

## Portada Externa de Tesis

Ing. Pedro Abraham  
Juárez Berumen

Patrones de movilidad y variación  
temporal

2018



Universidad Autónoma de Querétaro  
Facultad de Ingeniería

Patrones de movilidad y variación temporal

Tesis

Que como parte de los requisitos para obtener el grado de

Maestro en Ingeniería de Vías Terrestres y Movilidad

Presenta

Ing. Pedro Abraham Juárez Berumen

Santiago de Querétaro, Qro. Mayo de 2018

- Escudo y letras doradas
- Pastas duras color negro, tamaño carta



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

PATRONES DE MOVILIDAD Y VARIACIÓN TEMPORAL

**Tesis**

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

**Presenta:**

Ing. Pedro Abraham Juárez Berumen

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

Dr. Ricardo Montoya Zamora  
Suplente

Dra. Teresa López Lara  
Suplente

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

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

  
\_\_\_\_\_  
Firma

  
\_\_\_\_\_  
Firma

  
\_\_\_\_\_  
Firma

  
\_\_\_\_\_  
Firma

  
\_\_\_\_\_  
Firma

## **RESUMEN**

La movilidad en nuestros días es un factor de vital relevancia para el desarrollo sustentable de la sociedad y de la ciudad, ya que, al no tener información de los patrones de movilidad de la población, se toman malas decisiones en la implementación de políticas públicas. Es necesario conocer la variación temporal que se tiene de la movilidad en la zona conurbada de Querétaro (ZCQ), por lo que en la presente investigación se utilizaron las Agebs como unidades de control en la aplicación de la encuesta O-D y la unidad básica es la vivienda. Para la obtención de resultados se utilizó estadística descriptiva y relaciones causales y comparativas entre el año 2011 y 2017. Los resultados revelan los patrones, motivos y preferencias en los medios de transporte existentes en la ZCQ. Se obtuvo que las modernizaciones de los sistemas de transporte y el aumento del salario mínimo no son influyentes en la elección del medio de transporte, pero sí el nivel socioeconómico, el cual es un factor influyente en la modificación de los patrones de movilidad de la población, así como de la elección del medio de transporte.

**(Palabras clave:** movilidad, variación temporal, Agebs, encuesta O-D)

## **SUMMARY**

Mobility in our days is a vitally important factor for the sustainable development of society and of the city, since it does not have information on the patterns of mobility of the population, poor decisions are taken in the implementation of public policies. It is necessary to know the temporal variation of the mobility in the Queretaro Conurbated Area (QCA), so that in the present investigation the Agebs were used as control units in the implementation of the O-D survey and the basic unit is housing. For the obtaining of results was used descriptive statistics and comparative and causal relationships between the year 2011 and 2017. The results reveal the patterns, motivations and preferences in the mean of transportation that exist in the ZCQ. As a result, the modernization of transport systems and the increase in the minimum wage are not influential in the choice of means of transport, but if the socio-economic level, which is an influential factor in the changes in the patterns of mobility of the population, as well as the transport choice mean.

**(Keywords:** mobility, temporal variation, Agebs, survey O-D)

## **DEDICATORIAS**

A Dios, mi mamá, mi novia, mi familia, amigos y compañeros que siempre me han apoyado en cada paso que he dado, han confiado en mí y en mis decisiones.

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco de todo corazón a mi familia, mi novia y amigos por estar conmigo en un logro más, a mi director de tesis el Dr. Saúl Antonio Obregón Biosca por su valiosa y atinada ayuda en cada momento de la elaboración del presente trabajo, al Dr. Roberto de la Lata y al Dr. Ricardo Montoya por su valioso e invaluable apoyo, a mis sinodales por su valioso tiempo y la retroalimentación que me otorgaron, a mis maestros por compartir su conocimiento, a la Universidad Autónoma de Querétaro, a CONACyT por el valioso apoyo económico que me brindó durante los dos años de estudio. al personal Administrativo de la UAQ por la gran ayuda prestada y a mis compañeros por las experiencias compartidas.

## ÍNDICE

<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	2
1.2 OBJETIVOS	3
1.3 HIPÓTESIS	4
<b>2. ESTADO DEL ARTE</b>	<b>5</b>
2.1 EL SISTEMA DE TRANSPORTE URBANO	8
2.2 DEFINICIÓN DE LA MUESTRA	9
2.3 MÉTODOS DE MUESTREO	11
2.4 MÉTODOS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN (ENCUESTAS)	12
2.5 DELIMITACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO	13
2.6 DIAGNÓSTICO DEL TRANSPORTE PÚBLICO EN LA ZONA DE ESTUDIO	14
<b>3. METODOLOGÍA</b>	<b>15</b>
3.1 CONCEPTOS BÁSICOS	15
3.2 ENCUESTA ORIGEN - DESTINO	16
3.2.1 <i>Consideraciones generales</i>	18
3.2.2 <i>Diseño de la encuesta origen-destino</i>	19
3.3 MODELO DE OPTIMIZACIÓN DEL NÚMERO DE ENCUESTAS	21
3.3.1 <i>Obtención de la muestra</i>	23
3.4 VALIDACIÓN, CORRECCIÓN Y EXPANSIÓN DE DATOS	32
3.1 MATRIZ DE VIAJES	35
<b>4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	<b>38</b>
4.1 VALIDACIÓN DE DATOS	38
4.2 ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA	39
4.3 COMPARATIVA ENTRE DATOS DE 2011 Y 2017	69
4.4 PRODUCCIÓN DE VIAJES	76
4.1 ATRACCIÓN DE VIAJES	77
<b>5. CONCLUSIONES</b>	<b>79</b>
5.1 LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN FUTURA	80

<b>6. BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>81</b>
<b>APÉNDICE</b>	<b>87</b>
1. FORMATO DE LA ENCUESTA ORIGEN - DESTINO	88
2. SINTAXIS DE PROGRAMACIÓN EN LINGO DEL MODELO GRAVITACIONAL EXTENDIDO	90
3. RECOMENDACIONES GENERALES PARA LA APLICACIÓN DE LA ENCUESTA	91

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3.1 Variables elementales en el diseño de la encuesta O-D _____	19
Tabla 3.2 Estratos iniciales _____	26
Tabla 3.3 Número de encuestas por estrato (primera estimación) _____	27
Tabla 3.4 Número de encuestas por estrato (estimación definitiva) _____	29
Tabla 3.5 Número de encuestas realizadas por estrato _____	31
Tabla 3.6 Estratos ajustados y número de encuestas en ellos _____	32
Tabla 3.7 Tasas de crecimiento y promedio de habitantes por hogar _____	34
Tabla 3.8 Factores de expansión por estrato para el 2017 _____	35
Tabla 3.9 Estructura de una matriz de viajes bi-dimensional _____	36
Tabla 4.1 Validación de datos socioeconómicos _____	38
Tabla 4.2 Resumen de estadística descriptiva _____	61
Tabla 4.3 Estadística descriptiva del número de viajes en 2017 y 2011 _____	69
Tabla 4.4 Diferencias porcentuales (2011-2017) de los medios de transporte por estrato_	73
Tabla 4.5 Cambio en el medio de transporte (2011-2017) dependiendo del ingreso _____	74
Tabla 4.6 Estadísticos del modelo de producción de tres variables _____	76
Tabla 4.7 Estadísticos del modelo de producción de población total por Ageb _____	76

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 Ubicación de la Zona Conurbada de Querétaro (ZCQ)	13
Figura 3.1 Elementos de la encuesta de movilidad	18
Figura 3.2 Agebs en la ZCQ	24
Figura 3.3 Banda de tiempo	25
Figura 3.4 Ubicación de encuestas en la primera estimación	28
Figura 3.5 Macrozonas	29
Figura 3.6 Distribución de las encuestas por Agebs	30
Figura 4.1 Ubicación de encuestas en la primera estimación	78

## ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1. Modelo original para optimizar el número de encuestas _____	22
Ecuación 2. Restricciones de ecuación original _____	22
Ecuación 3. Ecuación del modelo extendido _____	22
Ecuación 4. Cota superior del modelo extendido _____	22
Ecuación 5. Cota inferior del modelo extendido _____	23
Ecuación 6. Factor de expansión _____	34
Ecuación 7. Modelo de producción de viajes (3 variables) _____	76
Ecuación 8. Modelo de producción de viajes (población total) _____	77

## ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1 Tipo de vivienda	40
Gráfica 2 Años de residencia en el domicilio actual	41
Gráfica 3 Lugar de residencia anterior	42
Gráfica 4 Propiedad de la vivienda actual	42
Gráfica 5 Propiedad de la vivienda anterior	43
Gráfica 6 Motivo del cambio de residencia	43
Gráfica 7 Consideró la infraestructura vial al momento del cambio de residencia	44
Gráfica 8 Consideró el transporte público cuando cambió de residencia	44
Gráfica 9 Ubicación del trabajo actual	45
Gráfica 10 Horario de trabajo	45
Gráfica 11 Tiempo de trabajar en su actual empleo	46
Gráfica 12 Ubicación del trabajo anterior	46
Gráfica 13 Horario de trabajo del empleo anterior	47
Gráfica 14 Medio de transporte utilizado en el empleo anterior	47
Gráfica 15 ¿Por qué eligió vivir aquí?	48
Gráfica 16 ¿Cuánto gasta de combustible por semana en pesos?	48
Gráfica 17 Número de autos en el hogar	49
Gráfica 18 Cuenta con motocicletas en su hogar	49
Gráfica 19 ¿Le complace la dotación de medios de transporte?	50
Gráfica 20 ¿Por qué no le complace la dotación de medios de transporte?	50

Gráfica 21 Número de personas en el hogar	51
Gráfica 22 Composición del hogar	51
Gráfica 23 Sexo	52
Gráfica 24 Grado de escolaridad	52
Gráfica 25 Estudia actualmente	53
Gráfica 26 Sector de actividad económica	53
Gráfica 27 Ocupación principal	54
Gráfica 28 Percibe salario o es dependiente	54
Gráfica 29 Ingreso semanal por familia (pesos)	55
Gráfica 30 Cuenta con licencia de conducir	55
Gráfica 31 Años con licencia de conducir	56
Gráfica 32 Número de desplazamientos por persona al día	56
Gráfica 33 Número de desplazamientos diarios realizados en automóvil	57
Gráfica 34 Número de desplazamientos diarios realizados en transporte público	57
Gráfica 35 Facilidad para desplazarse en la Zona Metropolitana de Querétaro	58
Gráfica 36 Motivo por el cual no utiliza el transporte público	58
Gráfica 37 En caso de mejora del transporte público lo utilizaría	59
Gráfica 38 Motivo del viaje	59
Gráfica 39 Medio de transporte utilizado	60
Gráfica 40 Lugar donde estaciona el automóvil	60
Gráfica 41 Número de desplazamientos por día	70

Gráfica 42 Comparativa entre la percepción del ciudadano para desplazarse en la ZMQ\_ 70

Gráfica 43 Comparación entre el motivo de viaje entre 2011 y 2017 \_\_\_\_\_ 71

Gráfica 44 Comparación entre el medio de transporte utilizado entre el 2011 y el 2017 \_ 71

## 1. INTRODUCCIÓN

La movilidad es una necesidad básica de la sociedad ya que el desplazamiento les permite a los individuos realizar sus actividades diarias es por esto que el transporte en nuestros días es un punto primordial para el funcionamiento socioeconómico y el enlace de pueblos, ciudades y regiones. Por lo anterior es necesario implementar grandes proyectos de transporte los cuales deben ser evaluados y decididos desde un punto de vista sistemático para el bien común de la sociedad (Correa, 2010), lo cual influye indirectamente como potenciador del crecimiento económico y social en un lugar (Obregón, 2010).

El uso del vehículo privado o particular (VP) es uno de los mayores problemas en un sistema eficiente de movilidad, por lo que es necesario que el usuario de este tipo de transporte migre hacia el uso del transporte público (TP) Redman *et al.* (2012), haciendo mejoras en éste (en confiabilidad, frecuencia, tarifa, entre otros) para incentivar su uso. Investigaciones hechas por Rojo *et al.* (2012) revelan que a la hora de escoger el tipo de transporte (público o privado) la tarifa no es un factor relevante, pero el tiempo de viaje sí lo es. En estudios relacionados con el ingreso de una persona se puede observar que dependiendo del ingreso es el tipo de transporte que se elige (Obregón *et al.*, 2015). En Ortúzar y Willumsen (2008) se expone que problemas como la congestión, los accidentes y la contaminación no desaparecen con la implementación de mejores técnicas de gestión del tráfico, sino que se hacen más grandes y complejos y se difunden en áreas mayores, por lo que es necesario hacer uso de una buena modelización del sistema para que éste sea confiable.

Para realizar lo anterior podemos apoyarnos en modelaciones, la definición más simple de modelo según Mitchell (1993), es “la representación de algo”. Se tienen 3 diferentes principios de modelación: microscópica, macroscópica y mesoscópica; lo primero que se necesita es analizar el sistema, si se van a transportar personas y/o carga y la capacidad y demanda del sistema (Barceló, 2010).

Otro punto importante a tomar en cuenta en la planificación del transporte es la dispersión urbana y el tiempo de viaje los cuales están influenciados por las actividades realizadas en la zona metropolitana y la zona conurbada (Obregón y Bueno, 2015) estos a su

vez hacen que la población haga uso del VP con mayor frecuencia según García (2010) lo cual congestiona el sistema vial. El rápido crecimiento de áreas metropolitanas ha sido denominado expansión urbana (Frumkin, 2002), según Bazant (2010) la explosión demográfica del siglo pasado propició una expansión urbana anárquica, lo cual afecta a la sociedad en todos los ámbitos (sociales, económicos, salud, entre otros), investigaciones hechas por Johnson (2001) muestran que para mitigar este problema es necesario tomar en cuenta la planificación de uso de suelo, planificación de transporte, urbanismo, economía, la arquitectura del paisaje, geografía y otras áreas relacionadas, lo cual nos muestra que la planificación territorial es una tarea difícil y se tiene demasiado por hacer para que nuestras ciudades sean más eficientes.

Por lo anterior es necesario tomar en cuenta las implementaciones que se toman para mejorar la movilidad en las ciudades y evaluarlas a través del tiempo y tomar decisiones para hacer las mejoras necesarias en los sistemas de TP.

El principal instrumento para la presente investigación fue el uso de la encuesta origen destino (O-D), lo cual nos mostró la producción y generación de viajes, así como el motivo de viaje, edades, sexo, horarios, número de habitantes por hogar, ingreso, entre otros.

## **1.1 Descripción del problema**

Con base en los resultados de Obregón y Betanzo (2015) se determinaron los patrones de movilidad para la Zona Conurbada de Querétaro (ZCQ) a partir de una encuesta Origen Destino realizada en el año 2010-2011. Por lo anterior, la presente propuesta pretende actualizar la información Origen Destino de la ZCQ en el año 2017 y determinar la variación en los patrones de viaje y su correlación con las características socioeconómicas de los habitantes, posterior a la re-estructuración del sistema de transporte público en la ZCQ.

Según Gutiérrez y Palomares (2005) el aumento en el uso del VP se ve influenciado por el aumento de los niveles de renta y motorización, la expansión y segmentación de la ciudad. A lo anterior se unen factores culturales, como la sociedad en la que se vive, la cual es consumista e individualista, por lo que el VP es un objeto de consumo y de status social,

además de que en años recientes las concesionarias de vehículos dan más facilidades para obtener un vehículo por medio de financiamiento.

Las zonas metropolitanas están en un constante proceso de transformación, lo cual hace que los espacios sean cada vez más extensos, discontinuos, dispersos y fragmentados (Gutiérrez y Palomares, 2005) por lo que a partir de datos de encuestas de movilidad se analiza el reparto modal de los desplazamientos.

Por lo anterior es necesario ver cómo interactúan los esquemas de financiamiento, el nivel socioeconómico de los habitantes y la dispersión de la Ciudad, para poder tomar decisiones y hacer las implementaciones y/o cambios necesarios en los sistemas de TP, para que de esta manera los usuarios de VP migren al uso del TP. También se requiere observar cómo se han ido modificando todas las variables anteriores con el paso del tiempo.

Hoy en día la ZCQ presenta serios problemas de congestión vial, lo cual es debido al uso excesivo del VP y al poco uso del TP, esto debido al poco incentivo que existe para hacer que los usuarios del VP usen el TP, por lo que es necesario contar con información adecuada y propia del lugar para poder generar sistemas de TP adecuados para la población. Se deben de tomar en cuenta todos los factores (económicos, sociales, culturales, entre otros) que intervienen en la elección del tipo de transporte (público y/o privado) y de esta manera poder tomar decisiones acerca del TP y hacer las mejoras necesarias en éste para de esta manera poder atraer nuevos usuarios, haciendo que los usuarios del VP migren hacia el uso del TP.

Conjuntamente con lo anterior se tiene el problema de la dispersión urbana, lo cual tiene efectos adversos en la sociedad (mayores tiempos de viaje, contaminación y mayor uso del VP), por lo que es necesario tomar en cuenta todas las variables que se tienen para controlar el crecimiento descontrolado de la ZCQ.

## **1.2 Objetivos**

Determinar si los estratos económicos de nivel alto (ganan más de 10 smd) hacen más uso del vehículo privado de 2011 a 2017.

Se tienen como objetivos específicos de la investigación los siguientes:

- Variaciones en las tasas de viajes y empleo de medios de transporte.
- Los patrones de viaje de la ZCQ no varían con el tiempo y sólo dependen del nivel socioeconómico de los ciudadanos.

### **1.3 Hipótesis**

Los estratos de nivel económico alto (más de 10 smd) incrementaron el uso del automóvil privado entre el 2011 y 2017.

Las hipótesis particulares son las siguientes:

- Depende del nivel socioeconómico del ciudadano para determinar su medio de transporte.
- Los patrones de viaje del año 2011 no han presentado variación con respecto a los del 2017 ya que el salario mínimo ha aumentado, pero también han aumentado las tarifas del TP.

## 2. ESTADO DEL ARTE

Merlin (1996) dice que las personas se mueven por las ciudades por diferentes motivos: trabajo, estudio, salud, recreativo, entre otros. Gutiérrez y García (2005) clasifican los viajes por motivos de estudio y trabajo como movilidad obligada. La movilidad es la manera en que una persona realiza una programación de actividades en sus dimensiones espaciales y temporales (Henry, 1998).

Por su parte, Ortúzar y Willumsen (2008) definen el concepto de movilidad como una medida de la facilidad o dificultad de realizar desplazamientos de un origen a un destino específico, mientras que Giacobbe *et al.* (2009) mencionan que ésta cumple un rol muy importante en el análisis del desarrollo urbano, y que permite una doble lectura: puede ser entendida como la facilidad o dificultad con la que las personas acceden a lugares, o como la posibilidad o imposibilidad de acceder a servicios y lugares.

Por lo anterior, los sistemas de transporte en una ciudad deben resolver las principales necesidades de las personas (comida, comercio, trabajo, salud, educación y recreación) de forma sustentable. Por lo que, Pardo (2005) menciona que el principal factor de la movilidad es la accesibilidad.

La movilidad cotidiana es un elemento de interés en los temas que van desde transporte urbano hasta la estructura urbana, en este sentido, Casado (2008) realizó una revisión crítica de las diferentes fuentes de información e investigaciones desarrolladas en México que utilizan el análisis de la movilidad cotidiana de la población, en las cuales se observa que con frecuencia se replican en ámbitos metropolitanos los problemas asociados a una creciente población y movilidad.

Según Gutiérrez y García (2005) las transformaciones territoriales que tienen las áreas metropolitanas permiten alcanzar un número de destinos más dispersos, para realizar más actividades. Por lo que la movilidad se ve a nivel espacial en los desplazamientos generados por las personas debido a sus actividades cotidianas. El tamaño de la ciudad y la separación de los puntos de origen y destino son la causa de la distribución de los

desplazamientos (Valero, 1984). Por lo antes expuesto mientras más crece la Ciudad también se induce a realizar desplazamientos de longitudes mayores.

La distribución urbana tiene un papel fundamental en el costo del transporte, en relación a esto, Fuentes (2009) realizó una investigación en Cd. Juárez, México; encontró que las zonas de menores ingresos son las que emplean con mayor frecuencia el TP y a la vez se realizan un menor número de viajes motorizados por persona al día, en contraste con las zonas con ingresos medianos y altos que emplean de manera frecuente el VP.

La correlación entre la estructura espacial urbana y el transporte se muestra reflejada en la duración y la distancia del viaje, influyen factores como la alta densidad de población, el valor del suelo, la tenencia de la vivienda, el balance entre empleos y hogares y la proporción de casas alquiladas.

Fuentes (2009) concluyó, en su caso de estudio, que la localización espacial de los trabajadores y empleos son consistentes con las predicciones de los modelos neoclásicos de la economía urbana de Alonso (1964), Mills (1972) y Muth (1969), porque se observó que las personas con un mayor ingreso eligieron vivir cerca de su lugar de trabajo, ya que tiene la posibilidad de pagar costos de suelo más alto y así disminuyendo los tiempos de viaje a su trabajo.

La población con menor ingreso se asienta en los lugares de bajo valor del suelo, a mayor distancia de su trabajo, por lo que sus costos de viaje se incrementan. No obstante, se encontró que el proceso de descentralización del lugar de trabajo, no significó menores tiempos de viaje. Las personas no escogen su casa por el costo del viaje, sino que depende de otros factores (Giuliano y Small, 1993), las personas ubican su residencia lejos del lugar de trabajo debido al alto costo del suelo urbano.

Suárez y Delgado (2010) utilizaron modelos estadísticos para analizar la movilidad residencial en la Cd. de México y observaron que existe un proceso de co-localización entre empleo y vivienda y también concluyeron que existe una influencia del lugar de trabajo sobre la elección de la vivienda.

Susino *et al.* (2007) analizan los factores del incremento de la movilidad en Andalucía y llegaron a la conclusión de que los cambios en la estructura social, ocupacional y socioeconómica de la población ocupada, la ampliación espacial de los mercados de trabajo y la evolución espacial de la movilidad metropolitana son factores que han contribuido al aumento de la movilidad.

Ocaña y Urdaneta (2005) indican que el principal objetivo del transporte de personas es la movilidad de los trabajadores de su casa a su trabajo, y ésta al ser masiva condiciona la actividad y economía urbana; debido a lo anterior, reflexionan que el transporte no es un fin en sí mismo, sino un medio para mejorar las condiciones de vida en la ciudad. Por lo que se concluye que la política de transporte no debe centrarse en solamente mover usuarios, sino aumentar el bienestar de los habitantes y la productividad de la ciudad.

En la Zona Conurbada de Querétaro (ZCQ) se observó que el ingreso de las personas es un factor que influye significativamente en la elección del medio de transporte (Obregón y Betanzo, 2015). En la comparación de personas de zonas con ingreso medio – alto y zonas con ingreso medio – bajo es de notable significancia la variación de la percepción del tiempo de viaje inducido en los individuos de las zonas de ingreso medio – bajo al contar con un vehículo, por lo que es necesario investigar las variaciones de la atractividad de diferentes medios en la diversidad socioeconómica, lo cual ayudaría a planificar políticas y sistemas de transporte adecuadas a las características socioeconómicas locales, generando modelos propios y no duplicando lo realizado en otros países. Esto ayudaría en la elaboración de estudios con un menor grado de fracaso debido a que las condiciones en cada ciudad son diferentes como lo ha demostrado García (2006). Con lo anterior, se puede trabajar individualmente en los diferentes estratos socioeconómicos de las zonas determinando las políticas a nivel micro, para después englobarlas al sistema, pues en ciudades como la del caso de estudio se presenta una fuerte disparidad socioeconómica zonal, la cual llega a presentar mezclas de zonas de ingreso alto colindantes a zonas de bajo ingreso. Así, conjugando los parámetros culturales, urbanísticos y el ritmo de desarrollo, diseñar las políticas de planificación para que los individuos se distribuyan en el sistema de una manera determinada.

El género también es un parámetro de interés, en la ZCQ se observó un mayor número de desplazamientos realizados por varones, así como que éstos tienen mayor preferencia a emplear el VP cuando sus condiciones económicas lo permiten. La tasa de producción de viajes se ha incrementado en los últimos años, pues en el 2002 ésta era de 1.53 viajes por habitante (Transconsult, 2004), mientras que en el 2011 se obtuvo una tasa de 2.45 viajes por persona en un día típico laboral.

La mala calidad de explotación de un sistema de TP puede influir como un disuasor en el empleo del mismo, si bien en la ZCQ se observó que el TP tiene interés de ser utilizado por las personas, la calidad del sistema influyó determinadamente en su no uso. Por lo anterior, se plantea analizar si la modernización del sistema ha inducido la transferencia del uso del VP al TP. Es posible que se presenten estas características en otras ciudades de México, lo que influye en una mayor capacidad vial por motivo del VP, lo cual afecta la sustentabilidad de las ciudades en términos de movilidad, salud y calidad ambiental. Lo anterior es preocupante y se verifica al observar que el VP ha incrementado su empleo en los últimos años en la ZCQ, en el 2004 el 39.7% de los desplazamientos se realizaban en este medio y en el 2011 se obtuvo una tasa del 47.92%.

Obregón y Betanzo (2015) observaron un peso importante del gasto como porcentaje de ingreso destinado a los usuarios cautivos del TP, principalmente de las personas dependientes. No obstante, es de considerar que 42.11% de los usuarios de TP invierten cerca de 8% de su ingreso diario para poder acceder al mercado laboral. Este punto, como otros, requieren un mayor nivel de análisis.

## **2.1 El sistema de transporte urbano**

El sistema de transporte urbano es la interacción de una red (infraestructura), un sistema de gestión y un conjunto de medios que se complementan (Ortúzar, 2000). A su vez Ocaña y Urdaneta (2005) lo definen como la integración de tres subsistemas: transporte público, tráfico e infraestructura (vial y de transporte) en el entorno urbano. A partir de lo anterior se realiza una descripción general sobre los medios de transporte analizados en el estudio.

Pardo (2005) menciona que para que un sistema de transporte urbano sea sostenible necesita un trabajo conjunto de las organizaciones involucradas, así como de su sostenibilidad en materia económica, ambiental y social, ya que de no contar con lo anterior se inducirán efectos ambientales y de seguridad negativos. Respecto a un sistema de transporte público Mundó (2002) lo define como “el traslado eficiente, cómodo y seguro de personas entre los distintos lugares donde se emplazan y desarrollan las actividades urbanas, facilitando la integración entre ellos”.

Obregón y Betanzo (2015) definen como la finalidad de una vialidad generar accesibilidad y permitir la movilidad de las personas, pero en el caso de ciudades mexicanas se favorece el transporte en vehículos privados dejando a un lado políticas enfocadas al transporte masivo. En el caso de Santiago de Querétaro el 44.93% de los desplazamientos en la ciudad se realizaron en automóvil privado, por lo anterior Rabaza (2009) menciona que darle prioridad al uso del automóvil como medio de transporte causará la saturación de las vialidades. Como consecuencia de lo antes mencionado Pardo (2005) describe al automóvil como el principal enemigo del transporte sostenible y dicha afirmación queda sustentada por lo siguiente: es individual, costo elevado, genera desigualdad, implica una gran inversión en infraestructura urbana para unas pocas personas e influye en la dispersión urbana.

También Pardo (2005) nos hace mención de medios no motorizados como la bicicleta, caminar y patinar. Para él, un buen medio de transporte es caminar ya que es el que menor energía requiere y es autopropulsor, pero su desventaja es la baja velocidad y la dificultad para cubrir distancias grandes (Hook, 2003). Y menciona que la bicicleta también es un buen medio de transporte ya que cubre distancias medias, no emite polución directa, tiene un bajo costo de mantenimiento, requiere poco espacio urbano y finaliza mencionando que su empleo es una actividad física que genera una mejor salud, además de ser recreativa.

## **2.2 Definición de la muestra**

Una muestra se define como un conjunto de unidades que es parte de una población más grande y que están especialmente seleccionados para representar a toda la población (Richardson *et al.*, 1995).

El primer paso a realizar es definir la población objetivo (personas, hogares, vehículos, entre otros) y definir una muestra representativa de la población, lo cual será un proceso iterativo y estará sujeto a restricciones de tiempo, presupuesto y limitaciones de información disponible.

Cambridge Systematics Inc. (1996) menciona que es necesario identificar las partes involucradas en el proceso de diseño de la muestra y dichas partes son:

- Información que debe de ser recolectada
- Población de estudio
- Marco muestral
- Unidad muestral
- Restricciones
- Tamaño de la muestra

Y con lo anterior se pueden distinguir los siguientes puntos clave:

- Identificar objetivos y restricciones principales de la encuesta.
- Identificar las variables más importantes.
- Identificar la población de estudio, marco muestral y unidad muestral.
- Identificar información disponible de las variables de interés.
- Identificar el método de muestreo adecuado.
- Determinar el tamaño muestral requerido.
- Determinar los recursos necesarios para conseguir los objetivos.

De todos los elementos para el diseño de la muestra el más frecuentemente abordado es el tamaño de ésta y una manera de reducir el error de muestreo es aumentar el tamaño de la muestra, pero hasta dónde se puede hacer lo anterior con el fin de obtener un grado aceptable de información.

## 2.3 Métodos de muestreo

Ortúzar y Willumsen (2008) mencionan que la mayoría de los métodos más usados se basan en alguna forma de muestreo aleatorio, a su vez Ibeas *et al.* (2007) menciona que el muestreo debe de estar relacionado con los objetivos de la encuesta, población de interés, marco muestral, nivel de confianza y tamaño de la muestra; a su vez Richardson *et al.* 1995 nos menciona que el objeto del muestreo es obtener una pequeña muestra de toda una población, de tal manera que ésta sea representativa.

El muestreo es necesario ya que no es posible recopilar datos sobre la totalidad de miembros en una población, lo cual es muy costoso, tardado y poco práctico, ya que con una muestra y un método de muestreo adecuados se pueden obtener parámetros e información de la población confiables.

Cambridge Systematics Inc (1996), Richardson *et al.* (1995), Ibeas *et al.* (2007) y Ortúzar y Willumsen (2008) nos mencionan varios tipos de muestreo y algunas de sus ventajas. A continuación, sólo se describen sólo los que son de utilidad para el presente trabajo.

*Muestreo aleatorio simple.* Es el más simple y constituye la base de todos y consiste en seleccionar de manera aleatoria una unidad de muestra, es la mejor manera de seleccionar una muestra ya que se obtiene una muestra insesgada y representativa de la población porque cualquier unidad puede ser candidata a ser elegida.

*Muestreo estratificado.* En este tipo de muestreo se tiene información previa para subdividir la población en estratos homogéneos (respecto a las variables de estratificación) y después se aplica un muestreo aleatorio dentro del estrato. Se utiliza para obtener información de ciertos estratos de la población y para definir cada estrato se pueden utilizar fuentes tales como: límites geográficos, características socioeconómicas de la población, entre otros.

*Muestreo en grupos o multi etapa.* Es un método multi etapa, en la primera etapa la unidad muestral son los grupos seleccionados y en la segunda etapa se incluyen todas las unidades de cada grupo y dentro de cada grupo el muestreo se debe de realizar de manera

aleatoria. Su principal ventaja sobre los anteriores es su comodidad y economía, principalmente en grandes poblaciones.

*Muestreo por conglomerados.* Es una variación del muestreo multi etapa, aquí la población se divide en grupos sobre una base geográfica y se procede igual que en el muestreo anterior.

Finalmente, cuando se diseña un muestreo se debe de tener en cuenta el porcentaje de error de los diferentes tipos de encuestas.

## **2.4 Métodos de recolección de información (encuestas)**

Molinero y Sánchez (1997) nos mencionan que algunos de los métodos más comúnmente usados en la recopilación de información son la observación y las encuestas, con respecto a las encuestas se tiene información sobre procedimientos en Stopher y Meyburg (1979) y en temas relativos al personal, capacitación, diseño de cuestionarios, supervisión y control de calidad se puede recurrir a Moser y Kalton (1989). Respecto al diseño de la encuesta Richardson *et al.* (1995) mencionan que esta etapa es más un arte que una ciencia. A su vez Ortúzar y Willumsen (2008) mencionan que el diseño de la encuesta no es una tarea simple y requiere de experiencia y habilidad.

Ortúzar y Willumsen (2008) mencionan que algunas consideraciones prácticas para la elaboración del cuestionario son:

- Duración del estudio
- Horizonte del estudio
- Límites del área de estudio
- Recursos dedicados al estudio

Se tienen varios tipos de encuestas entre las que se pueden mencionar las encuestas domiciliarias origen – destino (O – D), encuestas de auto llenado, por internet, telefónicas, a vehículos, personal en transporte público, en gasolineras, entre otros, todas las cuales tienen objetivos distintos, ya que cada una obtiene información de situaciones particulares, siendo

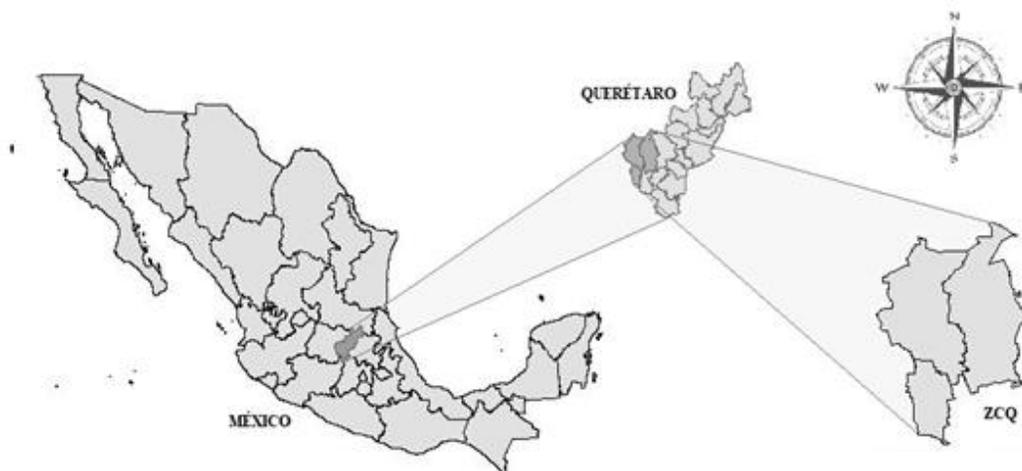
una de las más utilizadas la domiciliaria origen – destino por la gran cantidad de información que recaba.

Respecto a la fuente de obtención de los datos obtenidos de los usuarios se tienen las preferencias reveladas y las preferencias declaradas, las cuales son definidas por Espino (2003) de la siguiente manera:

Las preferencias reveladas son aquellas que muestran el comportamiento actual de los individuos en la decisión de viaje y las preferencias declaradas son las que reflejan lo que los individuos harían ante situaciones hipotéticas del viaje.

## 2.5 Delimitación de la zona de estudio

La ZCQ se localiza en el estado de Querétaro de Arteaga, en el centro de México, territorialmente está inmersa en tres municipios: Corregidora, El Marqués y Santiago de Querétaro (Figura 2.1). En coincidencia con otras áreas en América Latina, la de Querétaro ha mostrado recientemente una expansión territorial muy drástica. Si bien demográficamente ha crecido a ritmos mayores que otras áreas urbanas mexicanas similares, la extensión de la superficie donde se ubican las actividades que pueden considerarse incorporadas a este conglomerado ha crecido a ritmos mucho mayores.



**Figura 2.1** Ubicación de la Zona Conurbada de Querétaro (ZCQ)

**Fuente:** elaboración propia

Si se considera que las dinámicas de ubicación habitacional y de emplazamiento de centros de trabajo se han mantenido de forma relativamente autónoma y siguiendo las prevalentes en 1970, se infiere que los desplazamientos crecieron en extensión. No es sólo el alargamiento de los viajes el único efecto de este crecimiento desmesurado del territorio ocupado por actividades urbanas, ni su equivalente incremento en tiempo de viaje, tasa de motorización y desgaste vehicular de los propios pasajeros y automovilistas, o la inferencia que de ahí puede derivarse: peores situaciones de congestión, contaminación y accidentalidad (cuestiones que tendrán que ser demostradas y cuantificadas), sino que posiblemente las prácticas de movilidad han sido modificadas de manera diversa (Obregón y Betanzo, 2015).

## **2.6 Diagnóstico del transporte público en la zona de estudio**

En los 80's las industrias se fueron instalando en puntos alejados de la mancha urbana existente. Este patrón de ubicación se aceleró en el siglo XXI y a la par se construyeron nuevos desarrollos inmobiliarios, construcción y ampliación de vías de comunicación, mientras que el sistema de transporte público se fue quedando rezagado.

En la ZCQ no se tienen carriles exclusivos para el uso del TP, sino que deben compartir la vialidad con el VP, lo cual causa congestión como lo demuestra Ramírez (2012) empleando microsimulación de tráfico.

El Centro Queretano de Recursos Naturales (CQRN, 2003) menciona que la demanda de pasajeros en el sistema de transporte público crece a una tasa anual de 2.1%, tasa menor al crecimiento poblacional, lo que muestra un mayor uso del VP en la movilidad de la ZCQ.

### **3. METODOLOGÍA**

En este capítulo se explica y detalla el proceso metodológico seguido para probar la hipótesis del presente trabajo y de esta manera cumplir con el objetivo planteado. Se definen las variables utilizadas, modelos utilizados, asignación de información, fuentes de apoyo y descripción del software utilizado.

Se empleó estadística descriptiva, modelación con datos agregados por Ageb y modelos de elección discreta para determinar y comparar las características en la elección de los medios de transporte, así como un sistema de información geográfica (SIG) aplicado al transporte para determinar las variaciones espaciales de los desplazamientos. Con lo anterior, tal como se planteó en Obregón y Betanzo (2015) la línea de investigación se adentró en las variaciones temporales de la atractividad de diferentes medios en la diversidad socioeconómica reflejada, lo que puede ayudar a planificar políticas de transporte adecuadas a las características socioeconómicas locales, generando modelos propios y no duplicando lo realizado en otros países.

#### **3.1 Conceptos básicos**

Se consideró como unidad básica geográfica de la subdivisión de la ZCQ el Área Geoestadística Básica (Ageb), que es la unidad estadística territorial básica del Instituto Nacional de Geografía e Informática de México (INEGI) y se define como la extensión territorial que corresponde a la subdivisión de las áreas geoestadísticas municipales (INEGI, 2010a). En el caso en particular, es posible considerar que el interior de cada zona (Ageb) presenta características similares, de lo anterior se obtuvo la función para cada una, que nos ofrece la probabilidad de uso del medio de transporte en relación con el ingreso.

INEGI (2010a) clasifica a su vez a las Agebs en dos tipos Ageb urbana y Ageb rural, dependiendo de las características de éstas. Un Ageb urbana es un área geográfica ocupada por un conjunto de manzanas perfectamente delimitadas (calles, avenidas, ríos, entre otros) y cuyo uso de suelo puede ser habitacional, industrial, comercial, entre otros y sólo son asignadas al interior de las localidades urbanas, estas localidades urbanas se definen como

aquellas que tienen una población de al menos 2,500 habitantes o que son cabecera municipal (aunque no tengan la población mínima).

Una Zona Conurbada (ZC) es definida por INEGI (2010b) como un área en la cual se tenga una continuidad en su amanzanamiento, lo que significa que la separación de ellas este dada por el ancho promedio de las calles de las manzanas o localidades, después el mismo INEGI implementó otros criterios para definir la conurbación, ya que lo anterior no era suficiente y esos criterios son: geográficos, sociales, culturales, económicos, históricos y políticos. Por su parte Arvizu (2005) ha establecido algunos criterios para el desarrollo de la zona conurbada de Querétaro.

- Consolidar las concentraciones rurales y urbanas no conurbadas
- Evitar la conurbación con el estado de Guanajuato
- Densificar el interior de la mancha urbana
- Establecer áreas aptas para el crecimiento urbano
- Dirigir el desarrollo hacia el interior del estado

### **3.2 Encuesta Origen - Destino**

La encuesta Origen – Destino (O – D) es uno de los métodos más utilizados para conocer las características de los desplazamientos de la población, características socioeconómicas, número de integrantes en la familia, ingreso por hogar, medio en el que se realiza el viaje, entre más información valiosa, lo anterior nos va a permitir estimar modelos de transporte, ver correlaciones entre los desplazamientos y características socioeconómicas de la población, entre otras.

Como se menciona en Molinero y Sánchez (1997) es de vital importancia generar encuestas O-D, ya que nos dan información valiosa y actualizada acerca del número de viajes y de las principales zonas atractoras y generadoras de movimientos, Ortúzar y Willumsen (2008) mencionan que el conocimiento de cómo se utilizarán los datos es uno de los puntos clave de la metodología de cualquier encuesta de viajes y también mencionan que los requisitos de una buena metodología de encuestas son: un diseño, muestreo y análisis del

estado del arte, coste-eficacia y fiabilidad para predecir en el medio y largo plazo. También como los datos serán usados para el transporte deben de tener las siguientes características:

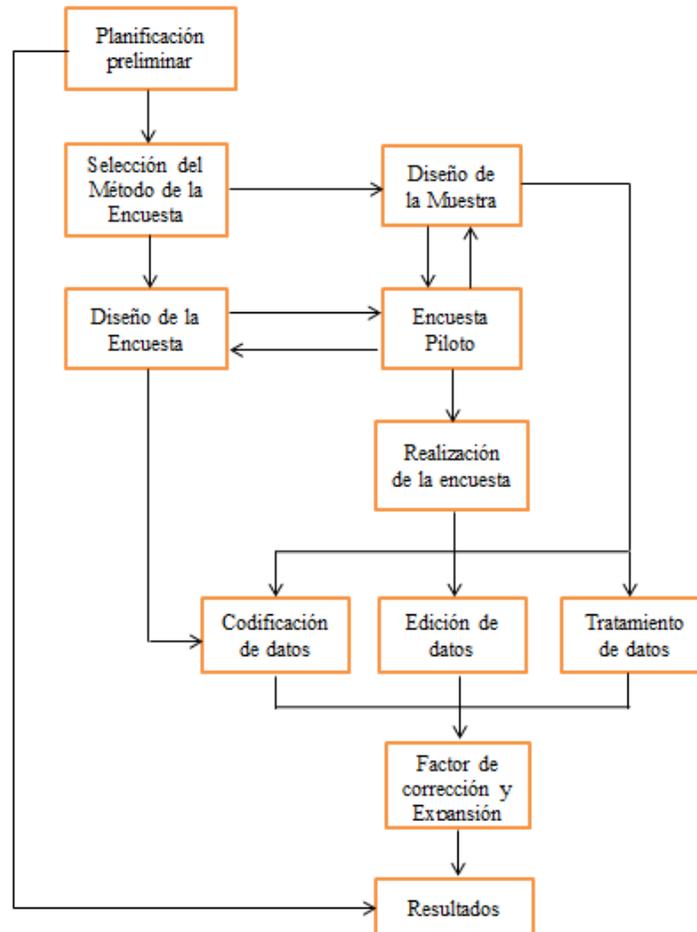
- Los datos deber ser recolectados considerando las diferentes etapas del viaje
- Incluir todos los modos de viaje motorizados y no motorizados (activos)
- Los propósitos o motivos del viaje deben ser recolectados de a un nivel altamente desagregado
- El período temporal de referencia debe ser lo más amplio posible y enteramente cubierto
- Los datos relevantes han de ser relativos a todos los miembros de la familia
- Los datos tienen que ser de elevada calidad y suficientemente robustos como para poder ser utilizados a nivel disgregado

Lo anterior es obtenido mediante encuestas de preferencias reveladas y son de gran valor, ya que la información que se obtiene es mucha y detallada, pero a su vez son difíciles de llevar a cabo ya que se solicita bastante información al entrevistado, además de que se necesita la participación de todos los integrantes del hogar para tener un mayor grado de detalle.

Ampt y Ortúzar (2004), Stopher *et al.* (2003) y Tierney *et al.* (1996) citados en Ibeas *et al.* (2007) nos señalan que en la mayoría de las encuestas de viaje se tiene un proceso de implementación similar por lo que se relacionan entre ellas los siguientes elementos en la encuesta de movilidad:

- Diseño de la encuesta
- Diseño de la muestra
- Encuesta piloto
- Realización de la encuesta y trabajos de campo
- Introducción, codificación, edición y manejo de datos
- Factores de corrección y expansión

Ibeas et al. (2007) muestra la forma en que están relacionados dichos elementos (Figura 3.1).



**Figura 3.1** Elementos de la encuesta de movilidad

**Fuente:** Ibeas *et al.* (2007)

### 3.2.1 Consideraciones generales

Uno de los principales objetivos de la aplicación es la encuesta O – D es conocer las características de los viajes de las personas, lo cual se obtuvo mediante preferencias reveladas y preferencias declaradas, la metodología de aplicación de la encuesta fue aplicarla de martes a sábado, lo anterior para conocer los desplazamientos de un día anterior, es decir en días normales laborales y de escuela (lunes a viernes). Otro punto a tomar en cuenta es no aplicar la encuesta si el día anterior fue feriado o en tiempo vacacional tampoco, se tomaron en cuenta todas las personas que viven en el hogar.

### 3.2.2 Diseño de la encuesta origen-destino

El diseño de la encuesta se divide en tres partes, las cuáles describen las siguientes características:

- Del hogar
- De datos personales
- Del viaje o desplazamiento

De acuerdo con el Travel Survey Manual (1996) algunas de las variables elementales que debe de tener la encuesta O-D están dadas en la Tabla 3.1:

**Tabla 3.1** Variables elementales en el diseño de la encuesta O-D

<b>Categoría</b>	<b>Elemento</b>
<b>Hogar</b>	Número de personas en el hogar
	Tipo de unidad vivienda
	Tiempo de residencia en dicha dirección
	Dirección de la residencia anterior
	Propietario/arrendatario
	Ingreso total del hogar
	Ubicación del hogar
	Número de personas en el hogar
	Lista de personas en el hogar
	Lista de vehículos (carros, camionetas, bicicletas)
	Información detallada de cada vehículo
	Número de líneas telefónicas en el hogar
<b>Datos personales</b>	Nombre y relación con el jefe del hogar
	Sexo, edad
	Licencia de conducir
	Situación laboral
	Nivel de educación
	Ubicación del trabajo y de la escuela(s)
	El modo de trabajar (semana usual/previa)
	Discapacidad (no hay límite)
	Ocupación de trabajo (no hay límite)
	Industria del trabajo (no hay límite)
Duración del empleo actual	

	Lugar del trabajo anterior
<b>Datos del viaje (para cada persona)</b>	Tipo de actividad (incluye las principales actividades en el hogar)
	Lugar de la actividad
	Tiempo de Inicio/final
	Medios de transporte (todos los tipos de modo)
	Auto: Conductor/copiloto
	Número de personas en el vehículo
	Costo del estacionamiento
	Vehículo usado (si es del hogar)
	Tránsito: Modo de acceso/ubicación de acceso
	Línea(s) usada (no hay límite)
	Ubicación de transferencia (no hay límite)
	Modo de salida/lugar de salida
	Tarifa del transporte público/tipo

**Fuente:** Travel Survey Manual (1996)

Con las variables anteriores se obtendrá información de cada uno de los miembros del hogar, características socioeconómicas, medio de transporte utilizado y motivo de uso, tiempo invertido en cada viaje, entre otros. También se obtendrá información acerca de los no usuarios del TP, si lo utilizarían en caso de mejora de la calidad del servicio.

El diseño de la encuesta aplicada puede ser observado en el apéndice en la Ilustración 1 y en la Ilustración 2. Es necesario precisar que después de realizar la captura se procede a la codificación de cada pregunta y su captura en el ordenador, lo anterior para poder hacer un análisis más fácil de toda la información recabada.

Para analizar toda la información obtenida se empleará estadística descriptiva para explicar, entre otras, las siguientes variables: las características socioeconómicas de los usuarios de cada medio de transporte, el tiempo empleado en sus viajes, número de viajes, motivos. A la vez, se emplearán regresiones lineales para determinar relación entre valoración del sistema y las características socioeconómicas de los individuos. A partir de preguntas sobre la valoración del servicio de transporte público se analizarán los parámetros de calidad del servicio, tomando como base el análisis de Sánchez y Romero (2010). Se realizarán modelos de elección discreta para determinar la influencia de características

socioeconómicas y atributos de los medios de transporte en la elección de los medios de transporte. Bajo dicho esquema, se comparará con la información obtenida entre los años del 2010 y 2011 y se analizará la variación de cada parámetro obtenido y su distribución espacio - territorial.

### **3.3 Modelo de optimización del número de encuestas**

El tipo de muestra que se usó para la encuesta O-D en la ZCQ fue por conglomerados y estratificada, la cual es la división de estratos de una población (Picco *et al.* 2010), en cada muestra cada uno de sus elementos deben ser homogéneos y representativos respecto a la población en estudio. Ortúzar y Willumsen (2008) mencionan que ciertas variables aleatorias no serán independientes, por ejemplo, un rango de ingreso. La estratificación que se utilizó fue de dos niveles, primero por número de personas en el hogar y después por ingreso. En lo que respecta al ingreso socioeconómico de los hogares en México se tiene como referencia el salario mínimo proporcionado por CONASAMI (2017). Y los datos de número de habitantes por hogar fue establecido con relación a los datos del censo de población y vivienda de INEGI (2010c).

Es necesario obtener el tamaño óptimo de la muestra el cual debe de ser representativo, este punto es de vital importancia, ya que depende tanto del capital disponible para la aplicación de la encuesta, codificación, captura, revisión, supervisión, tratamiento de los datos y obtención de resultados, así como del tiempo disponible.

El modelo utilizado se basa en el modelo de programación lineal propuesto por Ampt *et al.* (1998), en el cual, dada una estratificación socioeconómica de la región de estudio y un conocimiento previo de la distribución de estos estratos en cada una de las zonas de la región mencionada, se busca obtener el número de encuestas en cada zona que garanticen un número predeterminado de encuestas en cada uno de los estratos. Este número de encuestas se fija en un valor entre 30 y 50 para tener estimadores de generación de viajes con una precisión estadística adecuada (Ortúzar y Willumsen, 2008).

El modelo original está formado por la función objetivo (Ecuación 1), las restricciones (Ecuación 2) y las restricciones de variable (1). El modelo se extendió con las restricciones

(Ecuación 3) que buscan asegurar una representatividad geográfica de la muestra al definir primero macro zonas agrupando en forma contigua zonas (Agebs) y requiriendo por medio de estas restricciones, un número mínimo de encuestas en cada una de ellas. Las restricciones (Ecuación 4) y (Ecuación 5) se incluyeron por razones prácticas para descartar el caso de que en algún Ageb seleccionado, se tuvieran que realizar un número muy pequeño de encuestas, resultando en costos de traslado ineficientes. Las dos restricciones en conjunto permiten la modelación de variables semicontinuas (Gueret *et al.*, 2002), variables que pueden tomar el valor de cero o algún valor entre una cota inferior y una cota superior. Estas restricciones precisan la introducción de un nuevo conjunto de variables binarias para cada Ageb, las cuales toman el valor 1 cuando en el Ageb se realiza un muestreo y 0 en caso contrario (restricción 2), por lo que el modelo cambia de programación lineal a programación entera mixta.

$$\text{Min} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n x_i n_{ij}$$

**Ecuación 1.** Modelo original para optimizar el número de encuestas

$$\sum_{j=1}^n x_i n_{ij} \geq \mu \quad \forall i$$

**Ecuación 2.** Restricciones de ecuación original

$$\sum_{i=1}^m x_i \sum_{j=1}^n n_{ij} a_{ik} \geq \tau \quad \forall k$$

**Ecuación 3.** Ecuación del modelo extendido

$$\sum_{i=1}^m x_i \sum_{j=1}^n n_{ij} \leq \rho y_i \quad \forall i$$

**Ecuación 4.** Cota superior del modelo extendido

$$\sum_{i=1}^m x_i \sum_{j=1}^n n_{ij} \geq \gamma y_i \quad \forall i$$

**Ecuación 5.** Cota inferior del modelo extendido

*Restricciones*

$$0 \leq x_i \leq \delta \quad \forall i \quad (1)$$

$$y_i = 0 \text{ ó } 1 \quad \forall i \quad (2)$$

En donde se tienen los siguientes datos, parámetros y variables

*Datos*

$m$ : número de Agebs

$n$ : número de estratos

$r$ : número de macro zonas

$n_{ij}$ : número de hogares en el Ageb, estrato  $j$ ,  $i = 1, \dots, m$ ,  $j = 1, \dots, n$

$a_{ik}$ : 1 si Ageb  $i$  está en la macrozona  $k$ ,  $i = 1, \dots, m$ ,  $k = 1, \dots, r$  o 0 si no

*Parámetros*

$\mu$ : número mínimo de hogares dentro de cada estrato en la muestra (30 ó 50)

$\tau$ : número mínimo de hogares dentro de cada macrozona en la muestra (al menos 50)

$\rho$ : número máximo de hogares dentro de un Ageb seleccionado en la muestra (120)

$\gamma$ : número mínimo de hogares dentro de un Ageb seleccionado en la muestra (10)

$\delta$ : porcentaje máximo de hogares a muestrear en cada Ageb (máximo el 5%)

*Variables*

$x_i$ : proporción de hogares a muestrear en el Ageb  $i$ ,  $i = 1, \dots, m$

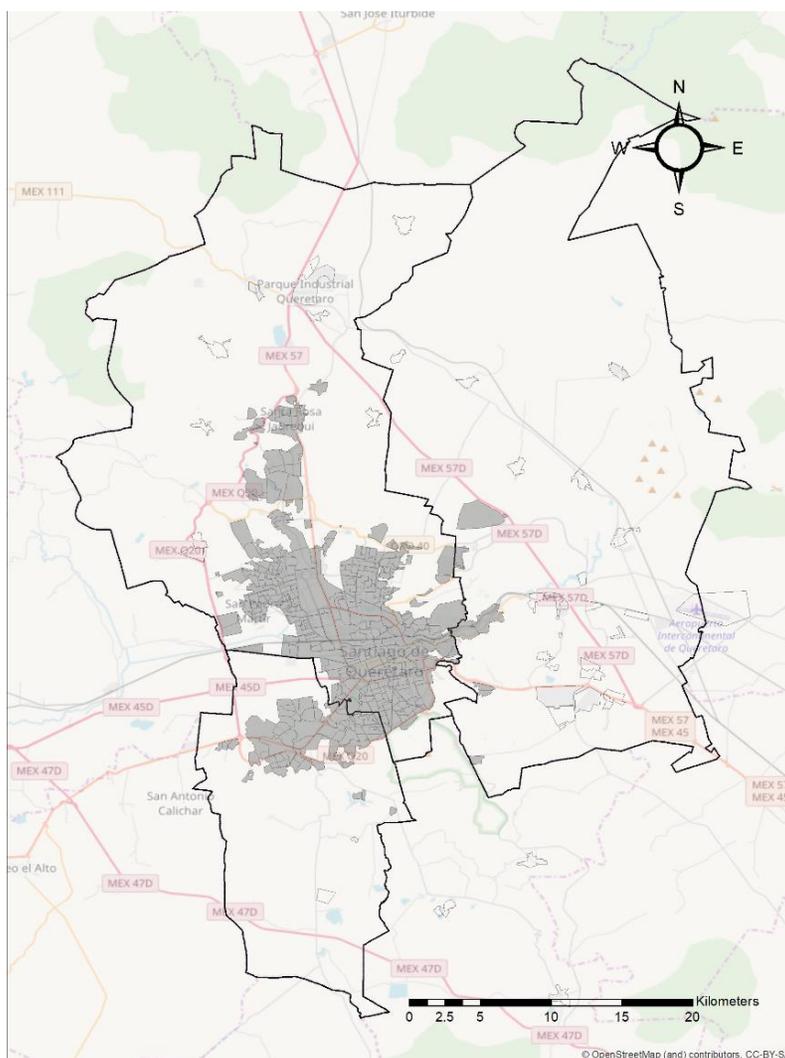
$y_i = 1$  si el Ageb  $i$  es seleccionado en la muestra o 0 si no

**3.3.1 Obtención de la muestra**

Se elaboró una base de datos en el TransCad con el archivo geográfico INEGI (2016). Primeramente, se utilizó el software Arcview para ligar la información cartográfica

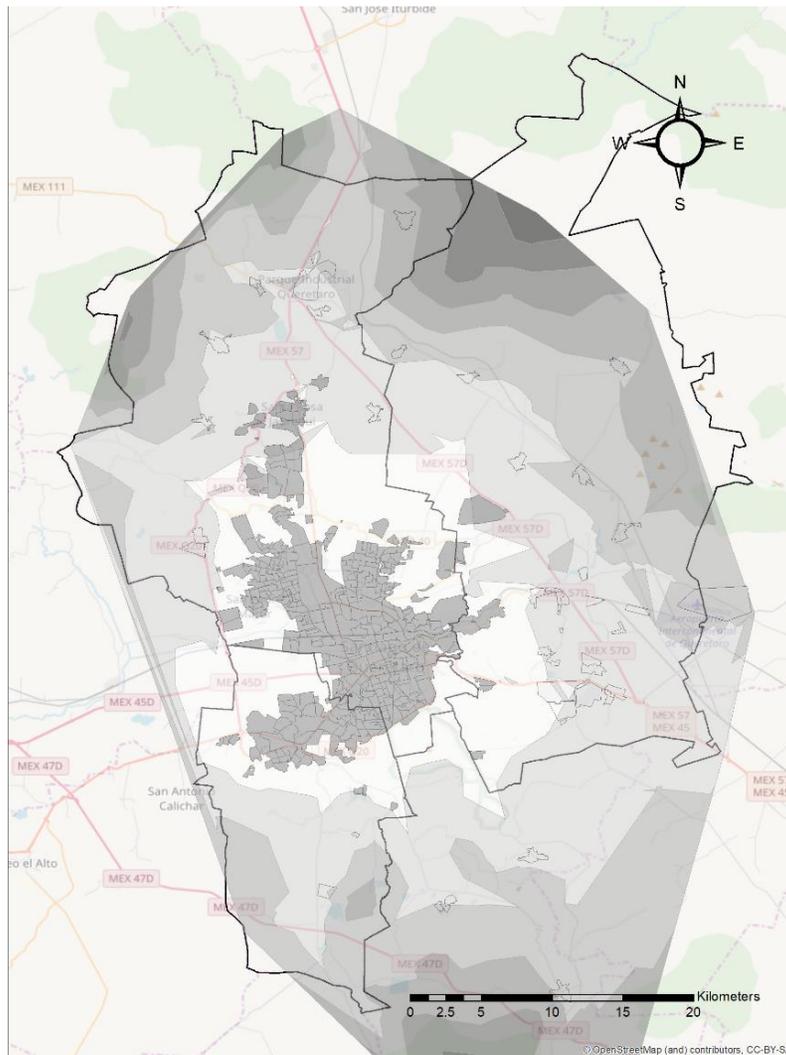
con la información del censo (INEGI, 2010c). Posteriormente esta información se trasladó a un archivo en TransCad, el cual posteriormente fue utilizado para la programación de las encuestas.

Para la delimitación de la ZCQ se tomó en cuenta todos aquellos Agebs que tenían continuidad con la mancha urbana y los que se encontraban en un tiempo menor o igual a 10 minutos de la mancha urbana, dicha estimación fue realizada con la Figura 3.3 la cual fue obtenida en Bueno (2012) y la ZCQ es la mostrada en la Figura 3.2.



**Figura 3.2** Agebs en la ZCQ

**Fuente:** elaboración propia



**Figura 3.3** Banda de tiempo

**Fuente:** elaboración propia

Se realizó la estimación a partir de un muestreo aleatorio simple con la fracción que le corresponde a cada estrato para cada subpoblación (Ageb), tal como expone Ortúzar y Willumsen (2008). Se considera la totalidad de hogares en la ZCQ, siguiendo las recomendaciones de Ibeas *et al.* (2007) y Ortúzar y Willumsen (2008), en la ZCQ que contiene 380 Agebs (INEGI, 2016) y 40 nuevas propuestas, dando un total de 420 Agebs.

En el caso de la propuesta de las 40 nuevas Agebs se les asignó información ligando las características de las viviendas y número de éstas con Agebs de características similares, todo lo anterior se realizó mediante investigación en internet (imágenes satelitales, planos y características de las casas).

Para la ZCQ se elaboró una tabla con la información de INEGI (2010c) y también se utilizaron los microdatos INEGI (2010d), se utilizó el programa Minitab para hacer la correlación entre las variables utilizadas (grado de escolaridad, automóvil, computadora, internet, lavadora, teléfono, celular y refrigerador). Se obtuvieron las componentes principales para hacer el cálculo de las variables que nos explicaban el 95% de la correlación y con esta información se hizo una estimación del ingreso promedio mensual en las Agebs en las cuales no se disponía de dicha información.

En lo que respecta al ingreso se tenía información en INEGI (2010d) de 240 Agebs, a las restantes se les asignó información de ingreso calculando su distancia euclidiana mínima, haciendo uso de las componentes principales, se hizo una relación de cual Ageb tenía una relación más similar con el que tenía la falta de información y se le asignó dicha información de ingreso en el hogar.

Se realizaron los conglomerados con base en el número de salarios mínimos diarios (smd) (\$80.04 para el 2017) y habitantes por hogar, se obtuvieron 36 estratos (Tabla 3.2) y 420 Agebs en la ZCQ y se restringió cada estrato a un mínimo de 50 encuestas. En el estrato P1-S2, el significado es una persona en el hogar y un ingreso de hasta dos salarios mínimos diarios, el estrato P6+-S10, significa seis o más personas en el hogar y más de seis y hasta diez salarios mínimos diarios y así respectivamente en todos los estratos.

**Tabla 3.2** Estratos iniciales

<b>Ingreso</b>	<b>Tamaño de hogar</b>					
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6 o más</b>
<b>0 - 2</b>	P1-S2	P2-S2	P3-S2	P4-S2	P5-S2	P6+-S2
<b>2 - 4</b>	P1-S4	P2-S4	P3-S4	P4-S4	P5-S4	P6+-S4
<b>4 - 6</b>	P1-S6	P2-S6	P3-S6	P4-S6	P5-S6	P6+-S6

<b>6 - 8</b>	P1-S8	P2-S8	P3-S8	P4-S8	P5-S8	P6+-S8
<b>8 - 10</b>	P1-S10	P2-S10	P3-S10	P4-S10	P5-S10	P6+-S10
<b>10 o más</b>	P1-S10+	P2-S10+	P3-S10+	P4-S10+	P5-S10+	P6+-S10+

**Fuente:** elaboración propia.

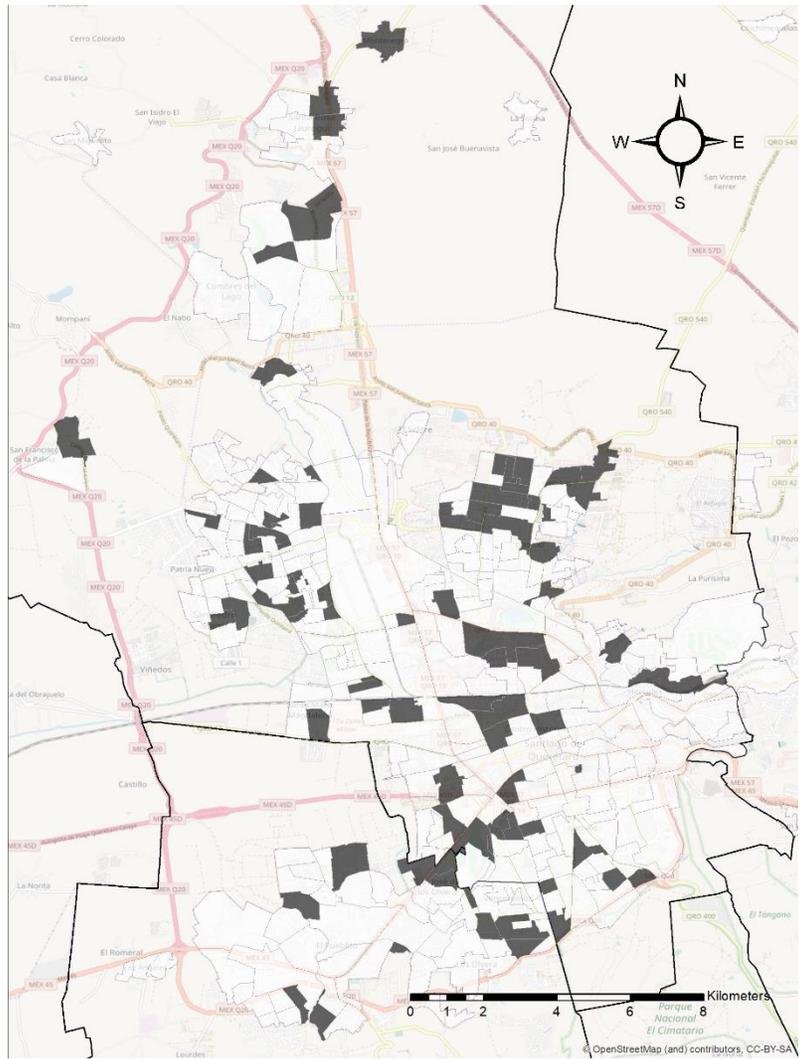
Después de lo anterior se procedió a realizar la programación lineal de los datos obtenidos por conglomerado o estrato en el programa “Lingo” y se obtuvo una primera estimación de 2,423 encuestas en 99 Agebs aplicando la Ecuación 2, dichas encuestas quedaron distribuidas de la manera mostrada en la Tabla 3.3.

**Tabla 3.3** Número de encuestas por estrato (primera estimación)

<b>Ingreso</b>	<b>Tamaño de hogar</b>						<b>Total</b>
	<b>smd</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	
<b>0 - 2</b>	100	74	54	50	50	50	378
<b>2 - 4</b>	50	83	114	118	87	50	502
<b>4 - 6</b>	50	50	50	86	50	50	336
<b>6 - 8</b>	50	50	50	115	50	61	376
<b>8 - 10</b>	50	50	50	53	50	50	303
<b>10 o más</b>	50	130	120	115	51	62	528
<b>Total</b>	350	437	438	537	338	323	2,423

**Fuente:** elaboración propia.

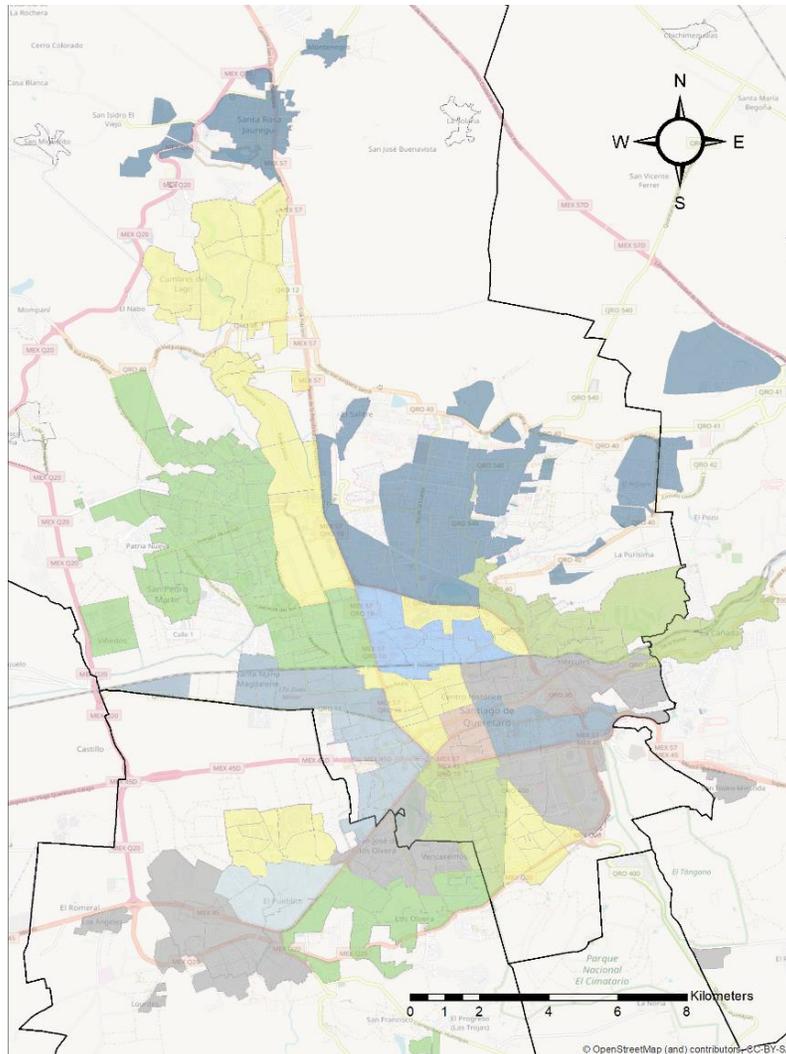
Se colocaron las encuestas en el Ageb correspondiente y se observó la distribución mostrada en la Figura 3.4, en donde se puede observar que se tienen concentración de encuestas en ciertas partes de la ZCQ, lo cual es indeseado.



**Figura 3.4** Ubicación de encuestas en la primera estimación

**Fuente:** elaboración propia

Por lo anterior fue necesario realizar otra división de las Agebs en 21 macrozonas (Figura 3.5) las cuales para ser obtenidas se tomaron en cuenta las vialidades que las dividían y sus características socioeconómicas, esto con el fin de tener una mejor distribución de las encuestas en las ZCQ.



**Figura 3.5** Macrozonas  
**Fuente:** elaboración propia.

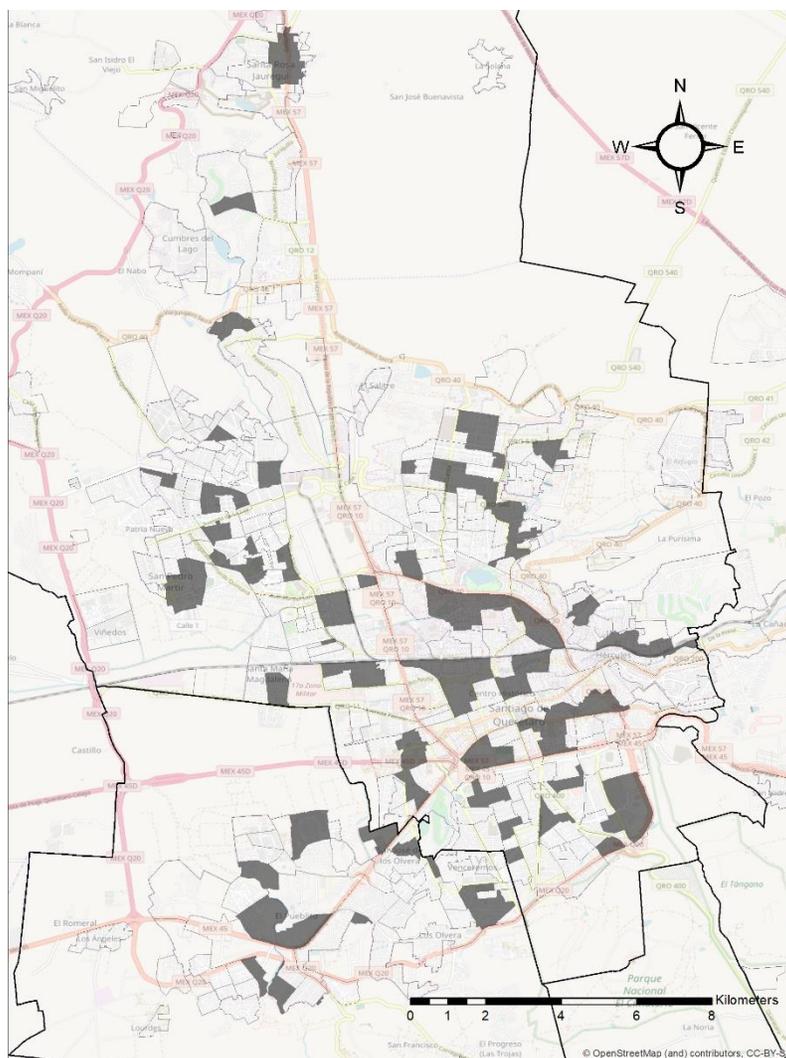
Después de lo anterior se procedió a utilizar la Ecuación 3 y realizar la programación lineal de los datos obtenidos por conglomerado o estrato en el programa “Lingo” y se obtuvo un total de 2,472 encuestas en 79 Agebs, las cuales quedaron distribuidas en los estratos como se muestra en la Tabla 3.4 y geográficamente de la manera mostrada en la Figura 3.6.

**Tabla 3.4** Número de encuestas por estrato (estimación definitiva)

Ingreso smd	Tamaño de hogar						Total
	1	2	3	4	5	6 o más	

<b>0 - 2</b>	98	88	64	50	50	50	<b>400</b>
<b>2 - 4</b>	50	75	116	112	82	50	<b>485</b>
<b>4 - 6</b>	50	50	50	83	50	50	<b>333</b>
<b>6 - 8</b>	50	50	56	115	50	60	<b>381</b>
<b>8 - 10</b>	50	50	50	54	50	50	<b>304</b>
<b>10 o más</b>	50	153	124	115	61	66	<b>569</b>
<b>Total</b>	<b>348</b>	<b>466</b>	<b>460</b>	<b>529</b>	<b>343</b>	<b>326</b>	<b>2,472</b>

**Fuente:** elaboración propia.



**Figura 3.6** Distribución de las encuestas por Agebs

**Fuente:** elaboración propia.

Como se puede observar en la Figura 3.6 se tiene una mejor distribución que la Figura 3.4 por lo que se procedió a elaborar una base de datos con los alumnos que apoyaron a la aplicación del cuestionario, en el cual se incluye en que Agebs le corresponde a cada uno aplicar el cuestionario y el número de estos a aplicar.

Se hizo un ajuste en las localidades que resultaron, quitando la comunidad de Montenegro, ya que esta localidad fue tomada en cuenta como parte de la zona periférica y no de la ZCQ.

La encuesta fue llevada a cabo entre los meses de mayo y diciembre de 2017 con apoyo de aproximadamente 80 estudiantes de Licenciatura de Ingeniería y de la Maestría en Ingeniería de Vías Terrestres y Movilidad de la Universidad Autónoma de Querétaro (UAQ), a los cuales se les pagó por cada encuesta realizada, codificada capturada y revisada. De lo anterior resultó la Tabla 3.5 que nos muestra el número de encuestas obtenidas en cada estrato.

**Tabla 3.5** Número de encuestas realizadas por estrato

<b>Ingreso smd</b>	<b>Tamaño de hogar</b>						<b>Total</b>
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6 o más</b>	
<b>0 - 2</b>	60	41	18	6	3	1	129
<b>2 - 4</b>	103	191	154	67	15	6	536
<b>4 - 6</b>	59	165	179	79	22	9	513
<b>6 - 8</b>	27	119	121	76	34	18	395
<b>8 - 10</b>	7	99	92	59	18	13	288
<b>10 o más</b>	17	160	154	139	63	40	573
<b>Total</b>	273	775	718	426	155	87	2,434

**Fuente:** elaboración propia.

En la Tabla 3.5 se puede observar que en algunos estratos se tienen muy pocas encuestas y era algo de esperarse ya que son los estratos en los cuales viven seis o más personas, en los estratos en donde se tienen tres o más personas y sólo un ingreso de hasta dos smd y también en los estratos con más de ocho smd y sólo una persona, por lo que se

hizo una agrupación de estratos para aproximarnos lo más posible a al menos 30 encuestas por estrato como lo recomienda Ortúzar y Willumsen (2008), quedando nuestros estratos finales como se muestra en la Tabla 3.6.

Con información del censo de INEGI (2010a) y de la encuesta intercensal INEGI (2015) se tiene que el promedio de habitantes por hogar ha ido disminuyendo en la ZCQ, siendo de 3.9 personas por hogar en el 2010 a 3.6 personas por hogar en el 2015. Con lo cual se explica que los hogares con mayor número de personas han ido disminuyendo con el paso de los años.

**Tabla 3.6** Estratos ajustados y número de encuestas en ellos

Ingreso smd	Tamaño de hogar					Total
	1	2	3	4	5 o más	
0 - 2	60	41	24			129
2 - 4	103	191	154	67	56	536
4 - 6	59	165	179	79		513
6 - 8	27	119	121	76	52	395
8 - 10		99	92	59	31	288
10 o más	24	160	154	139	103	573
<b>Total</b>	<b>273</b>	<b>775</b>	<b>718</b>	<b>426</b>	<b>242</b>	<b>2,434</b>

**Fuente:** elaboración propia.

Al final de la obtención del número de encuestas por estratos, estos se redujeron de 36 estratos que se tenían inicialmente a 26 estratos finales, a partir de los cuales se procedió a la obtención de los factores de expansión (FE).

### 3.4 Validación, corrección y expansión de datos

En cualquier tipo de encuesta O – D es necesario corregir y ponderar los datos obtenidos (Armoogum *et al.*, 1997) Por su parte Ortúzar y Willumsen nos dicen que es necesario que los datos obtenidos sean sometidos a correcciones utilizando un enfoque iterativo. A su vez el proceso de corrección es necesario para tener datos que además de

representativos de la población sean fiables y válidos. Brög y Ampt (1982) identifican las siguientes etapas de corrección:

- Corrección por tamaño de hogar y por características socioeconómicas. Se recomienda el uso del método bi-proporcional cuando se tiene que la fecha del censo es cercana a la fecha de la encuesta, pero en el caso del presente este método no se puede usar por lo dicho con anterioridad, por lo que se calcularon las proporciones de los hogares por cada estrato y los factores de expansión de la forma tradicional.
- Correcciones adicionales en las encuestas domiciliarias. En este punto es necesario identificar las encuestas a las cuales les hace falta información y de acuerdo con un método sugerido por Ortúzar y Hutt (1988) asignar la información faltante o en su defecto dejarla sin información, ya que no es significativa.

El proceso de revisión y elaboración de la base de datos fue hecho por alumnos de la Maestría en Ingeniería de Vías Terrestres y Movilidad de la UAQ.

En seguida de las correcciones es necesario validar los datos, los cuales se someten normalmente a tres procesos de validación; lo primero es comprobar la coherencia y que estén completos, en caso de que no esté completa la información del cuestionario, éste será desechado y se hará una nueva encuesta, después se realiza la codificación y grabación de los datos en gabinete y al final se comprueban los rangos válidos de las variables y la consistencia interna de los mismos, para concluir que los datos no tienen errores obvios.

Mediante indicadores socioeconómicos tales como la disponibilidad de internet, refrigerador, computadora, entre otros y que fueron obtenidos en la encuesta O – D es posible contrastar los datos haciendo uso de los datos de la encuesta intercensal INEGI (2015), y la validación de los viajes se hace con datos mismos de la encuesta (Ortúzar y Willumsen, 2008).

Ibeas *et al.* (2007) menciona que la corrección de la encuesta tiene como objetivo garantizar que las distribuciones de tamaño de hogar, sexo y edad, sean iguales en la muestra y la población, por lo tanto, para determinar el factor de expansión se usa la Ecuación 6.

$$\text{Factor de expansión} = \frac{\text{Total del estrato}}{\text{Total de la muestra en el estrato}}$$

**Ecuación 6.** Factor de expansión

Este factor también va a ser calculado para cada Ageb encuestado, el cual será asignado por medio de la composición de los estratos que tiene cada uno, ya que no se realizaron encuestas en todos las Agebs sino solamente en las obtenidas en el modelo de optimización, este es uno de los problemas que se suelen tener en un muestreo por estratos, ya que si se hubiera hecho un muestreo aleatorio simple y se tuvieran encuestas en cada Ageb, sería más fácil la obtención del factor de expansión, pero también se hubiera tenido un mayor número de encuestas, por lo que cualquier tipo de muestreo tiene tanto ventajas como desventajas.

Pera el cálculo del factor de expansión se utilizó la población, ya que los hogares presentan una tasa de crecimiento mayor que la de la población como se muestra en la Tabla 3.7 dicho esto se tiene la conclusión que si se hacía uso de la base de datos de los hogares los factores de corrección estarían sobreestimados.

**Tabla 3.7** Tasas de crecimiento y promedio de habitantes por hogar

<b>Indicador</b>	<b>Hogares</b>	<b>Población</b>	<b>Promedio de habitantes por hogar</b>
<b>ZCQ 2010</b>	233,766	912,179	3.9
<b>ZCQ 2015</b>	279,360	1,016,298	3.6
<b>Tasa de crecimiento</b>	3.82%	2.30%	

**Fuente:** elaboración propia

El factor para cada estrato fue calculado aplicando la Ecuación 6; la información del total de la población fue la obtenida en INEGI (2015) y el número de personas por estrato fue el obtenido en la encuesta realizada. El factor de expansión obtenido fue el del año 2015 y para obtener el del año 2017 se le aplicó al factor del 2015 la tasa de crecimiento de la población al año 2017 de lo que resulto el factor de expansión para dicho año. Los factores de expansión para cada estrato y para el año 2015 y 2017 se muestran en la Tabla 3.8.

**Tabla 3.8** Factores de expansión por estrato para el 2017

<b>Estrato</b>	<b>FE 2017</b>
<b>P1-S2</b>	224
<b>P1-S4</b>	59
<b>P1-S6</b>	51
<b>P1-S8</b>	72
<b>P1-S8+</b>	264
<b>P2-S2</b>	394
<b>P2-S4</b>	51
<b>P2-S6</b>	40
<b>P2-S8</b>	33
<b>P2-S10</b>	37
<b>P2-S10+</b>	81
<b>P3,4-S2</b>	730
<b>P3-S4</b>	81
<b>P3-S6</b>	59
<b>P3-S8</b>	47
<b>P3-S10</b>	40
<b>P3-S10+</b>	117
<b>P4-S4</b>	225
<b>P4-S6</b>	154
<b>P4-S8</b>	101
<b>P4-S10</b>	104
<b>P4-S10+</b>	166
<b>P5+-S6</b>	692
<b>P5+-S8</b>	210
<b>P5+-S10</b>	282
<b>P5+-S10+</b>	239

**Fuente:** elaboración propia

### 3.1 Matriz de viajes

Una matriz bidimensional es una de las maneras más comunes de representar la estructura de los viajes, en las que los orígenes están representados por las filas y los destinos por las columnas y en donde la diagonal principal corresponde a los viajes intrazonales, la Tabla 3.9 nos muestra la estructura de una matriz origen – destino.

**Tabla 3.9** Estructura de una matriz de viajes bi-dimensional

Orígenes	Destinos					$\sum_j T_{ij}$
	1	2	3	$\dots j$	$\dots z$	
1	$T_{11}$	$T_{12}$	$T_{13}$	$\dots T_{1j}$	$\dots T_{1z}$	$O_1$
2	$T_{21}$	$T_{22}$	$T_{23}$	$\dots T_{2j}$	$\dots T_{2z}$	$O_2$
3	$T_{31}$	$T_{32}$	$T_{33}$	$\dots T_{3j}$	$\dots T_{3z}$	$O_3$
$\vdots$						
$i$	$T_{i1}$	$T_{i2}$	$T_{i3}$	$\dots T_{ij}$	$\dots T_{iz}$	$O_i$
$\vdots$						
$z$	$T_{z1}$	$T_{z2}$	$T_{z3}$	$\dots T_{zj}$	$\dots T_{zz}$	$O_z$
$\sum_i T_{ij}$	$D_1$	$D_2$	$D_3$	$D_j$	$D_z$	$\sum_{ij} T_{ij} = T$

**Fuente:** Ibeas *et al.*, (2017)

Donde:

$T_{ij}$ : número de viajes entre el origen  $i$  y el destino  $j$

$O_i$ : número total de viajes con origen en la zona  $i$

$D_j$ : número total de viajes atraídos por la zona  $j$

La anterior matriz puede ser desagregada en varias matrices, por ejemplo, clase de individuos y/o modos, motivo del viaje, hora del viaje, entre otras.

El total de viajes generados en una cierta zona es igual al total de los viajes atraídos en dicha zona.

En la parte de la producción de viajes se definen los tipos de viajes realizados, el horario y el motivo dentro de la matriz. Algunas definiciones del tipo de viaje de acuerdo a Ortúzar y Willumsen (2008) son:

- Viaje. Es el desplazamiento en una sola dirección de un origen a un destino.
- Viajes basados en el hogar (HB). Son aquellos que tienen en un extremo el hogar de la persona que efectuó el viaje, es decir puede ser el origen o el destino
- Viajes no basados en el hogar (NHB). Son aquellos en los cuales ni origen o destino son el hogar.

- Producción de viajes. Se define como el extremo hogar en un viaje HB o el origen de un viaje NHB.
- Atracción de viaje. Se define como el extremo no hogar en un viaje HB o el destino de un viaje NHB.
- Generación de viaje. Son el número total de viajes, sean HB o NHB, generados por las personas en una zona. Este valor es el que proporcionan la mayor parte de los modelos.

#### 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En este apartado se validarán los datos obtenidos y se expondrán todos los resultados obtenidos, así mismo se hará la comparación con la encuesta origen – destino realizada en el año 2011 y cuyos resultados están expuesto en Obregón y Betanzo (2015).

##### 4.1 Validación de datos

En la Tabla 4.1 se coteja la información socioeconómica que se tiene en la encuesta intercensal INEGI (2015) y la encuesta origen -destino realizada en el 2017, la información es expresada en porcentajes y corresponde únicamente a la ZCQ.

**Tabla 4.1** Validación de datos socioeconómicos

Encuesta origen - destino ZCQ 2017		Intercensal ZCQ 2015		Diferencia
<i>Sexo</i>				
Masculino	49.41%	Masculino	48.81%	0.60%
Femenino	50.59%	Femenino	51.19%	
<i>Piso de tierra</i>				
Dispone	6.20%	Dispone	0.53%	5.67%
No dispone	93.80%	No dispone	99.47%	
<i>Internet</i>				
Dispone	76.40%	Dispone	60.59%	15.81%
No dispone	23.60%	No dispone	39.41%	
<i>Televisor</i>				
Dispone	96.60%	Dispone	97.92%	1.32%
No dispone	3.40%	No dispone	2.08%	
<i>Refrigerador</i>				
Dispone	98.10%	Dispone	94.32%	3.78%
No dispone	1.90%	No dispone	5.68%	

<i>Lavadora</i>					
Dispone	84.90%	Dispone	81.85%	3.05%	
No dispone	15.10%	No dispone	18.15%		
<i>Computadora</i>					
Dispone	64.10%	Dispone	57.93%	6.17%	
No dispone	35.90%	No dispone	42.07%		

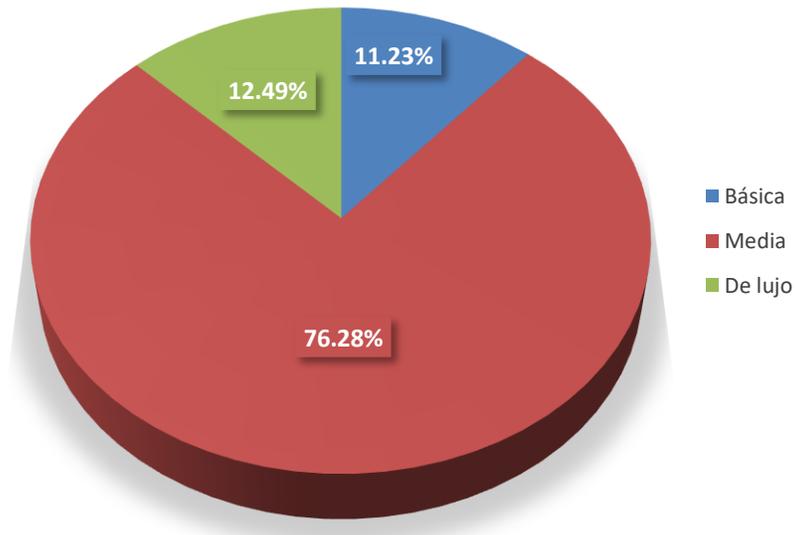
**Fuente:** elaboración propia

De acuerdo con la tabla anterior la diferencia de porcentajes resulta ser mínima y por lo tanto se tiene un margen de error aceptable del +/- 10%, sólo en el caso del internet se tuvo una diferencia mayor al 10%, esto puede ser debido a que hoy en día se tiene una mayor facilidad de accesibilidad al servicio de internet, es poco probable que se tenga una diferencia de 0% en todos los indicadores, debido a las estimaciones que se realizan, además de que en algunos Agebs se asignó información de ingreso a los Agebs, lo cual puede tener cierto margen de error a la hora de recabar los datos.

De la tabla anterior se puede observar que solamente el 6.2% de los hogares en la ZCQ cuentan con piso de tierra, el 49.41% de la población son hombres y el 50.59% mujeres, el 76.40% tiene internet o acceso a red de datos, el 96.60% cuenta con televisor, el 98.10% con refrigerador, el 84.90% con lavadora y sólo el 64.10% cuenta con computadora.

## 4.2 Estadística descriptiva

Uno de los principales resultados que se tienen de la información obtenida de la encuesta son los patrones de movilidad, de los cuales se pueden indagar cuáles son las preferencias de la población. Lo otro son las características del hogar, características socioeconómicas y de las personas. A continuación, se muestran gráficas de pastel en donde se pueden ver los porcentajes de cada indicador usado en el cuestionario.



**Gráfica 1** Tipo de vivienda

**Fuente:** elaboración propia

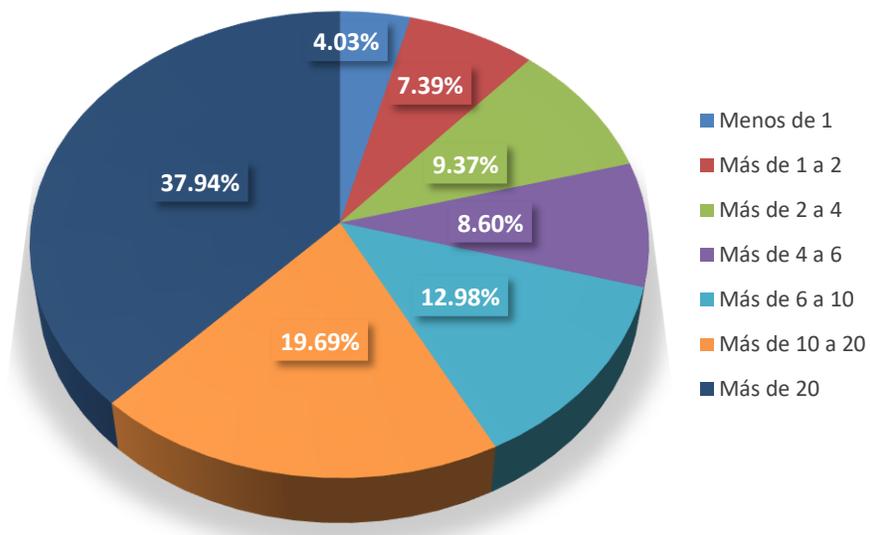
**De lujo**



**Media**

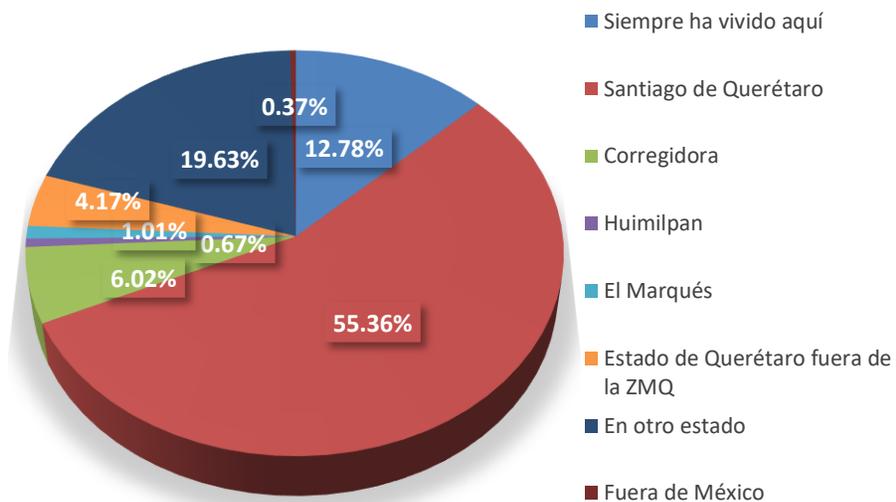


## Básica



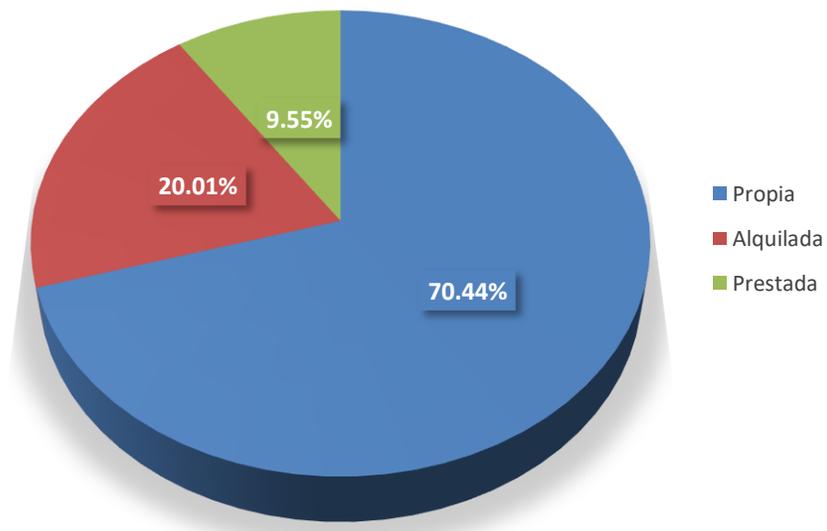
**Gráfica 2** Años de residencia en el domicilio actual

**Fuente:** elaboración propia



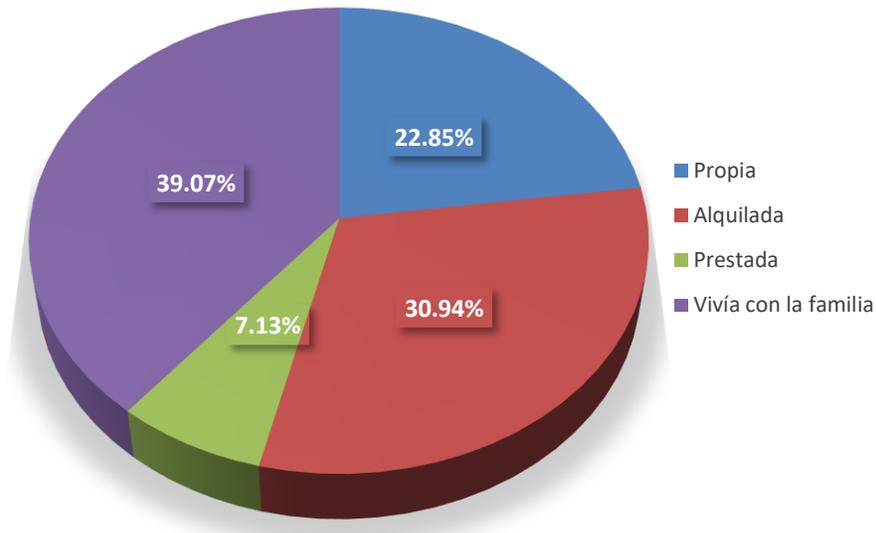
**Gráfica 3** Lugar de residencia anterior

**Fuente:** elaboración propia



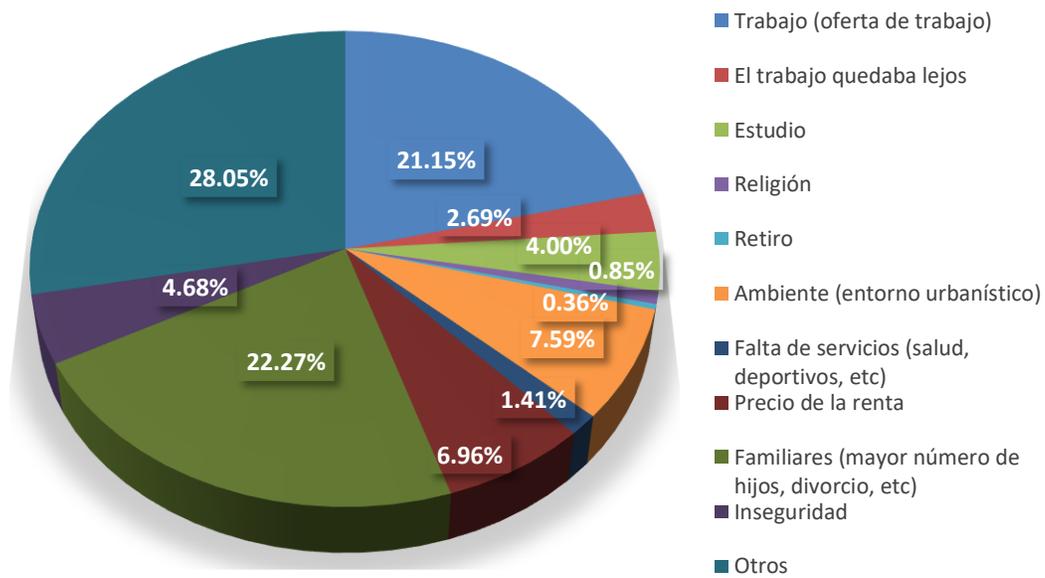
**Gráfica 4** Propiedad de la vivienda actual

**Fuente:** elaboración propia



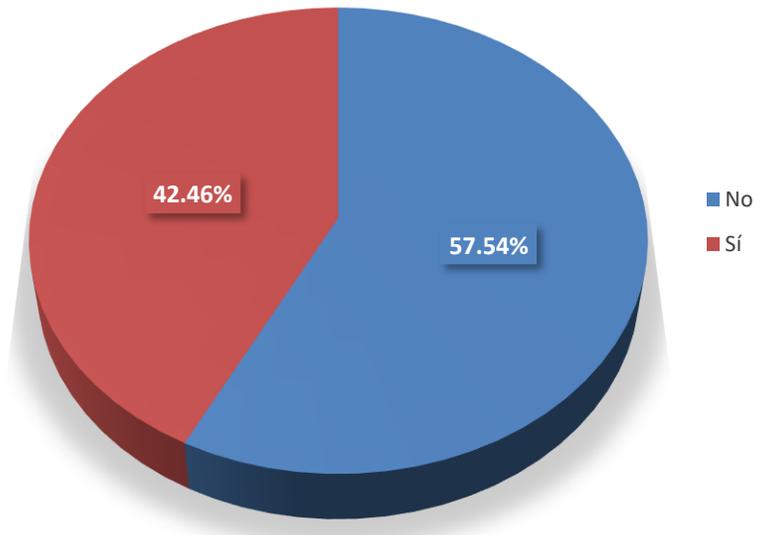
**Gráfica 5** Propiedad de la vivienda anterior

**Fuente:** elaboración propia



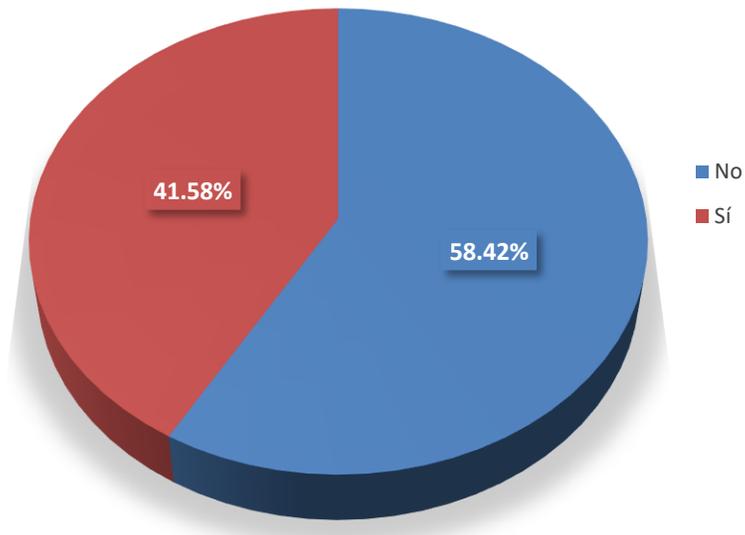
**Gráfica 6** Motivo del cambio de residencia

**Fuente:** elaboración propia



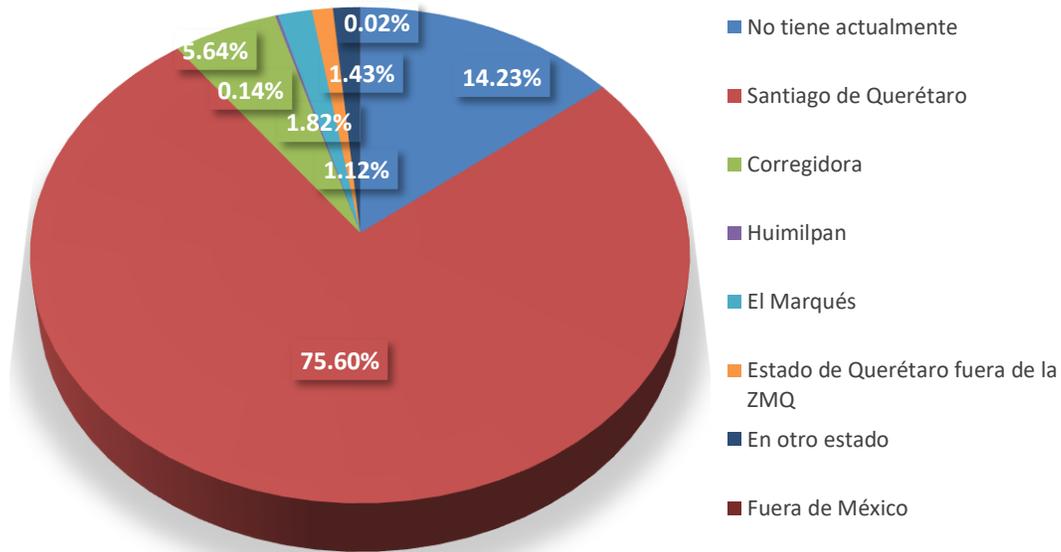
**Gráfica 7** Consideró la infraestructura vial al momento del cambio de residencia

**Fuente:** elaboración propia



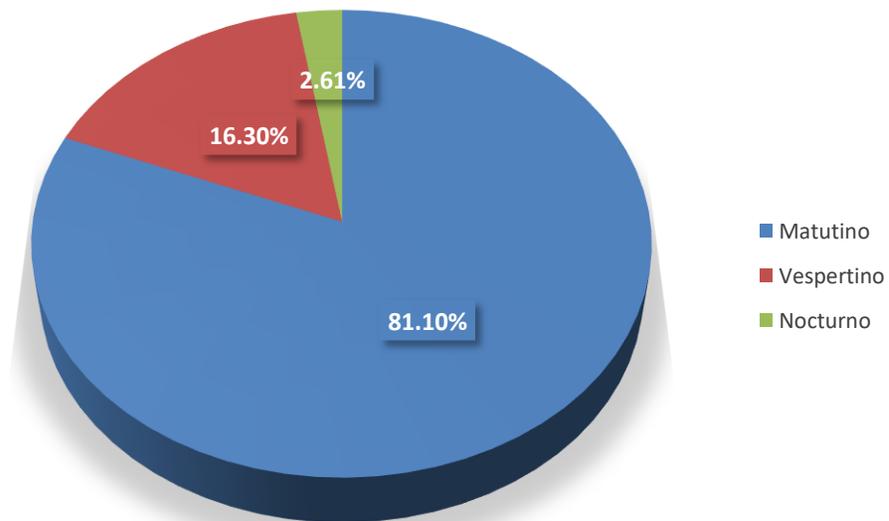
**Gráfica 8** Consideró el transporte público cuando cambió de residencia

**Fuente:** elaboración propia



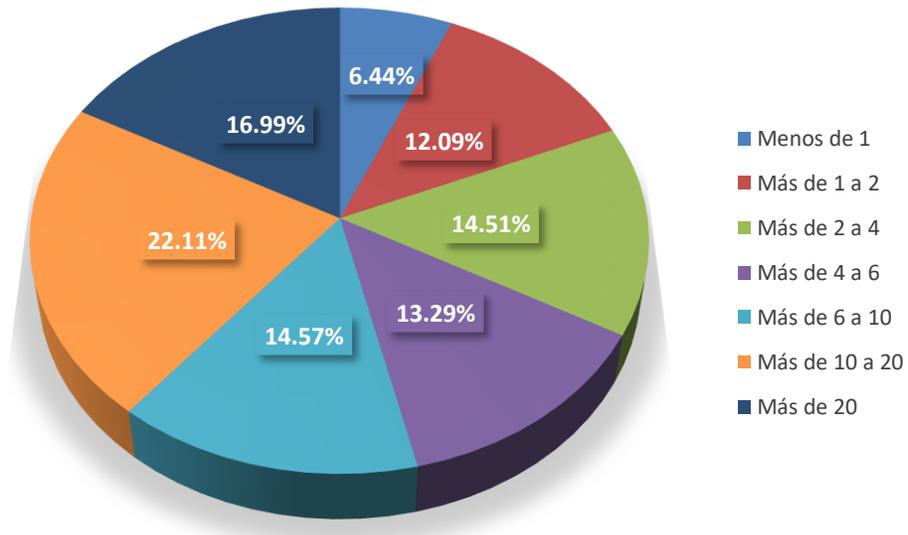
**Gráfica 9** Ubicación del trabajo actual

**Fuente:** elaboración propia



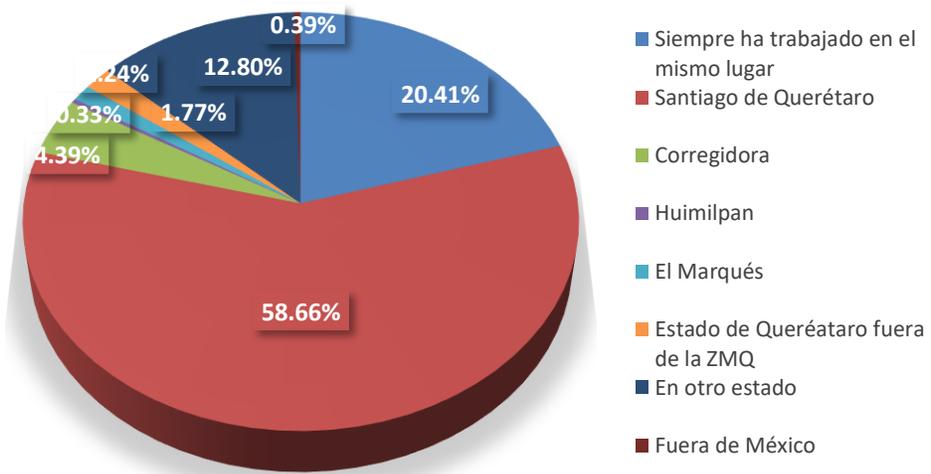
**Gráfica 10** Horario de trabajo

**Fuente:** elaboración propia



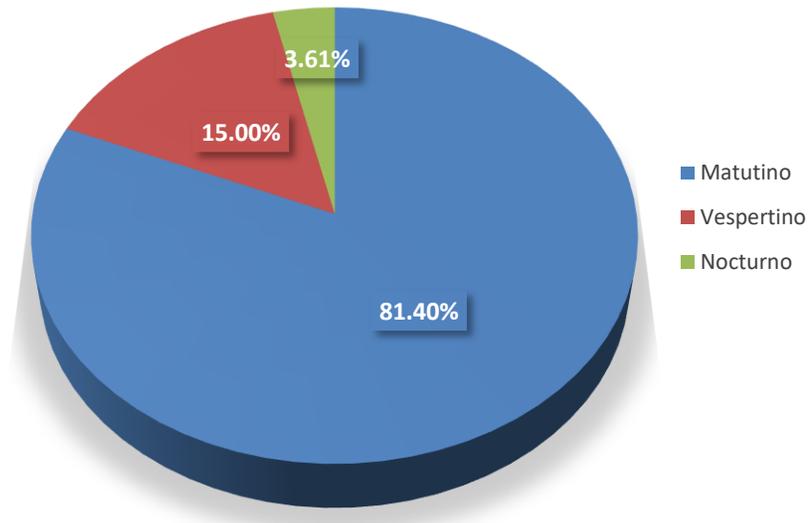
**Gráfica 11** Tiempo de trabajar en su actual empleo

**Fuente:** elaboración propia



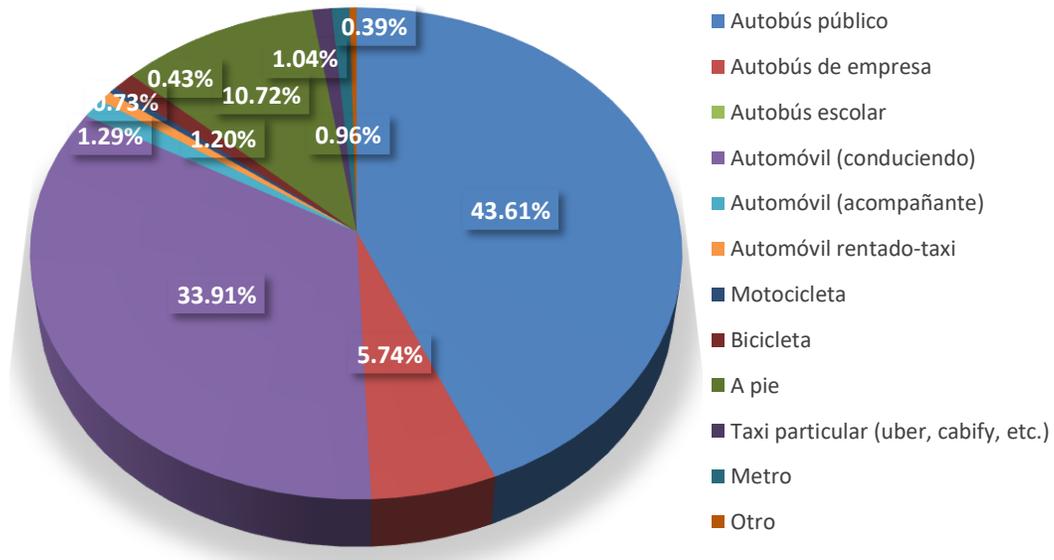
**Gráfica 12** Ubicación del trabajo anterior

**Fuente:** elaboración propia



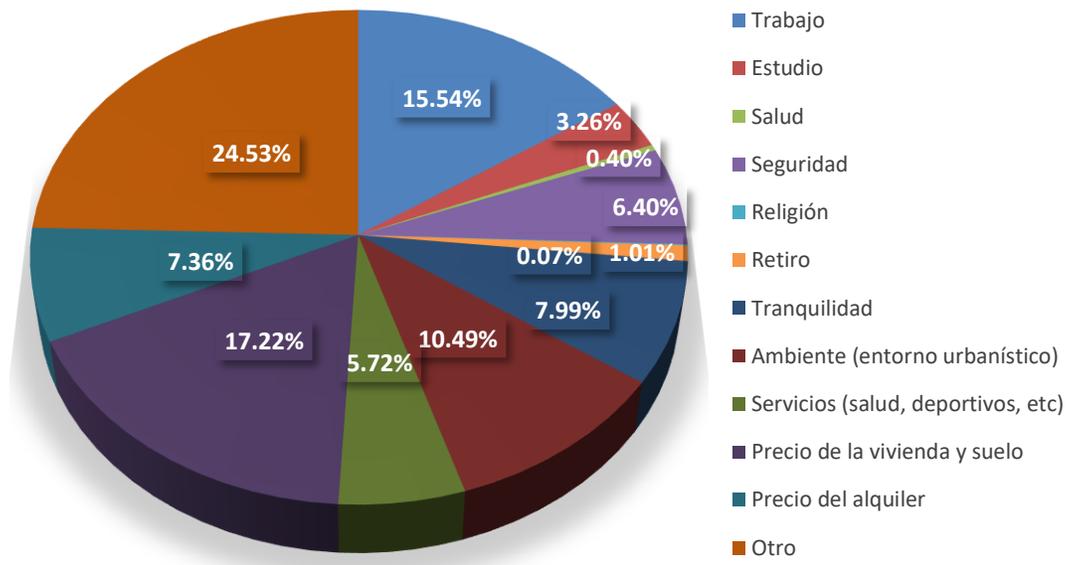
**Gráfica 13** Horario de trabajo del empleo anterior

**Fuente:** elaboración propia



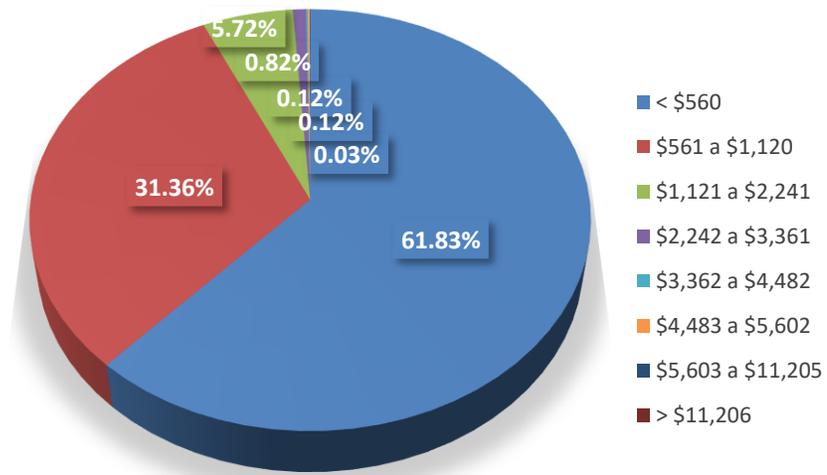
**Gráfica 14** Medio de transporte utilizado en el empleo anterior

**Fuente:** elaboración propia



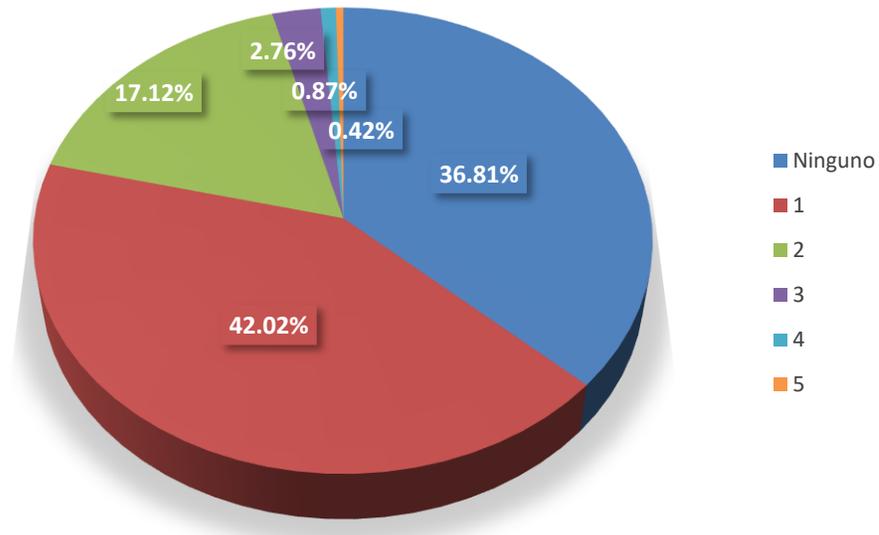
**Gráfica 15** ¿Por qué eligió vivir aquí?

**Fuente:** elaboración propia



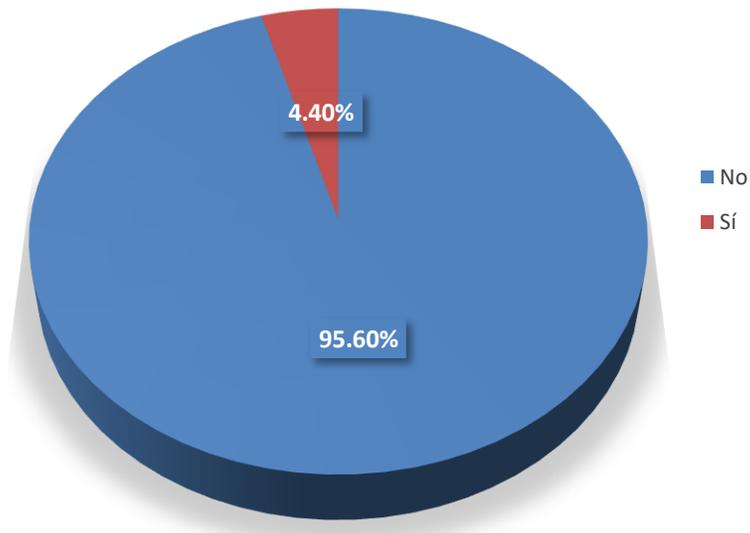
**Gráfica 16** ¿Cuánto gasta de combustible por semana en pesos?

**Fuente:** elaboración propia



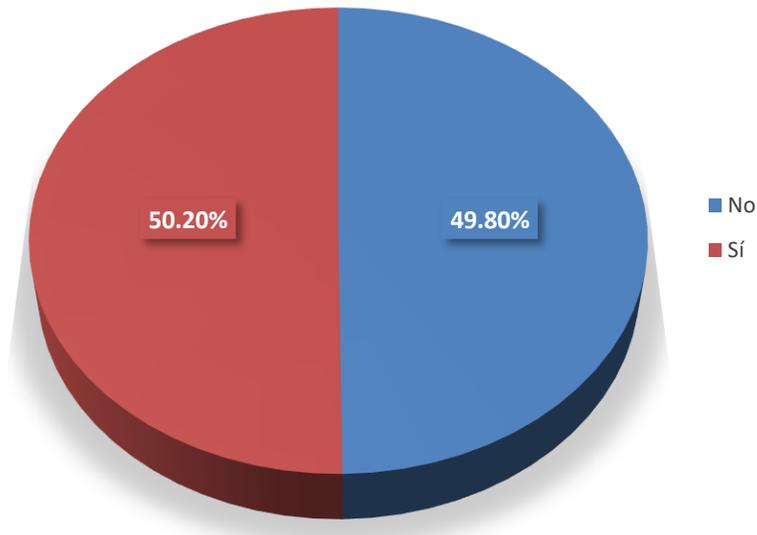
**Gráfica 17** Número de autos en el hogar

**Fuente:** elaboración propia



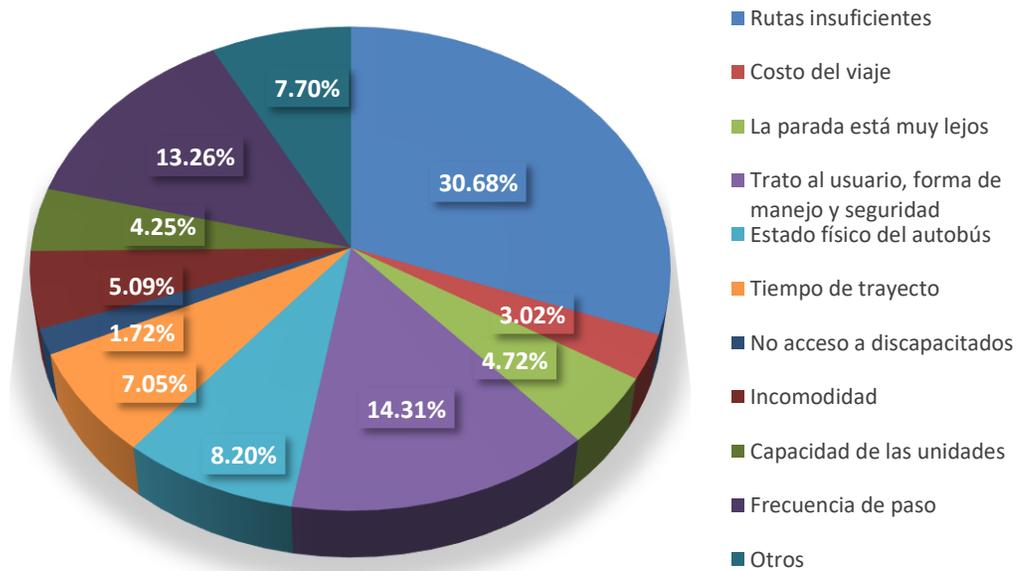
**Gráfica 18** Cuenta con motocicletas en su hogar

**Fuente:** elaboración propia



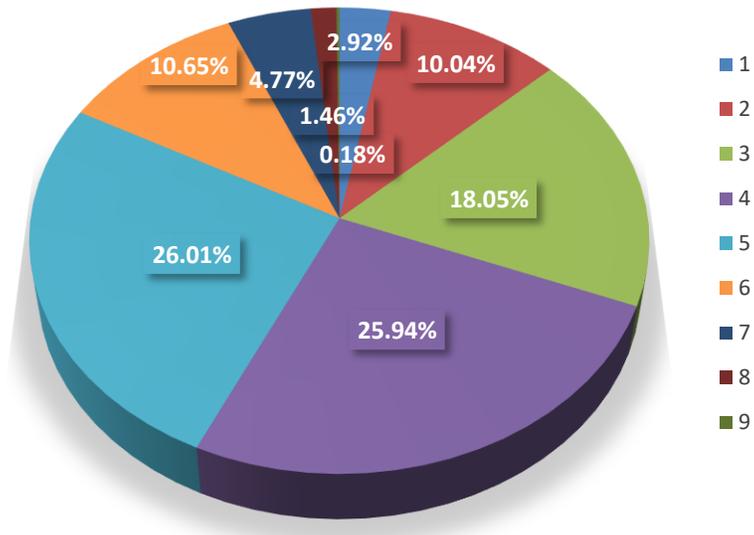
**Gráfica 19** ¿Le complace la dotación de medios de transporte?

**Fuente:** elaboración propia



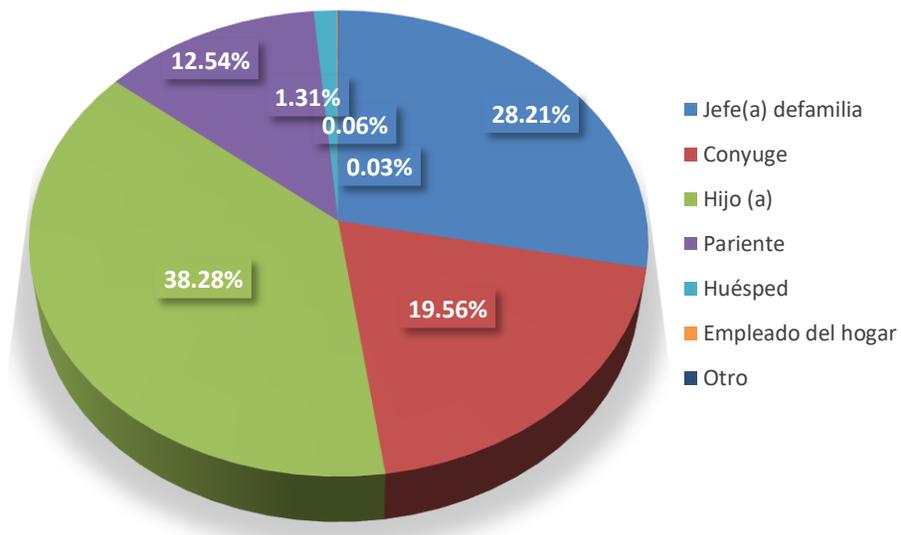
**Gráfica 20** ¿Por qué no le complace la dotación de medios de transporte?

**Fuente:** elaboración propia



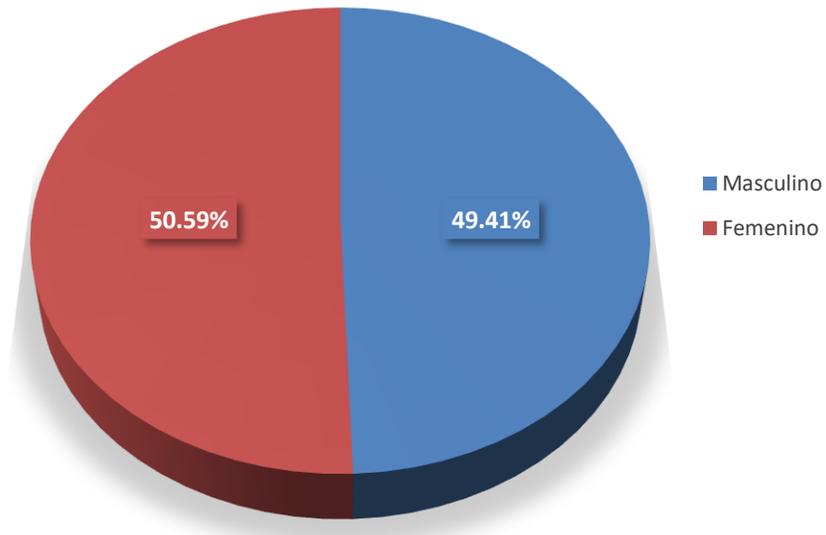
**Gráfica 21** Número de personas en el hogar

**Fuente:** elaboración propia



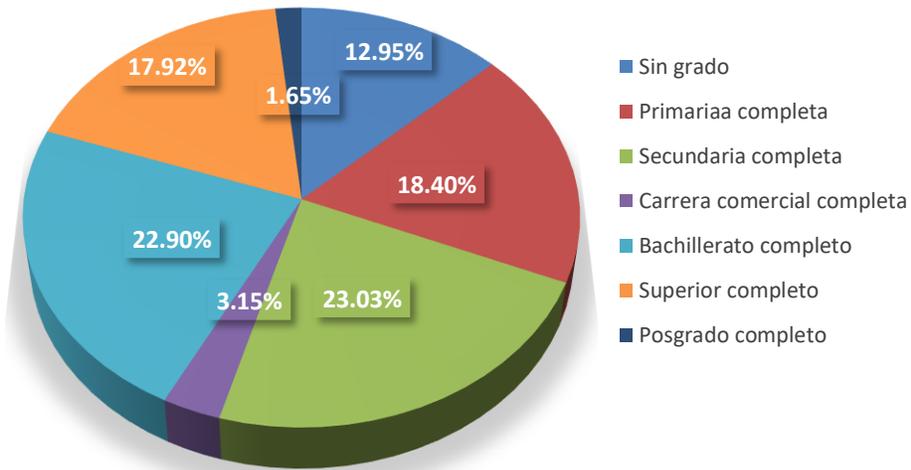
**Gráfica 22** Composición del hogar

**Fuente:** elaboración propia



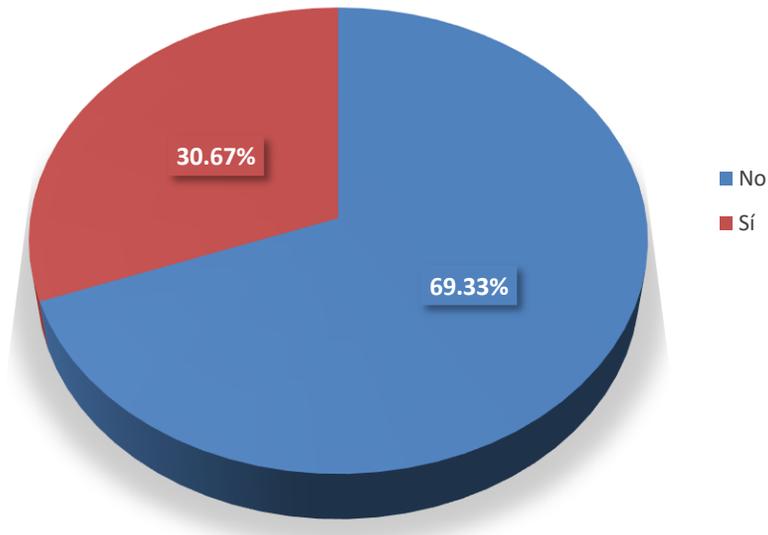
**Gráfica 23** Sexo

**Fuente:** elaboración propia



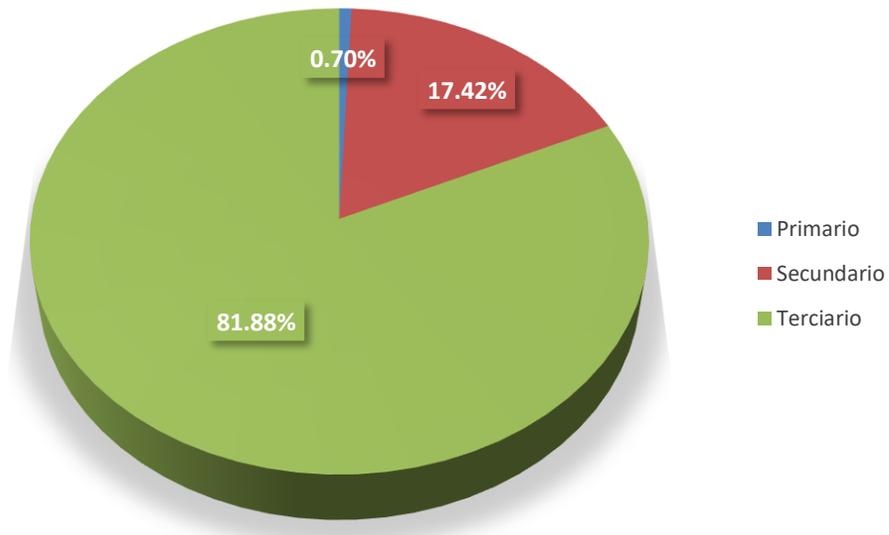
**Gráfica 24** Grado de escolaridad

**Fuente:** elaboración propia



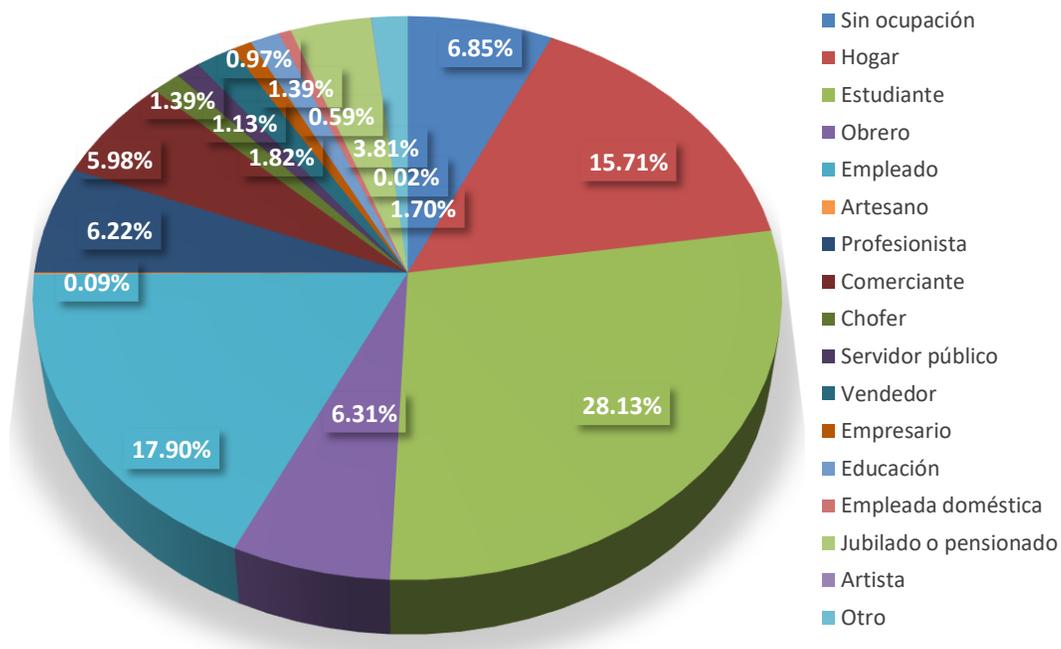
**Gráfica 25** Estudia actualmente

**Fuente:** elaboración propia



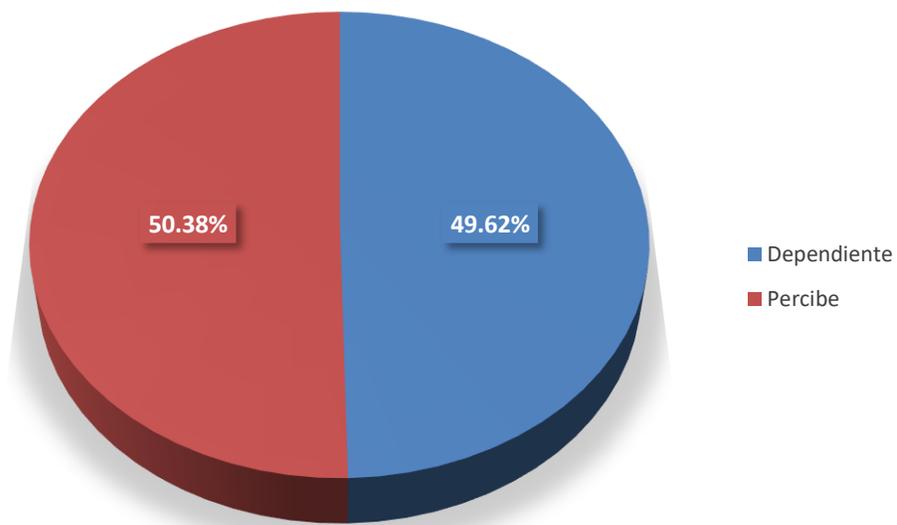
**Gráfica 26** Sector de actividad económica

**Fuente:** elaboración propia



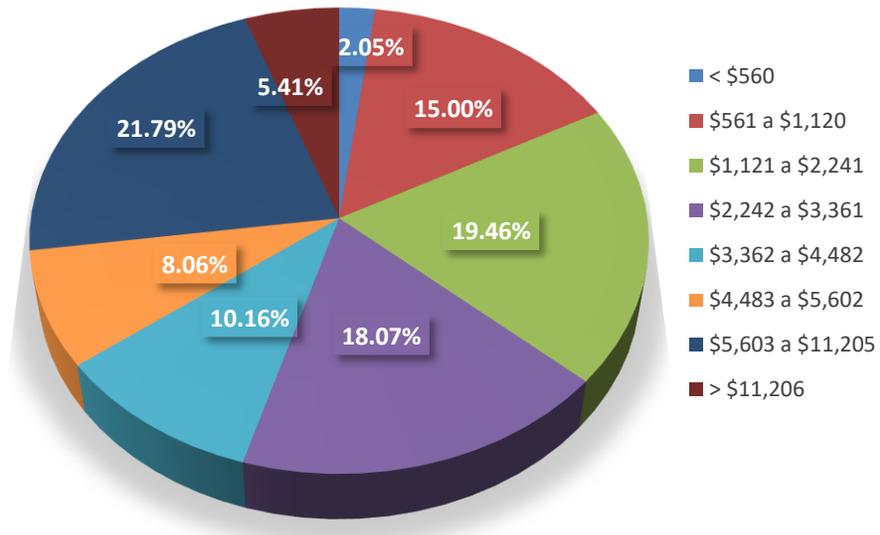
**Gráfica 27** Ocupación principal

**Fuente:** elaboración propia



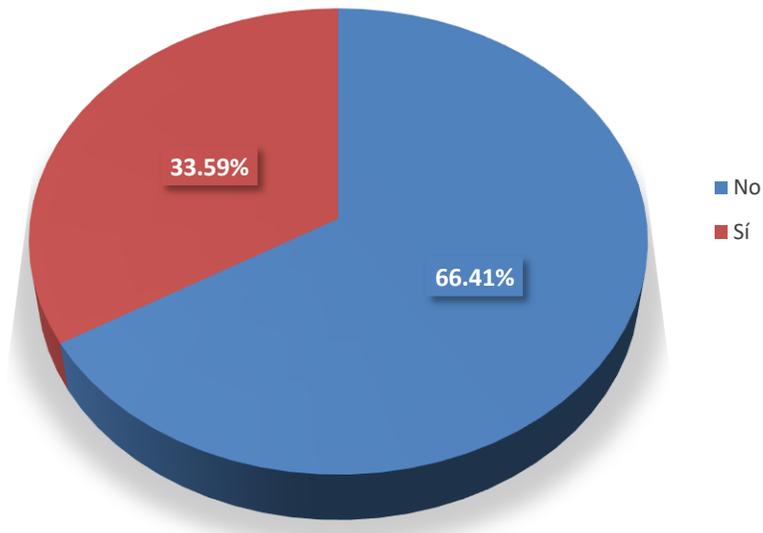
**Gráfica 28** Percibe salario o es dependiente

**Fuente:** elaboración propia



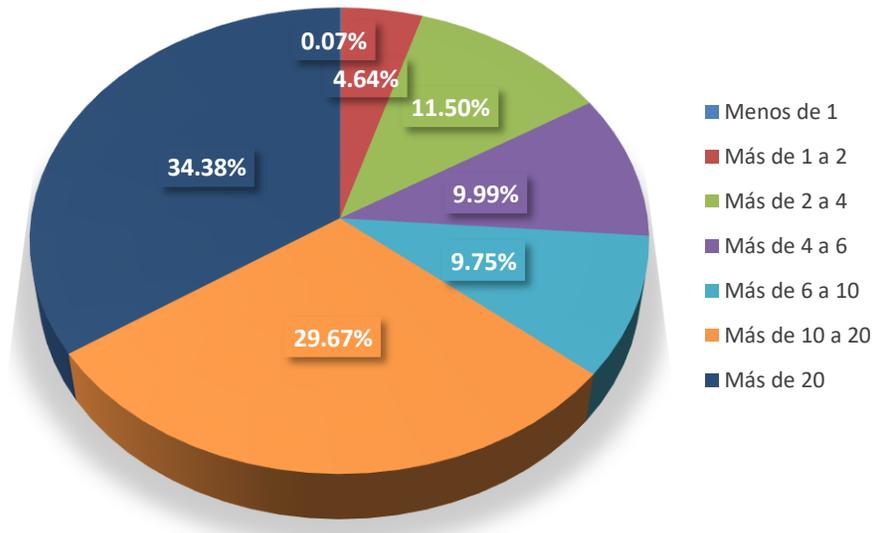
**Gráfica 29** Ingreso semanal por familia (pesos)

**Fuente:** elaboración propia



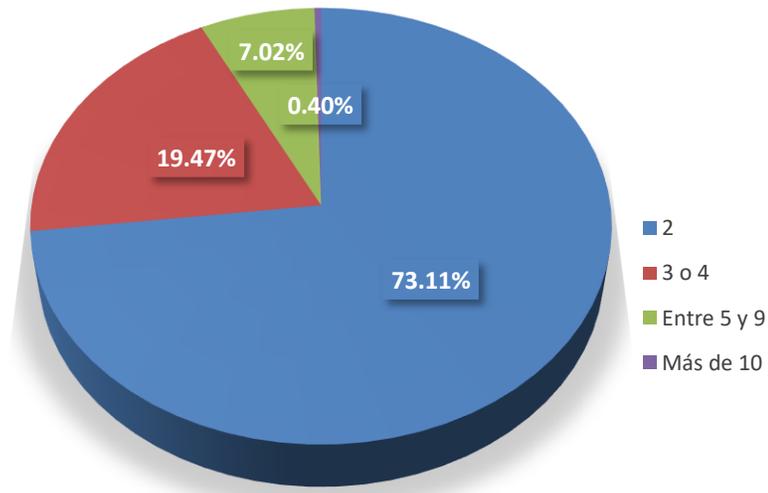
**Gráfica 30** Cuenta con licencia de conducir

**Fuente:** elaboración propia



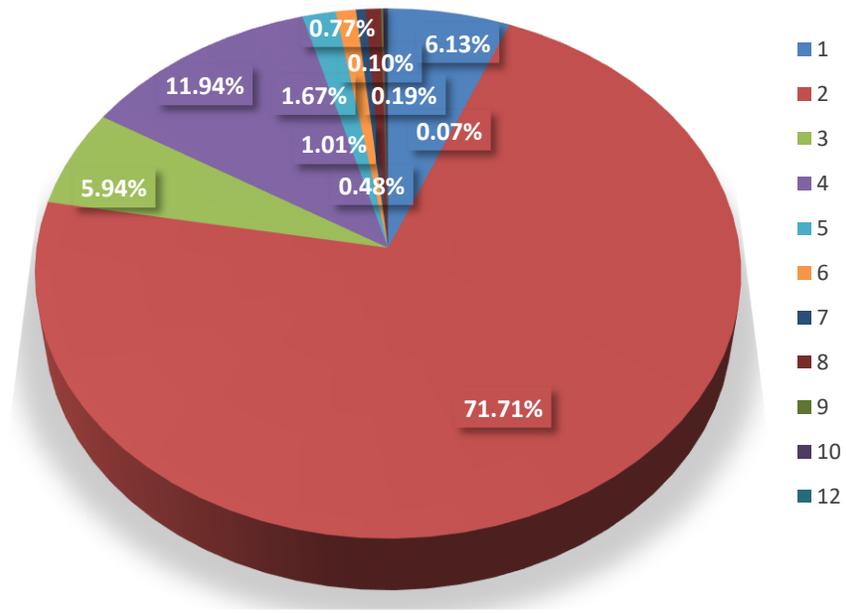
**Gráfica 31** Años con licencia de conducir

**Fuente:** elaboración propia



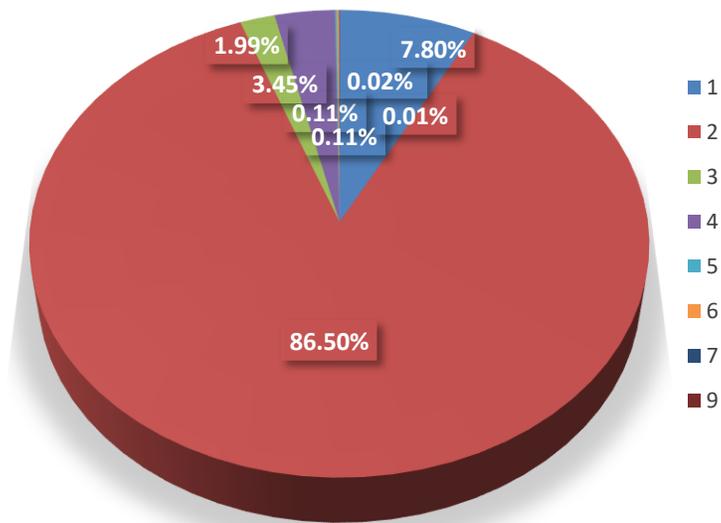
**Gráfica 32** Número de desplazamientos por persona al día

**Fuente:** elaboración propia



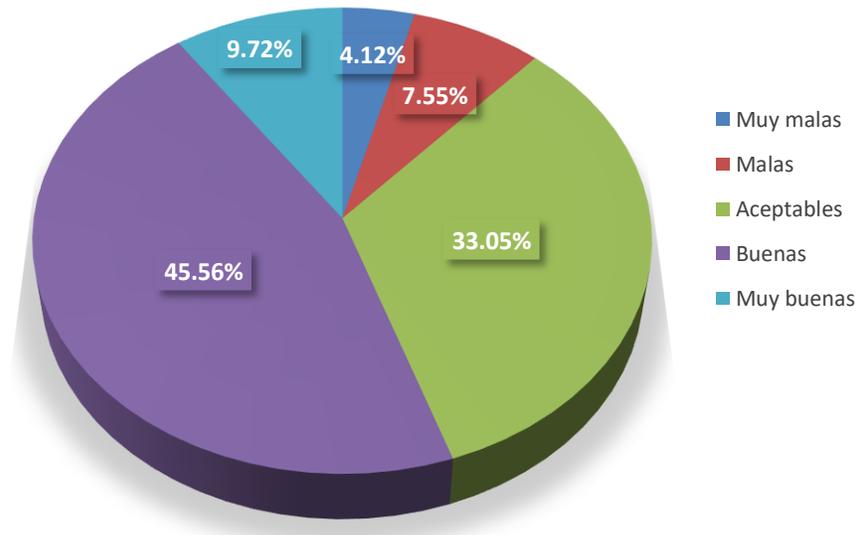
**Gráfica 33** Número de desplazamientos diarios realizados en automóvil

**Fuente:** elaboración propia



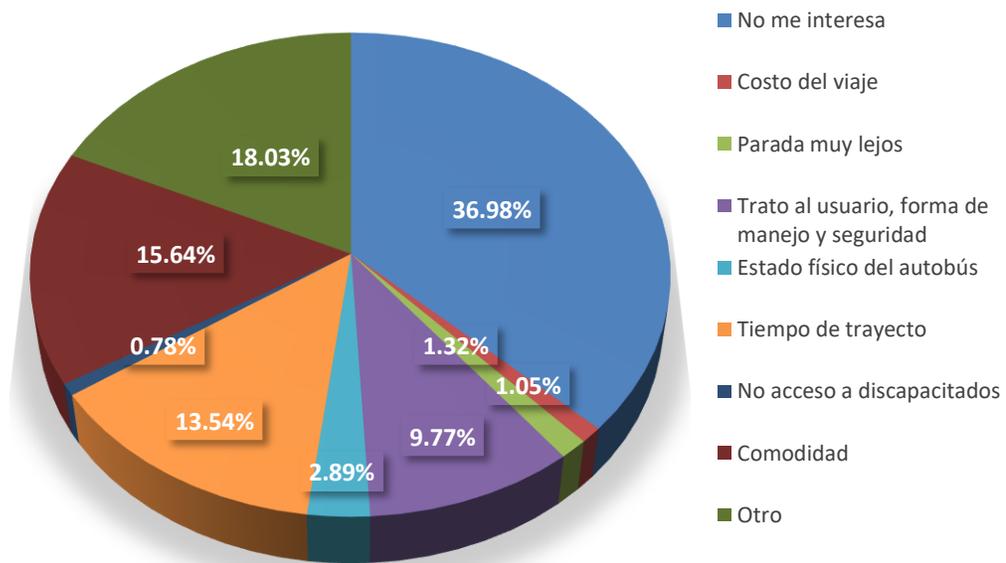
**Gráfica 34** Número de desplazamientos diarios realizados en transporte público

**Fuente:** elaboración propia



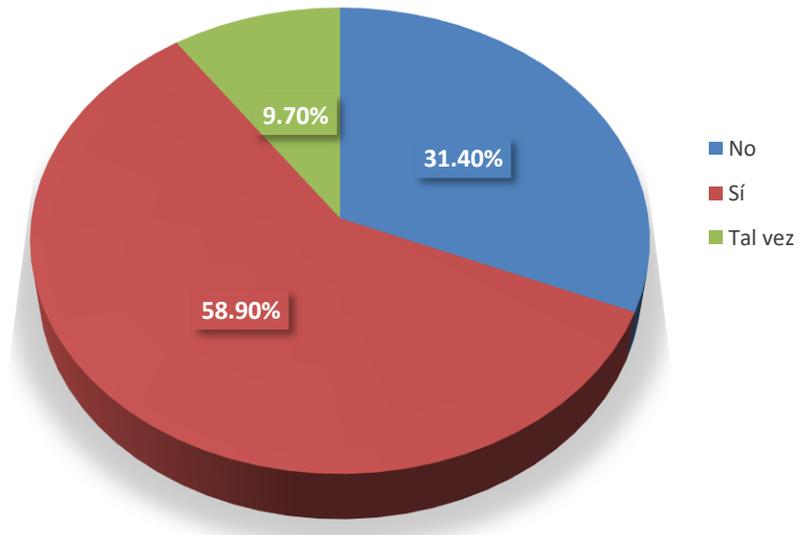
**Gráfica 35** Facilidad para desplazarse en la Zona Metropolitana de Querétaro

**Fuente:** elaboración propia



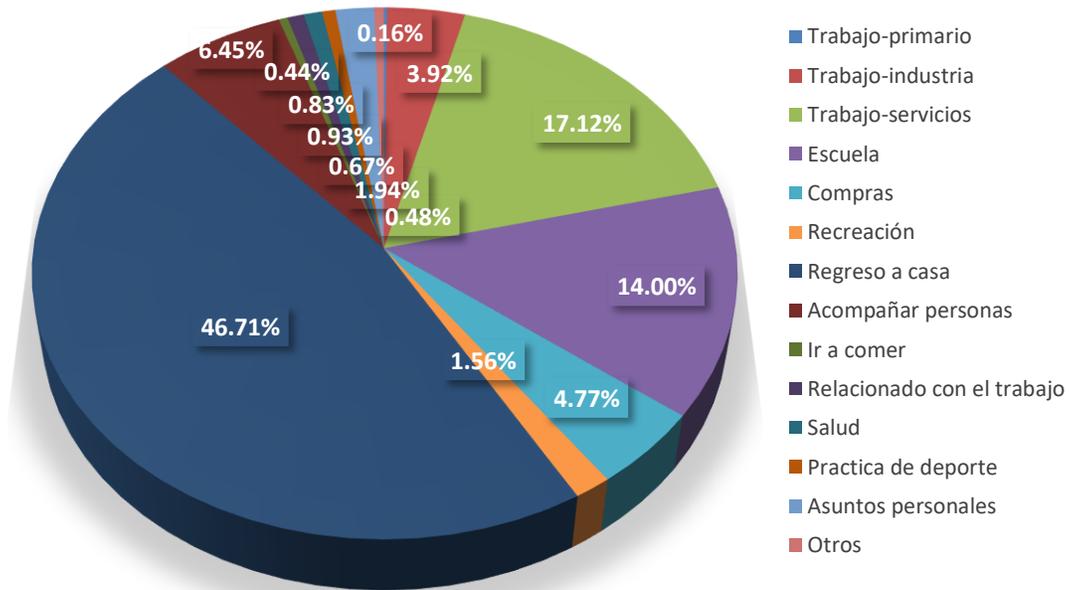
**Gráfica 36** Motivo por el cual no utiliza el transporte público

**Fuente:** elaboración propia



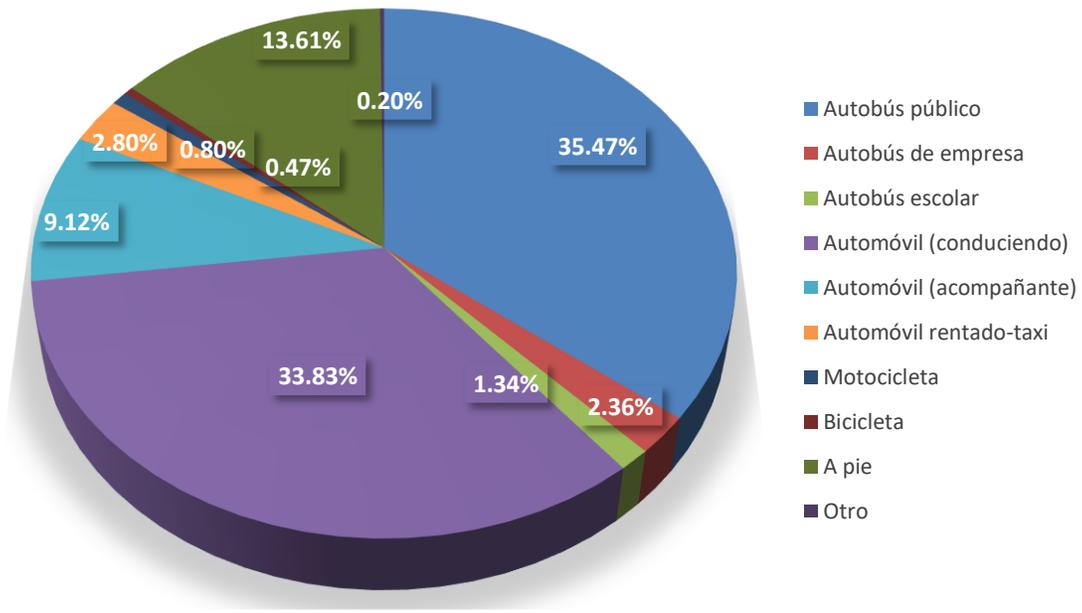
**Gráfica 37** En caso de mejora del transporte público lo utilizaría

**Fuente:** elaboración propia



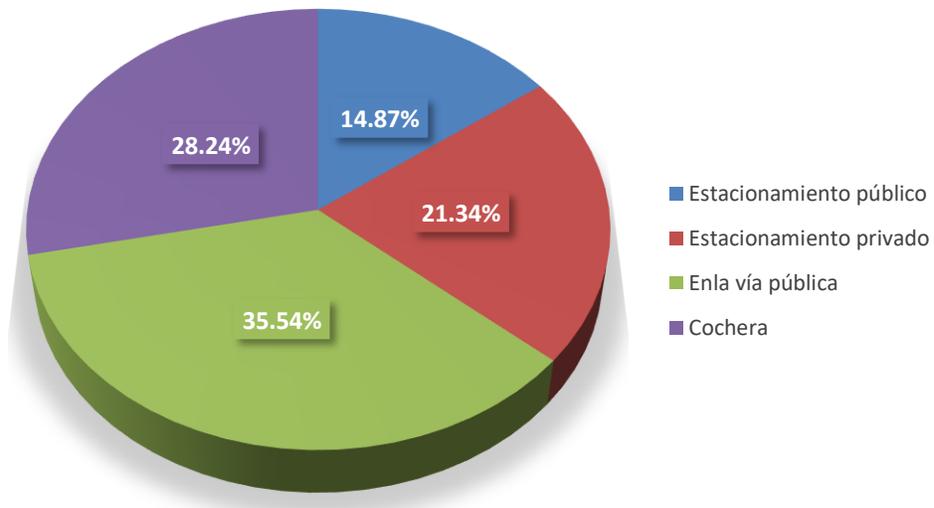
**Gráfica 38** Motivo del viaje

**Fuente:** elaboración propia



**Gráfica 39** Medio de transporte utilizado

**Fuente:** elaboración propia



**Gráfica 40** Lugar donde estaciona el automóvil

**Fuente:** elaboración propia

**Tabla 4.2** Resumen de estadística descriptiva

<i>Núm.</i>	<i>Descripción</i>	<i>Variables</i>								
1	<i>Tipo de vivienda</i>	Básica 11.23%	Media 76.28%	De lujo 12.49%						
2	<i>Años de residencia en el domicilio actual</i>	Menos de 1 4.03%	Más de 1 a 2 7.39%	Más de 2 a 4 9.37%	Más de 4 a 6 8.60%	Más de 6 a 10 12.98%	Más de 10 a 20 19.69%	Más de 20 37.94%		
3	<i>Lugar de residencia anterior</i>	Siempre en el mismo lugar 12.78%	Santiago de Querétaro 55.36%	Corregidora 6.02%	Huimilpan 0.67%	El Marqués 1.01%	Otro municipio de Querétaro 4.17%	En otro estado 19.63%	Fuera de México 0.37%	
4	<i>Propiedad de la vivienda actual</i>	Propia 70.44%	Alquilada 20.01%	Prestada 9.55%						
5	<i>Propiedad de la vivienda anterior</i>	Propia 22.85%	Alquilada 30.94%	Prestada 7.13%	Vivía con familia 39.07%					
6	<i>Motivo del cambio de residencia</i>	Trabajo 21.15%	El trabajo quedaba lejos 2.69%	Estudio 4.00%	Religión 0.85%	Retiro 0.36%	Ambiente 7.59%	Falta de servicios 1.41%	Precio de la renta 6.96%	Familiares 22.27%
		Inseguridad 4.68%	Otros 28.05%							
7	<i>Considero la infraestructura vial al momento del cambio de residencia</i>	No 57.54%	Sí 42.46%							
8	<i>Consideró el transporte público en el</i>	No 58.42%	Sí 41.58%							

*cambio de residencia*

9	<i>Ubicación del trabajo actual</i>	No tiene actualmente	Santiago de Querétaro	Corregidora	Huimilpan	El Marqués	Otro municipio de Querétaro	En otro estado	Fuera de México	
		14.23%	75.60%	5.64%	0.14%	1.82%	1.12%	1.43%	0.02%	
10	<i>Horario de trabajo</i>	Matutino	Vespertino	Nocturno						
		81.10%	16.30%	2.61%						
11	<i>Tiempo de trabajar en su actual empleo</i>	Menos de 1	Más de 1 a 2	Más de 2 a 4	Más de 4 a 6	Más de 6 a 10	Más de 10 a 20	Más de 20		
		6.44%	12.09%	14.51%	13.29%	14.57%	22.11%	16.99%		
12	<i>Ubicación del trabajo anterior</i>	Siempre en el mismo lugar	Santiago de Querétaro	Corregidora	Huimilpan	El Marqués	Otro municipio de Querétaro	En otro estado	Fuera de México	
		20.41%	58.66%	4.39%	0.33%	1.24%	1.77%	12.80%	0.39%	
13	<i>Horario de trabajo del empleo anterior</i>	Matutino	Vespertino	Nocturno						
		81.40%	15.00%	3.61%						
14	<i>Medio de transporte utilizado en el empleo anterior</i>	Autobús público	Autobús de empresa	Autobús escolar	Automóvil (conduciendo)	Automóvil (acompañante)	Taxi	Motocicleta	Bicicleta	A pie
		43.61%	5.74%	0.00%	33.91%	1.29%	0.73%	1.20%	0.43%	10.72%
		Uber, cabify, etc.	Metro	Otro						
		1.04%	0.96%	0.39%						
15	<i>¿Por qué eligió vivir aquí?</i>	Trabajo	Estudio	Salud	Seguridad	Religión	Retiro	Tranquilidad	Ambiente	Servicios
		15.54%	3.26%	0.40%	6.40%	0.07%	1.01%	7.99%	10.49%	5.72%
		Precio de la vivienda	Precio del alquiler	Otro						

		17.22%	7.36%	24.53%						
16	¿Cuánto gasta de combustible a la semana? (litros)	< 33.5	33.5 a 67.1	67.1 a 134.2	134.2 a 201.3	201.3 a 268.4	268.4 a 335.5	335.5 a 671.0	> 671.0	
		61.83%	31.36%	5.72%	0.82%	0.12%	0.12%	0.03%	0.00%	
17	Número de autos en el hogar	Ninguno	1	2	3	4	5			
		36.81%	42.02%	17.12%	2.76%	0.87%	0.42%			
18	Propiedad de motocicleta	No	Sí							
		95.60%	4.40%							
19	¿Le complace la dotación de medios de transporte?	No	Sí							
		49.80%	50.20%							
20	Por qué no le complace la dotación de medios de transporte?	Rutas insuficientes	Costo del viaje	La parada está lejos	Trato al usuario	Estado físico del autobús	Tiempo del trayecto	No acceso a discapacitados	Incomodidad	Capacidad de las unidades
		30.68%	3.02%	4.72%	14.31%	8.20%	7.05%	1.72%	5.09%	4.25%
		Frecuencia de paso	Otros							
		13.26%	7.70%							
21	Número de personas en el hogar	1	2	3	4	5	6	7	8	9
		2.92%	10.04%	18.05%	25.94%	26.01%	10.65%	4.77%	1.46%	0.18%
22	Composición del hogar	Jefe(a) de familia	Cónyuge	Hijo(a)	Pariente	Huésped	Empleado del hogar	Otro		
		28.21%	19.56%	38.28%	12.54%	1.31%	0.06%	0.03%		
23	Sexo	Masculino	Femenino							
		49.41%	50.59%							

24	<i>Grado de escolaridad</i>	Sin grado	Primaria completa	Secundaria completa	Carrera comercial completa	Bachillerato completo	Superior completo	Posgrado completo		
		12.95%	18.40%	23.03%	3.15%	22.90%	17.92%	1.65%		
25	<i>Estudia actualmente</i>	No	Sí							
		69.33%	30.67%							
26	<i>Sector de actividad económica</i>	Primario	Secundario	Terciario						
		0.70%	17.42%	81.88%						
27	<i>Ocupación principal</i>	Sin ocupación	Hogar	Estudiante	Obrero	Empleado	Artesano	Profesionista	Comerciante	Chofer
		6.85%	15.71%	28.13%	6.31%	17.90%	0.09%	6.22%	5.98%	1.39%
		Servidor público	Vendedor	Empresario	Educación	Empleada doméstica	Jubilado	Artista	Otro	
		1.13%	1.82%	0.97%	1.39%	0.59%	3.81%	0.02%	1.70%	
28	<i>Percibe salario o es dependiente</i>	Dependiente	Asalariado							
		49.62%	50.38%							
29	<i>Ingreso semanal por familia (pesos)</i>	<\$560	\$561 a \$1,120	\$1,121 a \$2,241	\$2,242 a \$3,361	\$3,362 a \$4,482	\$4,483 a \$5,602	\$5,603 a \$11,205	> \$11,206	
		2.05%	15.00%	19.46%	18.07%	10.16%	8.06%	21.79%	5.41%	
30	<i>Cuenta con licencia de conducir</i>	No	Sí							
		66.41%	33.59%							
31	<i>Años con licencia de conducir</i>	Menos de 1	Más de 1 a 2	Más de 2 a 4	Más de 4 a 6	Más de 6 a 10	Más de 10 a 20	Más de 20		
		0.07%	4.64%	11.50%	9.99%	9.75%	29.67%	34.38%		
32	<i>Número de desplazamientos por persona al día</i>	2	3 o 4	Entre 5 y 9	Más de 10					
		73.11%	19.47%	7.02%	0.40%					
33		1	2	3	4	5	6	7	8	9

	<i>Número de desplazamientos diarios en automóvil</i>	6.13%	71.71%	5.94%	11.94%	1.67%	1.01%	0.48%	0.77%	0.10%
		10	12							
		0.19%	0.07%							
34	<i>Número de desplazamientos diarios en transporte público</i>	1	2	3	4	5	6	7	9	
		7.80%	86.50%	1.99%	3.45%	0.11%	0.11%	0.02%	0.01%	
35	<i>Facilidad para desplazarse en la ZMQ</i>	Muy malas	Malas	Aceptables	Buenas	Muy buenas				
		4.12%	7.55%	33.05%	45.56%	9.72%				
36	<i>Motivo para no utilizar el transporte público</i>	No me interesa	Costo del viaje	Parada muy lejos	Trato al usuario	Estado físico del autobús	Tiempo del trayecto	No acceso a discapacitados	Comodidad	Otro
		36.98%	1.05%	1.32%	9.77%	2.89%	13.54%	0.78%	15.64%	18.03%
37	<i>En caso de mejora en el transporte público lo utilizaría</i>	No	Sí	Tal vez						
		31.40%	58.90%	9.70%						
38	<i>Motivo del viaje</i>	Trabajo primario	Trabajo secundario	Trabajo terciario	Escuela	Compras	Recreación	Regreso a casa	Acompañar personas	Ir a comer
		0.16%	3.92%	17.12%	14.00%	4.77%	1.56%	46.71%	6.45%	0.44%
		Relacionado con el trabajo	Salud	Deporte	Asuntos personales	Otros				
		0.83%	0.93%	0.67%	1.94%	0.48%				
39	<i>Medio de transporte utilizado</i>	Autobús público	Autobús de empresa	Autobús escolar	Automóvil (conduciendo)	Automóvil (acompañante)	Taxi	Motocicleta	Bicicleta	A pie
		35.47%	2.36%	1.34%	33.83%	9.12%	2.80%	0.80%	0.47%	13.61%
		Otro								

0.20%

---

	<i>Lugar donde estaciona el automóvil</i>	Estacionamiento público	Estacionamiento privado	En la vía pública	Cochera
40		14.87%	21.34%	35.54%	28.24%

---

**Fuente:** elaboración propia

En la Tabla 4.2 se pueden observar que el tipo de vivienda que más se encuentra en la ZCQ es la vivienda media, la cual representa el 76.28% de los hogares; otros indicadores nos muestran que el 50.53% de los hogares cuentan con un baño en su casa y el restante 49.47% con dos o más.

En lo que respecta al jefe o jefa de familia se tiene la siguiente información: el 37.94% de los jefes de familia tienen más de 20 años viviendo en su residencia actual, el 19.69% entre 10 y 20 años y el restante 42.38% menos de 10 años, de estas personas el 12.78% tiene la misma residencia donde nació y el 55.36% vivían en el municipio de Querétaro; el 70.44% cuenta con vivienda propia y el 39.07% vivía con su familia antes del cambio de residencia, los principales motivos del cambio de residencia son la independencia del hogar materno, seguido por asuntos familiares y por trabajo respectivamente, el 57.54% y el 58.42% no consideraron el acceso a infraestructura vial y el acceso a transporte público respectivamente a la hora de cambiar de residencia. El 24.53% de la población eligió vivir en su actual domicilio por motivos herencia y otros y el 17.22% por el precio de la vivienda o el suelo y el 15.54% por trabajo.

El 75.60% de los jefes de familia trabajan en el municipio de Querétaro y el 14.23% no tienen trabajo (entre ellos personas jubiladas), el 81.10% tiene un horario matutino de trabajo y el 16.30% trabaja por la tarde, el 22.11% tiene entre 10 y 20 años en su actual empleo y el 60.90% menos de 10 años, el 58.66% tenían su empleo anterior en el municipio de Querétaro y el 20.41% han tenido sólo su empleo actual y el 81.40% tenían un turno matutino y el 15.00% un turno vespertino, para llegar a su empleo anterior el 43.6% utilizaba el transporte público y 33.91% utilizaba su vehículo.

El 61.83% de los hogares gastan menos de dos salarios mínimos diarios (smd) por semana en combustible, lo cual equivale a menos de \$560.00 pesos semanales y el 31.36% gasta más de 2 y hasta 4 smd por semana (\$561.00 a \$1,120.00 pesos); el 36.81% de la población no cuenta con vehículo propio y el 42.02% cuenta con un vehículo y sólo el 21.17% tiene dos o más vehículos propios lo anterior contrasta con que solamente el 4.40% de los

hogares cuentan con motocicleta. Se tiene que la mayor relación vehículo / habitante es 0.50 con el 15.32%.

En lo que respecta a la satisfacción con los medios de transporte en la ZCQ al 49.80% de la población no le complace dicha dotación y el principal motivo es la insuficiencia de rutas, seguido por el trato al usuario y la frecuencia de paso.

El número de hogares con cinco personas es el 26.01%, seguido de cuatro personas y tres personas con el 25.94% y el 18.05% respectivamente, se tiene un promedio 3.53 habitantes por hogar en la ZCQ. El 23.03% de la población cuenta con la secundaria terminada, el 22.90% con la preparatoria y sólo el 19.57% de la población cuenta con estudios de nivel superior; el 30.67% de la población estudia actualmente.

El 17.90% de la población es empleado, el 15.71% se dedica al hogar, el 6.85% no tiene ocupación, el 6.31% son obreros, el 6.22% profesionistas, el 5.98% comerciantes y el resto son vendedores, empresarios, jubilados, entre otros. De la población económicamente activa el 81.88% se encuentra en el sector terciario y el 17.42% en el secundario, del total de la población el 50.38% percibe un salario y el resto es dependiente. Se tiene un ingreso promedio de 4.6 smd en los hogares de la ZCQ, siendo el de mayor presencia de diez a veinte smd con el 21.79% de los hogares, seguido por el hogar que tiene de dos a cuatro smd con el 19.46% y el de cuatro a seis smd con el 18.07%.

El 33.59% de la población cuenta con licencia de conducir de los cuales el 34.38% tiene más de 20 años con la licencia y el 29.67% entre 10 y 20 años.

Se tiene una tasa de viajes de las personas que se desplazan de 2.32 viajes por persona por día, el 73.11% de la población realiza dos viajes, y el 19.47% tres o cuatro. Del total de viajes realizados en la ZCQ el 42.95% son realizados en auto privado, el 35.47% se realizan en transporte público, el 13.61% son realizados a pie y los demás en otro tipo de medios (motocicleta, bicicleta, entre otros).

El 45.56% considera buenas las condiciones para desplazarse en la ZMQ contra un 44.72% que cree que es de aceptable a muy malas las condiciones. El principal motivo por

el que las personas no utilizan el transporte público es por la propiedad de vehículo o porque no le interesa, seguido del tiempo de trayecto. Con respecto a lo anterior el 58.90% de la población sí usaría el transporte público si éste mejora, el 31.40% no lo utilizaría y el 9.70% no sabe.

El 22.04% de los desplazamientos realizados en la ZCQ son por trabajo o motivo relacionados con el mismo, el 14% es por escuela, el 6.45% es por acompañar a personas, el 46.71% es para regresar a casa y el resto es por recreación, ejercicio, compras, entre otros. El 35.54% de las personas estacionan su vehículo en la vía pública, el 28.24 en cochera y el resto en estacionamientos públicos o privados.

### 4.3 Comparativa entre datos de 2011 y 2017

Otro de los objetivos es realizar una comparativa entre algunos de los indicadores más importantes y significativos de los realizados por Obregón y Betanzo (2015) con la encuesta aplicada en el año 2017.

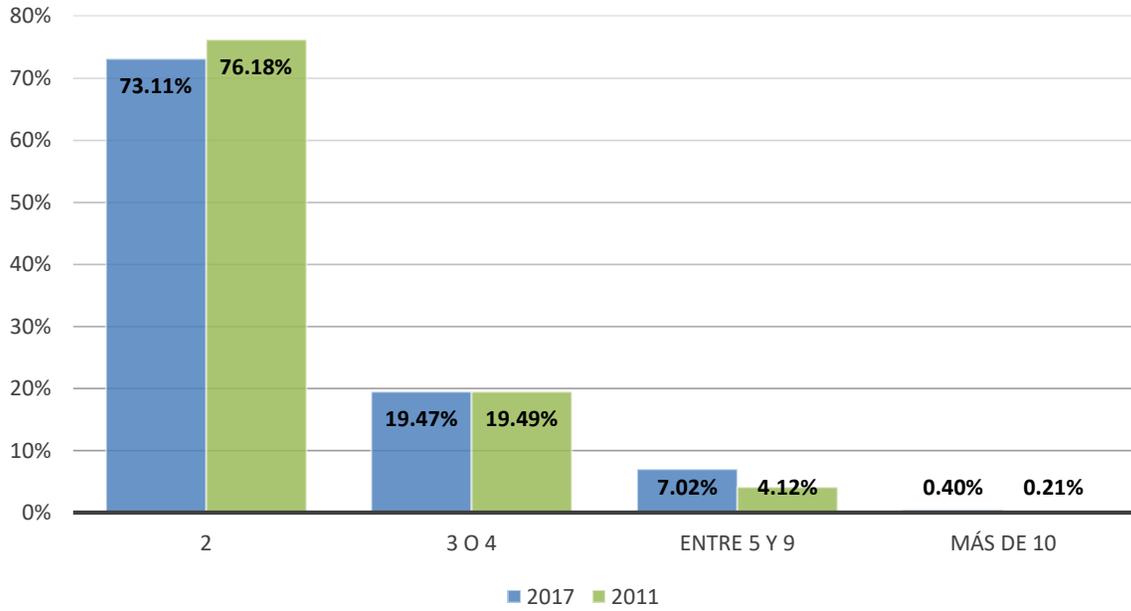
A continuación, se muestran tablas comparativas con la estadística descriptiva del número de viajes en 2017 y 2011:

**Tabla 4.3** Estadística descriptiva del número de viajes en 2017 y 2011

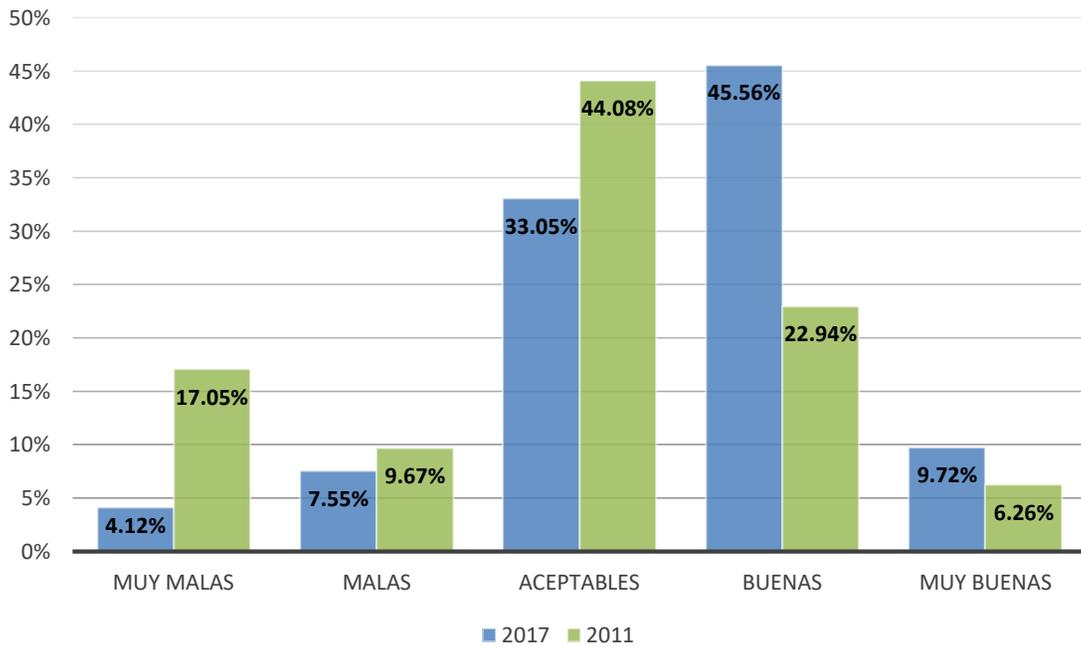
Variable	N	Media	EE de la media	Desv. Est.	Mín.	Q1	Mediana	Q3	Máx.
Número de viajes 2017	7016	1.9973	0.0135	1.1273	0	2	2	2	12
Número de viajes 2011	7797	2.0526	0.0147	1.2984	0	2	2	2	12

**Fuente:** elaboración propia

Los principales resultados se muestran en las gráficas siguientes:

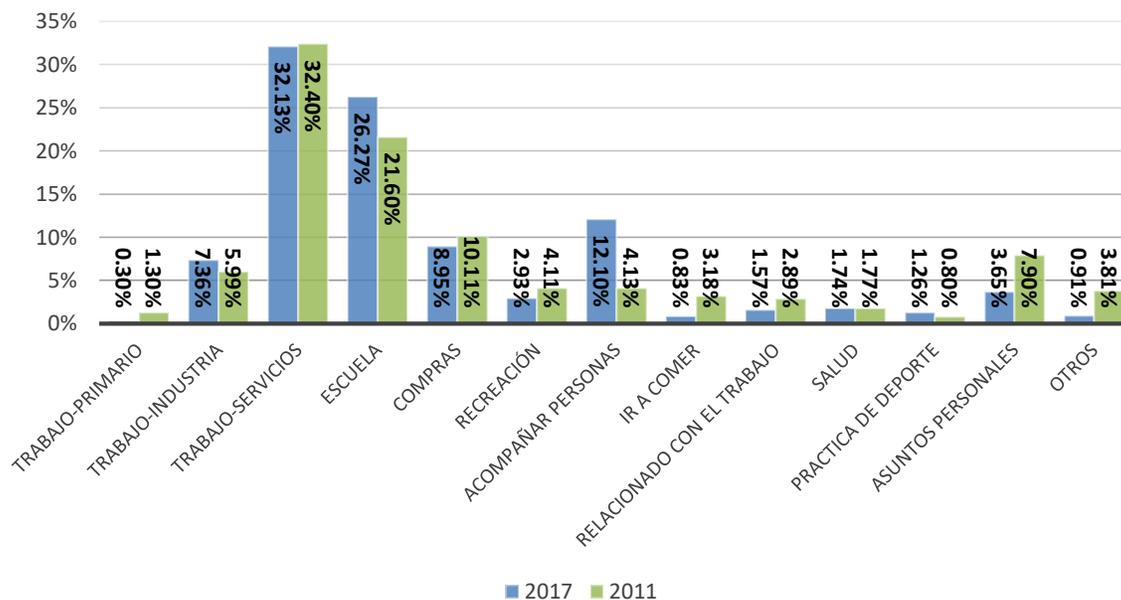


**Gráfica 41** Número de desplazamientos por día  
**Fuente:** elaboración propia



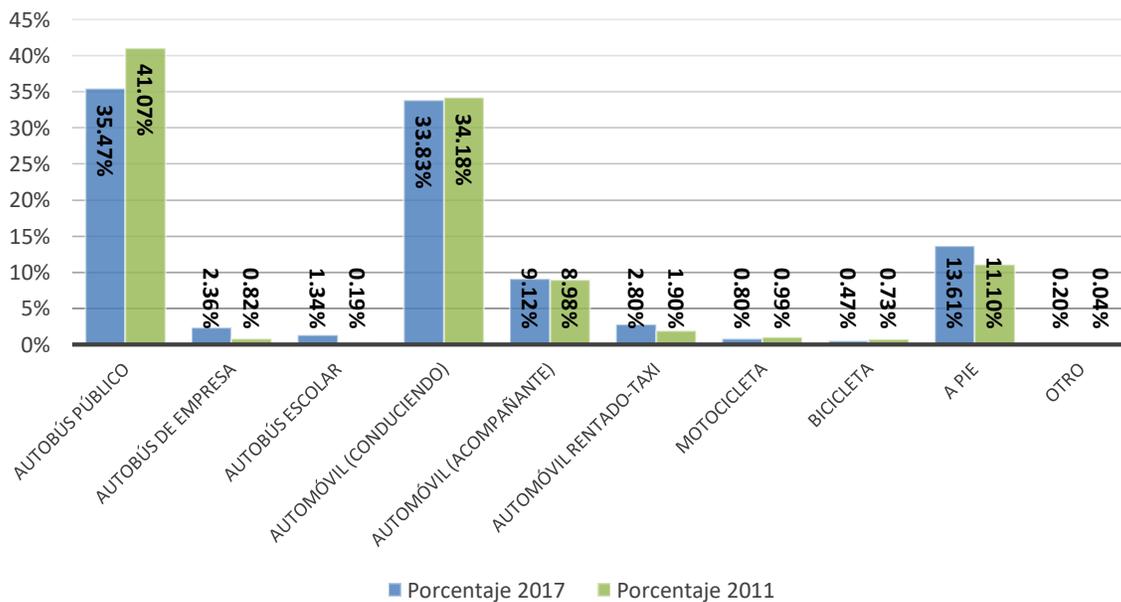
**Gráfica 42** Comparativa entre la percepción del ciudadano para desplazarse en la ZMQ

Fuente: elaboración propia



Gráfica 43 Comparación entre el motivo de viaje entre 2011 y 2017

Fuente: elaboración propia



Gráfica 44 Comparación entre el medio de transporte utilizado entre el 2011 y el 2017

Fuente: elaboración propia

En la comparación en el número de desplazamientos realizados por día se tiene que la diferencia entre el 2011 y el 2017 es mínima, presentándose la mayor diferencia (3.07%) cuando se tienen dos desplazamientos al día, de tres a cuatro desplazamientos por día se tiene una diferencia de solamente 0.02%, entre cinco y nueve desplazamientos se tiene una diferencia de 2.90% y para más de diez desplazamientos se tiene una diferencia de solamente el 0.19%. Siendo doce el mayor número de desplazamientos registrados en un día laboral entre semana.

La perspectiva que tiene la población con respecto a la facilidad de desplazarse en la ZCQ ha mejorado, ya que en el 2011 el 26.72% de la población opinaba que las condiciones eran de malas a muy malas, en contraste con el 2017 que sólo el 11.67% pensaba lo mismo. El 44.08% en el 2011 opinaba que las condiciones eran aceptables contra un 33.05% en 2017 que creen lo mismo, el 55.28% en 2017 tiene de buena a muy buenas perspectivas lo que contrasta con el 2011 que solamente era el 29.20%.

En lo que respecta al motivo del viaje entre 2011 y 2017 se tienen pocos cambios, siendo el que presentó un mayor cambio es el de acompañar personas que tuvo un crecimiento del 7.96%, los asuntos personales disminuyeron en 4.25%, los viajes a la escuela incrementaron un 4.66% y en todos los demás motivos de viaje se tiene sólo un cambio menor del 3.00%. Y se tiene un promedio de viaje de 30 minutos.

La elección del medio de transporte tampoco sufrió cambios significativos siendo el que tuvo un mayor cambio el uso del transporte público que se redujo un 5.60% en 2017 con respecto a 2011, el uso de vehículo tuvo una reducción del 0.21%, transportarse a pie tuvo un aumento del 2.58%, también se tiene que el transporte de empresas y el escolar tuvieron un aumento de alrededor de 2.69% entre los dos, los demás medios de viaje se mantuvieron con cambios mínimos.

Se calcularon con los resultados de 2011 y 2017 el porcentaje de uso de los medios de transporte por estrato socioeconómico, se hizo la diferencia entre dichos años y los resultados obtenidos son los siguientes:

**Tabla 4.4** Diferencias porcentuales (2011-2017) de los medios de transporte por estrato

ESTRATO	Medio										
	Autobús público	Autobús de emp.	Autobús escolar	Auto (cond.)	Auto (acomp.)	Taxi	Moto	Bici	A pie	Uber	Otro
P1-S2	0.10%	0.00%	0.03%	0.13%	-0.11%	-0.06%	0.03%	0.00%	0.28%	0.00%	0.00%
P1-S4	-0.90%	-0.06%	0.00%	-0.49%	0.01%	-0.14%	0.00%	-0.04%	-0.18%	0.01%	0.00%
P1-S6	-0.09%	0.00%	0.00%	-0.39%	0.01%	-0.01%	0.02%	0.00%	0.01%	0.00%	0.00%
P1-S8	-0.03%	0.00%	0.00%	-0.05%	0.00%	0.00%	0.01%	0.00%	0.01%	0.02%	0.00%
P1-S8+	-0.06%	0.00%	0.00%	0.74%	0.00%	0.03%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
P2-S2	-0.71%	0.23%	0.10%	-0.82%	-0.01%	-0.09%	0.00%	0.05%	0.13%	0.30%	0.00%
P2-S4	-3.19%	0.00%	0.00%	-1.42%	-0.23%	-0.26%	-0.07%	0.01%	-0.65%	0.02%	0.00%
P2-S6	-1.90%	-0.04%	-0.01%	-1.59%	-0.58%	-0.10%	-0.01%	0.00%	-0.14%	0.03%	-0.03%
P2-S8	-0.57%	0.00%	0.00%	-2.38%	-0.28%	0.01%	0.01%	-0.06%	-0.13%	0.02%	0.00%
P2-S10	-0.17%	0.02%	0.00%	-0.48%	-0.20%	0.00%	0.00%	0.00%	0.03%	0.01%	0.00%
P2-S10+	0.15%	0.12%	0.01%	1.29%	-0.19%	0.01%	0.03%	0.00%	0.09%	0.12%	0.00%
P3,4-S2	0.41%	0.15%	-0.03%	-1.49%	-0.16%	0.11%	-0.16%	-0.05%	0.42%	0.14%	-0.01%
P3-S4	-2.90%	0.01%	0.04%	-0.46%	-0.12%	-0.07%	0.01%	0.05%	-0.46%	0.06%	0.00%
P3-S6	-2.20%	0.07%	0.04%	-1.15%	-0.83%	-0.20%	-0.06%	0.01%	-0.51%	0.02%	0.00%
P3-S8	-1.60%	-0.03%	0.00%	-1.85%	-0.60%	-0.05%	0.00%	-0.16%	-0.47%	0.00%	0.00%
P3-S10	-1.33%	0.03%	0.01%	-0.81%	-0.21%	-0.05%	-0.03%	-0.01%	-0.26%	0.01%	0.00%
P3-S10+	0.37%	0.17%	0.01%	2.17%	0.29%	-0.03%	0.04%	0.00%	0.21%	0.12%	0.00%
P4-S4	-0.27%	0.00%	0.12%	0.29%	0.30%	-0.05%	-0.04%	0.06%	-0.24%	0.00%	0.01%
P4-S6	-0.42%	0.04%	0.06%	-0.01%	-0.12%	-0.08%	0.00%	0.00%	0.08%	0.03%	0.04%
P4-S8	-0.64%	0.05%	0.07%	-1.01%	-0.10%	0.05%	0.05%	-0.05%	-0.37%	0.07%	0.00%
P4-S10	-0.27%	0.08%	0.01%	-0.67%	-0.30%	-0.10%	0.01%	-0.02%	0.05%	0.00%	0.00%
P4-S10+	1.19%	0.08%	0.04%	4.40%	1.25%	0.11%	0.07%	0.01%	0.49%	0.15%	0.02%
P5+-S6	4.82%	0.11%	0.45%	0.97%	0.46%	0.05%	-0.07%	-0.11%	1.82%	0.00%	0.00%
P5+-S8	0.78%	0.23%	0.00%	0.77%	0.40%	0.05%	-0.04%	-0.02%	0.74%	0.07%	0.00%
P5+-S10	0.52%	0.01%	0.00%	0.22%	0.12%	0.07%	0.01%	0.06%	0.85%	0.18%	0.04%
P5+-S10+	3.33%	0.28%	0.19%	3.73%	1.34%	0.17%	0.00%	0.01%	0.71%	0.14%	0.09%

**Fuente:** elaboración propia

Con la información anterior se procedió a agrupar los estratos únicamente por ingreso, esto para ver el uso de los medios de transporte por nivel de ingreso.

**Tabla 4.5** Cambio en el medio de transporte (2011-2017) dependiendo del ingreso

ESTRATO	Medio										
	Autobús público	Autobús de emp.	Autobús escolar	Auto (cond.)	Auto (acomp.)	Taxi	Moto	Bici	A pie	Uber	Otro
S2	-0.20%	0.37%	0.10%	-2.18%	-0.27%	-0.04%	-0.13%	0.00%	0.83%	0.44%	-0.01%
S4	-7.25%	-0.05%	0.17%	-2.07%	-0.04%	-0.52%	-0.10%	0.08%	-1.53%	0.09%	0.01%
S6	0.21%	0.17%	0.55%	-2.17%	-1.06%	-0.32%	-0.12%	-0.10%	1.27%	0.08%	0.01%
S8	-2.07%	0.25%	0.07%	-4.53%	-0.58%	0.05%	0.03%	-0.28%	-0.23%	0.17%	0.00%
S10	-1.32%	0.14%	0.02%	-0.99%	-0.59%	-0.04%	0.00%	0.04%	0.67%	0.19%	0.04%
S10+	5.03%	0.65%	0.26%	11.59%	2.69%	0.26%	0.14%	0.01%	1.50%	0.53%	0.11%

**Fuente:** elaboración propia

En la Tabla 4.4 se pueden observar las diferencias porcentuales en la elección del medio de transporte por estrato y en la Tabla 4.5 se muestra la variación en la elección del medio de transporte por ingreso, se compararon los rangos de ingreso obtenidos en el 2017 con los encontrados en el 2011, de tal análisis resultó que los estratos que mayor variación general en su elección del medio de transporte fueron aquellas personas que tienen un ingreso mayor a 10 smd (más de \$800.40 pesos diarios), los cuales hicieron un mayor uso del vehículo privado con respecto al año 2011.

Se realizaron pruebas de hipótesis T de dos muestras e índice de confiabilidad para las variables comparadas en el software Minitab 18 (número de viajes realizados, motivo del viaje y medio utilizado), los resultados se muestran en seguida:

1. *Número de viajes*

$\mu_1$ : media de número de viajes 2017

$\mu_2$ : media de número de viajes 2011

Diferencia:  $\mu_1 - \mu_2$

Estimación de la diferencia

Diferencia = -0.0553

IC de 95% para la diferencia (-0.0944, -0.0162)

Prueba

Hipótesis nula:  $H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$

Hipótesis alterna:  $H_1: \mu_1 - \mu_2 \neq 0$

Valor T = -2.77

Valor p = 0.006

2. *Motivo del viaje*

$\mu_1$ : media de motivo del viaje 2017

$\mu_2$ : media de motivo del viaje 2011

Diferencia:  $\mu_1 - \mu_2$

Estimación de la diferencia

Diferencia = -0.0695

IC de 95% para la diferencia (-0.1325, -0.0064)

Prueba

Hipótesis nula:  $H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$

Hipótesis alterna:  $H_1: \mu_1 - \mu_2 \neq 0$

Valor T = -2.16

Valor p = 0.031

3. *Medio utilizado*

$\mu_1$ : media de medio utilizado 2017

$\mu_2$ : media de medio utilizado 2011

Diferencia:  $\mu_1 - \mu_2$

Estimación de la diferencia

Diferencia = 0.8046

IC de 95% para la diferencia (0.7410, 0.8683)

Prueba

Hipótesis nula:  $H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$

Hipótesis alterna:  $H_1: \mu_1 - \mu_2 \neq 0$

Valor T = 24.78

Valor p = 0.000

#### 4.4 Producción de viajes

Con los datos obtenidos se estimaron dos modelos de producción de viajes el primero toma en cuenta tres variables: estudiantes, personas económicamente activas y otros y el segundo modelo sólo toma en cuenta el total de personas en las Agebs, los datos utilizados fueron los obtenidos al aplicar los factores de expansión a la población reportada en el conteo de INEGI (2015).

**Tabla 4.6** Estadísticos del modelo de producción de tres variables

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)			
224.537	99.89%	99.89%	99.88%			
Coeficientes						
Término	Coef	EE del coef.	Valor T	Valor p	FIV	
Estudiantes	1.4848	0.0556	26.71	0	31.76	
Activos	2.4167	0.065	37.16	0	70.25	
Otros	1.8009	0.0712	25.29	0	22.4	

**Fuente:** elaboración propia

De la Tabla 4.6 se obtiene que el primer modelo queda de la siguiente manera:

$$\text{Viajes} = 1.4848 \text{ Estudiantes} + 2.4167 \text{ Activos} + 1.8009 \text{ Otros}$$

**Ecuación 7.** Modelo de producción de viajes (3 variables)

**Tabla 4.7** Estadísticos del modelo de producción de población total por Ageb

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)			
245.198	99.86%	99.86%	99.86%			
Coeficientes						
Término	Coef	EE del coef.	Valor T	Valor p	FIV	
Total	1.96248	0.00372	528.06	0	1	

**Fuente:** elaboración propia

De la Tabla 4.7 se obtiene que el segundo modelo de producción está dado por la Ecuación 8.

$$\text{Viajes} = 1.96248 \text{ población total}$$

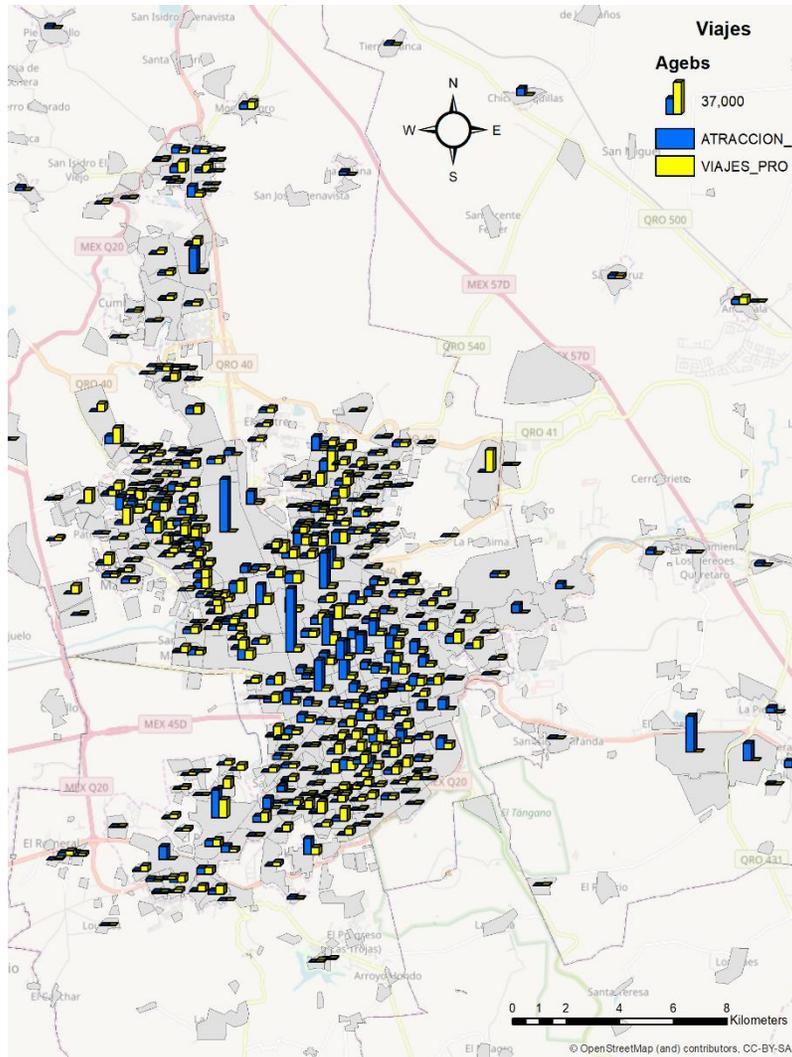
**Ecuación 8.** Modelo de producción de viajes (población total)

#### **4.1 Atracción de viajes**

En esta parte del trabajo se utilizaron los datos del Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE) de INEGI (2018) para obtener la producción de viajes por motivo de trabajo y los datos obtenidos en la Unidad de Servicios Para la Educación Básica en el Estado de Querétaro (USEBEQ, 2018) para los viajes por motivo de escuela, ya que estos dos motivos de viaje son los más importantes y de mayor número, además de formar parte de la movilidad obligada de un día común laboral de las personas.

Se revisaron y complementaron los datos obtenidos de INEGI y de USEBEQ, después de lo anterior se procedió a realizar los mapas necesarios en Transcad 4.5, donde se ubicaron las unidades económicas y las escuelas, cada una de las anteriores con su respectiva información: número de empleados y número de alumnos respectivamente.

Con la información anterior y la obtenida en lo que respecta a la producción de viajes fue posible obtener la Figura 4.1. La cuál nos muestra la distribución total de los viajes en la ZCQ tanto los viajes producidos como los viajes atraídos. En el mapa también se colocan los parques industriales ya que son puntos importantes de atracción de viajes.



**Figura 4.1** Ubicación de encuestas en la primera estimación

**Fuente:** elaboración propia

## 5. CONCLUSIONES

A partir de los resultados obtenidos de la encuesta origen – destino se confirmó la hipótesis general, las familias con un ingreso mayor a 10 salarios mínimos diarios hacen un mayor uso del vehículo privado lo cual se muestra en la Tabla 4.5 al incrementar el uso del vehículo en un 11.59% con respecto al año 2011. También se puede observar que en este nivel de ingreso también las personas incrementaron el uso del transporte público en un 5.03% y el uso de automóvil como acompañantes en un 2.69%, en los demás medios de transporte se mantuvo una diferencia menor al 2.00% en todos los medios de transporte en dicho estrato.

Los patrones de viaje no han tenido cambios significativos con el tiempo, por lo que estos no varían con el tiempo y dependen en mayor grado del nivel socioeconómico de las personas, también se observa que la modernización del sistema de transporte no fue un atractor de usuarios, el cambio de medio de transporte fue realizado por nivel socioeconómico.

El que no exista un cambio estadístico significativo (mayor al 5%) se puede observar en las pruebas de hipótesis de dos muestras (2011 y 2017), las cuales muestran probabilidades del 0.60% en lo que respecta al número de viajes realizados por persona al día, de 3.10% en el motivo de trabajo y del 0.00% en la elección del medio de transporte utilizado para realizar el viaje.

También se tiene que aumentó el tiempo promedio de viaje, siendo de 27.6 minutos en el 2011 a 30 minutos en el 2017, la tasa promedio de viajes diarios por persona también presento una reducción, pasando de 2.44 en 2011 a 2.32 en 2017, lo cual puede ser explicado con los tiempos de viaje, ya que a mayor tiempo de viaje la población tiende a realizar menos viajes.

## **5.1 Líneas de investigación futura**

1. En la parte de modelos de atracción de viajes es necesario realizar una investigación más profunda en lo que respecta a viajes por compras, recreativos, de salud, etc., información valiosa sería poder acceder a bases de datos de número de ventas diarias en los negocios, listas de pacientes en hospitales, entre otros
2. Realizar el mismo trabajo hecho, pero integrando la zona periférica, para de esta manera tener la modelación de toda la Zona Metropolitana de Querétaro.
3. Implementar un cuestionario automatizado en tablets, para de esta manera facilitar el trabajo de campo para trabajos posteriores que necesiten el uso de encuestas.

## 6. BIBLIOGRAFÍA

- Alonso, William (1964). "Location and land use: towards a general theory of land rent". *Harvard University Press, Cambridge*.
- Ampt, Elizabeth, Juan Ortúzar y Luis Willumsen (1998). Metropolitan origin-destination surveys: the state of the art. *8th World Conference on Transport Research*, Antwerp, Julio de 1998, Bélgica.
- Ampt, Elizabeth y Juan Ortúzar. On best Practice in Continuous Large-Scale Mobility Surveys. *Transportation Review*. Núm., 24, Vol. 3, pp. 337-363.
- Arvizú, Carlos (2005). Evolución urbana de Querétaro (1531-2005). Municipio de Querétaro – Tec de Monterrey, ISBN: 968-891-082-1.
- Armoogum, J., J. Madre, X. Han, J. Pollak (1997). Improved methods for weighting and correcting of travel diaries. Derivable D8, *Methods for European Surveys of Travel Behaviour*. 4th Framework Project, CEC/DG VII, Bruselas.
- Barceló, Jaume. (2010). Fundamentals of traffic simulation. Volumen 145. *Springer New York*.
- Bazant, Jan (2010). "Expansión urbana incontrolada y paradigmas de la planeación urbana". *Espacio abierto*. Volumen 19, No 3, pp. 475-503.
- 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*, pp 1-2.
- Brög, W. y E. Ampt (1982). State of the art in the collection of travel behaviour data. *In travel Behaviour for the 1980's*, Special Report 201, National Research Council, Washington, DC.
- Casado, José (2008). "Estudios sobre movilidad cotidiana en México", *Scripta Nova revista electrónica de geografía y ciencias sociales*. Volumen 12. No. 273. <[www.ub.edu/geocrit/sn/sn-273.htm](http://www.ub.edu/geocrit/sn/sn-273.htm)>.
- Cambridge Systematics Inc. (1996). Travel Survey Manual.
- Correa, Germán (2011). "Transporte y Ciudad". *EURE*. Volumen 36. No 107, pp. 133-137.

- Comisión Nacional de los Salarios Mínimos CONASAMI (2017). Series históricas de salarios mínimos generales. [http://www.sat.gob.mx/informacion\\_fiscal/tablas\\_indicadores/Documents/salarios\\_minimos\\_historico.xls](http://www.sat.gob.mx/informacion_fiscal/tablas_indicadores/Documents/salarios_minimos_historico.xls). Marzo de 2017.
- Centro Queretano de Recursos Naturales CQRN (2013). Reordenamiento del sistema de transporte público de pasajeros de la Zona Metropolitana de Querétaro, *Concyteq*, Querétaro.
- Frumkin, Howard (2002). “Urban sprawl and public health”. *Public health reports*. Volumen 117, No.3, pp. 201-217.
- Fuentes, César (2009). “La estructura espacial urbana y accesibilidad diferenciada a centros de empleo en Ciudad Juárez, Chihuahua”. *Región y Sociedad*, Volumen 21. No. 44, pp. 117-144.
- 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.
- García, Juan (2010). “Urban sprawl and travel to work: the case of the metropolitan area of Madrid”. *Journal of Transport Geography*. Volumen 18. No 2, pp. 197–213.
- Giacobbe, Nora, Andrea Álvarez y Laura Pérez (2009). “Aportes al estudio de la accesibilidad en el área metropolitana de Buenos Aires, el caso del municipio de Lanús”. *Ponencia presentada en el XV Congreso Latinoamericano de Transporte Público y Urbano*, 31 de marzo-3 de abril, Buenos Aires.
- Giuliano, Genevieve y Kenneth Small (1993). “Is the journey to work explained by urban structure?”. *Urban Studies*. Volumen 30. No. 9, pp. 1485-1500.
- Gueret, C., C. Prins, M. Servaux (2002). *Applications of Optimization with Xpress*. Dash Optimization Ltd., London.
- Gutiérrez, Javier y Juan García (2005), “Movilidad por motivo de trabajo en la comunidad de Madrid”. *Revista del Instituto de Estudios Económicos*. Volumen 1. No. 2 pp. 223-256.
- Henry, Etienne (1998). “Regards sur la mobilité urbaine a Amerique latine”, *Espaces et Sociétés*, 2, pp. 52-58.

- Hook, Walter (2003). "Preserving and expanding the role of non motorized transport". *Sustainable transport: a sourcebook for policy makers in developing cities*. Deutsche Gesellschaft Technische Zusammenarbeit, module 2, Bonn, pp 1-34.
- 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.
- INEGI (2010a). "Censo de Población y Vivienda 2010". Principales resultados por AGEB y manzana urbana. *Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática*. [http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/ccpv/cpv2010/iter\\_ageb\\_manzana\\_2010.aspx](http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/ccpv/cpv2010/iter_ageb_manzana_2010.aspx). Mayo de 2016.
- INEGI (2010b). "Marco geoestadístico nacional". Conurbaciones y fusiones de localidades. *Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática*. [http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/geoestadistica/doc/conur\\_fusion.pdf](http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/geoestadistica/doc/conur_fusion.pdf). Mayo de 2016.
- INEGI (2010c). "Censo de población y vivienda 2010". *Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática*. <http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/accesomicrodatos/cpv2010/default.aspx>. Junio de 2016.
- INEGI (2010d). "Microdatos 2010". *Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática*. <http://www.beta.inegi.org.mx/app/descarga/?p=487>. Junio de 2016.
- INEGI (2015). "Encuesta Intercensal 2015". *Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática*. <http://www.beta.inegi.org.mx/proyectos/enchogares/especiales/intercensal/default.html>. Junio de 2016.
- INEGI (2016). "Marco geoestadístico nacional". Desglose geográfico: Ageb. *Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática*. <http://www.beta.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=889463526636>. Junio de 2016.
- INEGI (2018). "Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas". Unidades económicas 2018. *Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática*. <http://www.beta.inegi.org.mx/app/descarga/#>.

- Islas Víctor, César Rivera y Torres Guillermo (2002). Estudio de la demanda de transporte. *Instituto Mexicano del Transporte*, publicación técnica núm. 213, ISSN: 0188-7297.
- Johnson, Michael (2001). "Environmental impacts of urban sprawl: a survey of the literature and proposed research agenda". *Environment and Planning A*". Volumen 33, No 4, pp. 717-735.
- Mills, Eswin (1972). *Urban economics*. Scott, Foresman and Company, Glenview.
- Merlin, Pierre (1996). "Los factores de una política de transporte". *El transporte urbano: un desafío para el próximo milenio*. CEJA, Bogotá, pp. 23-73.
- Mitchell, George (1993). *The practice of operational research*. Ed. J. Wiley.
- Molinero, Ángel e Ignacio Sánchez (1997). *Transporte público: planeación, diseño, operación y administración*, Universidad Autónoma del Estado de México, México, pp. 338-340.
- Moser, Claus y Kalton Graham (1996). *Survey Methods in Social Investigation*. Libros educativos Heinemann, Londres.
- Muth, Richard (1969). *Cities and housin*. University of Chicago Press, Chicago.
- Mundó, Josefina (2002). "El transporte colectivo urbano: aplicación del enfoque de sistemas para un mejor servicio", *Fermentum. Revista Venezolana de Sociología y Antropología*, 12 (34), Mérida, Venezuela, pp. 285-302.
- Obregón, Saúl (2010). "Estudio comparativo del impacto en el desarrollo socioeconómico en dos carreteras: Eix Transversal de Catalunya, España y MEX120, México", *Economía Sociedad y Territorio*, Volumen 10. No 32, pp. 1-47.
- Obregón, Saúl y Eduardo Betanzo (2015) "Análisis de la movilidad urbana de una ciudad media mexicana, caso de estudio: Santiago de Querétaro", *Economía, Sociedad y Territorio*, Volumen 15. No 47, pp. 61-98.
- Obregón, Saúl y César Bueno (2015). "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.
- Obregón, Saúl, José Romero y Eduardo Betanzo (2015). "La movilidad en una zona metropolitana mexicana, caso de estudio: Querétaro, México". *Revista Transporte y Territorio*. No 12, pp. 167-197.

- Ocaña, Rosa y Joheni Urdaneta (2005). "Participación de los municipios en la formación de la política nacional de transporte urbano en Venezuela". *Revista Venezolana de Gerencia* Volumen 10. No. 030, pp. 196-210.
- Ortúzar, Juan (2000). *Modelos de demanda de transporte*, Alfaomega, México.
- Ortúzar, Juan y Luis Willumsen (2008). *Modelos de transporte*, Universidad de Cantabria.
- Palomares, Juan y Javier Gutiérrez (2005). "Cambios en la movilidad en el área metropolitana de Madrid: el creciente uso del transporte privado." *Anales de geografía de la Universidad Complutense*. No. 25, pp. 331-351.
- Pardo, Carlos (2005). "Salida de emergencia: reflexiones sociales sobre las políticas del transporte", *Universitas Psychologica*. Volumen 4. No.003, pp. 271-284.
- 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.
- Rabaza, Jerónimo (2009). "Tamaño vehicular óptimo para el servicio público de superficie". Tesis de grado de ingeniería, *Universitat Politècnica de Catalunya, Barcelona*.
- Ramírez, Enrique (2012). "Comparación de la interacción vehicular inducida por el empleo de carriles preferenciales para el transporte público utilizando microsimulación de tráfico". Tesis de maestría. *Universidad Autónoma de Querétaro*, Querétaro.
- Redman, Laurent, Margareta Friman, Tommy Garling y Terry Hartig (2012). "Quality attributes of public transport that attract car users: A research review". *Transport Policy*. Volumen 25, pp. 119-127.
- Richardson, A.J., Ampt, E.S., Meyburg A.H., (1995). *Survey Methods for Transport Planning*, pp. 75-145.
- Rojo, Marta, Hernán Gonzalo-Orden, Luigi dell'Olio, Angel Ibeas (2012). "Relationship between service quality and demand for inter-urban buses". *Transportation Research Part A*. Volumen 46. No 10, pp. 1716-1729.
- Sánchez, Óscar y Javier Romero (2010). "Factores de calidad del servicio de transporte público de pasajeros: estudio de caso de la ciudad de Toluca, México", *Economía Sociedad y Territorio*, Volumen 10. No. 32, pp. 49-80.

- Suárez, Manuel y Javier Delgado (2010). “Patrones de movilidad residencial en la ciudad de México como evidencia de co-localización de población y empleos”. *EURE*. Volumen 36. No. 107, pp. 067-091.
- Stopher, Peter y Arnim Meyburg (1979). *Survey Sampling and Multivariate Analysis for Social Scientists and Engineers*. D.C. Heath and Co., Lexington, Mass.
- Stopher, Peter, Chester Wilmot y Rahaf Alsnih (2003). Standards for household travel surveys-some purpose ideas, International Conference on Transport Survey Quality and Innovation.
- Susino, Joaquín, José Casado y José Feria (2007). “Transformaciones sociales y territoriales en el incremento de la movilidad por razón de trabajo en Andalucía”, *Cuadernos de Geografía*, No.81, pp. 71-92.
- Tierney, K., S. Decker, K. Proussaloglou, E. Ruiter, N. McGuckin (1996). *Travel Survey Manual*. Cambridge Systematics, Inc., 323p. FHWA-PL-96-030.
- Transconsult (2004). “Plan integral de transporte colectivo en la Zona Metropolitana de Querétaro”. Reporte técnico. México.
- Travel Survey Manual and appendices (1996). Report FHWA-PL-96-030 and FHWA-PL-96-029, Washington, DC: Federal Highway Administration.
- USEBEQ (2018). Unidad de Servicios Para la Educación Básica en el Estado de Querétaro. Inventario de escuelas en el Estado de Querétaro. <http://www.usebeq.edu.mx/estadisticas/>
- Valero, Ángeles (1984). “Movilidad espacial en Madrid”. *Anales de Geografía de la Universidad Complutense*. No. 4, pp. 207-225.

# APÉNDICE

# 1. Formato de la encuesta Origen - Destino



**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: \_\_\_\_\_ (A) Encuestador: \_\_\_\_\_  
 Dirección, colonia o localidad de residencia: \_\_\_\_\_  
 (B) Localidad: \_\_\_\_\_ (C) Tipo de vivienda: \_\_\_\_\_ 1. Lupa 2. Media 3. Básica

**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: \_\_\_\_\_  
 (O) Su vivienda ANTERIOR propia, alquilada, prestada o vivía con la familia: \_\_\_\_\_  
 (P) Motivo por el que cambió de residencia: \_\_\_\_\_  
 (Q) ¿Consideró la accesibilidad de la infraestructura vial al tomar su decisión? \_\_\_\_\_  
 (R) ¿Consideró el transporte? \_\_\_\_\_  
 (S) ¿Dónde se ubica su trabajo actual? \_\_\_\_\_ (U) Horario de trabajo: \_\_\_\_\_  
 (V) ¿Tiempo de trabajar en su actual empleo? \_\_\_\_\_  
 (W) ¿Dónde se encontraba su trabajo anterior? \_\_\_\_\_  
 (Y) ¿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 cilindros y tipo de combustible de los vehículos: \_\_\_\_\_  
 (AF) Año de fabricación del vehículo (en años): \_\_\_\_\_  
 (AG) ¿Le complace la dotación de medios de transporte? \_\_\_\_\_ (AH) (en caso de NO) ¿Por qué? \_\_\_\_\_

Persona (añada a cada residente)	(A4) Situación familiar	(A5) Edad (A6)	(A7) Sexo (A8)	(A9) Grado de Educación	(A10) Estudios actuales	(A11) Sector de Actividad	(A12) Ocupación Principal	(A13) Permite salario o es dependiente	(A14) Ingreso Semanal	(A15) Tiene Licencia de Conducir	(A16) Años con licencia (A17)	(A18) Involucrado en un accidente vial (A19)	(A20) Tipo de vehículo	(A21) Duda	(A22) Valor 1-10 facilidad de acceso a zona ZAC (A23)	(A24) Motivo por el que no utiliza TP	(A25) Si reside en el TP se detalla:
a													(A20)	(A21)			
b													(A20)	(A21)			
c													(A20)	(A21)			
d													(A20)	(A21)			
e													(A20)	(A21)			
f													(A20)	(A21)			
g													(A20)	(A21)			
h													(A20)	(A21)			

Ilustración 1. Formato de encuesta Origen – Destino (anverso)



## 2. Sintaxis de programación en lingio del modelo gravitacional extendido

```
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;
  betal=beta*30;
! The objective;
  [OBJETIVO] MIN = totenc ;
!   [OBJETIVO] MIN = alfa*totenc + betal*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
```

### **3. Recomendaciones generales para la aplicación de la encuesta**

A continuación, se enlistan algunas recomendaciones que se tienen a la aplicación de la encuesta de acuerdo con los problemas vistos a la hora de la aplicación del cuestionario:

- Preguntar por todas las personas que habitan en el hogar, sin importar la edad, es preferible tener toda la información y después filtrar a no contar con ella y necesitarla.
- Se recomienda comenzar a realizar las encuestas (por el o los tesistas) aunque aún no se tenga el dinero para pagos de encuestas, ya que a estas personas les ayudarán los datos recolectados y de ese modo se gana tiempo.
- Contar con personal totalmente capacitado, es decir, no estar cambiando de encuestadores. Que cada persona realice alrededor de tres encuestas y se les hace una revisión de éstas, esto con el fin de identificar errores que se estén cometiendo desde un inicio y no revisar hasta el final el total de encuestas asignadas a cada persona y hacer las correcciones al final.
- A la par de lo anterior se recomienda que ya se tenga la codificación y captura de los datos, con la finalidad de que la revisión sea más fácil y rápida.
- No pagar ninguna encuesta hasta que haya sido verificada en campo y que tanto en físico como en la base de datos se encuentre totalmente revisada y aceptada.
- En caso de que ciertas personas no se encuentren en la vivienda y que la persona que ayuda respondiendo el cuestionario no sepa la información de los viajes de alguno o varios de los integrantes del hogar, al menos solicitar el número de viajes que realiza dicha persona y la mayor cantidad de información posible.
- Se recomienda ampliamente la automatización del cuestionario, para de esta manera minimizar o eliminar los errores causados en la codificación de los datos obtenidos, además de eliminar el proceso de captura de la información.