que conformaron la base de datos. Una vez que se tuvo un orden claro en la base de datos, se procedió a acomodar los viajes en el siguiente orden: CAR y BUS, y para cada viaje se supuso el viaje complemento y calcularon los datos que faltaban, es decir, para los viajes en vehículo privado se supuso un viaje en autobús y viceversa.

Tabla 16. Tabla 1 de variables que componen la base de datos.

Variable		Descripción
Edad	EDAD	La edad correspondiente a la persona, literalmente en formato numérico.
Sexo	SEXO	Condición orgánica que distingue a los hombres de las mujeres, 0: Masculino y 1: Femenino.
Grado de educación	GE	Grado de educación del usuario, 1: Sin grado, 2: Primaria completa, 3: Secundaria completa, 4: Carrera comercial completa, 5: Bachillerato completo, 6: Superior completo y 7: Postgrado completo.
Estudia actualmente	EST	Estudia algún curso de carácter oficial o sea de primer grado de primaria a universitario.
Ocupación principal	OCU	A qué se dedica el usuario, 1: Sin ocupación, 2: Hogar, 3: Estudiante, 4: Obrero, 5: Empleado, 6: Artesano, 7: Profesionista, 8: Comerciante, 9: Chofer, 10: Servidor público, 11: Vendedor, 12: Empresario, 13: Educación, 14: Empleada doméstica, 15: Jubilado, 16: Artista y 17: Otro.
Sector de actividad económica	SAE	En qué sector de actividad económica se desenvuelve el usuario, 1: Primario, 2: Secundario y 3: Terciario.
Percibe salario o es dependiente	SAL	Si el usuario percibe salario o depende económicamente de alguien, 0: Dependiente y 1: Percibe salario.
Ingreso por hogar	ING	Ingreso semanal del hogar, 1: \$0 a \$560, 2: \$561 a \$1,120, 3: de \$1,121 a \$2,241, 4: \$2,242 a \$3,361, 5: \$3,362 a \$4,482, 6: \$4,483 a \$5,602, 7: \$5,603 a \$11,205 y 8: >\$11,205
Cuenta con licencia de conducir	LC	El usuario cuenta con licencia de conducir, 0: No y 1: Sí.
Años con licencia de conducir	LCA	Cuántos años tiene con licencia de conducir, literalmente en formato numérico.
Número de vehículos por hogar	VEHhog	Cuántos vehículos hay por hogar, literalmente en formato numérico.
Número de vehículos por habitante	VEHhab	Cuántos vehículos hay por habitante, es la división el número de vehículos por hogar entre el número de personas en el hogar, literalmente en formato numérico.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 17. Tabla 2 de variables que componen la base de datos.

Variable		Descripción
Origen	O	AGEB donde se inició el viaje.
Destino	D	AGEB donde se terminó el viaje.
Medio	Medio	Las dos opciones disponibles CAR: Vehículo privado y BUS: Autobús.
Elección	CHOICE	Medio de transporte por el que se realizó el viaje, 0: Opción no usada y 1: Elección realizada.
Número de opciones	OP	Se refiere a las diferentes opciones de medio de transporte que tiene el usuario para realizar el viaje
Motivo de viaje	MOT	Cuál fue el motivo del viaje realizado, 1: Trabajo primario, 2: Trabajo industria, 3: Trabajo servicios, 4: Escuela, 5: Compras supermercado, 6: Recreación, 7: Regreso a casa, 8: Acompañar a personas, 9: Ir a comer, 10: Relacionado con el trabajo, 11: De salud, 12: Deporte, 13: Asuntos personales, 14: Otros y 15: Compras varias.
Distancia en km	DISTK	Distancia en km recorrida durante el viaje, se calcula a partir de los datos obtenidos, literalmente en formato numérico.
Tiempo a la parada de autobús y espera	TTERM	Tiempo caminando a la parada del autobús más tiempo de espera para abordar el autobús, en minutos, literalmente en formato numérico.
Tiempo de viaje	TVIAJE	Tiempo en que se realizó el viaje, en minutos, literalmente en formato numérico.
Tiempo total	TTOT	Es la suma del tiempo a la parada, tiempo de espera y tiempo de viaje, en minutos, TTERM+TVIAJE, literalmente en formato numérico.
Tarifa / Combustible	T/C	Es el costo del pasaje en el autobús y el costo de la gasolina empleada en el viaje en el caso de vehículo privado.
Costo generalizado del viaje	GC	Es el costo generalizado que depende de la tarifa/combustible, el tiempo total de viaje y el valor del tiempo, en pesos, se calculó con los datos obtenidos.
Atributo del medio	ATRIB	Es el indicador, en el caso del autobús es el Indicador de comodidad y en el de vehículo privado es el costo generalizado del vehículo entre el costo generalizado de viaje.

Fuente: Elaboración propia.

### 3.6.3 Distancia y tiempo de viaje

Para el cálculo de la distancia (DISTK) y el tiempo de viaje (TVIAJE) en vehículo privado se empleó el programa *TransCad*, que es un sistema de información geográfica (SIG) diseñado para el transporte con el objetivo de almacenar, mostrar y analizar datos de transporte. Se formó una tabla de origen destino O-D del viaje con las claves AGEB, donde se enlistaron todos los viajes realizados y se indicó el origen y el destino de cada viaje con clave AGEB, con la finalidad de ingresarlos en el programa antes mencionado y así generar virtualmente los viajes utilizando las herramientas ofrecidas por dicho programa, un ejemplo de la tabla mencionada se puede observar en la Tabla 18.

Tabla 18. Tabla Origen Destino O-D.

<b>ENCUESTADOR</b>	<b>ORIGEN</b>	<b>DESTINO</b>
30-100	0585	3613
21-117	0585	1316
02-01	1354	1250
02-02	1354	0833
02-10	1354	0138
02-13	1354	2973
05-03	1212	1138
05-04	1212	038A
05-05	1212	1674
05-07	1212	1227
06-01	0638	038A
06-06	0638	0411
06-07	0638	0411
06-09	0638	0638
07-04	0528	038A
07-05	0528	0091
07-07	0528	1570
07-08	0528	3488
07-16	0528	0375
07-18	0528	038A
09-04	0731	0750
09-05	0731	0750
09-011	0731	0125
09-012	0731	1316
12-04	1373	0157
12-07	1373	1227
12-08	1373	0058

Fuente: Elaboración propia.

Para calcular la distancia y el tiempo de viaje del vehículo privado fue necesario hacer un archivo SIG con la información de velocidad calculada por Obregón (2015), y poner la información de calles y avenidas, se ingresó la tabla de O-D y se estimaron las distancias y los tiempos utilizando herramientas del programa *TransCad*, en la Tabla 19 se muestra un ejemplo de los resultados obtenidos en el programa, donde se observa que el programa arrojó distancias, tiempo mínimo y tiempo máximo de recorrido.

Tabla 19. Estimación de distancia y tiempo en el programa *TransCad*.

ENCUESTADOR	ORIGEN	DESTINO	MEDIO	ID_ORIGEN	ID_DESTINO	DISTANCIA	TIEMPO_MIN	TIEMPO_MAX
30-100	0585	3613	4	5598	5761	14.93	17.43	17.29
21-117	0585	1316	4	5598	5568	6.56	10.81	10.67
02-01	1354	1250	1	5551	5747	7.66	11.81	11.75
02-02	1354	0833	1	5551	5625	20.21	24.91	23.88
02-10	1354	0138	1	5551	5594	17.12	22.45	21.98
02-13	1354	2973	1	5551	5735	10.64	15.74	15.42
05-03	1212	1138	1	5572	5734	3.42	5.60	5.29
05-04	1212	038A	4	5572	5887	2.64	6.47	6.10
05-05	1212	1674	4	5572	5694	2.31	6.58	6.21
05-07	1212	1227	4	5572	5561	0.65	2.74	2.74
06-01	0638	038A	4	5851	5887	4.28	9.27	8.22
06-06	0638	0411	4	5851	5891	3.99	6.06	5.67
06-07	0638	0411	1	5851	5891	3.99	6.06	5.67
06-09	0638	0638	4	5851	5851	0.00	0.00	0.00
07-04	0528	038A	4	5627	5887	6.19	10.13	9.20
07-05	0528	0091	4	5627	5605	4.13	7.25	7.08
07-07	0528	1570	4	5627	5733	6.21	11.37	11.24
07-08	0528	3488	4	5627	5818	9.45	11.60	10.96
07-16	0528	0375	1	5627	5889	5.42	9.06	8.43
07-18	0528	038A	1	5627	5887	6.19	10.13	9.20
09-04	0731	0750	1	5667	5653	4.89	8.77	8.77
09-05	0731	0750	4	5667	5653	4.89	8.77	8.77
09-06	0731	2314	4	5667	5888	12.12	14.52	14.48
09-08	0731	2494	1	5667	5807	14.57	14.75	14.58
09-011	0731	0125	1	5667	5668	2.72	5.62	5.56
09-012	0731	1316	1	5667	5568	10.48	12.54	12.50
10-02	0373	0320	4	5640	5588	7.86	11.14	10.08

Fuente: Elaboración propia.

Para calcular la distancia y el tiempo de viaje del autobús se empleó el programa ofrecido en la página de internet denominada Ruter Online Qro. (2018).



### 3.6.4 Costo generalizado (GC)

El costo generalizado (GC) representa una medida en la que se combinan los atributos principales asociados a la desutilidad del viaje, se expresa en términos de distancia, tiempo y costo de viaje Ortúzar y Wullimsen (2008). Es una función lineal que se representa con la siguiente fórmula:

$$GC_{ij} = a_1 F_{ij} + \left( \frac{TTOT}{60} \right) (SHP)$$

Donde:

$GC_{ij}$ : costo generalizado de  $i$  a  $j$ .

$a_1$ : ponderación asociada para expresar el costo generalizado en unidad monetaria igual a la unidad (1).

$F_{ij}$ : tarifa para ir de  $i$  a  $j$  (o el costo monetario de usar el automóvil).

$TTOT$ : tiempo total de viaje.

$60$ : convertir minutos a horas.

$SHP$ : valor del tiempo de los pasajeros expresado en \$/h.

Para calcular el tiempo total de viaje se utilizó la siguiente fórmula propuesta por Greene (2010).

$$TTOT = TTERM + TVIAJE$$

Donde:

$TTOT$ : tiempo total de viaje expresado en minutos.

$TTERM$ : tiempo caminando a la parada del autobús más tiempo de espera para abordar el autobús expresado en minutos.

$TVIAJE$ : tiempo en que se realiza el viaje a bordo del medio de transporte expresado en minutos.

### 3.6.5 Valor del tiempo

El valor del tiempo se estimó empleando la metodología propuesta por Torres *et al.* (2012), que se basa en una metodología de cálculo que implica el salario mínimo vigente, la población ocupada, número de horas trabajadas por semana y el ingreso promedio. Torres *et al.* (2012) proponen calcular el valor del tiempo a partir de las distintas entidades federativas del país, en función de las ramas de actividad de la economía nacional, por motivo de viaje y por sector de actividad económica, para esta investigación se eligió la metodología a partir del sector de actividad económica. La fórmula para calcular el valor del tiempo fue propuesta por Torres *et al.* y se muestra a continuación:

$$SHP = [(FIP)(SMGP)(7)]/HTP$$

Donde:

*SHP*: valor del tiempo de los pasajeros expresado en \$/h.

*FIP*: factor de ajuste del ingreso de la población ocupada (promedio ponderado del ingreso expresado en número de salarios mínimos diarios).

*SMGP*: promedio del salario mínimo general expresado en \$/día.

7: días/semana.

*HTP*: tiempo promedio que labora por semana la población ocupada

Los valores utilizados y el cálculo del valor del tiempo son mostrados en la Tabla 20, donde se puede ver que para el sector de actividad económica (SAE) primario es de 32.88 \$/h, para el SAE secundario es de 48.01 \$/h, para el SAE terciario es de 44.60 \$/h y para los usuarios que no tenían un sector de actividad económica se realizó el cálculo tomando en cuenta que la ZCQ está ubicada en la región Centro-Occidente y es de 51.64 \$/h.

Tabla 20. Valor del tiempo.

SAE	FIP (salarios mínimos)	SMGP (\$)	7	HTP (h/semana)	SHP (\$/h)
Primario	2.04	88.36	7	38.37	32.88
Secundario	3.51	88.36	7	45.22	48.01
Terciario	3.04	88.36	7	42.16	44.60
Región Centro-Occidente*	3.43	88.36	7	41.08	51.64

\*Para los usuarios sin trabajo, que estudian actualmente o jubilados, se utilizó la región Centro-Occidente.

Fuente: Elaboración propia, valores tomados de Torres *et al.* (2012).

### 3.6.6 Costo monetario de usar el vehículo

El costo monetario del autobús es la tarifa actual de \$8.50 (MNM, 2017), y para calcular el costo monetario al usar el vehículo intervienen el costo de la gasolina, rendimiento del vehículo y la distancia recorrida en el viaje, se utilizaron los valores mostrados en la Tabla 21.

Tabla 21. Costo y rendimiento de la gasolina.

Costo gasolina (\$, diciembre 2017)*			Rendimiento vehículo		
Magna	Premium	Diesel	4 cilindros	6 cilindros	8 cilindros
16.19	17.9	17.11	13 litros/km	10 litros/km	8 litros/km

\*Precio de la gasolina en Querétaro en diciembre del 2017.

Fuente: Elaboración propia.

Para calcular el costo monetario al utilizar el vehículo privado se utilizó la fórmula propuesta por Ortúzar y Willumsen (2008) y se muestra a continuación:

$$F_{ij} = cg * l$$

Donde:

*Fij*: costo monetario de usar el automóvil.

*Cg*: costo del litro de gasolina en pesos \$ (MNM).

*L*: litros de gasolina por viaje, se calcula dividiendo la distancia (km) entre el rendimiento del vehículo (l/km).

En la Tabla 22 se ejemplifica una parte del cálculo realizado, donde se observa que se utilizaron los datos del tipo de gasolina que utiliza el vehículo privado, el número de cilindros con el cual se obtiene el rendimiento y así se puede hacer el cálculo del costo monetario de usar el automóvil.

Tabla 22. Costo monetario al utilizar el automóvil.

cg	Rendimiento vehículo	l	Fij
\$17.90	13	1.54	\$27.54
\$16.19	10	1.00	\$16.19
\$16.19	13	1.54	\$24.91
\$16.19	13	1.15	\$18.68
\$16.19	13	0.77	\$12.45
\$16.19	13	1.15	\$18.68
\$16.19	13	3.46	\$56.04
\$16.19	13	2.31	\$37.36
\$16.19	10	1.00	\$16.19
\$16.19	13	2.69	\$43.59
\$16.19	13	0.38	\$6.23
\$16.19	10	4.50	\$72.86
\$16.19	13	1.54	\$24.91
\$16.19	13	1.54	\$24.91
\$16.19	13	1.54	\$24.91
\$16.19	10	2.00	\$32.38
\$16.19	13	0.77	\$12.45

Fuente: Elaboración propia.

### 3.6.7 Atributos del medio de transporte

Los atributos del medio de transporte se determinaron para cada caso. Para generar contraste entre ambos, el atributo del automóvil es un índice entre los costos generalizados de ambos medios, mientras el atributo del transporte público es un indicador de comodidad.

#### 3.6.7.1 El indicador de comodidad para el transporte público

Se utilizó el indicador de comodidad estimado como se indica en el apartado 6.4.4 como atributo para el transporte público para cada usuario de dicho medio. La Tabla 23 muestra un ejemplo de cómo se codificaron las respuestas del cuestionario y el valor arrojado por el indicador de comodidad.

Tabla 23. Indicador de comodidad.

Peso de variables o nodos.													
	Comodidad en general	Qué genera más incomodidad	Variables que influyen en la comodidad										
Peso del nodo	0.311	0.196	0.493										
Peso por pregunta	-	-	0.071	0.085	0.153	0.116	0.074	0.076	0.080	0.058	0.075	0.212	
Total encuestas	500	500	500										
Valor por pregunta	0.172	0.135	0.041	0.047	0.077	0.060	0.038	0.042	0.039	0.036	0.044	0.110	
Pre-total	0.172	0.135	0.535										
<b>Total</b>	0.172	0.135	0.264										<b>0.572</b>

Fuente: Elaboración propia.

En el apéndice D1 se muestran los resultados de las calificaciones y cálculos del indicador. Los valores son discutidos en la sección de resultados.

### 3.6.7.2 El indicador como atributo para el vehículo privado

En primera instancia el costo generalizado de viaje fue propuesto como atributo del vehículo privado, debido a que el costo generalizado de viaje de este medio es menor al tener tiempos de recorrido menores y no tener tiempos de espera, pero los valores eran mayores a la unidad, y por ello, no era posible compararlos con el atributo del autobús, que es un indicador de la comodidad cuyos valores oscilan entre cero y uno, por esto se propuso determinar un índice que resultara con valores entre cero y uno, para poder ser comparado con el atributo del transporte público, y como el costo generalizado es un atributo del vehículo privado, se propuso una relación entre los dos costos generalizados, pues en este valor resalta el menor costo en vehículo privado. El índice que se estimó como atributo del medio para el vehículo privado, es un valor numérico que expresa la relación entre el costo generalizado de viaje en el vehículo privado y el costo generalizado de viaje en transporte público. Dicha relación se estimó debido a las características del sistema de transporte público, pues el costo generalizado de un viaje realizado en vehículo privado es menor a que si se realizara en autobús. Por lo anterior, y para contrastar de forma fiable con el indicador de comodidad del autobús (cuyo máximo valor es la unidad) se decide estimar la siguiente relación:

$$I_{CAR} = 1 - \frac{CG_{CAR}}{CG_{BUS}}$$

Donde:

$I_{CAR}$ : índice del vehículo privado.

$CG_{CAR}$ : costo generalizado de viaje del vehículo privado.

$CG_{BUS}$ : costo generalizado de viaje del transporte público.

A continuación, se ejemplifica cómo se determinó el índice del vehículo privado para tres viajes, los datos fueron extraídos de la base de datos.

1. Se realizó un viaje en vehículo privado de la colonia Plazas del Sol segunda sección (AGEB 2418) con destino a la colonia Centro Histórico (AGEB 0375) en un vehículo de cuatro cilindros con un rendimiento de 13 litros por kilómetro, utilizó como combustible gasolina magna, la cual tenía un costo de \$16.19 por litro (diciembre del 2017), el viaje tuvo una duración de 30 minutos, una distancia de recorrido de 5 kilómetros y la persona que realizó el viaje pertenece al sector de actividad económica terciario.

Lo primero que se realiza es el cálculo del costo monetario de usar el automóvil ( $F_{ij}$ ) para ir del origen al destino (2418-0375), utilizando el costo del litro de gasolina, el rendimiento del automóvil y la distancia de recorrido como se muestra a continuación con la expresión descrita en el apartado 6.6.6:

$$F_{ij} = cg * l$$

$$F_{ij} = \left( \frac{\$16.19}{1 l} \right) \left( \frac{5 km}{13 \frac{l}{km}} \right)$$

$$F_{ij} = \$6.23$$

A continuación se calcula el valor del tiempo del pasajero expresado en pesos sobre hora (\$/h) como se explicó en el apartado 6.6.5, debido a que el conductor pertenece al sector de actividad económica terciario, se utilizan los valores siguientes: un factor de ajuste del ingreso de la población ocupada (FIP) de 3.04 salarios mínimos diarios, un promedio de salario mínimo (SMGP) de \$88.36 por día y un tiempo promedio que labora por semana la población ocupada (HTP) de 42.16 horas por semana obteniendo el siguiente resultado:

$$SHP = [(FIP)(SMGP)(7)]/HTP$$

$$SHP = [(3.04)(\$88.36)(7)]/42.16 \frac{h}{semana}$$

$$SHP = 44.60 \frac{\$}{h}$$

Para este ejemplo el tiempo total de viaje fue igual al tiempo en que se realizó el viaje a bordo del automóvil, es decir de 30 minutos y una ponderación asociada al costo generalizado para ser expresado en pesos (unidad monetaria) igual a la unidad; teniendo lo anterior fue posible realizar el cálculo del costo generalizado como se explicó en el apartado 6.6.4, usando la siguiente expresión:

$$GC_{2418-0375 CAR} = a_1 F_{ij} + \left( \frac{TTOT}{60} \right) (SHP)$$

$$GC_{2418-0375 CAR} = (1)(\$6.23) + \left( \frac{30 \text{ min}}{60} \right) \left( 44.60 \frac{\$}{h} \right)$$

$$GC_{2418-0375 CAR} = \$28.53$$

Para este viaje se estima el viaje con valores suponiendo que se realizó en transporte público, los valores se toman igual, teniendo una tarifa para ir de  $i$  a  $j$  ( $F_{ij}$ ) de \$8.50; el tiempo total de viaje en este caso fue la suma del tiempo caminando a la parada del autobús, el tiempo de espera para abordar y el tiempo en que se realiza el viaje estimado en el Ruter Online Qro, con un valor de 30 y 45 minutos respectivamente, obteniendo un tiempo total de viaje de 75 minutos, por lo tanto el costo generalizado del mismo viaje realizado en transporte público fue de:

$$GC_{2418-0375 BUS} = a_1 F_{ij} + \left( \frac{TTOT}{60} \right) (SHP)$$

$$GC_{2418-0375 BUS} = (1)(\$8.50) + \left( \frac{75 \text{ min}}{60} \right) \left( 44.60 \frac{\$}{h} \right)$$

$$GC_{2418-0375} = \$64.28$$



Por lo tanto, para este viaje el valor del índice del vehículo privado fue calculado como se describió al inicio de este apartado (6.6.7.2):

$$I_{CAR} = 1 - \frac{CG_{CAR}}{CG_{BUS}}$$

$$I_{CAR} = 1 - \frac{\$28.53}{\$64.28}$$

$$I_{CAR} = 0.56$$

2. Se realizó un viaje en vehículo privado de la colonia La Era (AGEB 0303) con destino a la colonia Geo Plazas (AGEB 3647) en un vehículo de cuatro cilindros con un rendimiento de 13 litros por kilómetro, utilizó como combustible gasolina magna (\$16.19 por litro, diciembre del 2017), el viaje tuvo una duración de 35 minutos, una distancia de recorrido de 10 kilómetros y la persona que realizó el viaje es jubilado. El cálculo del costo monetario de usar el automóvil ( $F_{ij}$ ) se muestra a continuación:

$$F_{ij} = cg * l$$

$$F_{ij} = \left( \frac{\$16.19}{1 l} \right) \left( \frac{10 km}{13 \frac{l}{km}} \right)$$

$$F_{ij} = \$12.45$$

Debido a que el conductor no pertenece a ningún sector de actividad económica, se utilizan los valores de la región Centro-Occidente: FIP de 3.43 salarios mínimos diarios, SMGP de \$88.36 por día y HTP de 41.08 horas por semana obteniendo el siguiente resultado:

$$SHP = [(FIP)(SMGP)(7)]/HTP$$

$$SHP = [(3.43)(\$88.36)(7)]/41.08 \frac{h}{semana}$$

$$SHP = 51.64 \frac{\$}{h}$$

El costo generalizado del vehículo privado fue el siguiente:

$$GC_{0303-3647 CAR} = a_1 F_{ij} + \left( \frac{TTOT}{60} \right) (SHP)$$

$$GC_{0303-3647 CAR} = (1)(\$12.45) + \left( \frac{35 \text{ min}}{60} \right) \left( 51.64 \frac{\$}{h} \right)$$

$$GC_{0303-3647 CAR} = \$42.57$$

Los valores suponiendo que el viaje se realizó en transporte público, los valores se toman igual, teniendo una tarifa para ir de  $i$  a  $j$  ( $F_{ij}$ ) de \$8.50, el tiempo total de viaje en este caso fue la suma del tiempo caminando a la parada del autobús, el tiempo de espera para abordar y el tiempo en que se realiza el viaje estimado en el Ruter Online Qro, con un valor de 35 y 45 minutos respectivamente, obteniendo un tiempo total de viaje de 70 minutos, por lo tanto el costo generalizado del mismo viaje realizado en transporte público fue de:

$$GC_{0303-3647 BUS} = a_1 F_{ij} + \left( \frac{TTOT}{60} \right) (SHP)$$

$$GC_{0303-3647 BUS} = (1)(\$8.50) + \left( \frac{80 \text{ min}}{60} \right) \left( 51.64 \frac{\$}{h} \right)$$

$$GC_{0303-3647 BUS} = \$77.35$$

Por lo tanto, para este viaje el valor del índice del vehículo privado fue calculado como se describió al inicio de este apartado (6.6.7.2):

$$I_{CAR} = 1 - \frac{CG_{CAR}}{CG_{BUS}}$$

$$I_{CAR} = 1 - \frac{\$42.57}{\$77.35}$$

$$I_{CAR} = 0.45$$

3. Se realizó un viaje en vehículo privado de la colonia Carretas (AGEB 0479) con destino el Fraccionamiento Villas del Tecnológico (AGEB 1227) en un vehículo de seis cilindros con un rendimiento de 10 litros por kilómetro, utilizó como combustible gasolina magna, la cual tenía un costo de \$16.19 por litro (diciembre del 2017), el viaje tuvo una duración de 25 minutos, una distancia de recorrido de 7 kilómetros y la persona que realizó el viaje pertenece al sector de actividad económica terciario. El cálculo del costo monetario es de:

$$F_{ij} = cg * l$$

$$F_{ij} = \left( \frac{\$16.19}{1 l} \right) \left( \frac{7 km}{10 \frac{l}{km}} \right)$$

$$F_{ij} = \$11.33$$

El valor del tiempo del pasajero expresado en pesos sobre hora (\$/h) es de:

$$SHP = [(FIP)(SMGP)(7)]/HTP$$

$$SHP = [(3.04)(\$88.36)(7)]/42.16 \frac{h}{semana}$$

$$SHP = 44.60 \frac{\$}{h}$$

Obteniendo un costo generalizado de:

$$GC_{0479-1227 CAR} = a_1 F_{ij} + \left( \frac{TTOT}{60} \right) (SHP)$$

$$GC_{0479-1227 CAR} = (1)(\$11.33) + \left( \frac{25 min}{60} \right) (44.60 \frac{\$}{h})$$

$$GC_{0479-1227 CAR} = \$29.91$$

Se estima el viaje con valores suponiendo que se realizó en transporte público, teniendo una tarifa para ir de  $i$  a  $j$  ( $F_{ij}$ ) de \$8.50; el tiempo total de viaje en este caso fue la suma del tiempo caminando a la parada del autobús, el tiempo de espera para abordar y el tiempo en que se realiza el viaje estimado en el Ruter Online Qro, con un valor de 25 y 35 minutos respectivamente, obteniendo un tiempo total de viaje de 75 minutos, por lo tanto el costo generalizado del mismo viaje realizado en transporte público fue de:

$$GC_{0479-1227\text{ BUS}} = a_1 F_{ij} + \left( \frac{TTOT}{60} \right) (SHP)$$

$$GC_{0479-1227\text{ BUS}} = (1)(\$8.50) + \left( \frac{60\text{ min}}{60} \right) \left( 44.60 \frac{\$}{h} \right)$$

$$GC_{0479-1227\text{ BUS}} = \$53.1$$

Por lo tanto, para este viaje el valor del índice del vehículo privado fue calculado como se describió al inicio de este apartado (6.6.7.2):

$$I_{CAR} = 1 - \frac{CG_{CAR}}{CG_{BUS}}$$

$$I_{CAR} = 1 - \frac{\$29.91}{\$53.10}$$

$$I_{CAR} = 0.44$$

Como se muestra en los ejemplos anteriores, el costo generalizado del viaje en autobús siempre va a ser mayor al costo generalizado del viaje en vehículo privado, esto se debe a que el costo generalizado está en función del valor del tiempo, como los viajes en autobús suelen demorar más tiempo, el costo generalizado se eleva; es por esto que el índice del carro se propuso como la relación entre los dos costos generalizados, con la finalidad de que fuera un atributo del medio.

### **3.7 Modelo de Elección discreta**

La base de datos se guardó en un archivo .CSV (valores separados por comas) para poder ser ingresado en el programa *Nlogit 5* con el que se modeló, el cual es una expansión del programa LIMDEP, que estima, simula y analiza modelos de elección multinomial, es un estimador de máxima verisimilitud (MLE por sus siglas en inglés de maximum likelihood), en el cual se asignan atributos del medio de transporte y características al usuario.

Para estimar los modelos fue necesario importar el archivo de la base de datos final (con extensión .csv), después se estimaron diferentes modelos ingresando diferentes combinaciones de atributos del medio y características del usuario, haciendo estimaciones hasta discriminar las variables que no fueron significativas estadísticamente y finalmente encontrar modelos que expliquen la relación entre las variables restantes, por lo tanto se puede decir que este fue un proceso repetitivo por el cual se obtuvieron los modelos que presentaron el mejor ajuste (mayor significancia), los resultados obtenidos son discutidos en la parte de resultados y conclusiones, los modelos pueden ser consultados en los apéndices E1 al E5.

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIONES

En esta sección se muestran los resultados obtenidos en la investigación, los datos obtenidos de las encuestas fueron analizados mediante estadística descriptiva y los modelos estimados serán explicados.

### 4.1.1 Estadística descriptiva

Los datos obtenidos en las encuestas fueron procesados y finalmente se obtuvo una base de datos, conformada con todos los valores utilizados en la investigación, los cuales son descritos estadísticamente a continuación.

En la Tabla 24 se observa que la mayoría de los encuestados es de sexo masculino para ambos medios de transporte, sin embargo, los usuarios de vehículo privado presentan un porcentaje más elevado siendo de 79% de sexo masculino y en transporte público del 56%.

Tabla 24. Sexo.

Sexo	Vehículo privado		Transporte público	
	Individuos	Porcentaje	Individuos	Porcentaje
Masculino	394	79%	282	56%
Femenino	106	21%	218	44%

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 25 se observa que la mayoría de los encuestados están en un rango de edad de 21 a 40 años, siendo más jóvenes la mayoría de los que usan el transporte público con un 27% en un rango de edad de 21 a 30 años y un 26% los usuarios de vehículo privado en un rango de edad de 31 a 40 años.

Tabla 25. Rangos de edad.

Rangos de edad	Vehículo privado		Transporte público	
	Individuos	Porcentaje	Individuos	Porcentaje
15 a 20 años	13	3%	54	11%
21 a 30 años	92	19%	136	27%
31 a 40 años	130	26%	96	19%
41 a 50 años	122	24%	93	19%
51 a 60 años	86	17%	64	13%
61 a 70 años	46	9%	41	8%
> 70 años	11	2%	16	3%

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 26 se observa que la mayoría de los usuarios del vehículo privado tienen superior completo mientras que la mayoría de los usuarios del transporte público tienen bachillerato completo.

Tabla 26. Grado de educación.

Grado de educación	Vehículo privado		Transporte público	
	Individuos	Porcentaje	Individuos	Porcentaje
Sin grado de educación	11	2%	25	5%
Primaria completa	23	5%	61	12%
Secundaria completa	70	14%	115	23%
Carreta comercial completa	30	6%	29	6%
Bachillerato completo	125	25%	175	35%
Superior completo	216	43%	95	19%
Postgrado completo	25	5%	0	0%

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 27 se observa que para ambos casos los usuarios no estudiaban un curso oficial al momento de hacer la encuesta, siendo un 93% en vehículo privado y un 80% en transporte público.

Tabla 27. Estudia actualmente.

<b>Estudia actualmente</b>	<b>Vehículo privado</b>		<b>Transporte público</b>	
	<b>Individuos</b>	<b>Porcentaje</b>	<b>Individuos</b>	<b>Porcentaje</b>
Sí estudia	36	7%	98	20%
No estudia	464	93%	402	80%

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 28 se observa que para ambos casos el 32% de los usuarios tienen como ocupación principal ser empleado.

Tabla 28. Ocupación principal.

<b>Ocupación principal</b>	<b>Vehículo privado</b>		<b>Transporte público</b>	
	<b>Individuos</b>	<b>Porcentaje</b>	<b>Individuos</b>	<b>Porcentaje</b>
Sin ocupación	3	0.6%	8	1.6%
Hogar	18	4%	44	9%
Estudiante	18	4%	76	15%
Obrero	47	9%	64	13%
Empleado	162	32%	159	32%
Artesano	0	0%	3	1%
Profesionista	84	17%	32	6%
Comerciante	41	8%	30	6%
Chofer	10	2%	7	1%
Servidor público	21	4.2%	7	1.4%
Vendedor	20	4%	23	5%
Empresario	12	2%	5	1%
Educación	20	4%	14	3%
Empleada doméstica	0	0%	5	1%
Jubilado	43	9%	23	5%
Artista	1	0.2%	0	0.0%

Fuente: Elaboración propia.



En la Tabla 29 se observa que para ambos casos los usuarios pertenecen al sector de actividad terciario, siendo el porcentaje mayor en el caso de los usuarios de vehículo privado con un 71% contra un 54% de los usuarios del transporte público.

Tabla 29. Sector de actividad económica.

<b>Sector de actividad económica</b>	<b>Vehículo privado</b>		<b>Transporte público</b>	
	<b>Individuos</b>	<b>Porcentaje</b>	<b>Individuos</b>	<b>Porcentaje</b>
S/SAE	82	16%	151	30%
Secundario	64	13%	78	16%
Terciario	354	71%	271	54%

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 30 se observa que el 95% de los usuarios del vehículo privado perciben salario y el 81% de los usuarios del transporte público también perciben salario.

Tabla 30. Percibe salario o es dependiente.

<b>Percibe salario o es dependiente</b>	<b>Vehículo privado</b>		<b>Transporte público</b>	
	<b>Individuos</b>	<b>Porcentaje</b>	<b>Individuos</b>	<b>Porcentaje</b>
Dependiente	26	5%	94	19%
Percibe salario	474	95%	406	81%

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 31 se observa que la mayoría de los usuarios del vehículo privado tienen un ingreso de \$5,603 a \$11,205 mientras que los usuarios de transporte público tienen un ingreso entre \$1,121 a \$2,241.

Tabla 31. Ingreso semanal por hogar.

Ingreso semanal por hogar	Vehículo privado		Transporte público	
	Individuos	Porcentaje	Individuos	Porcentaje
\$0 a \$560	0	0%	8	2%
\$561 a \$1,120	12	2%	39	8%
\$1,121 a \$2,241	83	17%	143	29%
\$2,242 a \$3,361	99	20%	126	25%
\$3,362 a \$4,482	94	19%	78	16%
\$4,483 a \$5,602	69	14%	44	9%
\$5,603 a \$11,205	109	22%	57	11%
> \$11,205	34	7%	5	1%

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 32 se observa que 73% de los usuarios de vehículo privado tienen por lo menos 1 vehículo, mientras que el 60% de los usuarios del transporte público no cuentan con vehículo.

Tabla 32. Números de vehículo por hogar.

Número de vehículos por hogar	Vehículo privado		Transporte público	
	Individuos	Porcentaje	Individuos	Porcentaje
0 vehículos	9	2%	302	60%
1 vehículo	363	73%	165	33%
2 vehículos	111	22%	33	7%
3 a 4 vehículos	17	3%	0	0%

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 33 se observa que el 36% de los usuarios del transporte público cuentan con licencia de conducir mientras que el 100% de los usuarios del vehículo privado cuenta con licencia de conducir.

Tabla 33. Cuenta con licencia de conducir.

Licencia de conducir	Vehículo privado		Transporte público	
	Individuos	Porcentaje	Individuos	Porcentaje
No	0	0%	322	64%
Sí	500	100%	178	36%

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 34 se observa que el 42% de los usuarios del vehículo privado y del transporte público tienen de 1 a 10 años con licencia de conducir.

Tabla 34. Años con licencia de conducir.

Años con licencia de conducir	Vehículo privado		Transporte público	
	Individuos	Porcentaje	Individuos	Porcentaje
1 a 10 años	210	42%	93	52%
11 a 20 años	146	29%	43	24%
21 a 30 años	100	20%	30	17%
> 30 años	44	9%	12	7%

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 35 se observa que la mayoría de los usuarios tanto de vehículo privado (29%) como de transporte público (33%) hicieron su viaje con una distancia en un rango de 5.1 a 10 kilómetros.

Tabla 35. Distancia.

Distancia	Vehículo privado		Transporte público	
	Individuos	Porcentaje	Individuos	Porcentaje
0.1 a 0.5 kilómetros	5	1%	0	0%
0.51 a 2.0 kilómetros	76	15%	72	14%
2.1 a 5 kilómetros	122	24%	147	29%
5.1 a 10 kilómetros	147	29%	167	33%
10.1 a 20 kilómetros	109	22%	88	18%
> 20 kilómetros	41	8%	26	5%

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 36 se observa que la mayoría de los usuarios de vehículo privado hacen un tiempo total de viaje de 10.1 a 20 minutos mientras que la mayoría de los usuarios de transporte público hacen un tiempo total de viaje de 30.1 a 50 minutos.

Tabla 36. Tiempo total de viaje.

Tiempo total de viaje	Vehículo privado		Transporte público	
	Individuos	Porcentaje	Individuos	Porcentaje
1 a 5 minutos	24	5%	9	2%
5.1 a 10 minutos	55	11%	59	12%
10.1 a 20 minutos	158	32%	120	24%
20.1 a 30 minutos	153	31%	110	22%
30.1 a 50 minutos	68	14%	152	30%
> a 50 minutos	42	8%	50	10%

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 37 se observa que el costo generalizado para la mayoría de los usuarios de vehículo privado es de \$20.1 a \$30 mientras que el costo generalizado de la mayoría de los usuarios del transporte público es de \$30.1 a \$50.

Tabla 37. Costo generalizado.

<b>Costo generalizado</b>	<b>Vehículo privado</b>		<b>Transporte público</b>	
	<b>Individuos</b>	<b>Porcentaje</b>	<b>Individuos</b>	<b>Porcentaje</b>
\$10 a \$20	46	9%	4	1%
\$20.1 a \$30	132	26%	60	12%
\$30.1 a \$40	132	26%	108	22%
\$40.1 a \$50	88	18%	109	22%
\$50.1 a \$60	63	13%	96	19%
\$60.1 a \$70	39	8%	72	14%
> a \$70	0	0%	51	10%

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 38 se observa que la mayoría de los usuarios del vehículo privado tiene un atributo del medio perteneciente a un rango de 0.71 a 1.0 y la mayoría de los usuarios del transporte público tiene un atributo del medio perteneciente a un rango de 0.51 a 0.60.

Tabla 38. Atributo del medio.

<b>Atributo del medio</b>	<b>Vehículo privado</b>		<b>Transporte público</b>	
	<b>Individuos</b>	<b>Porcentaje</b>	<b>Individuos</b>	<b>Porcentaje</b>
0.20 a 0.40	0	0%	39	8%
0.41 a 0.50	0	0%	115	23%
0.51 a 0.60	174	35%	204	41%
0.61 a 0.70	144	29%	86	17%
0.71 a 1.00	182	36%	56	11%

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 39 se observa que el 54% de los encuestados hacen un tiempo de camino al parabús y esperando al autobús de 11 a 20 minutos.

Tabla 39. Tiempo de camino al parabús y esperando el autobús.

<b>Tiempo de camino al parabús y esperando el autobús</b>	<b>Individuos</b>	<b>Porcentaje</b>
1 a 10 minutos	69	14%
11 a 20 minutos	268	54%
21 a 30 minutos	116	23%
31 a 40 minutos	38	8%
41 a 55 minutos	9	2%
	500	100%

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.1.2 Percepción del transporte público

En la Tabla 40 se observa que al 56% de los usuarios del vehículo privado les complacen los medios de transporte, de los cuales el 78% son de sexo masculino, el 48% tiene un grado de educación superior completo, el 6% tienen 27 años y el 16% tiene un ingreso semanal entre un rango de \$4,483 a \$5,602, mientras que al 43.4% de los usuarios del transporte público les complacen los medios de transporte, de los cuales el 59% son de sexo masculino, el 34% tiene un grado de educación de bachillerato completo, el 5% tienen 25 años y el 32% tiene un ingreso semanal entre un rango de \$1,121 a \$2,241.

Tabla 40. ¿Le complacen los medios de transporte?.

¿Le complacen los medios de transporte?	Vehículo privado		Transporte público	
	Individuos	Porcentaje	Individuos	Porcentaje
No	220	44.0%	283	56.6%
Sí	280	56.0%	217	43.4%

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 41 se observa que al 33% de los encuestados que no están complacidos con los medios de transporte ponen de motivo el que no hay rutas suficientes.

Tabla 41. ¿Por qué no le complacen los medios de transporte?.

<b>¿Por qué no le complacen los medios de transporte?</b>	<b>Individuos</b>	<b>Porcentaje</b>
Rutas insuficientes	163	33%
Costo del viaje	14	3%
La parada está muy lejos	12	2%
Trato al usuario, forma de manejo y seguridad	81	16%
Estado físico del autobús	37	7%
Tiempo de trayecto	41	8%
No acceso a discapacitados	11	2%
Incomodidad	27	5%
Capacidad de las unidades	20	4%
Frecuencia de paso	69	14%
Otros	28	6%

Fuente: Elaboración propia.



En la Tabla 42 se observa que al 33% de los encuestados que no usan el transporte público no les interesa usarlo, de los cuales el 82% son de sexo masculino, el 48% tiene un grado de educación superior completo, el 6% tienen 40 años y el 23% tiene un ingreso semanal entre un rango de \$5,603 a \$11,205, siendo la comodidad el segundo factor por el cual los usuarios no utilizan el transporte público.

Tabla 42. ¿Por qué no usan el TP?

<b>¿Por qué no usa el transporte público?</b>	<b>Individuos</b>	<b>Porcentaje</b>
No me interesa	163	33%
Costo del viaje	2	0%
La parada está muy lejos	12	2%
Trato al usuario, forma de manejo y seguridad	42	8%
Estado físico del autobús	10	2%
Tiempo de trayecto	92	18%
No acceso a discapacitados	3	1%
Comodidad	120	24%
Otro	56	11%

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 43 se observa que al 55% de los encuestados que no usan el transporte público sí usarían el TP si este mejorara, de los cuales el 80% son de sexo masculino, el 41% tiene un grado de educación superior completo, el 5% tienen 36 años y el 20% tiene un ingreso semanal entre un rango de \$3,362 a \$4,482.

Tabla 43. ¿Usaría el TP?.

<b>En caso de mejorar el transporte público, ¿lo usaría?</b>	<b>Individuos</b>	<b>Porcentaje</b>
No	160	32%
Sí	274	55%
Tal vez	66	13%

Fuente: Elaboración propia.

### 4.1.3 Percepción de la comodidad en el transporte público

En la Tabla 44 se observa que al 44% de los encuestados que usan el transporte público perciben su nivel de satisfacción con la comodidad dentro del autobús como regular, seguida con el 28% como mala.

Tabla 44. Comodidad dentro del autobús.

<b>Su nivel de satisfacción con la comodidad dentro del autobús es:</b>	<b>Individuos</b>	<b>Porcentaje</b>
Muy malo	44	9%
Malo	142	28%
Regular	221	44%
Bueno	70	14%
Excelente	23	5%

Fuente: Elaboración propia.

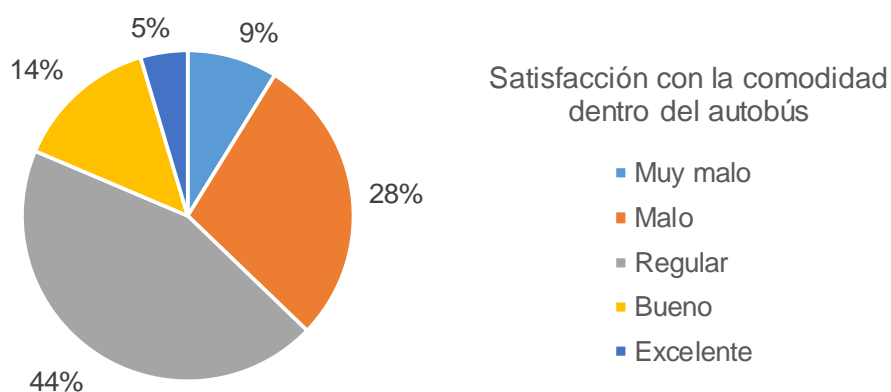


Ilustración 10. Estadística descriptiva: comodidad dentro del autobús.

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 45 se observa que al 35% de los encuestados los hace sentir más incómodo los asientos, en segundo lugar con el 22% está el acceso y la salida y con el 16% en tercer lugar el olor.

Tabla 45. Incómodo.

<b>¿Qué lo hace sentir más incómodo dentro del autobús?</b>	<b>Individuos</b>	<b>Porcentaje</b>
Asientos	177	35%
Ruido	61	12%
Falta de iluminación	32	6%
Olor	81	16%
Acceso/salida	108	22%
Temperatura	41	8%

Fuente: Elaboración propia.

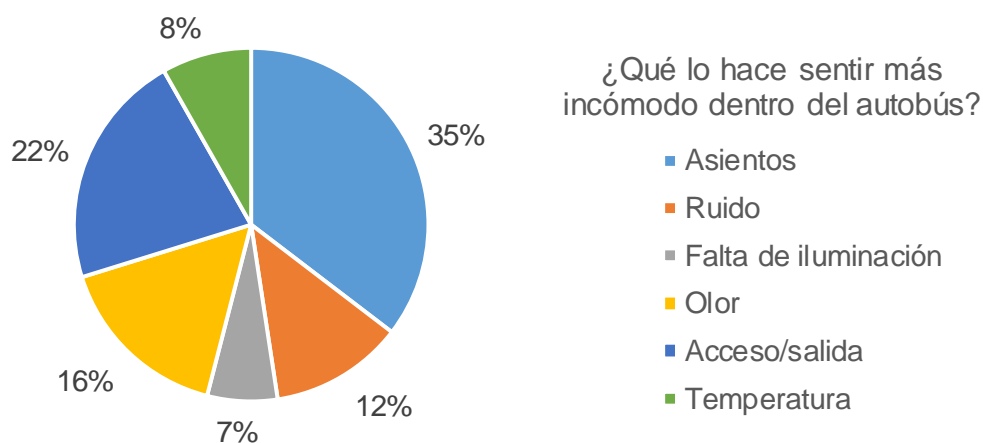


Ilustración 11. Estadística descriptiva: Incómodo.

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 46 se observa que al 36% de los encuestados que usan el transporte público perciben la comodidad de la altura de los escalones como regular, seguida del 28% que la perciben mala.

Tabla 46. Altura de los escalones.

Altura de los escalones	Individuos	Porcentaje
Muy malo	34	7%
Malo	142	28%
Regular	180	36%
Bueno	129	26%
Excelente	15	3%

Fuente: Elaboración propia.

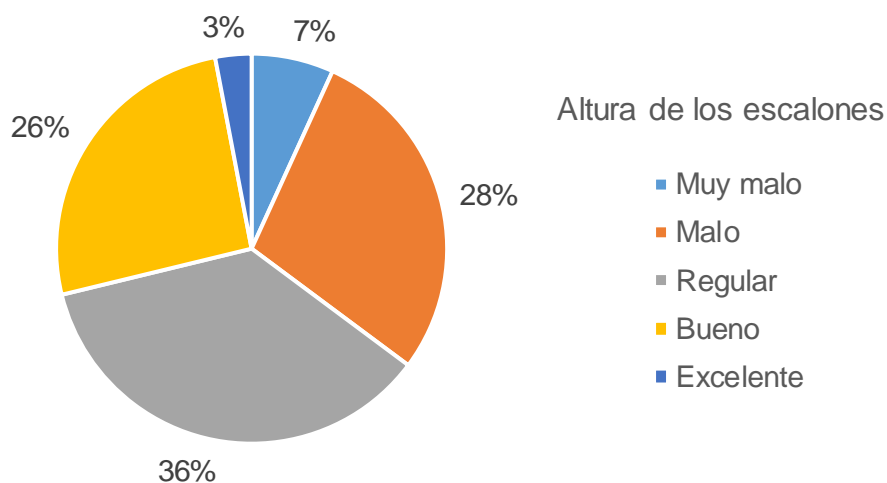


Ilustración 12. Estadística descriptiva: altura de los escalones.

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 47 se observa que al 34% de los encuestados que usan el transporte público perciben la comodidad del acceso y la salida como regular, seguida del 32% que la perciben mala.

Tabla 47. Acceso y salida.

Acceso y salida	Individuos	Porcentaje
Muy malo	52	10%
Malo	158	32%
Regular	170	34%
Bueno	100	20%
Excelente	20	4%

Fuente: Elaboración propia.

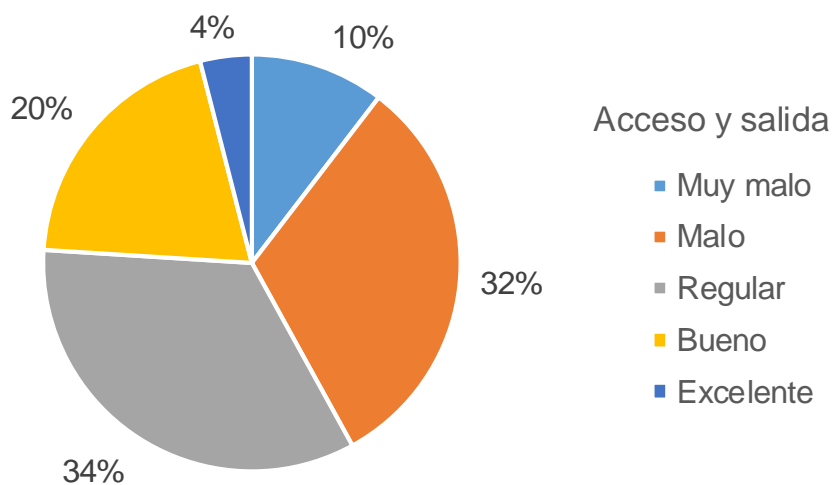


Ilustración 13. Estadística descriptiva: acceso y salida.

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 48 se observa que al 40% de los encuestados que usan el transporte público perciben la comodidad del asiento como mala, seguida del 31% que la perciben regular.

Tabla 48. Asiento.

Asiento	Individuos	Porcentaje
Muy malo	69	14%
Malo	197	40%
Regular	157	31%
Bueno	61	12%
Excelente	16	3%

Fuente: Elaboración propia.

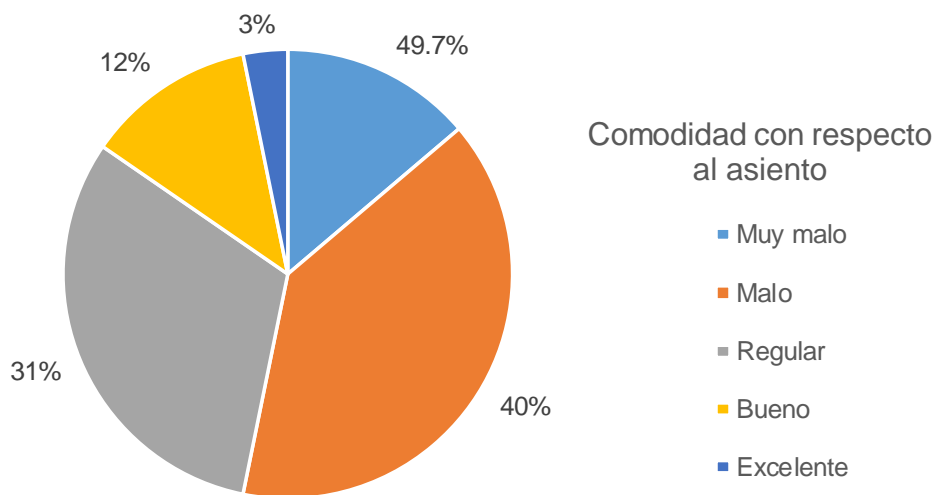


Ilustración 14. Estadística descriptiva: asiento.

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 49 se observa que al 38% de los encuestados que usan el transporte público perciben la comodidad de la limpieza como regular, seguida del 34% que la perciben mala.

Tabla 49. Limpieza.

Limpieza	Individuos	Porcentaje
Muy malo	65	13%
Malo	170	34%
Regular	189	38%
Bueno	63	13%
Excelente	13	3%

Fuente: Elaboración propia.

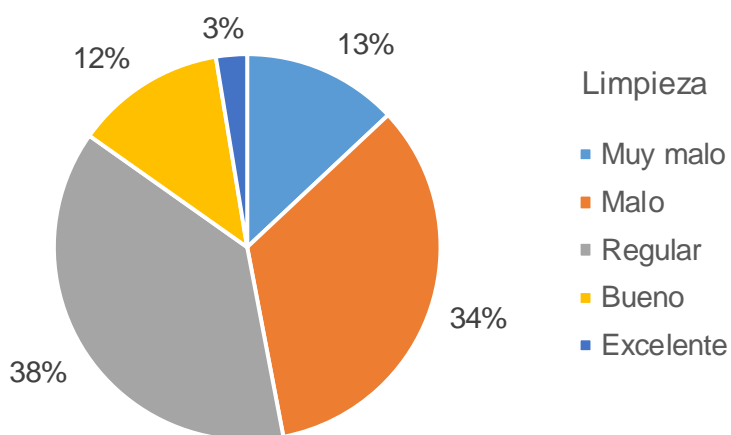


Ilustración 15. Estadística descriptiva: limpieza.

Fuente: Elaboración propia.



En la Tabla 50 se observa que al 37% de los encuestados que usan el transporte público perciben la comodidad de la temperatura como regular, seguida del 34% que la perciben mala.

Tabla 50. Temperatura.

Temperatura	Individuos	Porcentaje
Muy malo	66	13%
Malo	168	34%
Regular	184	37%
Bueno	64	13%
Excelente	18	4%

Fuente: Elaboración propia.

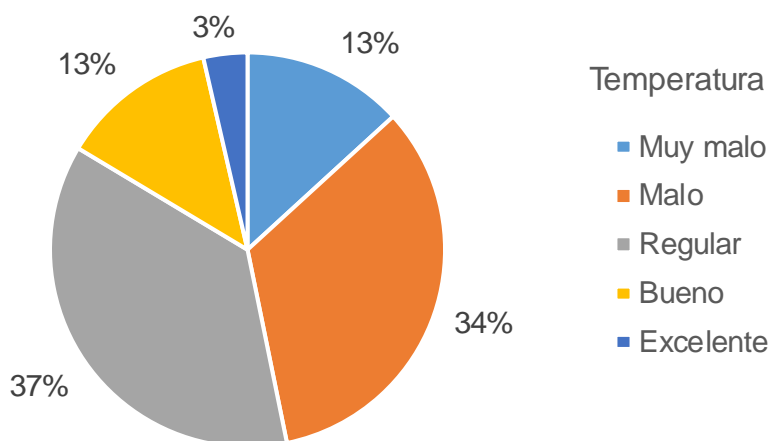


Ilustración 16. Estadística descriptiva: temperatura.

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 51 se observa que al 40% de los encuestados que usan el transporte público perciben la comodidad del ruido como regular, seguida del 29% que la perciben mala.

Tabla 51. Ruido.

Ruido	Individuos	Porcentaje
Muy malo	47	9%
Malo	145	29%
Regular	201	40%
Bueno	83	17%
Excelente	24	5%

Fuente: Elaboración propia.

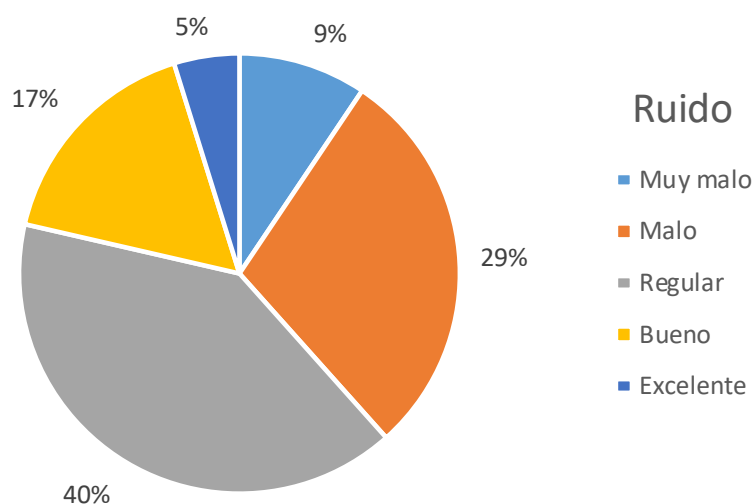


Ilustración 17. Estadística descriptiva: ruido.

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 52 se observa que al 39% de los encuestados que usan el transporte público perciben la comodidad del olor como mala, seguida del 32% que la perciben regular.

Tabla 52. Olor.

Olor	Individuos	Porcentaje
Muy malo	79	16%
Malo	196	39%
Regular	162	32%
Bueno	48	10%
Excelente	15	3%

Fuente: Elaboración propia.

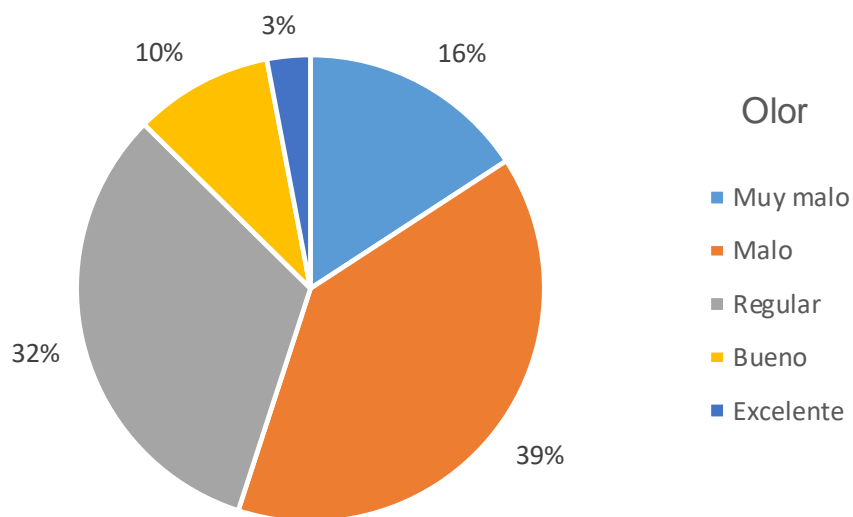


Ilustración 18. Estadística descriptiva: Olor.

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 53 se observa que al 39% de los encuestados que usan el transporte público perciben la comodidad del olor como mala, seguida del 33% que la perciben buena.

Tabla 53. Iluminación.

Iluminación	Individuos	Porcentaje
Muy malo	18	4%
Malo	103	21%
Regular	194	39%
Bueno	165	33%
Excelente	20	4%

Fuente: Elaboración propia.

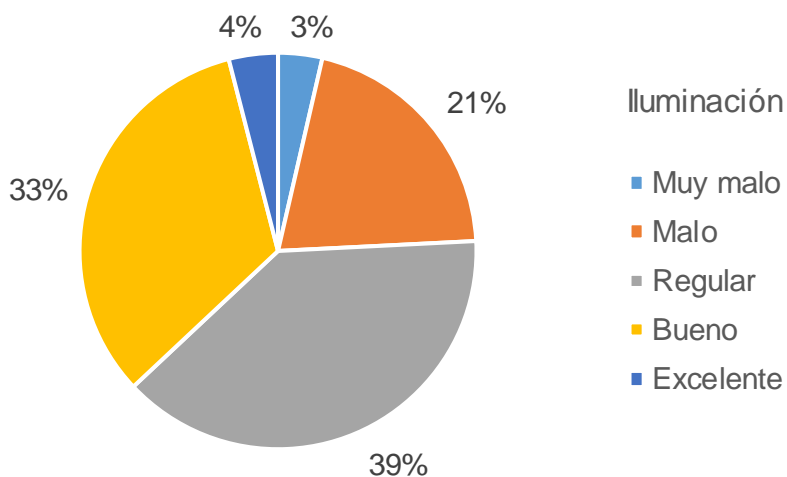


Ilustración 19. Estadística descriptiva: iluminación.

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 54 se observa que al 39% de los encuestados que usan el transporte público perciben la comodidad del agarre de manos como regular, seguida del 25% que la perciben mala.

Tabla 54. Agarre de manos.

Agarre de manos	Individuos	Porcentaje
Muy malo	28	6%
Malo	125	25%
Regular	215	43%
Bueno	117	23%
Excelente	15	3%

Fuente: Elaboración propia.

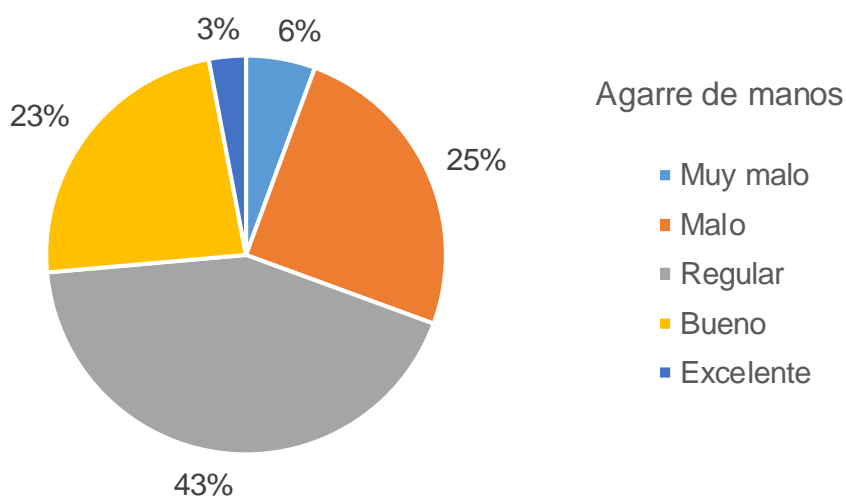


Ilustración 20. Estadística descriptiva: agarre de manos.

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 55 se observa que al 34% de los encuestados que usan el transporte público perciben la comodidad del conductor como regular, seguida del 27% que la perciben mala.

Tabla 55. Trato del conductor.

Trato del conductor	Individuos	Porcentaje
Muy malo	92	18%
Malo	135	27%
Regular	172	34%
Bueno	89	18%
Excelente	12	2%

Fuente: Elaboración propia.

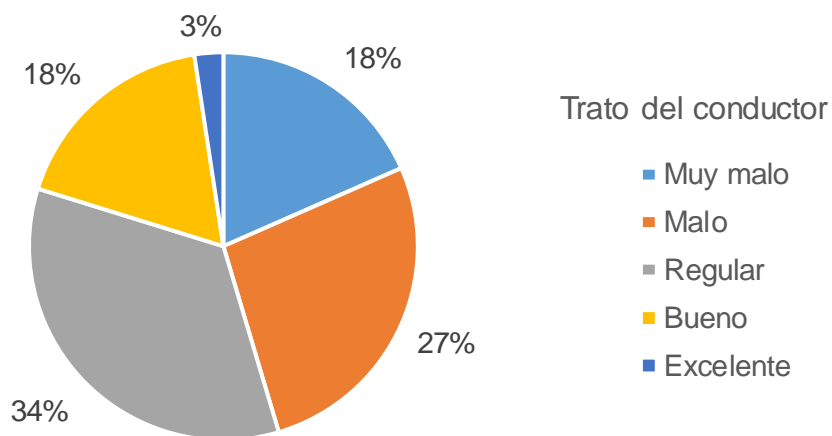


Ilustración 21. Estadística descriptiva: atributo del autobús.

Fuente: Elaboración propia.

De la estadística descriptiva se tiene que:

Los hombres realizan más viajes en estos medios de transporte, siendo la mayoría muy significativa en el vehículo privado (79%), en el transporte público tiene el 56% de viajes el sexo masculino, el sexo masculino realiza la mayor parte de viajes en vehículo privado.

Con respecto a la edad, el 26% de usuarios del vehículo privado tiene una edad entre el rango de 31 a 40, mientras que el 27% de los usuarios del transporte público tiene una edad entre el rango de 21 a 30 años.

Respecto al grado de educación, el 25% de los usuarios del vehículo privado tiene el nivel superior completo, mientras que el 35% de los usuarios del transporte público tiene el nivel bachillerato completo.

Del sector de actividad económica, el 71% de los usuarios del vehículo privado pertenece al sector terciario y de los usuarios del transporte público el 54%, mientras que el 30% de los usuarios de dicho transporte no pertenecen a ningún sector.

El ingreso semanal de los usuarios del vehículo privado está en un rango de \$5,603 a \$11,205 (22%), y el rango para los usuarios del transporte público está entre \$1,121 a \$2,291 (29%).

De los usuarios del vehículo privado el 98% realizó sus viajes en vehículo propio, de los cuales el 75% tiene un vehículo y el 22% tienen dos vehículos por hogar, mientras que de los usuarios del transporte público el 60% no tiene vehículo privado y el 33% tiene un vehículo por hogar, y el 64% no cuenta con licencia de conducir.

El tiempo de recorrido del viaje en vehículo privado es de 10.1 a 20 minutos y un costo generalizado de \$20 a \$30, mientras que en transporte público es de 30.1 a 50 minutos y un costo generalizado entre \$30 y \$50.

El índice del vehículo privado es del 0.7 al 1 (36%) y el indicador de comodidad del transporte público oscila entre 0.51 y 0.60 (41%).

El índice del vehículo privado es del 0.7 al 1 (36%) y el indicador de comodidad del transporte público oscila entre 0.51 y 0.60 (41%).

Al 56% de los usuarios del vehículo privado les complace la dotación de medios disponibles en la ZCQ, de los cuales el 78% son de sexo masculino, el 48% tiene un grado de educación superior completo, el 6% tienen 27 años y el 16% tiene un ingreso semanal entre un rango de \$4,483 a \$5,602, mientras que al 43.4% de los usuarios del transporte público les complacen los medios de transporte, de los cuales el 59% son de sexo masculino, el 34% tiene un grado de educación de bachillerato completo, el 5% tienen 25 años y el 32% tiene un ingreso semanal entre un rango de \$1,121 a \$2,241.

Al 33% de los encuestados que no están complacidos con los medios de transporte ponen de motivo el que no hay rutas suficientes, al 33% de los encuestados que no usan el transporte público no les interesa usarlo, de los cuales el 82% son de sexo masculino, el 48% tiene un grado de educación superior completo, el 6% tienen 40 años y el 23% tiene un ingreso semanal entre un rango de \$5,603 a \$11,205, siendo la comodidad el segundo factor por el cual los usuarios no utilizan el transporte público; Al 55% de los encuestados que no usan el transporte público sí usarían el TP si este mejorara, de los cuales el 80% son de sexo masculino, el 41% tiene un grado de educación superior completo, el 5% tienen 36 años y el 20% tiene un ingreso semanal entre un rango de \$3,362 a \$4,482.

Con respecto a la comodidad percibida dentro del autobús se tiene que: el nivel de satisfacción con la comodidad dentro del autobús del 44% es regular, seguido por un 28% que perciben como mala la comodidad en general; al 35% de los usuarios los hace sentir más incómodo los asientos, en segundo lugar con el 22% está el acceso y la salida y con el 16% en tercer lugar el olor; la comodidad de la altura de los escalones es percibida como regular con el 36%, la comodidad del acceso y salida es percibida de regular a mala (34% - 32%); la comodidad con respecto a la limpieza es percibida de regular a mala (38% - 34%); la comodidad con respecto a la temperatura es percibida de regular a mala (37% - 34%); la



comodidad con el ruido percibida como regular (40%); la comodidad con el olor es percibida como mala (39%); la comodidad con la iluminación es percibida de regular a buena (39% - 33%); la comodidad con el agarre de manos es percibida como regular (43%) y la comodidad con el trato del conductor es percibida de regular a mala (34% - 27%).

#### 4.2 Relación entre el nivel socioeconómico y la comodidad.

Se realizó una relación lineal entre el ingreso semanal y la percepción de comodidad dentro del autobús, en la Ilustración 22 se muestra que el coeficiente de determinación ( $R^2$ ) está muy cercano a cero, por lo tanto, el ajuste del modelo es malo, entonces se determina que no existe una relación entre estas dos variables que pueda ser explicada.

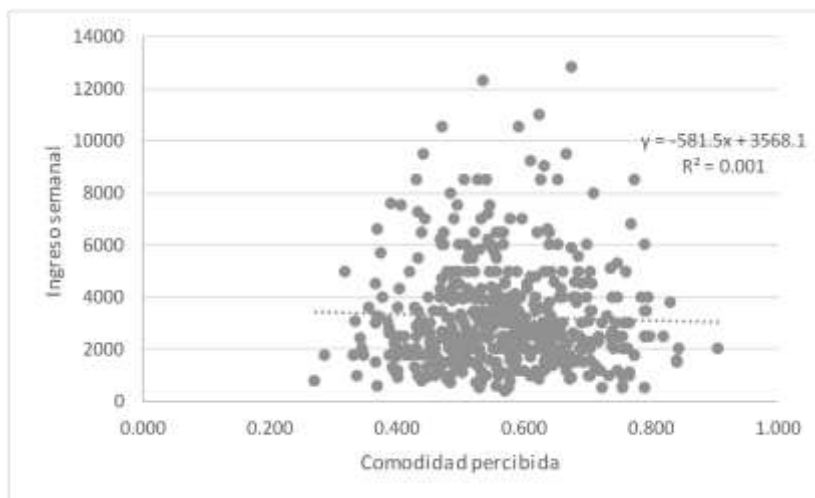


Ilustración 22. Relación entre comodidad y nivel socioeconómico.

Fuente: Elaboración propia.

El nivel socioeconómico no tiene relación directa con la percepción de la comodidad en el transporte público, pero indirectamente sí, porque a mayor nivel socioeconómico mayor es su grado de educación y a mayor educación mayor ingreso, a mayor ingreso mayor es la probabilidad de poseer vehículo privado y mayor es la probabilidad de que el usuario elija el vehículo privado como modo de transporte.

### 4.3 Modelos de elección discreta.

Los modelos de elección discreta se estimaron utilizando el programa *Nlogit 5*, de los cuales dos resultaron con significancia, el modelo uno no considera el ingreso y el modelo dos sí, en la Tabla 58 se pueden observar los dos modelos estimados, en los cuales se utilizaron diferentes atributos tanto del medio de transporte como características de la persona, presentando mayor significancia las variables edad, el sexo, el grado de educación (GE), si cuenta con licencia de conducir (LC), sector de actividad económica (SAE), vehículos por hogar (VEH) y el ingreso. A continuación, se describen los dos modelos que resultaron significantes.

El modelo 1 no considera el ingreso, y se estimó utilizando las variables de edad, sexo, GE, LC, SAE y VEH, en donde la variable con mayor significancia fue la de si cuentan con licencia de conducir (LC), seguida de si el usuario cuenta con vehículo (VEH) y en tercer lugar el sexo, lo cual indica que si el individuo tiene licencia de conducir tiene una mayor probabilidad de elegir el vehículo privado como medio de transporte, por cada vehículo que se tenga en el hogar se incrementa la posibilidad de viajar en vehículo privado y el signo negativo en la variable sexo indica una menor probabilidad de que las mujeres elijan el vehículo privado como medio de transporte. Las variables que presentaron mayor significancia demuestran que indirectamente la elección del modo de transporte está relacionada con el ingreso, debido a que estas variables están relacionadas al nivel socioeconómico de los usuarios.

El modelo 2 considera el ingreso, y se estimó utilizando las variables de sexo, GE, LC e ingreso, en donde la variable con mayor significancia fue el grado de educación (GE), seguida de la variable cuentan con licencia de conducir (LC) y en tercer lugar el sexo, lo cual indica que a mayor grado de educación mayor probabilidad de realizar vehículo privado, si el usuario tiene licencia de conducir tiene una mayor probabilidad de elegir el vehículo privado como medio de transporte y si el sexo es femenino tiene menor probabilidad de elegir el vehículo privado como medio de transporte.

Tabla 56. Modelos de elección discreta.

Respuesta	Modelo 1.			Modelo 2.		
	4: CAR (evenot); 1: Bus			4: CAR (evento); 1: Bus		
	Coef		SE Coef	Coef		SE Coef
Atributo	-2.3046 ( -3.81 )	***	0.60498	-2.34347 ( -4.15 )	***	0.56405
Constanet	-6.32042 ( -9.98 )	***	0.63308	-7.15526 ( -5.88 )	***	1.21752
Edad	0.02097 ( 2.88 )	***	0.00729			
Sexo	-1.15 (-5.60)	***	0.20548	-1.14096 ( -5.98 )	***	0.19069
GE	0.27178 ( 3.93 )	***	0.06919	0.25744 ( 12.62 )	***	0.06357
LC	3.4427 ( 9.46 )	***	0.36411	4.30774 ( 4.05 )	***	0.34127
SAE	0.24893 ( 3.18 )	***	0.07834			
VEH	1.71431 ( 8.13 )	***	0.21076			
Ingreso				0.39969 ( 2.59 )	***	0.15418
Mc Fadden Rho <sup>2</sup> =			0.4996			0.4331

Nota: \*\*\*, \*\*, \* ==> Nivel de significancia at 1%, 5%, 10%. Estadístico Z entre paréntesis.

Fuente: Elaboración propia.

En los modelos se puede observar que el valor estadístico Z se encuentran lejos de cero, lo que significa que la estimación del coeficiente es precisa, por lo cual se puede asegurar que todas las variables tienen un efecto significativo sobre la elección del carro como medio de transporte.

En ambos modelos el atributo refleja una menor probabilidad de elegir el vehículo privado como medio de transporte si se tiene un nivel de comodidad en el transporte público elevado.

## 5. CONCLUSIONES

La hipótesis uno de la investigación afirma que la percepción de comodidad en el TP está relacionada con la elección de dicho medio, y con base en los dos modelos estimados en la investigación se determina que existe evidencia suficiente como para aceptar dicha hipótesis de la investigación.

Con respecto al indicador de comodidad se puede concluir que la ZCQ percibe como regular la comodidad en el transporte público, y que no existe una relación directa entre la comodidad percibida y el nivel socioeconómico de los usuarios, por lo tanto, debido a que no existe evidencia suficiente para aceptar la hipótesis dos de la investigación: la percepción de comodidad en el TP está relacionada con las características socioeconómicas de los usuarios.

La hipótesis tres dice que la elección del medio de transporte está relacionada con las características socioeconómicas de los usuarios, y con base en los dos modelos, donde las variables con mayor significancia son el grado de educación y la posesión de un vehículo, se tiene evidencia suficiente como para aceptar esta hipótesis de investigación.

En los modelos se encontró que la elección del vehículo privado está relacionada principalmente al grado de educación y a la posesión de un auto propio, lo cual está muy relacionado con el nivel socioeconómico, por lo tanto la elección del transporte público como medio de transporte es el reflejo de que no se cuenta con otras posibles opciones, sin embargo, con respecto a la comodidad percibida, se encontró que a mayor comodidad percibida en el transporte público menor será la probabilidad de inclinarse por el vehículo privado, lo cual da hincapié a la realización de políticas que impliquen a la comodidad como factor importante a tomar en cuenta al realizar una mejora en el sistema de transporte público.

Los resultados reflejan la opinión de los usuarios neutral con tendencia a negativa con respecto a la comodidad dentro del autobús, con ello se demuestra que hay una posibilidad de mejorar éste, con la finalidad de que los usuarios que

tienen tendencia a elegir el vehículo privado como medio de transporte, es decir, hombres, usuarios con mayor grado de educación y personas que cuentan con vehículo propio, se vean atraídos por este medio y así contribuir a la mejora del sistema de transporte público, además de beneficiar a los usuarios.

El indicador de comodidad generado refleja las percepción de comodidad dentro del autobús, el cual podrá servir como herramienta para elaborar por parte de los servidores públicos, una estrategia para su medición que abarque más índices y la obtención de datos constante para monitoreo de los usuarios, los posibles usuarios y su opinión. El resultado general del indicador de comodidad en la ZCQ demuestra que los usuarios no perciben que el transporte público sea cómodo, siendo un factor importante en la elección de este como medio de transporte, ya que la baja calificación obtenida refleja el descontento de los usuarios en este aspecto.

Los usuarios que no utilizan el transporte público mostraron que la razón más importante para ellos es que simplemente no les interesa el mismo, pudiéndose interpretar como que este medio no les representa mayores beneficios que el vehículo privado, por lo tanto se debe promover la mejora del transporte público en su totalidad, no solo en el aspecto de comodidad, sino tomando en cuenta todos los factores influyentes para que sea atractivo a los posibles usuarios, ya que en segundo lugar se tiene la comodidad como razón para no utilizar el transporte público, esto se puede interpretar como que las personas que tienen el vehículo privado y el transporte público como opciones para realizar un viaje, se inclinan al uso del vehículo privado porque lo consideran más cómodo y eso influye en la elección del medio. El 55% de las personas que no utilizan el transporte público dijeron que, en caso de mejorar el transporte público, lo usarían, sin embargo, un 32% de estos usuarios simplemente no lo usarían aunque este mejorara la calidad de su servicio.

## **6. LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN FUTURAS**

Para promover la mejora en el transporte público es importante estar monitoreando siempre la opinión de los usuarios y de los posibles usuarios, pudiendo usar esta investigación como herramienta de diagnóstico para poder estimar el indicador de comodidad, para que se tome consciencia sobre la importancia de mejorar el transporte público y poder brindar a la sociedad un sistema eficaz. Algunas propuestas como líneas de investigación futura son:

- Debido a que existe evidencia suficiente para demostrar que los usuarios que no utilizan el transporte público mostraron que la razón más importante para ellos es que simplemente no les interesa el mismo, se propone realizar una investigación sobre las variables que los posibles usuarios tomarían en cuenta para poder cambiar de vehículo privado a transporte público.
- Generar políticas que ayuden a mejorar la calidad del servicio del transporte público tomando como referencia la base de datos empleada en la investigación
- Realizar una investigación sobre los estándares de comodidad en el transporte público que se utilizan en área de investigación, con la finalidad de promover algún tipo de normas del transporte público que tome en cuenta las necesidades de los usuarios y de los posibles usuarios.
- Promover mediante una investigación que fundamente la importancia de la recolección de datos, políticas que gestionen una recolección de datos en la ciudad cada cierto periodo de tiempo, con la finalidad de tener una base de datos que se pueda emplear en este tipo de investigaciones y tener la seguridad de que las medidas implementadas están bien sustentadas.

## 7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMAI (2014). "Los niveles Socioeconómicos y las familias en México". Asociación Mexicana de Agencias de Inteligencia de Mercado y Opinión A.C. Recuperado de: <http://es.slideshare.net/iabmexico/nivel-socioeconomico-y-familias-en-mexico>.
- Andaleeb, S.S., Haq, M., Ahmed, R. I., (2007). Reforming Inncity Bus Transportation in a Developing Country: A passenger-Driven Model. *Journal of Public Transportation*, 10. pp. 1-25.
- Andreassen, T.W. (1995). Customer (Dis) satisfaction with public service: The case of public transportation. *Journal of services marketing*, 9(5):30-41.
- Barabino, B., Deiana, E., (2013). On the attributes and influencing factors of end-users quality perceptions in urban transport: An exploratory analysis. *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 87, pp. 18-30.
- Batarce, M., Muñoz, J.C., Ortúzar, J.D., Raveau, S., Mojica, C., Ríos, R.A., (2015). Evaluation of Passenger Comfort in Bus Rapid Transit Systems. Inter-American Development Bank, Infrastructure and Environment Sector, Transport Division, No. IDB-TN-770.
- BCN (2008), Indicadores relacionados con la movilidad y los servicios, Plan Especial de Indicadores de Sostenibilidad Ambiental de la Actividad Urbanística de Sevilla, Agencia de Ecología Urbana de Barcelona, pp. 20 - 37.
- Bentes C., Drummond L.M.A., Subramanian A., Ochi L.S., Farias R., (2010). A parallel heuristic for the Vehicle Routing Problem with Simultaneous Pickup and Delivery. *Computers & Operations Research*, Vol. 37, No. 11, pp. 1899-1911.
- Bergman Bo and KlefsjoBengt, (2003). Quality, from customer needs to customer satisfaction. McGraw-Hill.

- Bueno, César (2012). "Impacto de la movilidad inducido por las urbanizaciones dispersas. Caso de estudio: Zona Metropolitana de Querétaro (1995-2010)". Tesis de maestría. Universidad Autónoma de Querétaro.
- Cal y Mayor, R., Cárdenas, J., (1994). Ingeniería de Tránsito, fundamentos y aplicaciones, 7ª. Edición, editorial Alfaomega. p.p. 486 – 509.
- Cañadas, I., Sánchez, A., (1998). Categorías de respuesta en escalas tipo Likert, Universidad de La Laguna, Psicothema, Vol. 10, No. 3, p.p. 623 - 631.
- Castellanos, J.C., Fruett, F., (2013). Embedded system to evaluate the passenger confort in public transportation based on dynamical vehicle behavior with user's feedback. Measurement 47, pp. 442-451.
- Dell'Olio, L., Ibeas, A., Cecin, P., (2011). The quality of service desired by public transport users. Transport Policy 18, pp. 217-227.
- Disney, J., (1998). Competing through quality in transport services. Managing Service Quality 8. pp. 112-118.
- Eboli, L., Mazzulla, G., (2011). A methodology for evaluating transit service quality based on subjective and objective measures from the passenger's point of view. Transport Policy 18, pp. 172-181.
- Edvarson, B (1998) Causes of customer dissatisfaction. Studies of public transport by critical incident method. Managing service quality. An international journal, 8(3)189-1.
- Espino, R., (2003). Análisis y Predicción de la Demanda de Transporte de Pasajeros. Una Aplicación a Dos Corredores de Transporte en Gran Canarias. Doctoral dissertation, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, España.
- Espino, R., Ortúzar, J.D., Román, C., (2004). Diseño de preferencias declaradas para analizar la demanda de viajes. Estudios de Economía Aplicada, vol. 22, núm. 3, pp. 759-793, Asociación Internacional de Economía Aplicada España.



- Fellessen, M., Friman, M., (2008). Perceived Satisfaction with Public Transport Service in Nine European Cities. *Journal of the Transportation Research Forum*, Vol. 47, No.3, pp. 93-103.
- Fischer, M. M., (1993). "Travel demand", en J. Polak y A. Heertje, editores, *European transport economics*, pp.6-32.
- Fornell, C., (1992). A National Customer Satisfaction Barometer: The Swedish Experience. *Journal of Marketing*, Vol. 56, No. 1, pp. 6-21.
- Foot P.J., (2004). Making buses better in Chicago: strategic implementation of customer-derived performance measures from 1995–2001. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board* 1884, pp. 18–26.
- Förstberg, J., (2000). Ride Comfort and Motion Sickness in Tilting Trains, Department of vehicle engineering, Royal Institute of Technology (KTH), Stockholm, Sweden.
- García, José (2006). "Bases iniciales para el mejoramiento del servicio de transporte público en una ciudad venezolana". *Economía, Sociedad y Territorio*. Volumen 6. No. 22, pp. 1-31.
- George, T. K., Gadhia, H. M., Sukumar, R. S., & Cabibihan, J.-J. (2013). Sensing discomfort of standing passengers in public rail transportation systems using a smart phone. *10th IEEE International Conference on Control and Automation*, pp. 1509-1513.
- Greene, W. H., (2010). *E conometric Analysis*, Pearson editor. ISBN-10: 0131395386.
- Henser, D.A., Rose, J.M., Greene, W.H., (2005), *Applied Choice Analysis*, Cambridge University Press.
- Holmgren, J., (2007). Meta-analysis of public transport demand. *Transportation Research Part A* 41, pp. 1021-1035.

- Horn, R., (1993). Statistical indicators for the economic and social sciences. Cambridge, University Press, Hong Kong. p. 147.
- Ibeas, Ángel, Felipe González, Luigi Dell Olio y José Moura (2007). Manual de encuestas de movilidad (preferencias reveladas), Editorial Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de Santander, Santander.
- İmre, S., Çelebi, D., (2017). Measuring Comfort in Public Transport: A case study for İstanbul. *Transportation Research Procedia*, 25C, pp. 2445–2453
- IMT. Estrategias para la realización de Estudios Origen Destino, Instituto Mexicano del Transporte, Secretaría de Comunicaciones y Transportes. Publicación Técnica No. 48, Sanfandila, Qro.
- Iseki, H., Taylor, B.D., (2008). Style versus service? An analysis of user perceptions of transit stops and stations. *Journal of Public Transportation*, Vol. 13, No. 3, pp. 23-48.
- Lancaster, K.J. (1966): A new approach to consumer theory. *Journal of Political Economy* 14, 132-157.
- Li, Z., Hensher, D.A., (2012). Congestion charging and car use: are view of stated preference and opinión studies and market monitoring evidence. *Transport Policy* 20, pp. 47-61.
- Lin, C.Y., Chen, L.J., Chen, Y.Y., Lee, W.C., (2010). A comfort measuring system for public transportation systems using participatory pone sensing, in: *Proceedings of Phone Sense*, Zurich, Switzerland.
- Lirman, T., 2008. Valuing transit service quality improvements. *Journal of Public Transportation* 11 (2), 43–63.
- Margareta Friman and Tommy Garling, (2001). Frequency of Negative Critical Incidents and Satisfaction With Public Transport Services, *Journal of Retailing and Consumer Services*, Vol. 8, pp. 105-114.

- McFadden, D. (1974). Conditional logit analysis of qualitative choice behavior. In *Frontiers in Econometrics*, ed. P. Zarembka, New York: Academic Press, pp. 105-142.
- McFadden, D. L., (1997). The theory and practice of disaggregate demand forecasting for various modes of urban transportation, 1978, en Tae Hoon Oum et al., editores, *Transport Economics: Selected readings*, pp.51-79.
- Molinero, Ángel e Ignacio Sánchez (1997). *Transporte público: planeación, diseño, operación y administración*, Universidad Autónoma del Estado de México, México, pp. 338-340.
- Mondragón, A., (2002). ¿Qué son los indicadores? *Revista de información y análisis* No. 19, INEGI. p.p. 52 – 58.
- Moreno, E., (2011). *Métodos de elección discreta en la estimación de la demanda de transporte*. Instituto Mexicano del Transporte, Publicación Técnica No. 335, Sanfandila, Qro.
- Nyongesa, D., Bwisa, H., (2014). Service Quality and Customer Satisfaction in Public Transport Sector of Kenya: A survey of Shuttle Travelers in Kitale Terminus, *International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences*, Vol. 4, No. 9.
- Obregón, Saúl y César Bueno (2012). “Dispersión urbana e integración funcional al núcleo central Caso de estudio: Zona Metropolitana de Querétaro, México”. *Gestión y política pública*. Volumen 24. No 2, pp. 491-531.
- Ortúzar, J.D., Román, C., (2003). El problema de modelación de demanda desde una perspectiva desagregada: el caso del transporte. *Eure*, vol. XXIX, núm. 88, pp. 149-171, Pontificia Universidad Católica de Chile, Chile.
- Ortúzar, J.D., Willumsen, L.G., (2008). *Modelos de Transporte*. Universidad de Cantabria.

- Paulley, N., Balcombe, R., Mackett, R., Titheridge, H., Preston, J., Wardman, M., Shires, J., White, P., (2006). The demand for public transport: The effects of Fares, quality of service, income and car ownership. *Transport policy* No. 13, p.p. 295 – 306.
- Picco, Alicia María, Clyde Elisa Charre y Nicolás Álvarez (2010), “Aportes de la metodología estadística a los modelos de demanda de transporte”. Ponencia presentada en el XVI Congreso Latinoamericano de Transporte Público y Urbano, 6-8 de octubre, México.
- Richardson, A.J., Ampt, E.S., Meyburg A.H., (1995). *Survey Methods for Transport Planning*, pp. 75-145.
- Rutero Online Qro. (2018). Mapa de las nuevas rutas de transporte público en Querétaro. Recuperado de <http://www.ruteroonline.com>
- Stopka, O., Simková, I., Konečný, V., (2015). The Quality of Service in the Public Transport and Shipping Industry. *International Journal of Maritime Science and Technology*, Vol. 62, No. 3.
- Strandemar, K., (2005). On Objective Measures for Ride Comfort Evaluation, Department of Signals, Sensors and Systems. Royal Institute of Technology (KTH), SE-100 44 Stockholm, Sweden.
- Redman, L., Friman, M., Gärling, T., Hartig, T., (2013). Quality attributes of public transport that attract car users: A research review. *Transport Policy* 25, pp. 119-127.
- Tennøy, A., (2010). Why we fail to reduce urban road traffic volumes: does it matter how planners frame the problem. *Transport Policy* 17, pp. 216-223.
- Torres G. Y Hernández S., (2006). “Propuesta metodológica para la estimación del valor del tiempo de los usuarios de la infraestructura carretera en México: El caso del transporte de pasajeros”. *Publicación Técnica* No. 291, Sanfandila, Qro.

- Torres G., Hernández S. y Ruvalca J. I., (2012). “Actualización de la metodología para estimar el valor del tiempo de los usuarios de la red carretera nacional”. Publicación Técnica No. 381, Sanfandila, Qro.
- Transconsult (2004). “Plan integral de transporte colectivo en la Zona Metropolitana de Querétaro”. Reporte técnico. México.
- Tyrinopoulos, Y., Antonious, C., (2008). Public transit user satisfaction: Variability and policy implications. *Transport Policy* 15, pp. 260-272.
- Wall, G., McDonald, M., (2007). Improving bus service quality and information in Winchester. *Transport Policy* 14, pp. 165–179.
- Zatti, A., (2012). New organizational models in European local public transport: from myth to reality. *Annals of Public and Cooperative Economics*, Vol. 83, No. 4, pp. 553-559.

# APÉNDICES

# **APÉNDICE A**

## **MODELO DE OPTIMIZACIÓN PARA EL TAMAÑO DE LA MUESTRA**

## A1. Modelo de optimización (Ampt *et al.*, 1998)

MODEL:

! solution is exported back to TRANOLE.XLS;

SETS:

AGEBS: atamano, prob, yageb;

ESTRATOS: etamano;

ZONAS;

HOGARES( AGEBS, ESTRATOS ) : nhogares;

ZHOGARES (AGEBS, ZONAS): cobertura;

ENDSETS

DATA:

! Retrieve the model data from Excel;

AGEBS, ESTRATOS, ZONAS, atamano, etamano, nhogares, cobertura =

@OLE( '\LINGO13\Estratos.xlsx');

ENDDATA

minzona = 50;

minestr = 50;

maxpor = 0.05;

minageb = 10;

maxageb = 120;

alfa = 0.5;

beta = 0.5;

beta1=beta\*30;

! The objective;

[OBJETIVO] MIN = totenc ;

! [OBJETIVO] MIN = alfa\*totenc + beta1\*totageb;

totenc=@SUM( AGEBS(i): @SUM(ESTRATOS(j): prob(i)\*nhogares(i,j) ));

totageb=@SUM( AGEBS: yageb );

!;

@FOR( ESTRATOS( j): [EAGEBS]

@SUM( AGEBS( i): prob( i)\*nhogares( i, j) ) >= minestr ) ;

@FOR( ZONAS( j): [EZONAS]

@SUM(AGEBS(i): prob(i)\*atamano(i)\*cobertura( i, j) ) >= minzona ) ;

@FOR( AGEBS( i): [ESUP] prob(i)\*atamano(i) <= maxageb \*yageb(i) ) ;

@FOR( AGEBS( i): [EINF] prob(i)\*atamano(i) >= minageb\*yageb(i) ) ;

@FOR( AGEBS( i): [SUP] prob( i) <= maxpor ) ;

@FOR( AGEBS: [BINARIO] @BIN( yageb ) ) ;

DATA:

! Export the solution back to the workbook;

@OLE( '\LINGO13\Estratos.xlsx') = prob, yageb;

ENDDATA

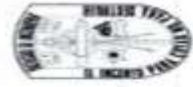
END



**APÉNDICE B**  
FORMATOS Y CUESTIONARIOS UTILIZADOS PARA  
LAS ENCUESTAS



B4. Formato impreso aplicado para la encuesta origen destino 1-2.



Encuesta Origen-Destino  
 Proyecto de investigación: Patrones de movilidad, dispersión urbana y variación temporal  
 Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Querétaro  
 Secretaría de Educación Pública - Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología  
 Investigación Científica Básica



Fecha de encuesta: \_\_\_\_\_ Folio: \_\_\_\_\_  
 Dirección, colonia o localidad de residencia: \_\_\_\_\_ (A) Encuestador

(B) Localidad: \_\_\_\_\_ (C) Tipo de vivienda: \_\_\_\_\_ 1. Upo 2. Medio 3. Balsa

PREGUNTAS AL JEFE(A) DEL DOMICILIO

La vivienda cuenta o dispone de:  
 (D) Piso de tierra: \_\_\_\_\_ (E) Internet: \_\_\_\_\_ (F) Televisor: \_\_\_\_\_  
 (G) Refrigerador: \_\_\_\_\_ (H) Lavadora: \_\_\_\_\_ (I) Computadora: \_\_\_\_\_  
 (J) Número de baños: \_\_\_\_\_

(K) Años de residencia en la vivienda ACTUAL: \_\_\_\_\_ (L) La vivienda ACTUAL, es propia, alquilada o prestada: \_\_\_\_\_

(M) Colonia, Municipio y Estado de residencia anterior: \_\_\_\_\_  
 (N) Su vivienda ANTERIOR propia, alquilada, prestada o vivió con la familia: \_\_\_\_\_  
 (O) Motivo por el que cambió de residencia: \_\_\_\_\_

(P) ¿Consideró la accesibilidad de la infraestructura vial al tomar su decisión?  
 (R) ¿Consideró el transporte?  
 (S) ¿Dónde se ubica su trabajo actual?  
 (T) ¿Tiempo de trabajar en su actual empleo?  
 (U) ¿Dónde se encontraba su trabajo anterior?  
 (V) ¿Qué turno de trabajo tenía?  
 (Z) ¿Qué medio de transporte empleaba?  
 (AA) ¿Por qué eligió vivir aquí?  
 (AB) ¿Cuánto gasta de combustible a la semana?  
 (AC) Propiedad de autos (número): \_\_\_\_\_  
 (AD) Propiedad de motocicletas (número): \_\_\_\_\_  
 (AE) Número de clones / tipo de combustible de los vehículos: \_\_\_\_\_  
 (AF) Año de fabricación del vehículo (en años): \_\_\_\_\_  
 (AG) ¿Le complica la dotación de medios de transporte? \_\_\_\_\_ (AM) (en caso de NO) ¿Por qué? \_\_\_\_\_

(U) Horario de trabajo: \_\_\_\_\_

Personas (personas en cada vivienda)	(A)	Estrato familiar	(AL)	Estrato	Sexo	(AM)	Grado de escolaridad	(AN)	Estrato actual (en años)	(AO)	Sector de actividad	(AP)	Puede salir a (en dependencias)	(AQ)	Ocupación principal	(AR)	Ingreso mensual	(AS)	Tipo de vehículo	(AT)	Años en el auto (en años)	(AU)	Motivo por el que no utiliza TP (en años)	(AV)	Estrato		
																										(AI)	(AJ)
1																											
2																											
3																											
4																											
5																											
6																											
7																											
8																											
9																											
10																											
11																											



## B6. Formato aplicado para la encuesta de percepción de la comodidad en el transporte público.

ENCUESTA DEL NIVEL DE COMODIDAD PERCIBIDO POR LOS USARIOS EN EL TRANSPORTE PÚBLICO DE LA ZCQ						
COMODIDAD PERCIBIDA						
¿QUÉ FACTORES LO MOTIVAN A VIAJAR EN AUTOBÚS?				Fácil acceso	Puntualidad	
Comodidad	Rapidez	Elección de otro modo de transporte limitado				
¿CUÁLES DE LOS SIGUIENTES PROBLEMAS SON FRECUENTES AL USAR EL TRANSPORTE PÚBLICO?						
Larga espera	Tarifa elevada	Congestión vehicular	Autobuses viejos e incómodos	Inseguridad		
Información insuficiente de la ruta		Paradas de autobús insuficientes		Viajes sin horarios fijos		
En términos generales, su nivel de satisfacción relacionado con la comodidad global dentro del autobús es:						
Inaceptable	Insatisfecho	Regular	Satisfecho	Muy satisfecho		
¿Qué lo hace sentir incómodo dentro del autobús?				Acceso/Salida	Falta de lugar	Temperatura
Ruido	Asientos incómodos	Falta de seguridad	Trato del conductor	Falta de iluminación		
EVALUACIÓN DE DIFERENTES ASPECTOS						
De acuerdo a su nivel de satisfacción relacionada con la comodidad percibida, evalúe los siguientes aspectos con la escala indicada:						
1 es Muy malo 2 es Malo 3 es Regular 4 es Bueno 5 es Excelente						
ACCESO Y SALIDA						
	1	2	3	4	5	
1. La altura de los escalones:						
2. Facilidad de acceder y salir del autobús:						
3. Tiempo de espera del autobús:						
ASIENTO						
	1	2	3	4	5	
4. Comodidad del asiento en general:						
5. Forma del asiento:						
6. Acolchonamiento del asiento:						
7. Espacio disponible para piernas y rodillas:						
8. Configuración de los asientos:						
9. Libertad de movimiento en el asiento:						
10. Disponibilidad de asientos:						
LIMPIEZA						
	1	2	3	4	5	
11. Limpieza dentro y fuera del autobús:						
12. Ventilación dentro del autobús:						
13. Libre de grafiti:						
CLIMA						
	1	2	3	4	5	
14. La temperatura dentro del autobús:						
ACÚSTICA						
	1	2	3	4	5	
15. La acústica dentro del autobús:						
OLOR						
	1	2	3	4	5	
16. El olor dentro del autobús:						
ILUMINACIÓN						
	1	2	3	4	5	
17. La iluminación dentro del autobús:						
SEGURIDAD						
	1	2	3	4	5	
18. El agarre de manos dentro del autobús:						
19. Las salidas de emergencia dentro del autobús:						
20. La seguridad percibida dentro del autobús:						
SERVICIO DE TRANSPORTE						
	1	2	3	4	5	
21. Paradas de autobús respetadas:						
22. La frecuencia de la ruta:						
23. La puntualidad de la ruta:						
24. Tiempo de espera de la ruta:						
25. La disponibilidad de cambio/pago:						
26. La relación calidad - precio:						
INFORMACIÓN DEL SERVICIO DE TRANSPORTE						
	1	2	3	4	5	
27. Información sobre las rutas disponibles:						
28. Información sobre las paradas:						
29. Certeza del horario:						
COMPORTAMIENTO DEL CONDUCTOR						
	1	2	3	4	5	
30. Amabilidad y trato al usuario:						

## B7. Formato aplicado para la encuesta de percepción de la comodidad en el transporte público.



Encuesta Origen - Destino

Proyecto de Investigación: Patrones de movilidad, dispersión urbana y variación temporal

Universidad Autónoma de Querétaro – Facultad de Ingeniería

Secretaría de Educación Pública – Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología

Investigación Científica Básica

ENCUESTA DEL NIVEL DE COMODIDAD PERCIBIDO POR LOS USARIOS EN EL TRANSPORTE PÚBLICO DE LA ZCQ

FOLIO:	ENCUESTADOR:	BW	SU NIVEL DE SATISFACCIÓN CON LA COMODIDAD DENTRO DEL AUTOBÚS ES:					
			Muy malo	Malo	Regular	Bueno	Excelente	
		BX	¿QUÉ LO HACE SENTIR MÁS INCÓMODO DENTRO DEL					
			Asientos	Ruido	Falta de iluminación	Olor	Acceso/Salida	Temperatura
			EVALÚE LOS SIGUIENTES ASPECTOS CON LA ESCALA INDICADA:					
			1.- Muy malo	2.- Malo	3.- Regular	4.- Bueno	5.- Excelente	
			NIVEL DE SATISFACCIÓN					
				1	2	3	4	5
		BY	Altura de los escalones:					
		BZ	Acceso y salida:					
		CA	Comodidad del asiento:					
CB	Limpieza del autobús:							
CC	Temperatura dentro del autobús:							
CD	Ruido dentro del autobús:							
CE	Olor dentro del autobús:							
CF	Iluminación dentro del autobús:							
CG	Agarre de manos dentro del autobús:							
CH	Trato del conductor:							

## **APÉNDICE C**

### **PESOS DADOS CON EL PROCESO DE JERARQUÍA ANALÍTICA (PJA)**

## C1. Pesos asignados por los expertos en materia.

	PESO																	
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
ALTURA DE LOS ESCALONES DENTRO DEL AUTOBUS																		
ALTURA DE LOS ESCALONES DENTRO DEL AUTOBUS																		
ALTURA DE LOS ESCALONES DENTRO DEL AUTOBUS																		
ALTURA DE LOS ESCALONES DENTRO DEL AUTOBUS																		
ALTURA DE LOS ESCALONES DENTRO DEL AUTOBUS																		
ALTURA DE LOS ESCALONES DENTRO DEL AUTOBUS																		
ALTURA DE LOS ESCALONES DENTRO DEL AUTOBUS																		
ALTURA DE LOS ESCALONES DENTRO DEL AUTOBUS																		
ACCESO Y SALIDA DENTRO DEL AUTOBUS																		
ACCESO Y SALIDA DENTRO DEL AUTOBUS																		
ACCESO Y SALIDA DENTRO DEL AUTOBUS																		
ACCESO Y SALIDA DENTRO DEL AUTOBUS																		
ACCESO Y SALIDA DENTRO DEL AUTOBUS																		
ACCESO Y SALIDA DENTRO DEL AUTOBUS																		
ACCESO Y SALIDA DENTRO DEL AUTOBUS																		
ACCESO Y SALIDA DENTRO DEL AUTOBUS																		
ACCESO Y SALIDA DENTRO DEL AUTOBUS																		
COMODIDAD DEL ASIENTO DENTRO DEL AUTOBUS																		
COMODIDAD DEL ASIENTO DENTRO DEL AUTOBUS																		
COMODIDAD DEL ASIENTO DENTRO DEL AUTOBUS																		
COMODIDAD DEL ASIENTO DENTRO DEL AUTOBUS																		
COMODIDAD DEL ASIENTO DENTRO DEL AUTOBUS																		
COMODIDAD DEL ASIENTO DENTRO DEL AUTOBUS																		
COMODIDAD DEL ASIENTO DENTRO DEL AUTOBUS																		
COMODIDAD DEL ASIENTO DENTRO DEL AUTOBUS																		
LIMPIEZA DENTRO DEL AUTOBUS																		
LIMPIEZA DENTRO DEL AUTOBUS																		
LIMPIEZA DENTRO DEL AUTOBUS																		
LIMPIEZA DENTRO DEL AUTOBUS																		
LIMPIEZA DENTRO DEL AUTOBUS																		
LIMPIEZA DENTRO DEL AUTOBUS																		
TEMPERATURA DENTRO DEL AUTOBUS																		
TEMPERATURA DENTRO DEL AUTOBUS																		
TEMPERATURA DENTRO DEL AUTOBUS																		
TEMPERATURA DENTRO DEL AUTOBUS																		
TEMPERATURA DENTRO DEL AUTOBUS																		
RUIDO DENTRO DEL AUTOBUS																		
RUIDO DENTRO DEL AUTOBUS																		
RUIDO DENTRO DEL AUTOBUS																		
RUIDO DENTRO DEL AUTOBUS																		
OLOR DENTRO DEL AUTOBUS																		
OLOR DENTRO DEL AUTOBUS																		
OLOR DENTRO DEL AUTOBUS																		
ILUMINACIÓN DENTRO DEL AUTOBUS																		
ILUMINACIÓN DENTRO DEL AUTOBUS																		
AGARRE DE MANOS DENTRO DEL AUTOBUS																		
TRATO DEL CONDUCTOR																		
ACCESO Y SALIDA DENTRO DEL AUTOBUS																		
COMODIDAD DEL ASIENTO DENTRO DEL AUTOBUS																		
LIMPIEZA DENTRO DEL AUTOBUS																		
TEMPERATURA DENTRO DEL AUTOBUS																		
RUIDO DENTRO DEL AUTOBUS																		
OLOR DENTRO DEL AUTOBUS																		
ILUMINACION DENTRO DEL AUTOBUS																		
AGARRE DE MANOS DENTRO DEL AUTOBUS																		
TRATO DEL CONDUCTOR																		
AGARRE DE MANOS DENTRO DEL AUTOBUS																		
TRATO DEL CONDUCTOR																		
TRATO DEL CONDUCTOR																		



## C2. Pesos promedio dados por los expertos en materia primera cuestionario total.

02/01/2012

Page 1 of 1

Model Name: FINAL

Compare the relative importance with respect to: Goal: NIVEL DE COMODIDAD  
PERCIBIDO POR LOS USUARIOS DE AUTOBÚS

Circle one number per row below using the scale:  
1 = Equal 3 = Moderate 5 = Strong 7 = Very strong 9 = Extreme

1	SU NIVEL DE SATISFAC	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	¿QUÉ LO HACE SENTIR
2	SU NIVEL DE SATISFAC	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	EVALÚE LOS SIGUIENT
3	¿QUÉ LO HACE SENTIR	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	EVALÚE LOS SIGUIENT

Adriana Hernández

### C3. Pesos promedio dados por los especialistas en la materia segunda parte del cuestionario.

02/01/2012

Page 1 of 1

Model Name: FINAL

Compare the relative importance with respect to: ¿QUÉ LO HACE SENTIR MÁS INCÓMODO DENTRO DEL AUTOBÚS? (L: .196)

Circle one number per row below using the scale:  
1 = Equal 3 = Moderate 5 = Strong 7 = Very strong 9 = Extreme

1	ASIENTOS	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	RUIDO
2	ASIENTOS	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	ILUMINACIÓN
3	ASIENTOS	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	OLOR
4	ASIENTOS	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	ACCESO/SALIDA
5	ASIENTOS	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	TEMPERATURA
6	RUIDO	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	ILUMINACIÓN
7	RUIDO	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	OLOR
8	RUIDO	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	ACCESO/SALIDA
9	RUIDO	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	TEMPERATURA
10	ILUMINACIÓN	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	OLOR
11	ILUMINACIÓN	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	ACCESO/SALIDA
12	ILUMINACIÓN	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	TEMPERATURA
13	OLOR	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	ACCESO/SALIDA
14	OLOR	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	TEMPERATURA
15	ACCESO/SALIDA	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	TEMPERATURA

Adriana Hernández

## C4. Pesos promedio dados por los especialistas en la materia tercera parte del cuestionario.

02/01/2012

Page 1 of 2

Model Name: FINAL

Compare the relative importance with respect to: EVALÚE LOS SIGUIENTES ASPECTOS CON LA ESCALA INDICADA: (L: .493)

Circle one number per row below using the scale:

1 = Equal    3 = Moderate    5 = Strong    7 = Very strong    9 = Extreme

1	ALTURA DE LOS ESC	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	ACCESO Y SALIDA D
2	ALTURA DE LOS ESC	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	COMODIDAD DEL AS
3	ALTURA DE LOS ESC	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	LIMPIEZA DENTRO I
4	ALTURA DE LOS ESC	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	TEMPERATURA DEN
5	ALTURA DE LOS ESC	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	RUIDO DENTRO DEI
6	ALTURA DE LOS ESC	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	OLOR DENTRO DEL
7	ALTURA DE LOS ESC	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	ILUMINACIÓN DENT
8	ALTURA DE LOS ESC	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	AGARRE DE MANOS
9	ALTURA DE LOS ESC	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	TRATO DEL CONDUK
10	ACCESO Y SALIDA D	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	COMODIDAD DEL AS
11	ACCESO Y SALIDA D	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	LIMPIEZA DENTRO I
12	ACCESO Y SALIDA D	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	TEMPERATURA DEN
13	ACCESO Y SALIDA D	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	RUIDO DENTRO DEI
14	ACCESO Y SALIDA D	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	OLOR DENTRO DEL
15	ACCESO Y SALIDA D	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	ILUMINACIÓN DENT
16	ACCESO Y SALIDA D	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	AGARRE DE MANOS
17	ACCESO Y SALIDA D	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	TRATO DEL CONDUK
18	COMODIDAD DEL AS	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	LIMPIEZA DENTRO I
19	COMODIDAD DEL AS	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	TEMPERATURA DEN
20	COMODIDAD DEL AS	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	RUIDO DENTRO DEI
21	COMODIDAD DEL AS	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	OLOR DENTRO DEL
22	COMODIDAD DEL AS	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	ILUMINACIÓN DENT
23	COMODIDAD DEL AS	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	AGARRE DE MANOS
24	COMODIDAD DEL AS	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	TRATO DEL CONDUK
25	LIMPIEZA DENTRO I	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	TEMPERATURA DEN
26	LIMPIEZA DENTRO I	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	RUIDO DENTRO DEI
27	LIMPIEZA DENTRO I	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	OLOR DENTRO DEL
28	LIMPIEZA DENTRO I	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	ILUMINACIÓN DENT
29	LIMPIEZA DENTRO I	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	AGARRE DE MANOS
30	LIMPIEZA DENTRO I	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	TRATO DEL CONDUK
31	TEMPERATURA DEN	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	RUIDO DENTRO DEI
32	TEMPERATURA DEN	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	OLOR DENTRO DEL
33	TEMPERATURA DEN	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	ILUMINACIÓN DENT
34	TEMPERATURA DEN	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	AGARRE DE MANOS
35	TEMPERATURA DEN	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	TRATO DEL CONDUK
36	RUIDO DENTRO DEI	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	OLOR DENTRO DEL
37	RUIDO DENTRO DEI	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	ILUMINACIÓN DENT
38	RUIDO DENTRO DEI	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	AGARRE DE MANOS
39	RUIDO DENTRO DEI	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	TRATO DEL CONDUK
40	OLOR DENTRO DEL	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	ILUMINACIÓN DENT
41	OLOR DENTRO DEL	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	AGARRE DE MANOS
42	OLOR DENTRO DEL	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	TRATO DEL CONDUK
43	ILUMINACIÓN DENT	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	AGARRE DE MANOS

Adriana Hernández

44	ILUMINACIÓN DENT	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	TRATO DEL CONDUK
45	AGARRE DE MANOS	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	TRATO DEL CONDUK

Adriana Hernández

## C5. Proceso de Jerarquía Analítica.

- **Goal: NIVEL DE COMODIDAD PERCIBIDO POR LOS USUARIOS DE AUTOBUS**
- **SU NIVEL DE SATISFACCIÓN CON LA COMODIDAD DENTRO DEL AUTOBÚS ES (L: .311)**
- **¿QUÉ LO HACE SENTIR MÁS INCÓMODO DENTRO DEL AUTOBÚS? (L: .196)**
  - ASIENTOS (L: .217)
  - RUIDO (L: .173)
  - ILUMINACIÓN (L: .107)
  - OLOR (L: .112)
  - ACCESO/SALIDA (L: .173)
  - TEMPERATURA (L: .217)
- **EVALÚE LOS SIGUIENTES ASPECTOS CON LA ESCALA INDICADA: (L: .493)**
  - ALTURA DE LOS ESCALONES DENTRO DEL AUTOBÚS (L: .070)
  - ACCESO Y SALIDA DENTRO DEL AUTOBÚS (L: .085)
  - COMODIDAD DEL ASIENTO DENTRO DEL AUTOBÚS (L: .153)
  - LIMPIEZA DENTRO DEL AUTOBÚS (L: .116)
  - TEMPERATURA DENTRO DEL AUTOBÚS (L: .074)
  - RUIDO DENTRO DEL AUTOBÚS (L: .076)
  - OLOR DENTRO DEL AUTOBÚS (L: .080)
  - ILUMINACIÓN DENTRO DEL AUTOBÚS (L: .058)
  - AGARRE DE MANOS DENTRO DEL AUTOBÚS (L: .075)
  - TRATO DEL CONDUCTOR (L: .212)

## C6. Inconsistencia cuestionario total.




02/01/2012

Page 1 of 1

Model Name: FINAL

Priorities with respect to:

Goal: NIVEL DE COMODIDAD PERCIBIDO POR LOS USUARIOS DE AUTOBÚS

SU NIVEL DE SATISFACCIÓN CON LA COMODIDAD DENTRO DEL AUTOBÚS E	.311	
¿QUÉ LO HACE SENTIR MÁS INCÓMODO DENTRO DEL AUTOBÚS?	.196	
EVALÚE LOS SIGUIENTES ASPECTOS CON LA ESCALA INDICADA:	.493	

Inconsistency = 0.05  
with 0 missing judgments.

Adriana Hernández

## C7. Inconsistencia primera parte del cuestionario.


02/01/2012

Page 1 of 1

Model Name: FINAL

Synthesis: Summary

Synthesis with respect to: SU NIVEL DE SATISFACCIÓN CON LA COMODIDAD DENTRO DEL AUTOBÚS ES  
(Goal: NIVEL DE COMODIDAD > SU NIVEL DE SATISFACCIÓN)  
Overall Inconsistency = .00

SU NIVEL DE SATISFACCIÓN CON LA COMODIDAD 1.000 

Adriana Hernández

## C8. Inconsistencia segunda parte del cuestionario.

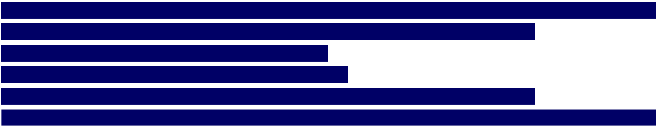
02/01/2012

Page 1 of 1

Model Name: FINAL

Synthesis: Summary

Synthesis with respect to: ¿QUÉ LO HACE SENTIR MÁS INCÓMODO DENTRO DEL AUTOBÚS?  
(Goal: NIVEL DE COMODIDAD > ¿QUÉ LO HACE SENTIR MÁS I)  
Overall Inconsistency = .06

ASIENTOS	.217	
RUIDO	.173	
ILUMINACIÓN	.107	
OLOR	.112	
ACCESO/SALIDA	.173	
TEMPERATURA	.217	

Adriana Hernández



## C9. Inconsistencia tercera parte del cuestionario.

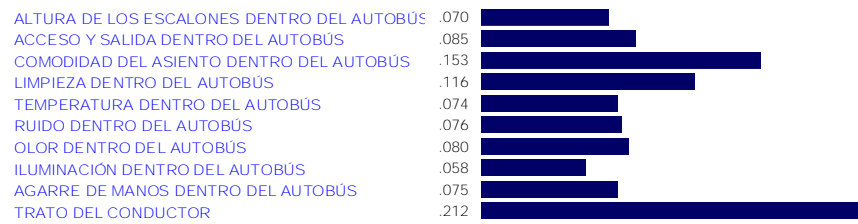
02/01/2012

Page 1 of 1

Model Name: FINAL

Synthesis: Summary

Synthesis with respect to: EVALÚE LOS SIGUIENTES ASPECTOS CON LA ESCALA INDICADA:  
(Goal: NIVEL DE COMODIDAD > EVALÚE LOS SIGUIENTES ASP)  
Overall Inconsistency = .04



Adriana Hernández

# **APÉNDICE D**

## **INDICADORES**



# **APÉNDICE E**

## **MODELOS ESTIMADOS**

## E1. Modelo 1.

```

-----
Discrete choice (multinomial logit) model
Dependent variable           Choice
Log likelihood function      -346.82116
Estimation based on N =    1000, K =    8
Inf.Cr.AIC =      709.6 AIC/N =      .710
Model estimated: Jun 14, 2018, 09:11:24
R2=1-LogL/LogL* Log-L fncn R-sqrd R2Adj
Constants only  -693.1472  .4996 .4956
Chi-squared[ 7]      =    692.65205
Prob [ chi squared > value ] =    .00000
Response data are given as ind. choices
Number of obs.=  1000, skipped    0 obs

```

CHOICE	Coefficient	Standard Error	z	Prob.  z >Z*	95% Confidence Interval	
ATRIB	-2.30460***	.60498	-3.81	.0001	-3.49035	-1.11886
A_CAR	-6.32042***	.63308	-9.98	.0000	-7.56124	-5.07960
CAR_EDA1	.02097***	.00729	2.88	.0040	.00669	.03526
CAR_SEX1	-1.15000***	.20548	-5.60	.0000	-1.55273	-.74727
CAR_GE1	.27178***	.06919	3.93	.0001	.13618	.40738
CAR_LC1	3.44270***	.36411	9.46	.0000	2.72905	4.15634
CAR_SAE1	.24893***	.07834	3.18	.0015	.09539	.40247
CAR_VEH1	1.71431***	.21076	8.13	.0000	1.30123	2.12739

Note: \*\*\*, \*\*, \* ==> Significance at 1%, 5%, 10% level.

Matrix COV.[B^] is displayed in project window.

Descriptive Statistics for Alternative CAR						
Utility Function			500.0 observs.			
Coefficient			All 1000.0 obs. that chose CAR			
Name	Value	Variable	Mean	Std. Dev.	Mean	Std. Dev.
ATRIB	-2.3046	ATRIB	.689	.127	.679	.121
A_CAR	-6.3204	ONE	1.000	.000	1.000	.000

CAR_EDA1	.0210	EDAD	41.169	14.757	43.172	13.297
CAR_SEX1	-1.1500	SEXO	.324	.468	.212	.409
CAR_GE1	.2718	GE	4.536	1.526	4.966	1.422
CAR_LC1	3.4427	LC	.668	.471	.980	.140
CAR_SAE1	.2489	SAE	2.159	1.238	2.380	1.105
CAR_VEH1	1.7143	VEHHOG	.869	.719	1.276	.566

-----  
-+  
-----  
-+  
Descriptive Statistics for Alternative BUS

Utility Function		500.0 observs.				
Coefficient		All	1000.0 obs. that chose BUS			
Name	Value	Variable	Mean	Std. Dev.	Mean	Std. Dev.
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
ATTRIB	-2.3046	ATTRIB	.578	.105	.571	.111

-----  
-+

## E1. Modelo 2.

```

-----
----
Discrete choice (multinomial logit) model
Dependent variable          Choice
Log likelihood function      -392.96095
Estimation based on N =    1000, K =    6
Inf.Cr.AIC =    797.9 AIC/N =    .798
Model estimated: Jun 14, 2018, 09:16:45
R2=1-LogL/LogL* Log-L fncn R-sqrd R2Adj
Constants only  -693.1472  .4331 .4297
Chi-squared[ 5]      =    600.37246
Prob [ chi squared > value ] =    .00000
Response data are given as ind. choices
Number of obs.= 1000, skipped    0 obs
-----
+-----

```

```

----

```

CHOICE	Coefficient	Standard Error	z	Prob.  z >Z*	95% Confidence Interval	
ATRIB	-2.34347***	.56405	-4.15	.0000	-3.44899	-1.23795
A_CAR	-7.15526***	1.21752	-5.88	.0000	-9.54155	-4.76897
CAR_SEX1	-1.14096***	.19069	-5.98	.0000	-1.51471	-.76721
CAR_LC1	4.30774***	.34127	12.62	.0000	3.63886	4.97661
CAR_GE1	.25744***	.06357	4.05	.0001	.13284	.38204
CAR_ING1	.39969***	.15418	2.59	.0095	.09750	.70188

```

-----
+-----

```

```

----
Note: ***, **, * ==> Significance at 1%, 5%, 10% level.
-----
----

```