



Informe de avance XI

Informe Indicadores de movilidad

MASORA – Municipios Asociados del Oriente Antioqueño
Municipio de Rionegro – Convenio Interadministrativo 064 de 2016

Informe de indicadores de movilidad

Informe
Diciembre de 2016

MASORA - Municipios Asociados del Altiplano del Oriente Antioqueño y para el municipio de Rionegro

Nuestra ref: 22952101
Cliente ref: N°210 - 2016

Preparado por:

Steer Davies Gleave
Carrera 7 No.71-52 Torre A Oficina 904
Edificio Carrera Séptima
Bogotá D.C. Colombia

+57 1 322 1470
la.steerdaviesgleave.com

Preparado para:

MASORA - Municipios Asociados del Altiplano del Oriente Antioqueño y para el municipio de Rionegro
Vía Rionegro – Aeropuerto , Sector las Delicias

Los resultados presentados en el presente documento responden exclusivamente al objeto contractual contratado por MASORA, por lo cual Steer Davies Gleave no se hace responsable del uso de la información en proyectos posteriores que pudieran verse afectados por la llegada de nuevos datos e información. Por lo tanto, en lo que respecta al presente documento, Steer Davies Gleave: i) No se responsabiliza de los cambios en la validez de los resultados y conclusiones debido a eventos y circunstancias actualmente imprevisibles; ii) No asume responsabilidad alguna por su actualización o el uso que se haga del mismo, cuando se hayan generado factores posteriores determinantes e imprevisibles que modifiquen las condiciones iniciales en las que fue elaborado; y iii) No asume obligación alguna de actualizarlo por ningún motivo, incluyendo el surgimiento de nueva información, eventos futuros u otros; iv) Solicitará autorización a MASORA y al Municipio de Rionegro para utilizar la información producto de este contrato. La información resultante del presente estudio de consultoría es de propiedad de MASORA y el Municipio de Rionegro, por lo cual cualquier entidad pública o privada que la requiera deberá solicitar la respectiva autorización para utilizarla, además deberá citar la fuente. El consultor no podrá hacer uso de ella, sin previo consentimiento por escrito de MASORA o el Municipio de Rionegro.

Contenido

1	Introducción.....	1
2	Glosario y abreviaturas.....	2
3	Procesamiento de información EODH.....	3
	Resumen del trabajo de campo de encuestas domiciliarias	3
	Generalidades del diseño muestral	7
	Validación de la base de datos MIC.....	8
	Parámetros de aceptación para la encuesta domiciliaria.....	9
	Aspectos clave del re-contacto.....	11
	Definición de MIC para la encuesta domiciliaria	11
4	Procedimientos estadísticos de la encuesta de hogares	19
	Imputación.....	19
	Expansión de la muestra.....	16
5	Base de datos EODH	20
	Módulo A - Identificación, vivienda y hogar	20
	Módulo B – Características de los integrantes del hogar	21
	Módulo C – Características de los vehículos disponibles en el hogar	22
	Módulo D – Características de los viajes realizados por las personas del hogar	23
6	Indicadores de movilidad.....	26
	Unidades de análisis y ámbito geográfico	26
	Indicadores de distribución de muestra	28
	Indicadores socioeconómicos.....	31
	Indicadores de personas.....	42
	Indicadores de vehículos	44
	Indicadores de viajes	54
7	Metodología para ajustar y actualizar los indicadores de movilidad	70
	Estudios completos de movilidad	71
	Encuestas intermedias.....	71

Mediciones complementarias	71
Nuevas tecnologías	72
8 Bibliografía.....	74

Figuras

Figura 4.1: Árbol de la encuesta, alcance de la imputación	22
Figura 4.2: Pasos de la imputación Hot Deck	6
Figura 4.3: Agrupación por ubicación geográfica	8
Figura 4.4: Estabilidad del grupo 1: Zona urbana, estratos medios, trabaja	11
Figura 4.5: Estabilidad del grupo 2: Zona urbana, estratos medios, otra ocupación	12
Figura 4.6: Estabilidad del grupo 3: Zona urbana, estratos medios, estudia	12
Figura 4.7: Estabilidad del grupo 4: Zona urbana, estratos bajos, trabaja	13
Figura 4.8: Estabilidad del grupo 5: Zona urbana, estratos bajos, otra ocupación	13
Figura 4.9: Estabilidad del grupo 6: Zona rural, estratos bajos, otra ocupación	14
Figura 4.10: Estabilidad del grupo 7: Zona rural, estratos bajos, trabaja	14
Figura 4.11: Estabilidad del grupo 8: Zona rural, estratos bajos, estudia	15
Figura 4.12: Estabilidad del grupo 9: Zona rural, estratos medios, trabaja	15
Figura 4.13: Estabilidad del grupo 10: Zona urbana, estratos altos, trabaja	16
Figura 4.14: Estabilidad del grupo 11: Zona rural, estratos bajos, trabaja	16
Figura 4.15: Distribución de los factores de expansión	19
Figura 6.1: Área de estudio y unidades territoriales usadas para el análisis de indicadores	27
Figura 6.2: Distribución espacial de encuestas en el área de estudio	29
Figura 6.3: Encuestas válidas por estrato para el suelo rural	30
Figura 6.4: Encuestas válidas por estrato para el suelo urbano	30
Figura 6.5: Encuestas válidas por clasificación del suelo	31
Figura 6.6: Distribución de hogares por UTAM	32
Figura 6.7: Hogares por estrato en el sector rural	33
Figura 6.8: Hogares por estrato en el sector urbano	33
Figura 6.9: Hogares por estrato en el sector rural	34

Figura 6.10: Hogares por estrato en el sector urbano.....	34
Figura 6.11: Tamaño promedio del hogar por estrato para el sector rural.....	35
Figura 6.12: Tamaño promedio del hogar por estrato para el sector rural.....	36
Figura 6.13: Tamaño del hogar por UTAM	37
Figura 6.14: Tipo de vivienda donde reside el hogar.....	38
Figura 6.15: Tipo de vivienda donde reside el hogar por clasificación del suelo	38
Figura 6.16: Tipo de vivienda donde reside el hogar por estrato socioeconómico para el suelo urbano	39
Figura 6.17: Tipo de vivienda donde reside el hogar por estrato socioeconómico para el suelo rural	39
Figura 6.18: Tipo de propiedad de la vivienda por UTAM	40
Figura 6.19: Nivel de ingresos por clasificación del suelo	41
Figura 6.20: Nivel de ingresos por estrato socioeconómico para el sector rural	41
Figura 6.21: Nivel de ingresos por estrato socioeconómico para el sector urbano	42
Figura 6.22: Personas en el área de estudio.....	42
Figura 6.23: Distribución de la población por UTAM.....	43
Figura 6.24: Género de la población.....	44
Figura 6.25: Tipos de vehículos disponible en el hogar	44
Figura 6.26: Tipo de vehículo por estrato socioeconómico para el sector rural	45
Figura 6.27: Tipo de vehículo por estrato socioeconómico para el sector urbano	45
Figura 6.28: Tasa de motorización por estrato socioeconómico para el sector rural.....	46
Figura 6.29: Tasa de motorización por estrato socioeconómico para el sector urbano	46
Figura 6.30: Tasa de motorización de vehículos por UTAM	47
Figura 6.31: Tasa de motorización de autos para el sector rural	48
Figura 6.32: Tasa de motorización de autos para el sector urbano	48
Figura 6.33: Tasa de motorización de autos por UTAM	49
Figura 6.34: Tasa de motorización de motocicletas para el sector rural.....	50
Figura 6.35: Tasa de motorización de motocicletas para el sector urbano.....	50
Figura 6.36: Tasa de motorización de motos por UTAM	51
Figura 6.37: Tasa de bicicletas por cada 1.000 habitantes por estrato para el sector rural	52
Figura 6.38: Tasa de bicicletas por cada 1.000 habitantes por estrato para el sector urbano	52

Figura 6.39: Tasa de bicicletas por cada 1.000 habitantes por UTAM	53
Figura 6.40: Lugar de matrícula de los vehículos motorizados	54
Figura 6.41: Tasa de viajes el día por hogar en Rionegro por estrato	55
Figura 6.42: Tasa de viajes por hogar por UTAM.....	55
Figura 6.43: Tasa de viajes por persona por estrato socioeconómico	56
Figura 6.44: Tasa de viajes al día por persona por UTAM	56
Figura 6.45: Tasa de viajes al día por persona que viaja por estrato socioeconómico	57
Figura 6.46: Tasa de viajes al día por persona que viaja por UTAM.....	57
Figura 6.47: Tasa de viajes por género	58
Figura 6.48: Tasa de viajes por ocupación.....	58
Figura 6.49: Tasa de viajes por rango de edad	59
Figura 6.50: Tasa de viajes motorizados de las personas por estrato socioeconómico	59
Figura 6.51: Tasa de viajes motorizados de las personas por estrato socioeconómico y modo de transporte	60
Figura 6.52: Tasa de viajes en bicicleta por estrato socioeconómico	60
Figura 6.53: Distribución porcentual de los viajes por motivo	61
Figura 6.54: Distribución porcentual por estrato de los viajes por motivo	62
Figura 6.55: Perfil horario de los viajes	62
Figura 6.56: Partición modal general Rionegro	63
Figura 6.57: Partición modal por estrato en el área de estudio	64
Figura 6.58: Partición modal de los viajes en motorizados y no motorizados	65
Figura 6.59: Partición modal de los viajes en motorizados y no motorizados por estrato	66
Figura 6.60: Partición modal de los viajes en transporte público	67
Figura 6.61: Partición modal de los viajes en transporte público por estrato	67
Figura 6.62: Gasto en transporte público del hogar por estrato	68
Figura 6.63: Gasto en transporte público de la persona por estrato	69

Tablas

Tabla 3.1: Niveles de reporte de los indicadores de cumplimiento muestral.....	4
--	---

Tabla 3.2: Cobertura de muestra por UTAM	5
Tabla 3.3: Número mínimo de respuesta a módulos de viajes para determinar la validez de una encuesta.....	10
Tabla 3.4: Módulo de Identificación y Control	13
Tabla 3.5: Módulo A: Vivienda y Hogar	13
Tabla 3.6: Módulo B: Información de las personas del hogar	14
Tabla 3.7: Módulo C: Información sobre los vehículos que disponen las personas del hogar.....	15
Tabla 3.8: Módulo D: Información de viajes por persona	15
Tabla 3.9: Módulo D: Preguntas específicas sobre las etapas de viaje	16
Tabla 3.10: Información adicional – Ingresos del hogar	17
Tabla 3.11: Resumen de las encuestas domiciliarias.....	17
Tabla 4.1: Recuento de los métodos de imputación estudiados.....	1
Tabla 4.2: Códigos de ubicación	9
Tabla 4.3: Códigos de estrato	9
Tabla 4.4: Códigos de ocupación	9
Tabla 4.5: Grupos de imputación.....	10
Tabla 5.1: Descripción de campos del módulo A.....	20
Tabla 5.2: Descripción de campos del módulo B.....	21
Tabla 5.3: Descripción de campos del módulo C.....	22
Tabla 5.4: Descripción de campos del módulo D.....	23

1 Introducción

- 1.1 Este documento es presentado como un informe de avance de la ejecución de la encuesta de hogares de Rionegro “EODH-Rionegro”, contiene el resumen del trabajo de campo realizado, así como el diseño muestral y los procedimientos estadísticos de imputación y expansión de muestra. Adicionalmente, se presenta una explicación de cada módulo de la encuesta y su representación en la base de datos.
- 1.2 En el capítulo 6 del documento se presentan los resultados obtenidos para los indicadores de movilidad del área de estudio organizados por unidad de análisis, ámbito geográfico y distribución de muestra, indicadores socio-económicos de los hogares, de caracterización de las personas, los vehículos y los desplazamientos que se realizan en la zona de estudio a nivel de hogares. El último capítulo del informe contiene una descripción de la metodología adecuada para la actualización de los indicadores de movilidad producto de la elaboración de la encuesta
- 1.3 Anexo al presente documento se entrega la base de datos validada y con la información de procesamiento resultante de los procedimientos de imputación estadística y expansión de la muestra.

2 Glosario y abreviaturas

- **Coeficiente de Variación (CV):** es una medida que indica la dispersión relativa de un conjunto de datos respecto al valor medio. Sirve entre otras cosas, para comparar variables que están a distintas escalas pero que están correlacionadas estadísticamente. A mayor valor de CV mayor es la heterogeneidad de los valores de la variable y a menor CV mayor homogeneidad en los valores.
- **Grado de precisión:** es el porcentaje aceptable de error relativo de muestreo de las estimaciones.
- **Nivel de confianza:** es la probabilidad a priori de que el intervalo de confianza a calcular contenga al verdadero valor del parámetro. Se indica por $1-\alpha$ y habitualmente se da en porcentaje $(1-\alpha) \%$. Los valores que se suelen utilizar para el nivel de confianza son el 90 %, 95 % y 99 %.
- **Unidad territorial de análisis de movilidad (UTAM):** se refiere al conjunto de 19 zonas tomadas en cuenta para los propósitos de diseño y selección de muestra, contemplando los niveles de precisión y confianza establecidos para el estudio.
- **Zonas de análisis de transporte (ZAT):** se refiere al conjunto aproximado de 118 zonas de modelación, que hacen parte de la cartografía propuesta por el consultor, en proceso de revisión y aprobación, con el fin de realizar el detalle geográfico para los propósitos de modelación estratégica para la planeación del transporte de Rionegro y la región

3 Procesamiento de información EODH

Resumen del trabajo de campo de encuestas domiciliarias

- 3.1 El trabajo de campo de las EODH inició el día 18 de Octubre y finalizó el día 30 de Noviembre 2016. Se capacitaron cerca de 70 encuestadores, con los cuales fue posible tener un grupo constante de cerca de 35 encuestadores junto con dos coordinadores de campo y dos coordinadores y supervisores generales.
- 3.2 La toma de información de campo le dio prioridad a la parte urbana, realizando las encuestas entre el 18 de octubre y el 12 de noviembre de 2016 seguidamente se procedió a realizar la toma de información en el sector rural del municipio, dando por finalizado el operativo de campo el 22 de noviembre del mismo año

Adicional al equipo de campo planteado en los anteriores informes, fue necesaria la creación de los siguientes roles de trabajo:

- **Administración del recurso humano:** debido a la alta rotación de personal y la generación de novedades de nómina, se implementó ayuda local de personas que atendieran exclusivamente este tipo de requerimientos; esto con el fin de dar respuesta ágil en este aspecto y no afectar trabajo de campo y productividad respectiva.
- **Estadística y manejo de cartografía:** teniendo en cuenta novedades de campo se dispuso de un apoyo permanente de un estadístico y una persona con amplio conocimiento geográfico de la ciudad, para apoyar los procesos de ubicación e identificación de los sectores seleccionados.
- **Validación de campo con re contacto telefónico y pre crítica en Rionegro:** teniendo en cuenta el alto volumen de encuestas y la necesidad de procesar la información de manera ágil, se creó un grupo de trabajo que realizara las siguientes actividades:
 1. Filtro básico, que verificaba datos generales y básicos de la encuesta, en cuanto a calidad y completitud de la misma, ejemplo: ID manzana, composición del hogar y número de viajes realizados
 2. Validación telefónica, su objetivo era verificar la veracidad de la encuesta, concertar citas con personas que en la visita presencial estaban ausentes. En caso de no lograrse esta validación telefónica se retomaba en campo presencial para verificación adecuada
- **Validación de campo con re contacto telefónico y pre crítica:** Continuando con el proceso para la garantía de calidad de la información recolectada en campo, el material recibido, es decir, la base de datos surtía las siguientes etapas.

1. Verificación de validez de los ID Manzana de acuerdo con el diseño y selección muestral.
2. Validación MIC, se validó cada encuesta recibida de acuerdo con los criterios MIC definidos y acordados en el documento correspondiente.
3. Re-contacto telefónico, se verificó la consistencia de las respuestas y el número de personas que efectivamente habían sido contactadas. En caso de identificar faltantes de información se procedía a la recuperación telefónica.

Rendimiento

- 3.3 En promedio, el proceso de siembra de una encuesta estuvo alrededor de los 30 minutos, y a cada persona que respondía el módulo de viajes le tomaba en promedio 12 minutos responder dicho módulo, sin embargo este tiempo variaba según el número de viajes que la persona había realizado el día anterior.

Cubrimiento de muestra

- 3.4 Es importante definir los indicadores de cumplimiento muestral para los diferentes niveles de reporte. En este sentido, un indicador sencillo para medir el cumplimiento muestral es el siguiente:

$$I_c = \frac{\text{Cantidad de encuestas efectivas}}{\text{Cantidad de encuestas planeadas}} \times 100$$

- 3.5 Como el indicador de cumplimiento muestral debe calcularse para los diferentes niveles de reporte, a continuación se establecen dichos niveles bajo la jerarquización geográfica propia de la división político y administrativa de la subregión.

Tabla 3.1: Niveles de reporte de los indicadores de cumplimiento muestral

Reporte	Incluye
Total general	Toda la zona rural y urbana del municipio de Rionegro
UTAM	Rionegro por UTAM

Fuente: Steer Davies Gleave, 2016

- 3.6 Para el análisis de los resultados se revisaron en paralelo el conjunto de indicadores de cumplimiento muestral y el conjunto de indicadores de precisión estadística (se presentan posteriormente en este informe). Este análisis conjunto permite apreciar la idoneidad de los resultados obtenidos y el contexto en el que se adelantó el trabajo de campo; es decir, establece el marco de referencia en el que los resultados son útiles para la toma de decisiones.
- 3.7 Los resultados en cuanto a la cobertura total muestran un cumplimiento del 118 %, es decir que el total de encuestas válidas realizadas fue de 1.464 de una meta de 1.235. Vale la pena resaltar que en campo se entrevistó una cantidad de hogares mayor, pero que por la dinámica de la encuesta que generalmente requiere re-contacts presenciales, al ser infructuosos resulta en la invalidación de la encuesta al no alcanzar un contenido mínimo de información.
- 3.8 La experiencia previa en este tipo de estudios le permitió proveer esta situación desde el inicio del trabajo de campo, realizando un número de siembras mayor que el número efectivo de muestra.

Tabla 3.2: Cobertura de muestra por UTAM

COD	UTAM	Diseño	Levantadas	Cumplimiento
1	Santa Ana, El rosal y Cimarronas	22	18	81,8%
2	Galicia y Las Playas	79	101	127,8%
3	La Laja, San Jose, Mampuesto	52	78	150,0%
4	Barro blanco y Chachafruto	65	81	124,6%
5	El Tablazo y Tablacito	65	67	103,1%
6	Llanogrande y tres puertas	90	113	125,6%
7	Pontezuela, El Capiro	41	35	85,4%
11	Alto del Medio	124	125	100,8%
12	Santa Ana	74	82	110,8%
13	El Porvenir Oriente	77	100	129,9%
14	El Porvenir Occidente	118	130	110,2%
15	El Porvenir Sur	70	97	138,6%
16	San Antonio Norte	76	86	113,2%
17	El Faro- Gualanday	24	38	158,3%
18	San Antonio Sur	49	54	110,2%
19	El Centro	46	59	128,3%
20	Belchite	45	63	140,0%
21	El Hospital	50	55	110,0%
22	Cuatro Esquinas	68	82	120,6%
TOTAL		1235	1464	118,5%

Fuente: Steer Davies Gleave, 2016

- 3.9 La tabla anterior ilustra el porcentaje de cobertura en cada una de las 19 UTAM diseñadas en la muestra, evidenciando el nivel de esfuerzo requerido para obtener el número efectivo de encuestas en la muestra. Se destaca el cumplimiento en las zonas rurales, que a pesar de las condiciones de accesibilidad se cumple en la mayoría de UTAM.

Dificultades del operativo de campo EODH

Rechazo a la realización de la encuesta

- 3.10 A pesar de los esfuerzos hechos en cuanto a la implementación y socialización del plan de comunicaciones de la encuesta de hogares, hubo varios hogares que rechazaron la realización de la encuesta. Esta situación se hizo más notoria en los estratos altos, sin embargo, mediante una comunicación directa entre el equipo de coordinación, y los hogares que presentaban rechazo, se pudo obtener la respectiva encuesta.

Sectores de difícil acceso

- 3.11 Durante el operativo de campo, se identificaron varios sectores que presentaron una situación particular para el acceso a los mismos. Se mencionan a continuación:

- Zonas rurales: por las condiciones particulares del sector rural del municipio, en algunas ocasiones fue difícil la ubicación en campo de los encuestadores, adicionalmente, en sectores como El Tablazo o Llano Grande, donde existen fincas de estrato alto, y en donde los dueños sólo están en dichos lugares ocasionalmente, se dificultó y se tardó un poco más la recolección de la información de campo.
- Zonas con problemas de seguridad: en algunos sectores del municipio, como Alto del Medio y El Laberinto, que presentan problemas de seguridad, se evidenciaron casos de rechazo de la comunidad tanto a la realización de la encuesta, como a la presencia de encuestadores en el sector. Por esta razón, se hizo necesario el acompañamiento de líderes comunitarios de estas zonas en el proceso de toma de información.
- Conjuntos cerrados: en las zonas en desarrollo del municipio, como lo son los conjuntos residenciales “Lotus Casas”, “Campus Verde” y “Campus Reservado”, se dificultó el ingreso por políticas de seguridad, razón por la cual se hizo necesario un acercamiento con los administradores de dichos conjuntos para permitir el ingreso a los encuestadores en horarios específicos y bajo ciertas restricciones de cada lugar.

Lecciones aprendidas

- 3.12 Los procesos de convocatoria y capacitación masivos permiten identificar y filtrar de manera más ágil y oportuna el personal que conformará el equipo de campo. Procesos individuales resultan dispendiosos y poco eficientes en la medida en que la deserción del personal es muy alta y se refleja en que para lograr un encuestador efectivo fue necesario convocar a cuatro.
- 3.13 Es también fundamental en este tipo de encuestas, realizar retroalimentaciones semanales con el equipo de campo para verificar el adecuado diligenciamiento de la encuesta, el manejo de conceptos como viaje, etapa, propósito del viaje, y el tratamiento a situaciones atípicas de movilidad como mensajeros, conductores, etc.
- 3.14 La implementación de una estrategia telefónica a través de un esquema de call center debe constituirse como una actividad transversal al trabajo de campo presencial. Desde la formulación de los pliegos esta actividad deberá presupuestarse y solicitarse como proceso requerido ya que es de suma importancia en las encuestas de movilidad para concertar citas, recuperar información y validar la veracidad de las encuestas.
- 3.15 Tener acompañamiento permanente de un experto cartográfico que facilite la ubicación de los equipos en terreno; especialmente en las zonas rurales donde los polígonos que representan los sectores son irregulares y carecen de puntos de referencia y nomenclatura.
- 3.16 Utilizar herramientas tecnológicas complementarias de libre acceso como Google Maps, Google Earth que permitan la superposición de polígonos y faciliten la lectura cartográfica y ubicación de los equipos.
- 3.17 El proceso de divulgación y sensibilización a los hogares debe constituirse como un proceso continuo y permanente y de amplio espectro; es decir debe adoptarse estrategias masivas en distintos canales (radio, prensa, TV) además de las herramientas actuales que ofrece la tecnología como redes sociales y portales de internet. En Rionegro se identificó una práctica de bastante aceptación para la comunidad, que fue la sensibilización de la realización de la encuesta a través de las diferentes parroquias existentes en el municipio

- 3.18 La identificación de líderes comunales, autoridades locales, juntas de acción comunal, resulta fundamental para ingresar a sectores de difícil acceso, ya sea por condiciones de seguridad o por características particulares como el hermetismo de los estratos altos, donde ni siquiera hay posibilidad de establecer un contacto directo sin antes haberlo hecho con un administrador de la unidad residencial.

Crítica

- 3.19 Una vez recolectada la información se continúa con el proceso de crítica; para desarrollar este proceso, se diseña una lista de chequeo que permite identificar la consistencia de los formularios. El objetivo de este instrumento fue el de permitir hacer una verificación de la consistencia de la información.

Digitación

- 3.20 Para el proceso de digitación de las encuestas realizadas en papel, se diseña un programa de captura específico para este fin. El proceso de digitación, realizado por 4 personas, empieza de manera simultánea con la toma de información, y toma aproximadamente mes y medio.

Generalidades del diseño muestral

Generalidades

- 3.21 En las siguientes secciones se describen los detalles de los principales indicadores de resultados en cuanto a la ejecución del operativo de campo y presenta los indicadores de precisión asociados a los resultados en la variable "número de viajes por hogar".
- 3.22 La EODH tiene como objetivo caracterizar la movilidad de personas de cinco (5) o más años de edad residentes en Rionegro tanto en su área urbana como rural, y su correlación con las variables socioeconómicas explicativas, mediante técnicas y estrategias estadísticas.
- 3.23 El universo de referencia para el estudio es el conjunto de hogares residentes en Rionegro (Antioquia). De acuerdo al informe demográfico para el POT 2016, realizado por la Universidad Católica de Oriente, Rionegro tiene un total de 133.305 habitantes, 40.845 en el área rural y 92.460 en el área urbana. Según datos DANE de proyección de población y hogares al 2016 para las zonas urbanas y rurales se obtuvo que cada hogar tiene en promedio 3.37 habitantes en las cabeceras municipales y 3.65 en las zonas rurales; integrando estos datos se obtiene el número de hogares objeto de estudio: 38.620 hogares de los cuales 27.416 son urbanos y 11.204 rurales.

Método de muestreo (diseño de muestreo)

- 3.24 El diseño de muestreo es probabilístico, estratificado y bietápico con selección de unidades por muestreo aleatorio simple (M.A.S.). Un estrato estadístico es la zona geográfica dentro de una UTAM, conformada por los bloques o manzanas con predominancia de viviendas de un mismo estrato socioeconómico.
- 3.25 Dentro de cada estrato estadístico se implementó el siguiente mecanismo de selección.
- Selección de bloques o manzanas. Usando un algoritmo de selección aleatoria, se seleccionó un conjunto de manzanas a considerar en la muestra,

- Luego en cada bloque seleccionado en la etapa I, se realizó la selección aleatoria de hogares a través del mismo algoritmo,
- En cada hogar se indagó por información en todas las personas de 5 o más años de edad; se tomó una persona mayor de edad como referente en el hogar para las visitas y los re-contactos telefónicos.

3.26 En la etapa II, la selección de hogares fue precedida por la selección de viviendas, pero se consideró pertinente no agregar una etapa al diseño de muestreo para hacerlo más eficiente; esta acción se sustenta en el hecho de que la herramienta VIHOPE proporciona el número promedio de hogares por vivienda en cada uno de los bloques, insumo necesario para el cálculo de factores de expansión. Adicionalmente, en aquellas viviendas donde cohabitan dos o más hogares, el diseño de muestreo estableció la selección del hogar de la persona que atendió el llamado del encuestador. Otro aspecto logístico a tener en cuenta es que el trabajo de campo consideró la definición de las ZAT para el desarrollo del operativo. Se planeó la visita a todas las ZAT (de uso residencial) con el fin de lograr buena micro representatividad.

3.27 El diseño de la muestra para las encuestas en hogares debe realizarse de tal manera que se garantice un nivel de confianza del 90 % y un error relativo de muestreo máximo de 10 % en cada UTAM en la estimación del número total de viajes por hogar.

Validación de la base de datos MIC

3.28 Aunque existen estándares internacionales aceptados para lo que se considera una “Encuesta válida de movilidad de un hogar”, en una encuesta domiciliaria de viajes, la decisión de rechazar una encuesta realizada debe tomar en cuenta dos aspectos clave:

- El reemplazo de un hogar muestreado modifica la integridad de la muestra original e induce sesgos en la muestra obtenida.
- La eliminación y su reemplazo aumenta el costo de la información recolectada.
- Una encuesta de hogares se puede entender como un árbol de información para el que no siempre es posible contar con la información detallada de los viajes de alguna de las personas. Rechazar una encuesta debido a esta condición implicaría desperdiciar una cantidad de información útil y valiosa para los propósitos del estudio.

3.29 En consecuencia, es necesario establecer los contenidos de información mínimos aceptables para obtener los datos esenciales de la estructura de viajes del hogar, que permitan aceptar como válida una encuesta domiciliaria. La definición de qué constituye una encuesta válida también es importante dado que contribuye a determinar cuándo se alcanza el tamaño de muestra especificado para la encuesta.

3.30 En este contexto, se requiere clarificar los requerimientos mínimos en la calidad de la información recolectada en la encuesta a hogares, teniendo como propósitos fundamentales:

- i. Los diferentes niveles de importancia y uso de la información.
- ii. La calidad de la información a recolectar.
- iii. El control de las consecuencias en el procesamiento de datos.
- iv. El rendimiento y aprobación de las encuestas domiciliarias.

- 3.31 En efecto, una parte de la información a obtener mediante la encuesta es crítica, es decir, sin ella la encuesta no cumple sus objetivos. Por ejemplo, el número de personas que viven en el hogar es un dato imprescindible para efectos de validar la encuesta, teniendo en cuenta que la información obtenida será utilizada para los propósitos de expansión y modelación.
- 3.32 Otra parte de la información no es crítica, o bien, puede deducirse a partir de datos registrados en otras preguntas. Por ejemplo, el “barrio” donde se ubica el hogar se puede obtener a partir del identificador del predio. La falta de este tipo de información no invalida la encuesta, teniendo en cuenta las posibilidades de recuperación de los datos.
- 3.33 Es importante identificar el nivel de importancia de cada pregunta de la encuesta y definir los criterios de validación, teniendo en cuenta que no siempre se logra obtener una encuesta domiciliaria correcta y completamente diligenciada. En la práctica ocurren numerosas razones que dificultan la toma de información: residentes ausentes en el momento de la encuesta, falta de tiempo de los encuestados, resistencia a llenar formatos largos, deseo de “simplificar la tarea” por parte del individuo porque... “ayer fue un día excepcional”, lo que resulta en registros incompletos, entre muchas otras razones.
- 3.34 También, subyace el tema de la no-respuesta, que ha sido definido como... “la falla para obtener una parte específica de información de alguien que responde la encuesta” (Zimowski et al, 1997), o... “la falla para obtener información verdadera y completa de cada encuestado” (Zmud & Arce, 1997). Así, el ítem no-respuesta ocurre no sólo como resultado de información no existente, sino también, cuando se proporciona información incorrecta. (Stopher et al, 2008).
- 3.35 A partir de las consideraciones anteriores, se considera fundamental para el éxito de una Encuesta de Movilidad, incorporar el concepto de Contenido Mínimo de Información (más conocido como MIC, por sus siglas en inglés) de encuestas domiciliarias, que identifica la información imprescindible para los objetivos del proyecto.

Parámetros de aceptación para la encuesta domiciliaria

- 3.36 En esta parte de definición de parámetros es importante identificar de manera preliminar, que la encuesta de hogares se debe dividir en dos partes: la información del hogar (módulos A, B y C, y la información adicional sobre ingresos), y la información de los viajes (módulo D). De esta manera deben definirse criterios claros para cada una de estas partes teniendo en cuenta que al invalidar un dato en los módulos A, B y C, invalida también el módulo D. Sin embargo, al invalidar un módulo de viajes (D) no necesariamente se invalida la encuesta al hogar.
- 3.37 Por ejemplo: supongamos un hogar con 4 personas mayores a 5 años que realizaron viajes el día anterior. De ellos se cuenta con un informante principal que suministra la información de los módulos A, B y C, así como su módulo propio de viajes. Posteriormente, mediante el recontacto de las 3 personas restantes, dos responden sin problema, pero la persona restante respondió incorrectamente las preguntas de contenido mínimo. En este caso, de no ser posible realizar un recontacto o tener un rechazo definitivo por parte de esta persona, se invalida solo su módulo de viajes, quedando la encuesta con información de viajes válida de 3 personas e información válida del hogar.

3.38 Otra situación podría ser, que en un hogar no se suministró la información válida en el módulo A. Dado que esta información aplica para todo el hogar y los encuestados, se invalida toda la encuesta, incluyendo los módulos de viajes.

Debido a este tipo de situaciones es importante entonces definir criterios claros y suficientes para un adecuado proceso de validación tanto de la encuesta total como de los módulos de viajes.

3.39 Con el fin de definir los parámetros de aceptación, se tuvo en cuenta las recomendaciones de la literatura técnica específica (Stopher et al, 2008), así como los resultados específicos de recientes encuestas domiciliarias (Santiago, 2001; Santiago, 2006; Auckland, 2007, Bogotá, 2011, Popayán 2015, Cali 2015 y Santiago de Querétaro 2016). A partir de las referencias revisadas se adoptaron los criterios correspondientes, estableciendo que un módulo de viajes por persona **no es válido** si:

- Falta alguno de los datos del contenido mínimo de información (MIC = SÍ) definidos en este documento.

Por otra parte, se estableció que una encuesta de hogar no es válida, si se presenta alguna de las siguientes situaciones:

- Si falta alguno de los datos del contenido mínimo de información (MIC = SÍ) de los módulos A, B y C.
- Si en total para un hogar, se obtuvo menos del número establecido en la siguiente tabla, de respuestas válidas sobre viajes para las personas de 5 años o más. Este criterio incluye a las personas que realizaron viajes el día anterior y las que contestaron que no viajaron.

Tabla 3.3: Número mínimo de respuesta a módulos de viajes para determinar la validez de una encuesta

Personas de 5 años o más en el hogar	Número válido de respuesta sobre viajes
1	1
2	2
3	2
4	3
5	3
6	4
7	4
8	5
9	5
10	6
11	6
12	7

Fuente: Elaboración Steer Davies Gleave

Nota: es importante tener en cuenta que aquellos hogares en los cuales las personas no realizaron viajes el día anterior son válidos, siempre y cuando se haya respondido correctamente las preguntas MIC de los módulos A, B y C.

Aspectos clave del re-contacto

- 3.40 Teniendo en cuenta que normalmente en la primera visita no se logra que estén disponibles todos los miembros del hogar, la metodología de trabajo de campo ha identificado la necesidad del re-contacto, con el fin de obtener la información de módulos de viajes faltantes con miras a completar la encuesta y cumplir los estándares MIC definidos mediante el presente documento.
- 3.41 De esta manera, es importante citar los aspectos claves de recuperación de información y re-contacto con el fin de validar su desarrollo durante el levantamiento de la información:
- En primera instancia, el re-contacto a los hogares se realizará mediante visitas adicionales que busquen el diligenciamiento presencial por parte de las personas del hogar.
 - Ya que es frecuente que las personas ausentes tengan dificultad para agendar una cita, o que los horarios de atención posibles pongan en riesgo la integridad de los encuestadores debido a las características de seguridad de la zona, se establece como segunda opción el re-contacto telefónico al hogar permitiendo:
 - Obtención de información de viajes, siempre y cuando la información sea suministrada directamente por la persona que realizó los viajes.
 - Verificación de información específica de los módulos de hogar, personas, vehículos y viajes dentro de los alcances del proceso de validación de las encuestas.
- 3.42 La información de los viajes sólo podrá suministrarse para los días hábiles de lunes a viernes, objeto del estudio. De esta manera, solo se tomará como referencia el día hábil anterior a la fecha del contacto de la persona. Toda información de días fin de semana será rechazada, pudiendo realizar la labor de re-contacto del informante para indagar la información de viajes del día típico anterior al re-contacto.

Definición de MIC para la encuesta domiciliaria

- 3.43 El aspecto clave de la definición del concepto de MIC es la identificación de la información imprescindible, no sólo para contribuir a asegurar los objetivos básicos de la encuesta de movilidad, sino, también para definir los lineamientos básicos para establecer como válida una encuesta domiciliaria.
- 3.44 Conforme a lo anterior, la práctica adoptada a nivel mundial en ejercicios de este tipo consiste en definir un MIC para cada aspecto de la encuesta. Mediante la determinación de este contenido de información mínimo, se realizó un proceso de validación para cada uno de las preguntas y opciones de respuesta. Para este fin, se tomó como referencia el control de calidad de la información adoptado en las Encuestas Domiciliarias de 2001 y 2006 en Santiago de Chile, de 2006 en Auckland- Nueva Zelandia, de 2011 en Bogotá y 2015 en Popayán y Cali - Colombia.
- 3.45 Para establecer el grado de aceptación de la cantidad y tipo de información esencial a recolectar en los hogares, con miras a definir la validez de las encuestas, se debe tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Fijar parámetros claros y específicos que permitan evitar interpretaciones erróneas por parte de las diferentes agencias o instituciones que utilicen posteriormente la información.
- Identificar cada uno de los indicadores imprescindibles para los procesos de corrección, expansión y modelación futuros con la información recolectada.

3.46 Para este caso, se han diseñado las tablas siguientes, que presentan el identificador y detalle de cada una de las preguntas del cuestionario (Columnas 1 y 2). En la columna 3 se indica el módulo al cual pertenece cada una de estas preguntas. En la cuarta columna de la tabla se presenta la calificación del contenido mínimo de información, es decir, se identifica la obligación o no de obtener cada dato. Si a una pregunta se asigna el atributo “Si”, ello significa que el dato es esencial y, por consiguiente, la ausencia de uno de estos datos puede ser causal para el rechazo de la encuesta. Si a una pregunta se asigna el atributo “No”, se entiende que la omisión de esta información no significa que la encuesta sea rechazada.

3.47 La quinta columna define una relación con el tipo de datos de la encuesta. Adicional a la clasificación MIC (“Si” o “No”), se puede realizar una categorización de datos según su naturaleza, desde los puntos de vista de manejo y obtención de la información. En consecuencia, se pueden asignar los siguientes parámetros según sea el caso:

- Datos de procedimiento de trabajo:** se trata de aquellos datos que no serán indagados en el hogar encuestado y que serán de manejo exclusivo por parte del encuestador y el supervisor de campo. En esta clasificación, algunos datos corresponden a la localización del hogar (ID Manzana, municipio, etc.). Estos datos serán suministrados directamente por el supervisor de campo según los datos recibidos por parte del equipo de estadística y selección aleatoria de predios.
Otros datos de procedimiento pueden estar pre-impresos en el formulario, como por ejemplo los números de orden de la persona entrevistada, el número del viaje, etc. Finalmente, hay otros datos de procedimiento que son tratados directamente por el encuestador según las condiciones particulares de cada encuesta, por ejemplo los datos del control de la entrevista, el número del folleto de viajes, que depende del número de personas de 5 años o más, que realizaron viajes el día de referencia asignado.
- Datos deducibles:** se trata de aquellos datos que se pueden obtener a partir de otros datos de la encuesta. Por ejemplo, datos como la comuna, el barrio, el estrato socioeconómico, son deducibles a partir del identificador del predio y su dirección.
Con respecto a los datos deducibles, es importante tener en cuenta que éstos deben ser obtenidos durante la supervisión y el procesamiento de la información a fin de completar la base de datos de la encuesta.
- Datos del encuestado:** se trata de los datos que solo pueden ser obtenidos mediante indagación a las personas del hogar. Por ejemplo: el motivo del viaje, la edad de la persona, etc.

3.48 La última columna de la tabla correspondiente a la etiqueta “Acción”, presenta las actividades o recomendaciones a tener en cuenta para cada caso.

3.49 Para este caso, los cuadros siguientes muestran la definición de la información mínima requerida para la validez de una encuesta. Del total de preguntas se tiene un 45% de datos MIC. La ausencia de alguno de esos registros invalida la encuesta realizada en el hogar o el módulo de viajes según

sea el caso. La mayor parte de los datos de validación MIC (presencia absoluta y relativa) corresponden a la caracterización de los viajes individuales de las personas. Asimismo, existe sólo un registro, que aunque es dato del encuestado, no se considera MIC dada la vulnerabilidad de su respuesta, no sólo por una eventual no-respuesta, sino porque podría no ser verdadero.

Tabla 3.4: Módulo de Identificación y Control

ID	Preguntas	Módulo	MIC	Acción
1	Encuestador.	ID	NO	Dato de procedimiento (deducible).
2	ID manzana (Identificador de muestreo).	ID	SÍ	Dato de procedimiento. MIC="NO" invalida la encuesta. Necesario para la identificación y georreferenciación de la encuesta.
3	Punto muestra	ID	NO	Dato de procedimiento (deducible). Se puede obtener a partir del Predio, el IDM y la dirección de la vivienda.
4	Estrato socio-económico, según el recibo de agua	ID	SÍ	Dato de procedimiento. MIC="NO" invalida la encuesta. Necesario para clasificación socio-económica y modelación.
5	Día de la semana. Fecha.	ID	NO	Dato de procedimiento (deducible). Se puede obtener a partir de las fechas de visita al hogar.
6	Fecha	ID	SÍ	Dato de procedimiento. MIC="NO" invalida la encuesta.
7	Barrio.	ID	NO	Dato de procedimiento (deducible). Se puede obtener a partir del Predio, el IDM y la dirección de la vivienda.
8	Dirección de la vivienda.	ID	SÍ	Dato de procedimiento. MIC="NO" invalida la encuesta. Necesario para la georreferenciación de la encuesta.
9	Hora de Inicio	ID	NO	Dato de procedimiento (deducible). Se puede obtener a partir de las fechas de visita al hogar.

Fuente: Elaboración Steer Davies Gleave.

Tabla 3.5: Módulo A: Vivienda y Hogar

ID	Preguntas	Módulo	MIC	Acción
1	Nombre de la persona de contacto o informante principal.	A	SÍ*	Se trata de un dato imprescindible para el recontacto. Se debe analizar puntualmente cada encuesta cuando no se cuente con esta información.
2	Teléfonos de contacto.	A	SÍ*	Se trata de un dato imprescindible para el recontacto. Se debe analizar puntualmente cada encuesta cuando no se cuente con esta información, se debe contar con al menos un número telefónico.
3	Tipo de la vivienda (casa, apartamento, cuarto eninquilinato, etc.).	A	NO	Dato del encuestado. No es probable que la expansión se realice utilizando esta información. Sin embargo, puede ser utilizada para otros propósitos informativos. Adicionalmente, tampoco será utilizada en modelación.
4	Número de hogares en la vivienda.	A	SÍ	Dato del encuestado. MIC="NO" invalida la encuesta. Necesario para ajustar el factor de expansión

ID	Preguntas	Módulo	MIC	Acción
5	Número total de personas que viven en el hogar.	A	SÍ	Dato del encuestado. MIC="NO" invalida la encuesta. Requerido para expansión y propósitos de modelación.
6	Número de personas de 5 años y más que viven en el hogar.	A	SÍ	Dato del encuestado. MIC="NO" invalida la encuesta. Requerido para expansión y propósitos de modelación.
7	Propiedad de la vivienda (propia pagada, propia pagando, arriendo, usufructo, etc.).	A	NO	Dato del encuestado. Dato de carácter informativo. No será utilizado para efectos de validación y modelación.

Fuente: Elaboración Steer Davies Gleave.

Tabla 3.6: Módulo B: Información de las personas del hogar

ID	Preguntas	Módulo	MIC	Acción
1	Número de orden	B	SÍ	Dato de procedimiento. MIC="NO" invalida la encuesta. Es importante para identificar la propiedad vehicular y la identificación de la persona que viaja. Este formato es pre-impreso.
2	Nombre	B	NO	Dato del encuestado. No es necesario para los procesos de corrección o validación.
3	Parentesco con el jefe(a) del hogar.	B	NO	Dato del encuestado de carácter informativo.
4	Sexo.	B	SÍ	Dato del encuestado. MIC="NO" invalida la encuesta. Es deseable para modelación y necesario para corrección.
5	Edad en años cumplidos.	B	SÍ	Dato del encuestado. MIC= "NO" invalida la encuesta. Es necesario para conocer el perfil demográfico y abrir el módulo de viajes.
6	Nivel educativo aprobado.	B	NO	Dato del encuestado de carácter informativo (no crítico).
7	Ocupación principal.	B	NO	Dato del encuestado de carácter informativo (no crítico).
8	Ocupación secundaria.	B	NO	Dato del encuestado de carácter informativo (no crítico).
9 y 10	Actividad económica de la empresa, establecimiento o negocio donde trabaja.	B	NO	Dato del encuestado de carácter informativo (no crítico).
11 y 12	Limitaciones para utilizar medios de transporte	B	NO	Dato del encuestado de carácter informativo (no crítico).
13	Licencia de conducción	B	NO	Dato del encuestado de carácter informativo (no crítico). Sin embargo, es útil para modelación y en algunos casos puede inferirse.
14	Desplazamientos realizados el día anterior.	B	SÍ	Dato del encuestado. MIC="NO" invalida la encuesta. Necesario para controlar si la persona viajó o no.

ID	Preguntas	Módulo	MIC	Acción
15	Persona presente en el hogar.	B	NO	Dato de procedimiento utilizado solo para fines de verificación del número de mujeres presentes en el hogar para la aplicación de las preguntas de seguridad en el transporte público.
16	Respuesta al módulo de viajes.	B	NO	Dato de procedimiento utilizado para fines informativos para conocer la causalidad de rechazo.
17	Número de viajes realizado.	B	SÍ	MIC="NO" invalida la encuesta. Dato de procedimiento deducible, utilizado para verificar el número de viajes reportado en el módulo D.

Fuente: Elaboración Steer Davies Gleave.

Tabla 3.7: Módulo C: Información sobre los vehículos que disponen las personas del hogar

ID	Preguntas	Módulo	MIC	Acción
1	Cantidad de vehículos disponibles en el hogar.	C	SÍ	Dato del encuestado. MIC="NO" invalida la encuesta. Importante para modelación de partición modal.
2	Número de orden	C	SÍ	Dato de procedimiento. MIC="NO" invalida la encuesta. Información pre impresa en el formulario necesaria para identificación.
3	Código del vehículo motorizado.	C	NO	Dato del encuestado (no crítico). Sin embargo, es útil para modelación y en algunos casos puede inferirse.
4	Tipo de combustible.	C	NO	Dato del encuestado de carácter informativo (no crítico).
5	Municipio de matrícula.	C	NO	Dato del encuestado de carácter informativo (no crítico).
6	Modelo del vehículo	C	NO	Dato del encuestado de carácter informativo (no crítico).
7	Propiedad del vehículo.	C	NO	Dato del encuestado de carácter informativo (no crítico).
8	Estacionamiento en la vivienda.	C	NO	Dato del encuestado de carácter informativo (no crítico).
9	Costo del estacionamiento en la vivienda.	C	NO	Dato del encuestado de carácter informativo (no crítico).

Fuente: Elaboración Steer Davies Gleave

Tabla 3.8: Módulo D: Información de viajes por persona

ID	Preguntas	Módulo	MIC-D	Acción
1	Folleto Formulario.	D	SÍ	Dato de procedimiento. MIC="NO" invalida el módulo de viajes. Es indispensable para relacionar el módulo de viajes con la encuesta domiciliaria.
2	No. de orden de la persona entrevistada.	D	SÍ	Dato de procedimiento. MIC="NO" invalida el módulo de viajes. Necesario para identificar la persona dentro del hogar.

ID	Preguntas	Módulo	MIC-D	Acción
3 y 10	Número de viaje	D	SÍ	Dato de procedimiento. MIC="NO" invalida el módulo de viajes. Esta información se encuentra pre-impresa. Sin embargo, cuando el número de viajes realizado por la persona supere el los espacios disponibles, se deberá utilizar un formato adicional y referenciar el número del viaje continuando con la numeración según sea el caso.
4	Identificación del encuestador e identificación del supervisor.	D	NO	Dato de procedimiento. Utilizado para verificación de personal (dato no crítico).
5	Fecha de realización de la encuesta.	D	NO	Dato de procedimiento. Indicador para verificación.
6	Lugar de inicio del día.	D	SÍ	Dato del encuestado. MIC="NO" invalida el módulo de viajes. Indispensable para establecer el origen del primer viaje.
7	Barrio o vereda	D	NO	Dato del encuestado (no crítico). Se puede obtener a partir del lugar donde inició el día.
8	Municipio.	D	SÍ	Dato del encuestado. MIC="NO" invalida el módulo de viajes.
9	Hora de salida por primera vez en el día.	D	SÍ	Dato del encuestado. MIC="NO" invalida el módulo de viajes. Necesario para medir la duración del viaje y la distribución a lo largo del día.
11	Propósito: Qué fue a hacer	D	SÍ	Dato del encuestado. MIC="NO" invalida el módulo de viajes.
12	Medios de transporte utilizados	D	SÍ	Dato del encuestado. MIC="NO" invalida el módulo de viajes.
18	Dirección destino	D	SÍ	Dato del encuestado. MIC="NO" invalida el módulo de viajes.
19	Municipio	D	SÍ	Dato del encuestado. MIC="NO" invalida el módulo de viajes.
20	Cuánto caminó para llegar a su destino	D	NO	Dato del encuestado. Esta información subjetiva no es siempre confiable y requiere ajustes de corrección para que pueda ser utilizada en modelación. En la práctica esta información será objetivamente medida o se extraerá del modelo.
21	Hora de llegada al destino	D	SÍ	Dato del encuestado. MIC="NO" invalida el módulo de viajes.
22	Hora de salida del destino	D	SÍ	Dato del encuestado. MIC="NO" invalida el módulo de viajes.
23	Hizo otro viaje	D	SÍ	Dato del encuestado. MIC="NO" invalida el módulo de viajes

Fuente: Elaboración Steer Davies Gleave

Tabla 3.9: Módulo D: Preguntas específicas sobre las etapas de viaje

ID	Preguntas	Módulo	MIC-D	Acción
	Medio de transporte utilizado	D	SÍ	Dato del encuestado. MIC="NO" invalida el módulo de viajes.

ID	Preguntas	Módulo	MIC-D	Acción
13	¿Cuánto caminó para llegar al vehículo?	D	NO	Dato del encuestado. Esta información subjetiva no es siempre confiable y requiere ajustes de corrección para que pueda ser utilizada en modelación. En la práctica esta información será objetivamente medida o se extraerá del modelo.
14	Tarifa pagada	D	NO	Dato del encuestado. Esta información subjetiva para algunos medios de transporte.
15	Propiedad del vehículo	D	NO	Dato del encuestado. Dato informativo no crítico. No es necesario para modelación.
16	Dirección/Estación donde se bajó del vehículo	D	NO	Dato del encuestado.
17	Lugar, costo y modalidad de estacionamiento en el destino	D	NO	Esta información es útil pero no siempre confiable y será estimada en el modelo

Fuente: Elaboración Steer Davies Gleave.

Tabla 3.10: Información adicional – Ingresos del hogar

ID	Preguntas	Módulo	MIC	Acción
	Los ingresos mensuales del hogar:		NO	Dato del encuestado. No siempre es confiable dado que depende de la disposición de respuesta y el conocimiento por parte del informante, de los ingresos de cada uno de los integrantes del hogar
1	0 – 689404	Información adicional	NO	
2	689405- 1400000			
3	1400001- 1900000			
4	1900001-2400000			
5	2400001- 3400000			
6	3400001- 4700000			
7	4700001- 6600000			
8	6600001- 9000000			
9	Más de 9000000			

Fuente: Elaboración Steer Davies Gleave.

Tabla 3.11: Resumen de las encuestas domiciliarias

Módulo	Número total de preguntas	Número de preguntas MIC=SÍ	%Preguntas =SÍ	MIC
Identificación de la encuesta	10	4	40%	
A (Hogar)	7	5	71%	
B (Personas)	17	5	29%	
C (Vehículos)	9	2	22%	
D (Datos de Viajes)	17	13	76%	

Módulo	Número total de preguntas	Número de preguntas MIC=Sí	% Preguntas =Sí	MIC
D (Etapas de viaje)	6	1	17%	
Información adicional sobre el hogar	1	0	0%	
Total encuesta	67	30	45%	

Fuente: Elaboración Steer Davies Gleave

4 Procedimientos estadísticos de la encuesta de hogares

Imputación

- 4.1 Usualmente, en las encuestas de hogares sucede que a pesar de aplicar los mecanismos del contacto previo y de las visitas directas al hogar, algunas personas no reportan una parte de la información. Las no respuestas mencionadas pueden ser de dos tipos:
- Personas que no les es posible responder, por ausencia en el hogar, imposibilidad de contacto, etcétera, y,
 - Personas que rechazan la encuesta por falta de tiempo, poca disposición, extensión del formulario, etcétera.
- 4.2 Teniendo en cuenta que esta es una situación común en la práctica, se define previamente por parte del consultor el documento de identificación de encuestas válidas, en el cual se especifica las preguntas de contenido mínimo de información (MIC) y el número máximo de ítems no-respuesta según el número de personas de 5 años o más en el hogar.
- 4.3 A partir de la base de datos de hogares, el siguiente paso es definir los procedimientos y criterios de manejo y ajuste de los ítems no-respuesta a fin de obtener una base de información válida para los procesos posteriores de análisis de la información.
- 4.4 Normalmente, la imputación estadística hace referencia a datos directamente relacionados con la unidad de muestreo. En este caso, es importante mencionar que la unidad de muestreo son los hogares, de los cuales se tiene el 100 % de la información requerida. Teniendo en cuenta que la encuesta de movilidad agrupa diferentes sub-niveles de información al considerar las unidades conglomeradas que conforman dichos hogares, es importante mencionar que el proceso de imputación debe ser entendido de una manera especial de acuerdo con la complejidad del árbol de información aquí obtenido. Por consiguiente, el primer paso es entender a qué nivel se desarrolla la imputación y cuál es el nivel de obtención de la información recolectada, así:
- Unidades que están definidas en el marco de muestreo: hogares. Información recolectada 100% de las variables del estudio. No requiere imputación.
 - Segundo nivel de información: personas que hacen parte del hogar. Información recolectada 100% de las variables del estudio. No requiere imputación.
 - Segundo nivel de información: vehículos disponibles para el hogar. Información recolectada 100% de las variables del estudio. No requiere imputación.

- Tercer nivel de información: viajes de las personas del hogar. Requiere proceso de imputación.

- 4.5 Vale la pena mencionar que incluso para los casos puntuales de rechazo de personas, su información socio-económica fue obtenida por medio del informante principal del hogar. Incluso se llegó a obtener la información de si la persona que no responde al módulo de viajes, realizó desplazamientos durante el día de referencia y de esta manera poder clasificarla como viajero “imputable”.
- 4.6 La aplicación de imputaciones en ítems no-respuesta busca lograr una base estadística suficiente dentro de los rangos de confiabilidad y error aceptable.
- 4.7 Este tipo de procedimientos se hace aún más necesario para efectos de evitar sesgos no realistas en la información, ya que en este tipo de encuestas las personas de mayor probabilidad de contacto y disposición para contestar la encuesta son aquellas que no realizan desplazamientos. Por otra parte, las personas que realizan desplazamientos tienen una menor probabilidad de contacto y menor disposición a contestar.
- 4.8 De esta manera, no se debe ignorar los ítems no-respuesta relacionados con la información de viajes. En el caso específico de la Encuesta de Movilidad de Rionegro, se diseñaron los filtros correspondientes en los instrumentos de medición para conocer con certeza si las personas que no suministraron información de viajes realizaron desplazamientos el día de referencia. De esta manera, estos datos de imputación son adecuadamente diferenciables de los casos “no viajó”.

Fundamentos teóricos de la imputación estadística

- 4.9 La imputación estadística es un proceso mediante el cual se asignan valores no informados en una observación por otros seleccionados por un procedimiento estadístico específico. La imputación corresponde al caso en el que se asigna un único valor según las reglas de consistencia establecidas.
- 4.10 Existe una gran cantidad de métodos de imputación que se adaptan a diferentes casos según las características propias de la encuesta a desarrollar y de una buena selección del mismo dependerá la no alteración de los resultados de la encuesta.

La necesidad de imputar

- 4.11 El procedimiento de imputación cumple un papel fundamental dentro del desarrollo de la encuesta ya que permite validar una fracción importante de la información recolectada que sigue siendo representativa para el estudio.
- 4.12 Adicionalmente permite estudiar los perfiles de no respuesta de los encuestados con el fin de identificar sesgos que puedan alterar la representatividad de la información recolectada.
- 4.13 Finalmente el éxito en la obtención de la totalidad de los indicadores de movilidad requiere que se apliquen los procedimientos de imputación estadística para no subestimar o sobreestimar valores absolutos que terminen alternando los resultados del estudio.

Aspectos claves del procedimiento

- 4.14 La selección del método de imputación se encuentra relacionado principalmente con:

- Perfil de la no respuesta
- Variables a imputar

4.15 En cuanto al perfil de no respuesta, se debe identificar si la información faltante corresponde a algún comportamiento en especial en el encuestado que incite la no respuesta de la misma, es decir, que la no respuesta dependa o no de las variables socio-económicas y de comportamiento de los encuestados. Para ello se definen dentro de la literatura los perfiles de información faltantes nombrados a continuación:

- MCAR: (Missing completely at random), este perfil se le asigna cuando la probabilidad de no respuesta es totalmente independiente de los datos observados y no observados.
- MAR: (Missing at random), se asigna cuando la probabilidad de no respuesta depende únicamente de los datos observados, es decir, se pueden hacer inferencias sobre la información faltante utilizando los datos recolectados.
- MNAR: (Missing not at random), es asigna cuando la probabilidad de no respuesta depende del valor no observado de los elementos faltantes. (Restrepo & Marín, 2012)

4.16 Por otro lado se deben analizar los tipos de variables a imputar, ya que algunos métodos se restringen únicamente a variables numéricas mientras que otros permiten imputar variables como textos y fechas.

4.17 En el caso específico de la Encuesta de Movilidad de Rionegro, los tipos de variables a imputar se encuentran listados a continuación.

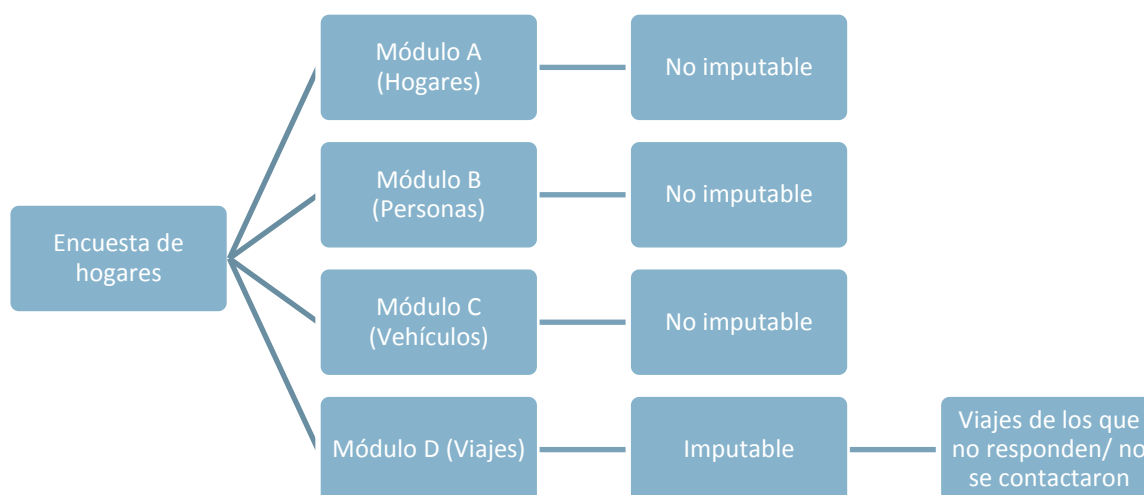
- Variables numéricas
- Cantidad de viajes
- Tiempos de espera
- Variables de cadenas de texto
- Modos de transporte
- Motivos de viaje
- Variables tipo hora
- Hora de salida
- Hora de llegada

4.18 Debido a la variedad en la tipología de las variables a imputar, se debe escoger un método que permita obtener estos diferentes tipos de información para un mismo individuo de manera simultánea, dado que se trata de variables relacionadas entre sí.

Alcance de la imputación

4.19 Los procesos de imputación de datos son desarrollados para variables específicas según análisis requeridos. De esta manera, al analizar la base de datos se encontró que en general la información del hogar (módulo A), la información de las personas (módulo B) y la información de los vehículos (módulo C) fue obtenida en su totalidad. Incluso para los casos puntuales de rechazo de personas, su información socio-económica fue obtenida por medio del informante principal del hogar. Incluso se llegó a obtener la información de si la persona que no respondió al módulo de viajes, realizó desplazamientos durante el día de referencia, esta información se explica de manera detallada en la siguiente figura.

Figura 4.1: Árbol de la encuesta, alcance de la imputación



Fuente: Steer Davies Gleave, 2016

4.20 De esta manera, con el fin de estimar el número de viajes en la zona de estudio según las diferentes categorías geográficas, modales y socio-económicas, el proceso de imputación de datos solo va a ser aplicable a la variable de número de viajes realizados al día para los casos específicos de personas cuya información no se pudo obtener.

4.21 La aplicación de imputaciones en ítems no-respuesta busca lograr una base estadística suficiente dentro de los rangos de confiabilidad y error aceptable, que represente de manera adecuada los indicadores de movilidad. No obstante, por falta de información geográfica de los viajes imputados, este procedimiento no será utilizado para la alimentación de las matrices origen-destino.

Revisión de métodos de imputación

4.22 En esta sección se lleva a cabo la recopilación de diferentes métodos de imputación estadística de los cuales se ha podido recopilar algún tipo de evidencia de aplicación en diferentes países. La información obtenida se condensa en la siguiente tabla que cumple con los fines de validación y organización de los métodos y permite realizar una selección metodológica de los más convenientes para la encuesta EODH de Rionegro.

4.23 La selección del método más conveniente se lleva a cabo analizando:

- El tipo de información de no respuesta (tipo de variables a imputar).
- Perfiles de la no respuesta (análisis de sesgos).

4.24 Luego de identificar el método que mejor se pueda ajustar a la encuesta de hogares, se procede a explicar la metodología detallada con la cual se llevará a cabo el procedimiento de imputación.

4.25 A continuación, se presenta el recuento de los métodos de imputación más importantes manejados en los estudios estadísticos y que han sido estudiados por la presente consultoría.

Tabla 4.1: Recuento de los métodos de imputación estudiados

Método/ variable	Técnica	Tipos de datos	Perfil	Aplicación	Ventajas	Desventajas
Deductivo	Fundamentada en información externa	*Numéricos *Fecha-Hora *Campos alfanuméricos	MNAR	Según el criterio de revisión de crítica y codificación, se edita la información faltante tal que sea coherente con la información revisada a la fecha.	*Se garantiza la consistencia de la información.	*No se garantiza que represente 100 % la realidad. * Puede considerarse como una edición de la información. *Se pueden excluir casos muy atípicos que tienen la probabilidad de representar el caso a imputar.
Histórico	Fundamentada en información externa	*Numéricos *Fecha-Hora *Campos alfanuméricos	MNAR	Toma valores constantes de fuentes externas para llenar la variable perdida	* Fácil aplicación. * En los casos en los que el comportamiento probable es más representativo que los cambios temporales resultan ser una muy buena herramienta de imputación.	*No se cuenta con información de encuestas anteriores. *El reemplazo histórico podría inducir ruido en la encuesta, ya que las condiciones y la oferta de transporte ha cambiado en la ciudad en los últimos años.
Aparejamiento de media	Determinística	*Numéricos	MAR	Se compara el perfil del dato faltante con casos completos, imputando el valor correspondiente al caso más cercano.	*Permite revisar que no se tengan datos de imputaciones repetidas.	* Es un método muy tedioso de aplicar en estudios con una gran cantidad de información. * El estudio de los casos puede ser diferente en función de la persona que los analiza.
Datos completos/ Listwise	Eliminación	*Numéricos *Fecha-Hora *Campos alfanuméricos	MCAR- MAR	Se utilizan las observaciones que tienen información para todas las variables	*Fácil aplicación *Uso común	*No se puede permitir no tener la información completa de las variables a imputar. *No cumple las necesidades del estudio de generar indicadores con base en la información de los viajes (como los viajes totales de la ciudad).

Método/ variable	Técnica	Tipos de datos	Perfil	Aplicación	Ventajas	Desventajas
Datos completos/ Pairwise	Eliminación	*Numéricos *Fecha-Hora *Campos alfanuméricos	MCAR	Se analiza cada variable por aparte con todos los datos que se dispongan de ella, por lo que los registros incompletos pueden ser analizados de manera parcial.	* Fácil aplicación. * Trabaja con todas las variables.	* Se distorsionan los parámetros estadísticos de la muestra.
Cold Deck	Determinística	*Numéricos *Fecha-Hora *Campos alfanuméricos	MNAR	Los valores faltantes se asignan a partir de una encuesta o estudios anteriores	* Fácil aplicación.	*No se conoce la calidad de la información de las encuestas anteriores. * El comportamiento de la ciudadanía puede variar en función del tiempo, por lo que puede no representar completamente la realidad.
Por medias/ no condicionadas	Determinística	Numéricos	MCAR	Se estima la media de los valores observados y con estos se estiman los valores faltantes.	*Fácil aplicación.	* No permite imputar otros tipos de datos diferentes a las variables numéricas. * Genera indicadores sesgados. * Altera la varianza de los indicadores.
Por medias/ Por subgrupos (Condicionada)	Determinística	Numéricos	MCAR	Se dividen los registros completos e incompletos en subgrupos que cumplan las mismas características, luego se imputan los valores faltantes por la media de los valores observados dentro de la clase respectiva.	* Disminuye la afectación de los indicadores al imputar valores diferentes por grupo y no por la totalidad de la información.	* No permite imputar otros tipos de datos diferentes a las variables numéricas. * Genera indicadores sesgados. * Altera la varianza de los indicadores.
Por tasas	Determinística	*Numéricos	MCAR	Se usan variables auxiliares que se encuentran altamente relacionadas con las variables a imputar. El dato a imputar se obtiene multiplicando la tasa de la media de los registros completos.	* Pueden generarse modelos altamente correlacionados que generen imputaciones muy características.	* No es completamente eficiente. * Si hay variables auxiliares idénticas generarán indicadores similares, lo que puede distorsionar la distribución de la variable imputada.

Método/ variable	Técnica	Tipos de datos	Perfil	Aplicación	Ventajas	Desventajas
Variables binarias	Aleatoria	Datos SI/NO	MCAR	Se crea una función logística en función de variables binarias que permiten identificar las observaciones con datos faltantes.	*Las variables binarias tienen un planteamiento sencillo	En los modelos de regresión producen distorsiones en los parámetros.
Reponderación	Determinística	*Numéricos	MCAR	Se forman subgrupos basados en características similares y sobre ellos se eliminan los datos faltantes, posteriormente se pondera la información por variable dentro de cada grupo.	Permite estimar valores correctos dentro de cada uno de los registros	* Cuando se tienen altas tasas de no respuesta se puede sesgar los valores.
Hot Deck / Condicionado a covariables	Aleatoria	*Numéricos *Fecha-Hora *Campos alfanuméricos	MAR	Se dividen los registros completos en subgrupos que cumplan las mismas características. Los registros incompletos se sustituyen con la información de un registro completo que se encuentre en el mismo grupo.	*Los donantes y receptores hacen parte de un mismo grupo. *El número de donantes viene condicionado a las covariantes.	* Los criterios bajo los cuales se forman los subgrupos deben ser cuidadosamente analizados y validados.
Hot deck / Por regresión condicionado a covariables	Aleatoria	*Numéricos	MCAR	Se dividen los registros completos en subgrupos que cumplan las mismas características. Los registros incompletos se reemplazan con el valor medio estimado por la regresión para el grupo de interés.	* Fácil de aplicar.	*Se repite el valor imputado en las observaciones a imputar en un mismo grupo. * Se subestima la varianza y el error estándar.

Método/ variable	Técnica	Tipos de datos	Perfil	Aplicación	Ventajas	Desventajas
Hot deck/ Secuencial	Determinística	*Numéricos *Fecha-Hora *Campos alfanuméricos	MAR	Se organizan los registros en función de un parámetro previamente elegido, luego se reemplazan los valores perdidos por el registro inmediatamente anterior.	*Fácil aplicación. *La definición del parámetro de organización puede simular el acercamiento entre perfiles similares.	* Si se deben imputar muchos registros puede que se use muchas veces el mismo valor, lo que produce sesgos.
Hot Deck/ Vecino más cercano	Determinística	*Numéricos *Fecha-Hora *Campos alfanuméricos	MCAR	Parte de la suposición de que los individuos cercanos tienen características similares. Se definen subgrupos de medidas, una medida de distancia ¹ basada en un parámetro conocido y se le imputa al registro faltante los datos del registro más cercano a él.	* Permite hacer una selección técnica justificada de los casos de reemplazo hacia los registros a imputar.	* Posible duplicación del mismo valor muchas veces. *Selección de la métrica de distancia adecuada puede ser un tema delicado a la hora de su aplicación.
Regresión/ General	Determinística	*Numéricos	MCAR	Los valores faltantes se sustituyen con el valor medio estimado por la regresión efectuada en la base de todos los registros.	Fácil de aplicar	*puede sesgar las estimaciones. * Subestima la varianza de los indicadores. * No es fácil encontrar un modelo válido para la variable de interés.
Regresión/ Por subgrupos	Determinística	*Numéricos	MCAR	Se divide la base de datos en subgrupos basados en variables correlacionadas. Los valores faltantes se sustituyen con el valor medio estimado por la regresión efectuada en el subgrupo de interés	Fácil de aplicar	*puede sesgar las estimaciones. * Subestima la varianza de los indicadores. * No es fácil encontrar un modelo válido para la variable de interés.

¹ Medidas de distancia posibles: Máxima desviación, distancia de Mahalanobis y distancia euclídea.

Método/ variable	Técnica	Tipos de datos	Perfil	Aplicación	Ventajas	Desventajas
Regresión/ Aleatoria	Aleatoria	*Numéricos	MAR	Similar al método general, agrega un valor residual aleatorio.	Resuelve el problema de la distorsión de la distribución de la variable a imputar	* Puede crear inconsistencias dentro de la base de datos, ya que puede generar valores fuera de rango.
Máxima verosimilitud (EM)	Determinística	*Numéricos *Fecha-Hora *Campos alfanuméricos	MAR	Se plantea un modelo multivariante con las variables completas para estimar los parámetros faltantes.	Puede hacer asimilaciones importantes con la realidad.	* La definición de la función puede ser compleja. * Puede que se le asigne a más de una imputación la misma información resultado del modelo EM.
Redes neuronales	Aleatoria	* Numéricos	MAR	Se plantea la creación de una red neuronal de procedimientos que evalúa una serie de casos previos y bajo la supervisión del programador imputa según los criterios parametrizados y aprendidos constantemente.	Se retroalimenta constantemente, esto hace que el resultado sea reevaluado imputación tras imputación.	* Complejo de diseñar y actuar. * Requiere un conocimiento avanzado sobre el tema. * En caso de no ser supervisado se puede salir de los rangos esperados y perder total validez.
Imputación múltiple	Determinística	*Numéricos	MAR	Se lleva a cabo la imputación de varios valores a un mismo dato faltante generando m estimaciones, luego mediante análisis estadísticos se combinan las diferentes asignaciones para imputar un único valor.	Permite obtener estimadores no sesgados y reflejar adecuadamente la incertidumbre de la no respuesta.	* Requiere que los datos sean MAR. * Ocurren situaciones en las que no se cumplen los supuestos. * La búsqueda del modelo adecuado puede ser muy compleja.
Imputación múltiple basados en modelos bayesianos	Determinística	*Numéricos *Fecha-Hora *Campos alfanuméricos	MAR	Parte de la información sobre la distribución de las respuestas, mediante un cálculo de probabilidad.	Permite conservar los parámetros estadísticos de error y la varianza.	* Requiere de información previa para estimar las distribuciones de probabilidad.

Fuente:

Steer

Davies

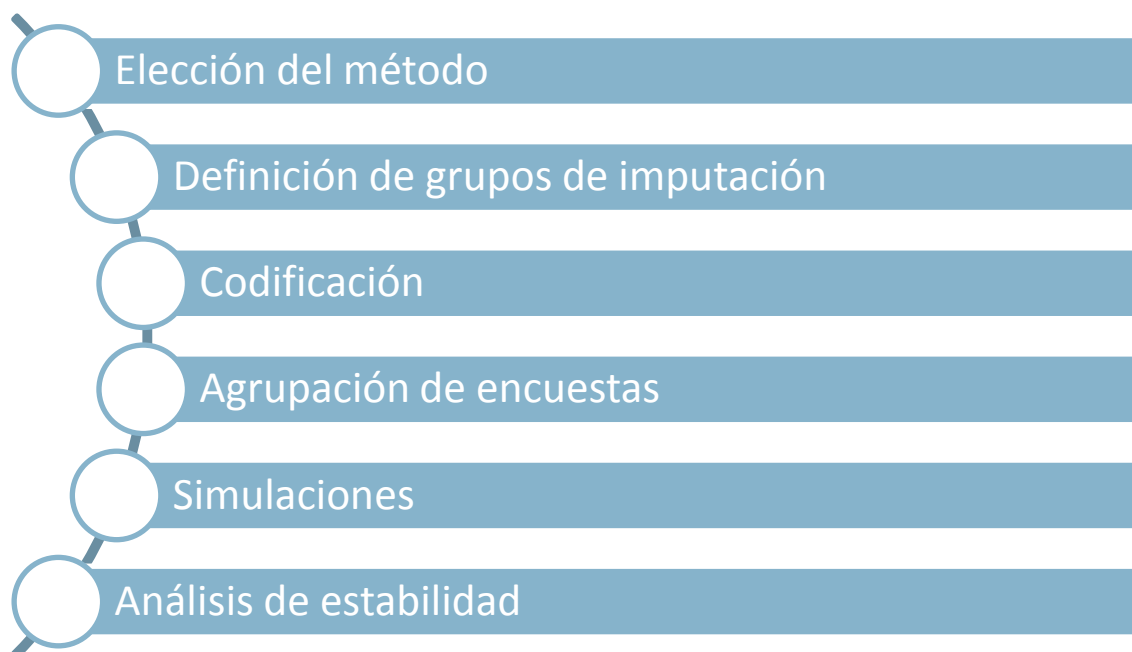
Gleave,

2016

Elección del método

- 4.26 Para este estudio específico se seleccionó el método de imputación Hot Deck condicionado a covariables ya que se adapta mejor a las especificaciones del estudio y el uso posterior de la información a recolectar. Este método es el más adecuado para este estudio ya que:
- El análisis realizado a la información que se presenta en detalle más adelante, permite conocer que los casos de no-respuesta se encuentran distribuidos de manera aleatoria en todos los grupos poblacionales, geográficos y socio-económicos. De tal manera, el principio acerca de imputación de ítems disponibles o “donantes” a los ítems no-respuesta o “receptores” es aplicable a este caso.
 - Permite la imputación de diversos tipos de variable como fechas, texto y variables numéricas.
 - Garantiza la obtención de información requerida en términos de cadenas de consistencia de información.
 - Se ha aplicado en otras encuestas (Bogotá 2011, Cali 2015, Querétaro 2016) de manera efectiva y se ha demostrado que su aplicación, en los porcentajes adecuados, no modifica los resultados del estudio.
- 4.27 Para el caso de la encuesta de hogares de Rionegro, únicamente se requiere imputar los viajes del 1.01% de los ciudadanos encuestados con 5 años o más. En estudios previo de encuestas de hogares se ha encontrado que se puede llegar a imputar un máximo del 12% de la información sin afectar la calidad de la misma, por lo que el valor obtenido está muy por debajo de los límites aceptables.
- 4.28 El procedimiento de imputación Hot Deck condicionado a covariables se compone de los siguientes pasos ilustrados en la siguiente figura:

Figura 4.2: Pasos de la imputación Hot Deck



Fuente: Steer Davies Gleave, 2016

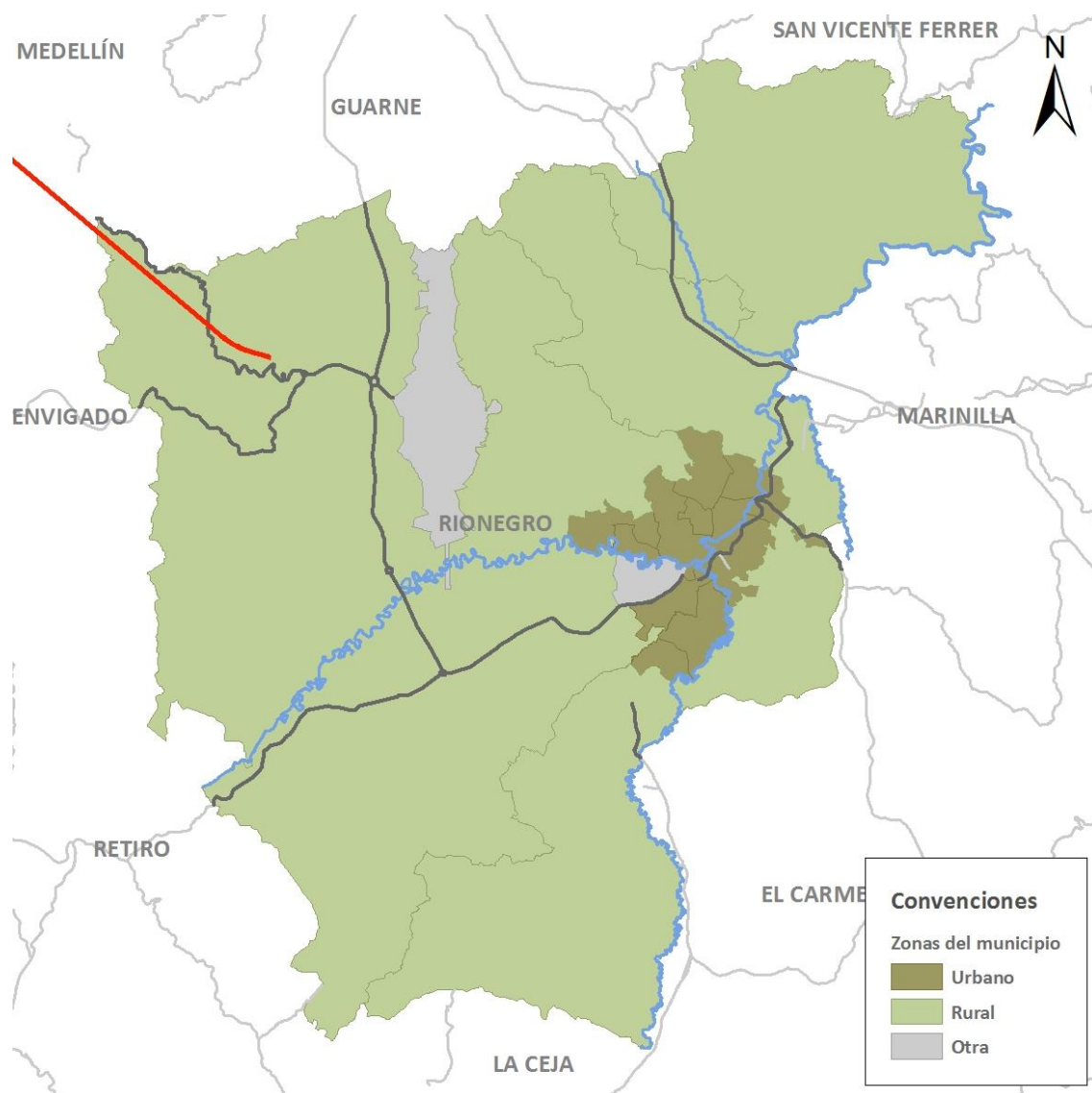
Definición de grupos de imputación

- 4.29 La aplicación del método Hot Deck parte de la teoría de que el perfil de viajes de una persona se encuentra claramente definido por algunas variables como el estrato, la ocupación, edad, entre otros.
- 4.30 De esta manera, la imputación Hot Deck consiste en perfilar en sub-grupos a las personas que no se pudieron contactar para asignarles por medio de un sorteo el perfil de viajes de una persona del mismo grupo, es decir, que comparta características similares.
- 4.31 Gran parte del éxito del ejercicio de imputación parte de una correcta definición de sub-grupos de personas basados en perfiles específicos. En consecuencia, la definición del perfil de la persona debe ser analizado de tal manera que garantice la consistencia asociada a los patrones de movilidad de las personas que hacen parte de cada grupo definido.
- 4.32 La definición de grupos de imputación considera las siguientes variables: ubicación, estrato socio-económico y ocupación del encuestado.

Ubicación

- 4.33 En cuanto a la ubicación, se definen dos grupos en función del lugar en el que fue realizada la encuesta.
- Zona urbana del municipio
 - Zona rural del municipio
- 4.34 La siguiente figura muestra la definición geográfica de las zonas anteriormente mostradas

Figura 4.3: Agrupación por ubicación geográfica



Fuente: Steer Davies Gleave, 2016

Estrato socio-económico

4.35 Los estratos socio-económicos se agrupan en 3 categorías como se muestra a continuación:

- Estratos altos: 5 y 6
- Estratos medios: 3 y 4
- Estratos bajos: 1 y 2

Ocupación del encuestado

Codificación

4.36 A nivel de ocupación, las categorías se plantean de la siguiente manera

- Trabaja
- Estudia
- Trabaja y estudia
- Otro

4.37 De acuerdo a las variables agrupadas, se procede a codificar cada una de ellas con el fin de conformar los grupos de imputación bajo las siguientes reglas:

- Código para ubicación: Se utiliza la letra “Z” seguido de la inicial de la ubicación “U” para urbana y “R” para rural.
- Código de estrato: Se utiliza la letra “E”, seguido de la letra inicial de la categoría, “B” para bajos, “M” para medios y “A” para altos.
- Código de ocupación: Se utilizan las letras “OC” seguidas del código de la ocupación.

4.38 A continuación se presenta la correspondencia de códigos utilizada:

Tabla 4.2: Códigos de ubicación

Zona	Descripción	Código
Urbano	Casco urbano	ZU
Rural	Veredas	ZR

Fuente: Steer Davies Gleave, 2016

Tabla 4.3: Códigos de estrato

Estrato	Descripción	Código
1	Estrato bajo	EB
2	Estrato bajo	EB
3	Estrato medio	EM
4	Estrato medio	EM
5	Estrato alto	EA
6	Estrato alto	EA

Fuente: Steer Davies Gleave, 2016

Tabla 4.4: Códigos de ocupación

No	Descripción	Código
1	Trabaja	OC01
2	Estudia	OC02
3	Otro	OC03
4	Trabaja y estudia	OC04

Fuente: Steer Davies Gleave, 2016

4.39 A modo de ejemplo, es posible obtener códigos de este estilo:

- ZU-EM-OC02: Persona habitante de la zona urbana del municipio, estrato medio, ocupación estudiante
- ZR-EA-OC04: Persona habitante de la zona rural del municipio, estrato alto, ocupación trabaja y estudia

Agrupación de encuestas

4.40 Teniendo en cuenta la codificación definida se crean 23 grupos de imputación que se presentan a continuación. Para cada categoría se calculó la cantidad de donantes (viajantes), receptores(rechazos), no viajantes y tasa de donantes por receptor. Finalmente se muestra la codificación para los grupos en los que se identificaron receptores para la imputación.

Tabla 4.5: Grupos de imputación

Grupo	Universo	No viajantes	Receptores	Donantes	Tasa (receptor/donantes)	Grupo sorteo
ZU-EM-OC01	1037	131	11	895	81	1
ZU-EM-OC03	872	504	4	364	91	2
ZU-EM-OC02	500	71	4	425	106	3
ZU-EB-OC01	235	33	1	201	201	4
ZU-EB-OC03	182	106	3	73	24	5
ZU-EB-OC04	4	0	0	4	No requiere imputación	
ZU-EB-OC02	112	18	0	94	No requiere imputación	
ZU-EM-OC04	39	7	0	32	No requiere imputación	
ZR-EB-OC03	180	99	1	80	80	6
ZR-EB-OC01	221	40	6	175	29	7
ZR-EB-OC02	107	13	1	93	93	8
ZR-EM-OC01	295	52	11	232	21	9
ZR-EM-OC03	279	166	0	113	No requiere imputación	
ZR-EM-OC02	149	23	0	126	No requiere imputación	
ZU-EA-OC01	38	9	2	27	14	10
ZU-EA-OC03	32	8	0	24	No requiere imputación	
ZU-EA-OC02	20	4	0	16	No requiere imputación	
ZR-EA-OC03	135	87	0	48	No requiere imputación	
ZR-EA-OC01	113	26	3	84	28	11
ZR-EA-OC02	73	10	0	63	No requiere imputación	
ZR-EM-OC04	6	0	0	6	No requiere imputación	
ZR-EA-OC04	1	0	0	1	No requiere imputación	
ZR-EB-OC04	1	0	0	1	No requiere imputación	

Fuente: Steer Davies Gleave, 2016

4.41 De esta manera, de los 24 grupos generados según las categorías definidas, es necesario realizar el procedimiento de imputación únicamente en 11.

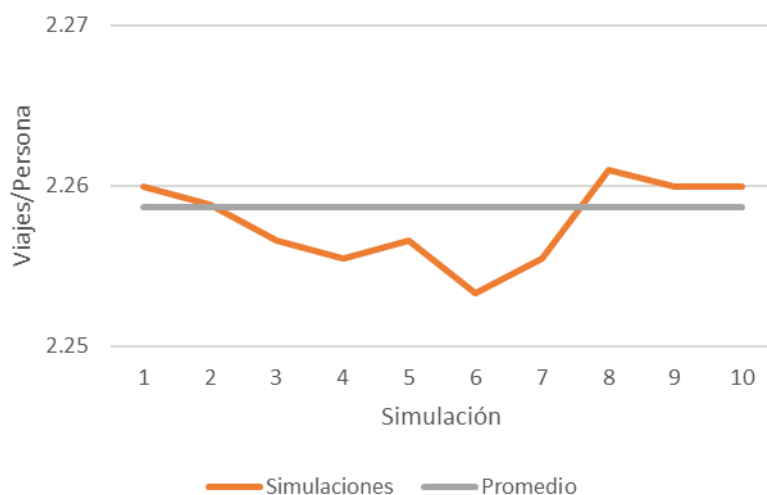
Simulaciones

- 4.42 Posterior a la definición de los grupos de imputación, se procede a hacer un sorteo aleatorio para cada una de las personas con imposibilidad de contacto. Se realizó un sorteo simultáneo en el cual se asignó de manera simultánea a cada receptor 10 donantes, el desarrollo de las 10 simulaciones asegura que el procedimiento no se vea afectado por la asignación de valores anómalos.

Análisis de estabilidad

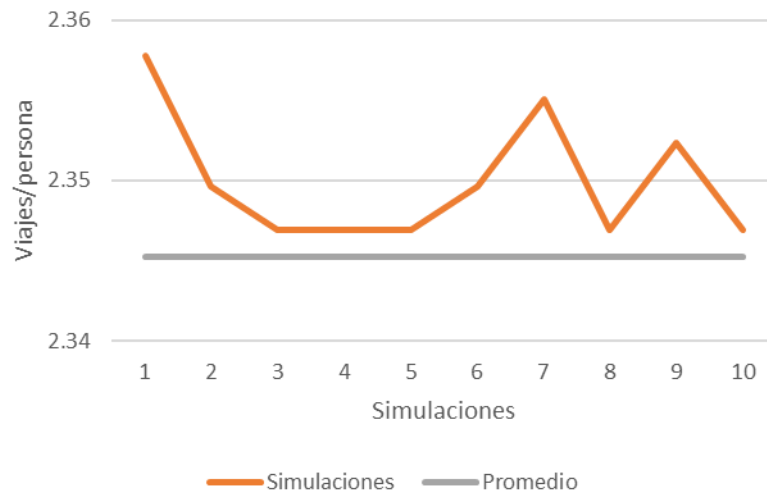
- 4.43 Siendo la imputación por medio del método Hot Deck un procedimiento que implica selección aleatoria, es importante controlar los resultados anómalos que puedan surgir mediante un análisis de estabilidad en múltiples simulaciones.
- 4.44 Con miras a identificar el nivel de variación de los indicadores obtenidos bajo los diferentes escenarios de simulación, se realizó un proceso de comparación entre la variable viajes por persona que viaja y comparar los resultados de cada una de ellas para cada una de ellas y para cada uno de los grupos definidos. Al final se selecciona el grupo de menor variabilidad ya que presenta menos ruido para el final del estudio.
- 4.45 Tal como se aprecia a continuación, para cada uno de los perfiles seleccionados se realizó el proceso de imputación en los 10 escenarios de simulación. Los resultados entre las simulaciones son estables en términos de que el promedio de viajes por persona que viaja varía máximo en 0.09 unidades.
- 4.46 A continuación se ilustra la estimación de viajes promedio por persona que viaja para cada uno de los perfiles agrupados con sus respectivas 10 simulaciones.

Figura 4.4: Estabilidad del grupo 1: Zona urbana, estratos medios, trabaja



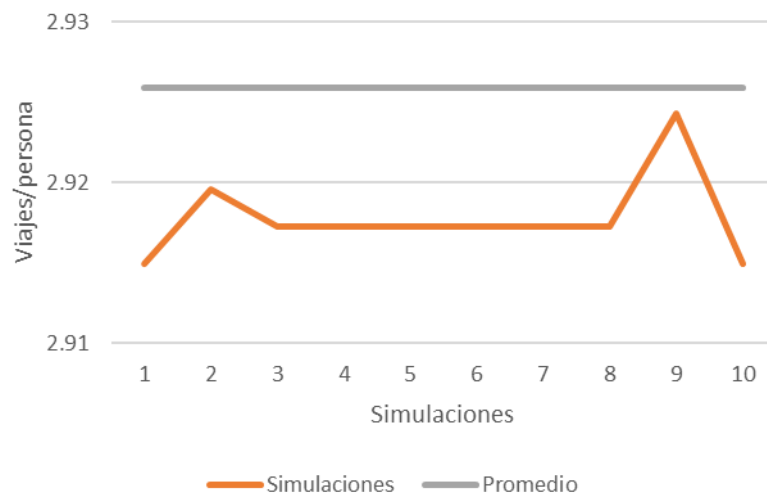
Fuente: Steer Davies Gleave, 2016

Figura 4.5: Estabilidad del grupo 2: Zona urbana, estratos medios, otra ocupación



Fuente: Steer Davies Gleave, 2016

Figura 4.6: Estabilidad del grupo 3: Zona urbana, estratos medios, estudia



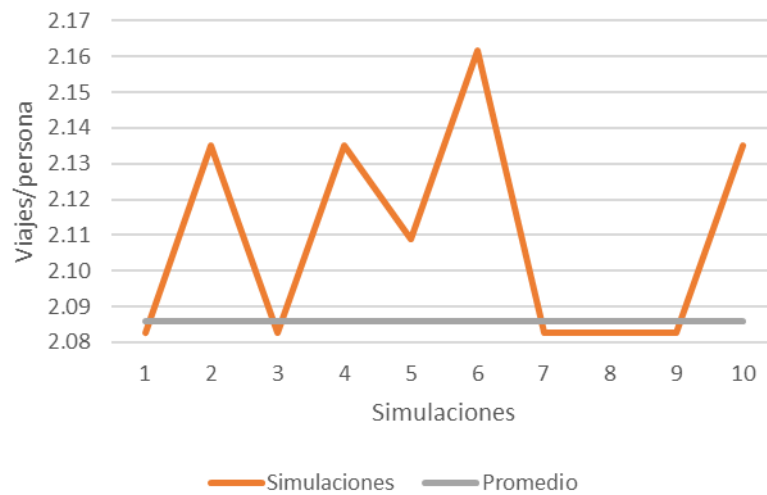
Fuente: Steer Davies Gleave, 2016

Figura 4.7: Estabilidad del grupo 4: Zona urbana, estratos bajos, trabaja



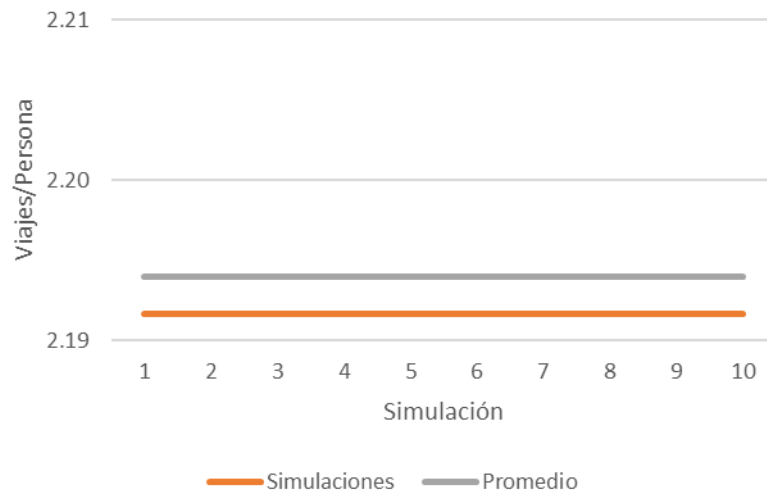
Fuente: Steer Davies Gleave, 2016

Figura 4.8: Estabilidad del grupo 5: Zona urbana, estratos bajos, otra ocupación



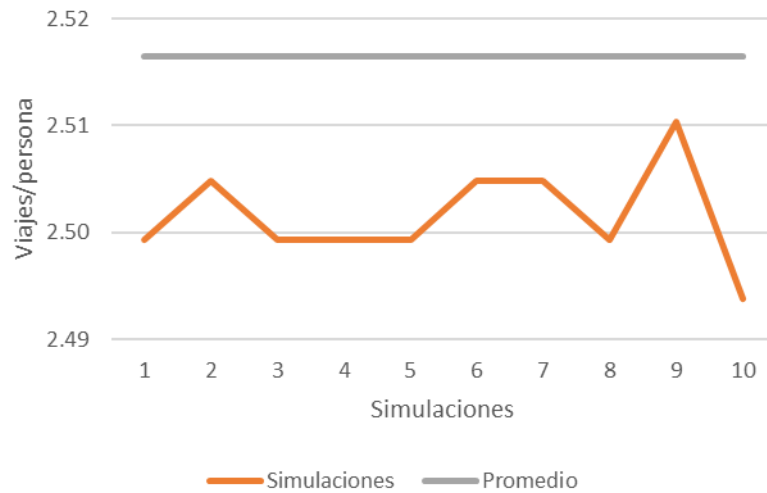
Fuente: Steer Davies Gleave, 2016

Figura 4.9: Estabilidad del grupo 6: Zona rural, estratos bajos, otra ocupación



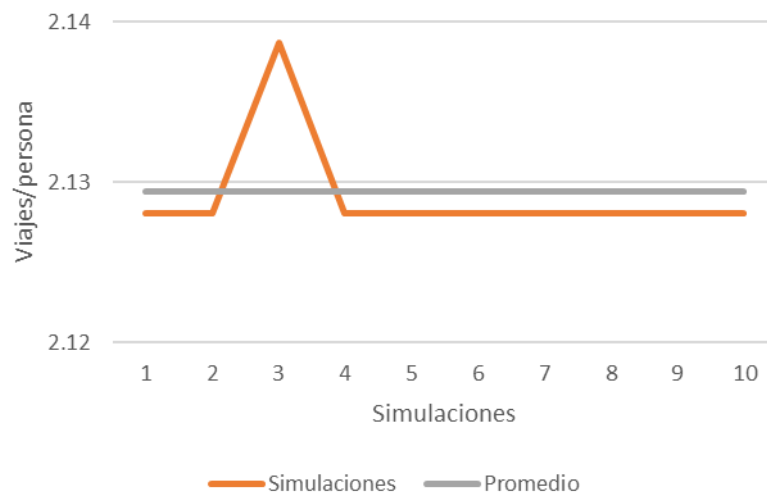
Fuente: Steer Davies Gleave, 2016

Figura 4.10: Estabilidad del grupo 7: Zona rural, estratos bajos, trabaja



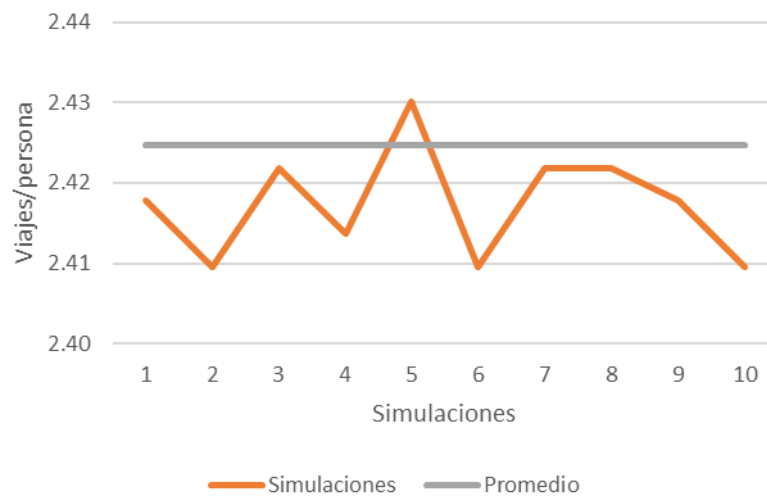
Fuente: Steer Davies Gleave, 2016

Figura 4.11: Estabilidad del grupo 8: Zona rural, estratos bajos, estudia



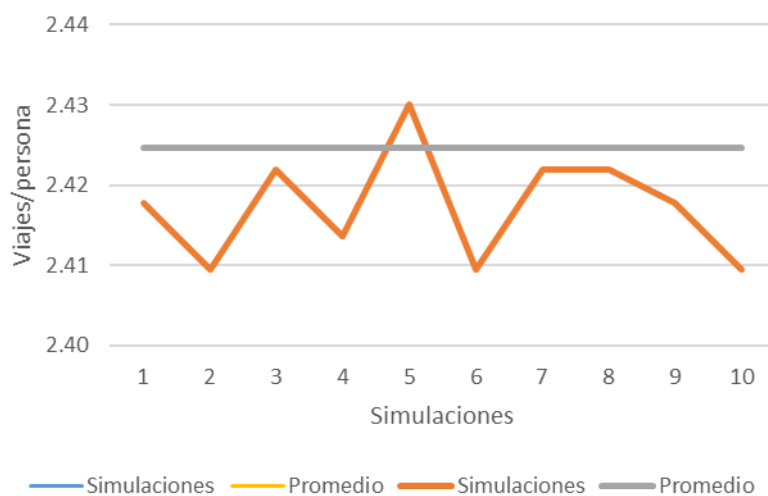
Fuente: Steer Davies Gleave, 2016

Figura 4.12: Estabilidad del grupo 9: Zona rural, estratos medios, trabaja



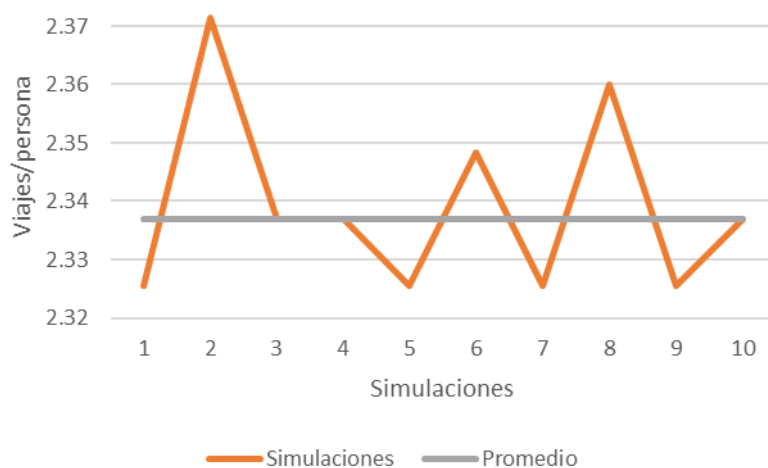
Fuente: Steer Davies Gleave, 2016

Figura 4.13: Estabilidad del grupo 10: Zona urbana, estratos altos, trabaja



Fuente: Steer Davies Gleave, 2016

Figura 4.14: Estabilidad del grupo 11: Zona rural, estratos bajos, trabaja



Fuente: Steer Davies Gleave, 2016

Resultados

- 4.47 Como resultado, se imputaron los viajes de 47 personas, que responden a 108 registros de viajes, con lo que los registros del módulo D pasaron de 7.310 registros de viajes a 7.418 registros de viajes. La información obtenida se encuentra en la base de datos: módulo D imputado.

Expansión de la muestra

- 4.48 En términos generales, para la expansión de la muestra se siguió la metodología que se describe a continuación.

- Paso 1: estimación del factor básico de expansión siguiendo los lineamientos del diseño de muestra propuesto para el estudio. Este factor básico es el inverso multiplicativo de la probabilidad de selección del hogar informante.
- Paso 2: estimación de los factores de corrección según las variables de población disponibles, utilizando el método multi-proporcional.
- Paso 3: estimación de ajustes por no – respuesta.
- Paso 4: estimación del producto de los factores de expansión, ajuste y corrección de la muestra.

4.49 A continuación se presenta el detalle del procedimiento de expansión

Procedimiento de expansión

4.50 Ya que el diseño muestral de la encuesta domiciliar corresponde a un diseño bietápico, el proceso de expansión de la muestra contempla los siguientes pasos:

1. Estimación del factor básico de expansión siguiendo los lineamientos del diseño de muestra propuesto para el estudio. Este factor básico se calcula como el inverso multiplicativo de la probabilidad de selección del informante.
2. Estimación de los factores de corrección según las variables de población disponibles, utilizando el método multi-proporcional.

4.51 El factor básico de expansión corresponde al inverso de la probabilidad de selección. Dicha probabilidad está determinada por las etapas de selección del proceso de muestreo. Para este caso, se diseñaron 2 etapas de selección: manzana y hogar. El factor básico de expansión para la encuesta de hogares se calcula utilizando la siguiente forma:

$$F_b = \frac{1}{P}$$

4.52 Donde P es la probabilidad final de selección de cada unidad de muestreo, que se obtiene calculando las probabilidades de selección en cada etapa.

4.53 A partir de la fórmula anterior, la probabilidad final de selección es:

$$P = P_{(MZ)} * P_{(H)}$$

4.54 Donde $P_{(MZ)}$ Es la probabilidad de selección de una manzana en cada UTAM y estrato socio-económico (segmento de muestra), se calcula como la cantidad de manzanas seleccionadas (sin repetir) dividido por la cantidad total de manzanas que se ubican en el grupo UTAM nivel socio-económico. La formulación de probabilidades de una manzana es:

$$P_{(MZ)} = \frac{\text{Número de manzanas seleccionadas en el grupo UTAM – Estrato}}{\text{Total de manzanas en el grupo UTAM – Estrato}}$$

$P_{(H)}$ Es la probabilidad de escoger el hogar dentro de la misma manzana, se calcula como la cantidad de hogares encuestados en la manzana sobre el total de hogares existentes en la manzana. La formulación es la siguiente:

$$P_{(H)} = \frac{\text{Hogares encuestados en la manzana}}{\text{Hogares totales de la manzana}}$$

- 4.55 Posteriormente, se desarrolla la segunda parte de la metodología, estimando los factores de ajuste utilizando el método multi-proporcional. Para desarrollar este procedimiento se tomó como referencia el procedimiento utilizado en la encuesta de movilidad de la ciudad de Santiago de Chile (2006) y en la encuesta de movilidad de la ciudad de Bogotá (2011).
- 4.56 Para el caso de los hogares de la encuesta de Rionegro, se utilizan las variables UTAM(i) y Estrato socio-económico (j), desarrollando la siguiente metodología:
- 4.57 Para iniciar el proceso, se fijan todos los factores de ajuste en uno, tanto en filas (UTAM), como por columnas (NSE). Posteriormente, se actualizan los factores de ajuste por filas (UTAM) de la siguiente manera:

$$F_{iZ}^n = F_{iZ}^{n-1} * \frac{\sum_j NP_{ijZ}}{\sum_j np_{ijZ}^{n-1}}$$

- 4.58 Luego se actualizan los elementos de la matriz, utilizando la siguiente formulación:

$$np_{ijZ}^n = np_{ijZ}^{n-1} * \frac{\sum_j NP_{ijZ}}{\sum_j np_{ijZ}^{n-1}}$$

- 4.59 Dónde:

- np_{ijZ}^n es el número de hogares estimados a partir del factor básico de expansión, en el segmento UTAM-estrato Z, de la matriz de la encuesta en la iteración.
- NP_{ijZ} es el número de hogares en el segmento UTAM-estrato Z (información de catastro).
- F_{iZ}^n es el factor de ajuste para la fila i (UTAM) del segmento Z en la iteración n.
- F_{jZ}^n es el factor de ajuste para la columna j (NSE) del segmento Z en la iteración n.

- 4.60 En la siguiente iteración se repite el procedimiento para la columna j:

$$F_{jZ}^n = F_{jZ}^{n-1} * \frac{\sum_i NP_{ijZ}}{\sum_i np_{ijZ}^{n-1}}$$

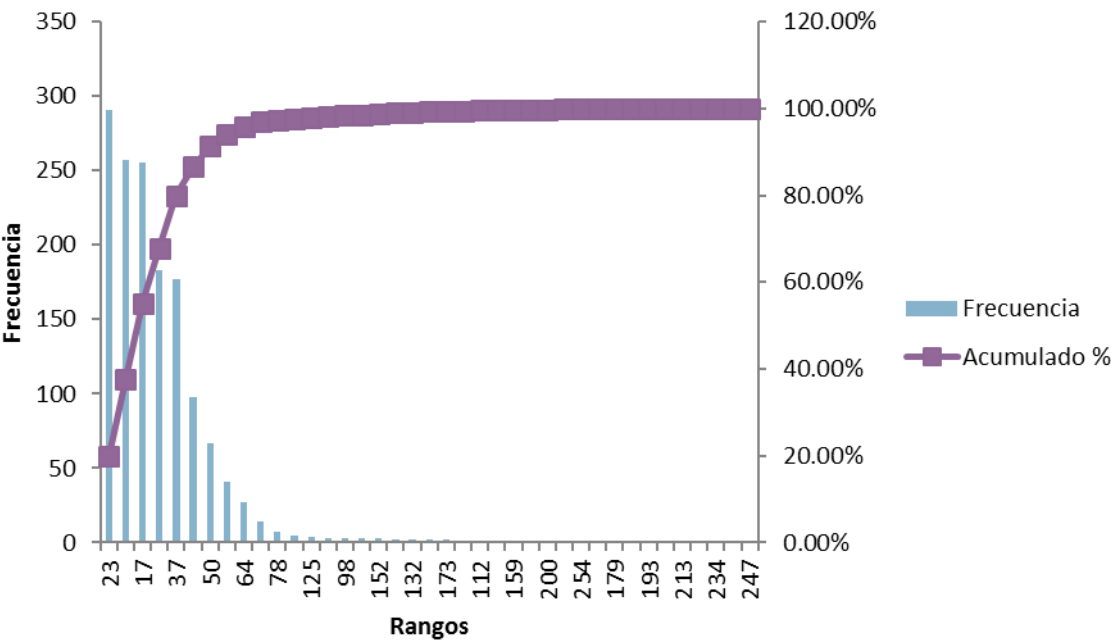
$$np_{ijZ}^n = np_{ijZ}^{n-1} * \frac{\sum_j NP_{ijZ}}{\sum_j np_{ijZ}^{n-1}}$$

- 4.61 Este procedimiento se repite hasta la convergencia, es decir, hasta que los factores obtenidos en una iteración (n) sean prácticamente iguales a los factores (n-1). Cuando esto ocurre, los vectores de factores F_{iZ}^n y F_{jZ}^n son los factores definitivos de ajuste de la muestra.

Resultados

- 4.62 El procedimiento de ajuste de los factores de expansión dio como resultado una serie de factores que varían entre 2,93 y 254,14. De igual manera, el 91% de los factores se encuentra por debajo de 50, es decir que los valores extremos no afectan a más del 9% de las encuestas. La siguiente figura muestra la distribución de los factores de expansión calculados.

Figura 4.15: Distribución de los factores de expansión



Fuente: Steer Davies Gleave, 2016

5 Base de datos EODH

- 5.1 En este capítulo se presenta de manera detallada la descripción de los campos de información que conforman los módulos de la encuesta domiciliaria en formato Microsoft Access (*.accdb). El documento ha sido organizado secuencialmente en 4 módulos, correspondientes a las escalas de información levantada en la encuesta de hogares.

Módulo A - Identificación, vivienda y hogar

- 5.2 El objetivo de este módulo es obtener la información general de los hogares como tipo de vivienda e integrantes del hogar. El módulo está compuesto por 49 campos (columnas) y una fila para cada hogar encuestado
- 5.3 A continuación se describen los campos contenidos en este módulo.

Tabla 5.1: Descripción de campos del módulo A

Módulo	Pregunta	Título en base	Formato	Descripción
IDENTIFICACIÓN	HOGAR	ORDEN	Número-código	Número de formato-hogar
IDENTIFICACIÓN	1	ENC	Texto	Encuestador
IDENTIFICACIÓN	2	MANZ	Texto	Código de la manzana en la que se realizó la encuesta
IDENTIFICACIÓN	3	PM	Texto	Código del punto muestra entregado
IDENTIFICACIÓN	4	P_04A_I	Número	Estrato socioeconómico de la vivienda
IDENTIFICACIÓN	4A	P_04B_I	Texto	Tipo de vivienda (urbano-rural)
IDENTIFICACIÓN	5	P_05_I	Texto	Día de la semana en la que se realizó la encuesta
IDENTIFICACIÓN	6	FECHA	Fecha/Hora	Fecha
IDENTIFICACIÓN	7	P_07_I	Texto	Barrio
IDENTIFICACIÓN	8	P_08_I	Texto	Dirección
IDENTIFICACIÓN	9	P_09HH_I	Número	Hora de inicio de la encuesta
IDENTIFICACIÓN	9	P_09MM_I	Número	Minuto de inicio de la encuesta
IDENTIFICACIÓN	9	P_09PP_I	Texto	Periodo del día
A	1	P_01_A	Texto	Nombre del informante principal
A	2	P_02A_A	Número	Número de contacto 1
A	2	P_02B_A	Número	Número de contacto 2
A	2	P_02C_A	Número	Número de contacto 3
A	3	P_03_A	Número-código	Tipo de vivienda
A	3	P_04_A	Número	Número de hogares

Módulo	Pregunta	Título en base	Formato	Descripción
A	4	P_05_A	Número	Número de personas del hogar
A	5	P_06_A	Número	Número de personas >=5 en el hogar
A	6	P_07_A	Número-código	Estado de la vivienda
X	1	INGRESOS	Número-código	Rango de ingresos del hogar encuestado
C	1_1	P_01A_C	Número	Cantidad de automóviles
C	1_2	P_01B_C	Número	Cantidad de campero/camioneta
C	1_3	P_01C_C	Número	Cantidad de pick up/van
C	1_4	P_01D_C	Número	Cantidad de moto
C	1_5	P_01E_C	Número	Cantidad de taxis
C	1_6	P_01F_C	Número	Cantidad de camión
C	1_7	P_01G_C	Número	Cantidad de auto o camioneta de servicio especial
C	1_8	P_01H_C	Número	Cantidad de moto carro
C	1_9	P_01I_C	Número	Cantidad de triciclo-moto
C	1_10	P_01J_C	Número	Cantidad de bicicletas con motor
C	1_11	P_01K_C	Número	Cantidad de bicicletas sin motor (niños)
C	1_12	P_01L_C	Número	Cantidad de bicicletas sin motor
C	1_13	P_01M_C	Número	Cantidad de vehículos de tracción animal
C	1_77T	P_01N_C	Texto	Qué tipo de vehículo "otros"
C	1_77C	P_01O_C	Número	Cantidad de vehículos de otro tipo
C	1_88	P_01P_C	Número-código	No hay vehículos
Calculado		F_EXP	Número	Factor de expansión para hogares

Fuente: Steer Davies Gleave, 2016

Módulo B – Características de los integrantes del hogar

5.4 El objetivo de este módulo es obtener la información socioeconómica detallada de cada uno de los miembros del hogar. Todos los miembros del hogar están registrados pero únicamente aquellos con 5 años o más cuentan con su información detallada, por lo tanto la unidad de medida es la “persona” encuestada. El módulo está compuesto por 30 campos (columnas) y una fila para cada integrante del hogar

5.5 A continuación se describen los campos contenidos en este módulo.

Tabla 5.2: Descripción de campos del módulo B

Módulo	Pregunta	Título en base	Formato	Descripción
B	HOGAR	ORDEN	Número-código	Número de formato-hogar
B	1	PERS	Número-código	Identificador de persona
B	2	P_02_B	Texto	Nombre de la persona del hogar
B	3	P_03_B	Número-código	Parentesco de la persona del hogar
B	4	P_04_B	Número-código	Sexo de la persona del hogar

Módulo	Pregunta	Título en base	Formato	Descripción
B	5	P_05_B	Número-código	Edad de la persona del hogar
B	6	P_06_B	Número-código	Nivel educativo de la persona
B	7	P_07_B	Número-código	Principal ocupación de la persona
B	8	P_08_B	Número-código	Ocupación secundaria de la persona
B	9	P_09_B	Número-código	Actividad económica del trabajo principal
B	10	P_10_B	Número-código	Actividad económica del trabajo secundario
B	11, opción 1	P_11A_B	Número-código	Modo con limitaciones principal
B	11, opción 2	P_11B_B	Número-código	Modo con limitaciones secundario
B	12, opción 1	P_12A_B	Número-código	Dificultades de movilidad 1
B	12, opción 2	P_12B_B	Número-código	Dificultades de movilidad 2
B	13	P_13_B	Número-código	Posesión de licencia de conducción
B	14	P_14_B	Número-código	¿Realizó viajes?
B	15	P_15_B	Número-código	Se encontraba en el hogar
B	16	P_16_B	Número-código	Respondió módulos de viajes
B	17	P_17_B	Número	Cuantos viajes realizó
D	7	P_07A_D	Número-código	Dónde inició su día?
D	7_D	P_07B_D	Texto	Lugar o sitio de referencia
D	8	P_08B_D	Texto	Barrio o vereda
D	9	P_09_D	Texto	Municipio
D	10 horas	P_10HH_D	Número	Hora de inicio del viaje
D	10 minutos	P_10MM_D	Número	Minuto de inicio del viaje
D	10 periodo	P_10PP_D	Texto	Periodo del día
D	ZAT	ZAT_O	CODIGO	Código ZAT de origen
D	UTAM	UTAM_O	CODIGO	Código UTAM de origen
Calculado		F_EXP	Número	Factor de expansión de personas

Fuente: Steer Davies Gleave, 2016

Módulo C – Características de los vehículos disponibles en el hogar

- 5.6 El objetivo de este módulo es obtener la información detallada de cantidad y tipo de vehículo de los vehículos disponibles en cada hogar encuestado, así como la información asociada a éstos. La unidad de medida principal es el “vehículo”. El módulo está compuesto por 11 campos (columnas) y una fila para cada vehículo motorizado de cada hogar

Tabla 5.3: Descripción de campos del módulo C

Módulo	Pregunta	Título en base	Formato	Descripción
C	HOGAR	ORDEN	Número-código	Número del hogar (llave)
C	2	VEHIC	Número-código	Número de vehículo
C	3	P_03_C	Número-código	Tipo de vehículo
C	4	P_04A_C	Número-código	Tipo de combustible

Módulo	Pregunta	Título en base	Formato	Descripción
C	4	P_04B_C	Texto	Otro tipo de combustible
C	5	P_05_C	Número-código	Municipio de la matrícula del vehículo
C	6	P_06_C	Número	Modelo del vehículo
C	7	P_07_C	Número-código	Propiedad del vehículo
C	8	P_08_C	Número-código	Sitio de estacionamiento en la vivienda
C	9	P_09_C	Número	¿cuánto paga por el estacionamiento?
C		F_EXP	Número	Factor de expansión para vehículos

Fuente: Steer Davies Gleave, 2016

Módulo D – Características de los viajes realizados por las personas del hogar

- 5.7 El objetivo de este módulo es obtener la información detallada los desplazamientos mayores a 3 minutos del día anterior a la aplicación de la encuesta realizados por personas de 5 años o más. En este caso, cada registro o fila corresponde a un desplazamiento con un propósito definido realizado por una persona independientemente del número de vehículos que haya utilizado para dicho desplazamiento.
- 5.8 El módulo D se procesó en dos niveles lo que da origen a dos sub-módulos. El primero es el módulo D sin imputar la información de personas que si viajaron pero no contestaron información relevante o suficiente sobre estos viajes; el segundo es un módulo D con imputación de la información para los que si viajaron pero no contestaron información relevante o suficiente sobre estos viajes. El módulo para consulta de total de viajes es el módulo D con imputación ya que contiene factores de expansión de todas las personas que si viajaron.
- 5.9 Es importante tener en cuenta que, en el caso del módulo D sin imputación, la información relacionada con el inicio del primer viaje del día se encuentra consignada en el Módulo B
- 5.10 Por su parte, para consultar los viajes realizados por una persona en el módulo D sin imputación se debe tener en cuenta la estructura del viaje o etapas del viaje, en donde las variables descriptivas del fin del primer viaje se deben considerar también las variables descriptivas del inicio del siguiente viaje. El módulo D con imputación ya contiene la información de hora y lugar de inicio y fin de viaje como campo independiente.
- 5.11 A continuación se describen los campos contenidos en el módulo D sin imputación de datos dado que es el más completo y reúne las variables del módulo D con imputación. Dicho módulo está compuesto por 67 campos y una fila para cada viaje de cada persona de los diferentes hogares encuestados

Tabla 5.4: Descripción de campos del módulo D

Módulo	Pregunta	Título en base	Formato	Descripción
D	HOGAR	HOGAR	Número-código	Número del hogar
D	PERSONA	PERS	Número-código	Identificación de persona
D	VIAJE	VIAJE	Número-código	Número de viaje

Módulo	Pregunta	Título en base	Formato	Descripción
D	12	P_12_D	Número-código	Motivo del viaje
D	13	P_13A_D	Número-código	Modo de transporte, etapa 1
D	13	P_13B_D	Número-código	Modo de transporte, etapa 2
D	13	P_13C_D	Número-código	Modo de transporte, etapa 3
D	13	P_13D_D	Número-código	Modo de transporte, etapa 4
D	14, etapa 1	P_E1_14_CC_D	Número	Cuadras que camina para llegar al modo, etapa 1
D	14, etapa 1	P_E1_14_MM_D	Número	Minutos que camina para llegar al modo, etapa 1
D	15, etapa 1	P_E1_15_D	Número	Cuánto paga por su pasaje, etapa 1
D	16, etapa 1	P_E1_16_D	Número-código	Propiedad del vehículo utilizado
D	17, etapa 1	P_E1_17_D	Texto	Normalizado
D	Etapa 1, 18A	P_E1_18A_D	Número-código	En qué lugar estacionó el vehículo, etapa 1
D	E1_18_B	P_E1_18B_D	Número	Cuánto pagó por estacionar, etapa 1
D	E1_18_C	P_E1_18C_D	Número-código	En que modalidad lo pagó, etapa 1
D	14, etapa 2	P_E2_14_CC_D	Número	Cuadras que camina para llegar al modo, etapa 2
D	14, etapa 2	P_E2_14_MM_D	Número	Minutos que camina para llegar al modo, etapa 2
D	15, etapa 2	P_E2_15_D	Número	Cuánto paga por su pasaje, etapa 2
D	16, etapa 2	P_E2_16_D	Número-código	Propiedad del vehículo utilizado
D	17, etapa 2	P_E2_17_D	Texto	Lugar en el que hizo el trasbordo
D	etapa 2, 18A	P_E2_18A_D	Número-código	En qué lugar estacionó el vehículo, etapa 2
D	E2_18_B	P_E2_18B_D	Número	Cuánto pagó por estacionar, etapa 2
D	E2_18_C	P_E2_18C_D	Número-código	En que modalidad lo pagó, etapa 2
D	14, etapa 3	P_E3_14_CC_D	Número	Cuadras que camina para llegar al modo, etapa 3
D	14, etapa 3	P_E3_14_MM_D	Número	Minutos que camina para llegar al modo, etapa 3
D	15, etapa 3	P_E3_15_D	Número	Cuánto paga por su pasaje, etapa 3
D	16, etapa 3	P_E3_16_D	Número-código	Propiedad del vehículo utilizado
D	17, etapa 3	P_E3_17_D	Texto	Normalizado
D	etapa 3, 18A	P_E3_18A_D	Número-código	En qué lugar estacionó el vehículo, etapa 3
D	E3_18_B	P_E3_18B_D	Número	Cuánto pagó por estacionar, etapa 3
D	E3_18_C	P_E3_18C_D	Número-código	En que modalidad lo pagó, etapa 3
D	14, etapa 4	P_E4_14_CC_D	Número	Cuadras que camina para llegar al modo, etapa 4
D	14, etapa 4	P_E4_14_MM_D	Número	Minutos que camina para llegar al modo, etapa 4
D	15, etapa 4	P_E4_15_D	Número	Cuánto paga por su pasaje, etapa 4
D	16, etapa 4	P_E4_16_D	Número-código	Propiedad del vehículo utilizado
D	17, etapa 4	P_E4_17_D	Texto	Normalizado
D	etapa 4, 18A	P_E4_18A_D	Número-código	En qué lugar estacionó el vehículo, etapa 4
D	E4_18_B	P_E4_18B_D	Número	Cuánto pagó por estacionar, etapa 4
D	E4_18_C	P_E4_18C_D	Número-código	En que modalidad lo pagó, etapa 4
D	19a	P_19A_D	Número-código	Lugar de destino >hogar u otro

Módulo	Pregunta	Título en base	Formato	Descripción
D	ZAT D	ZAT_D	CODIGO	Zona ZAT de destino del viaje
D	UTAM Z	UTAM_D	CODIGO	Zona UTAM de destino del viaje
D	19b	P_19B_D	Texto	Otro lugar, dirección o sitio de referencia
D	20	P_20_D	Código	Código del municipio DANE destino
D	21	P_21CC_D	Número	Cuadras que caminó para llegar
D	21	P_21MM_D	Número	Minutos que caminó para llegar
D	22 hora	P_22A_D	Número	Hora de llegada al destino
D	22 minuto	P_22B_D	Número	Minuto de llegada al destino
D	22 periodo	P_22C_D	Texto	Periodo AM o PM de llegada
D	25	P_25_D	Número-código	¿Hizo más viajes?
D	26 hora	P_26A_D	Número	hora de salida a su nuevo destino
D	26 minuto	P_26B_D	Número	Minuto de salida a su nuevo destino
D	26 periodo	P_26C_D	Texto	Periodo AM o PM de salida a su nuevo destino
D		F_EXP	Número	Factor de expansión de viajes

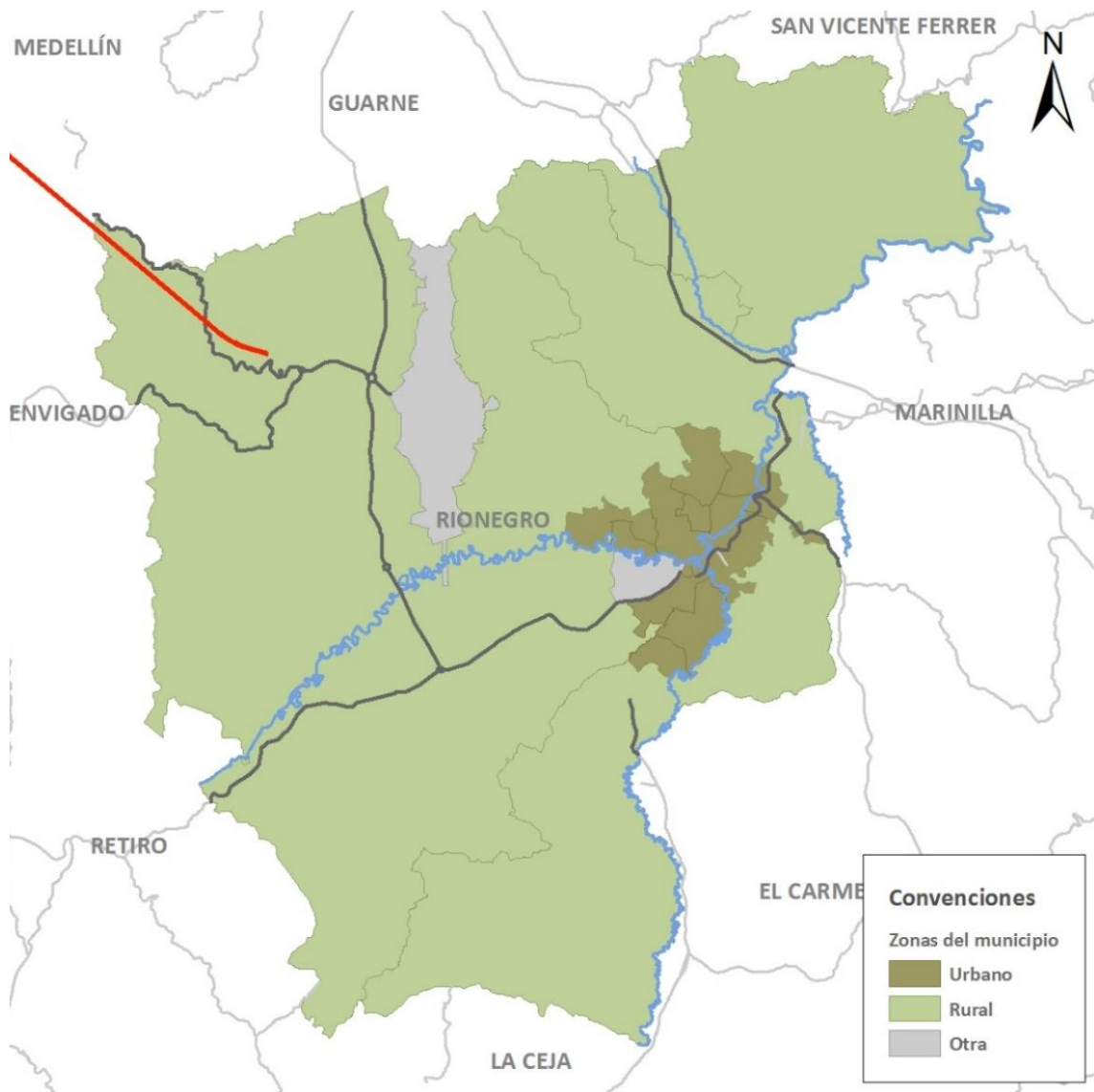
Fuente: Steer Davies Gleave

6 Indicadores de movilidad

Unidades de análisis y ámbito geográfico

- 6.1 La Encuesta de Movilidad de Rionegro se desarrolló para alcanzar los siguientes objetivos:
- Obtener indicadores socioeconómicos y de movilidad para Rionegro (rural y urbano), así como para los 6 estratos socioeconómicos y 19 unidades territoriales de análisis de movilidad UTAM.
 - Identificar los principales flujos de personas en el área de estudio y consignar estos viajes en una matriz de origen destino a nivel de zonas de análisis de transporte (ZAT).
- 6.2 El siguiente mapa presenta las unidades de análisis de los indicadores:

Figura 6.1: Área de estudio y unidades territoriales usadas para el análisis de indicadores



Fuente: Steer Davies Gleave, 2016

6.3 Se presentan las siguientes definiciones para un mayor entendimiento de las unidades de análisis de los indicadores. Cada unidad agrupa los hogares con base en características socioeconómicas o de ubicación similares:

- **Unidad territorial de análisis de movilidad (UTAM):** se refiere al conjunto de 19 zonas tomadas en cuenta para los propósitos de diseño y selección de muestra, contemplando los niveles de precisión y confianza establecidos para el estudio. Se cuenta con 7 UTAMS rurales y 12 UTAMS urbanas.
- **Zonas de análisis de transporte (ZAT):** se refiere al conjunto aproximado de 118 zonas de modelación.

- **Nivel Socioeconómico:** El nivel socioeconómico es una estructura jerárquica basada en la acumulación de capital económico y social.

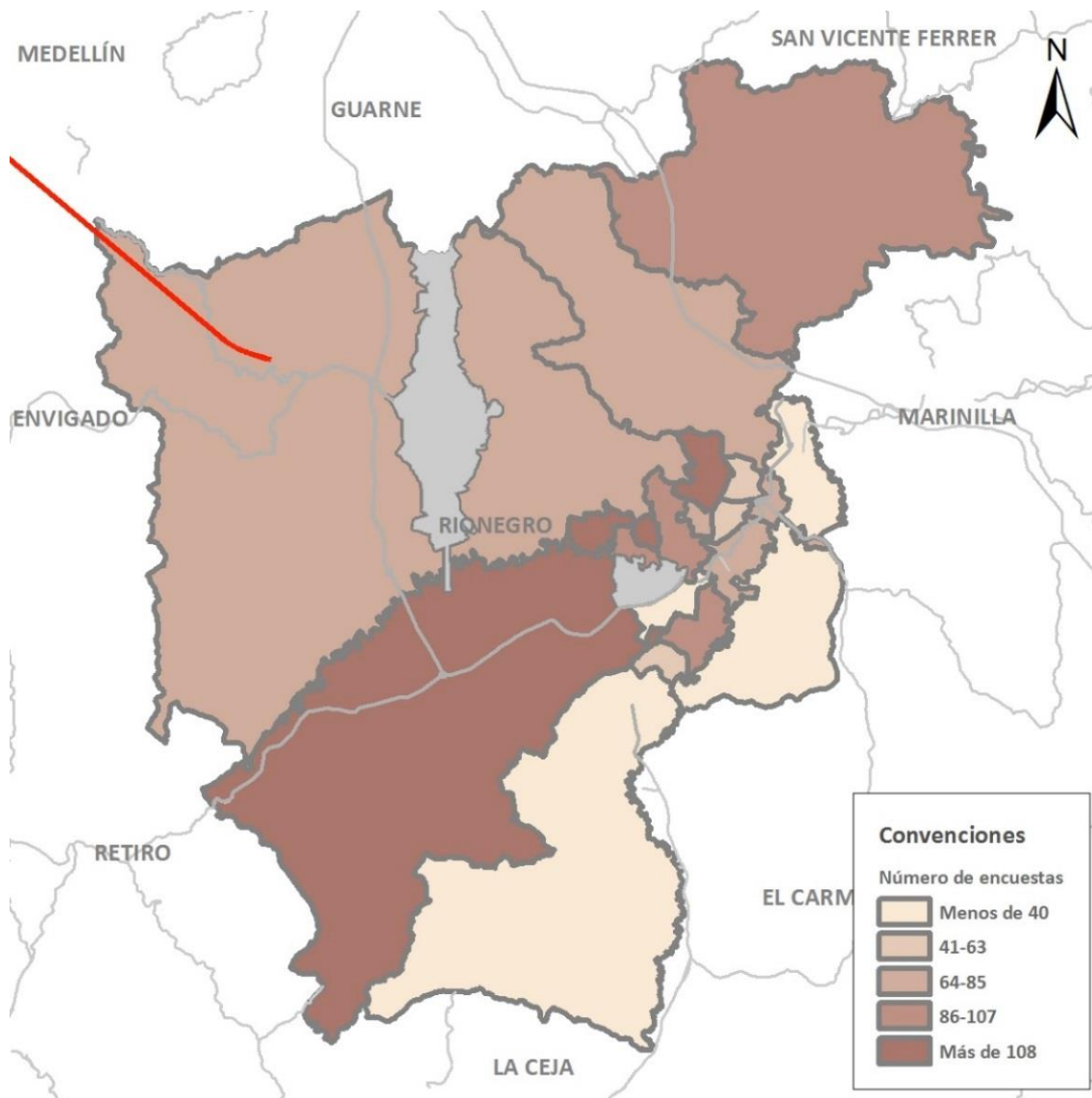
Indicadores de distribución de muestra

- 6.4 Durante el proceso de planeación de la encuesta, se determinó el número de hogares a visitar para lograr una adecuada representatividad de la población del área de estudio, teniendo en cuenta que no es posible encuestar al 100% de las personas. En este capítulo se presentan los resultados del trabajo de campo y la cantidad de encuestas efectivamente válidas que se consiguieron por unidad de análisis.
- 6.5 Con las muestras recolectadas se consiguió un resultado estadístico adecuado en términos del nivel de confianza y el error relativo de la variable objetivo: número de viajes por hogar.

Muestra recolectada en la encuesta en hogares

- 6.6 Los hogares participantes en la encuesta se seleccionaron en función de la cantidad de hogares por UTAM, la proporción de hogares por nivel socio-económico y su distribución espacial. Se recolectaron en total 1.464 encuestas válidas en el área de estudio.
- 6.7 El mapa que se presenta a continuación muestra la distribución espacial de las encuestas realizadas en el área de estudio

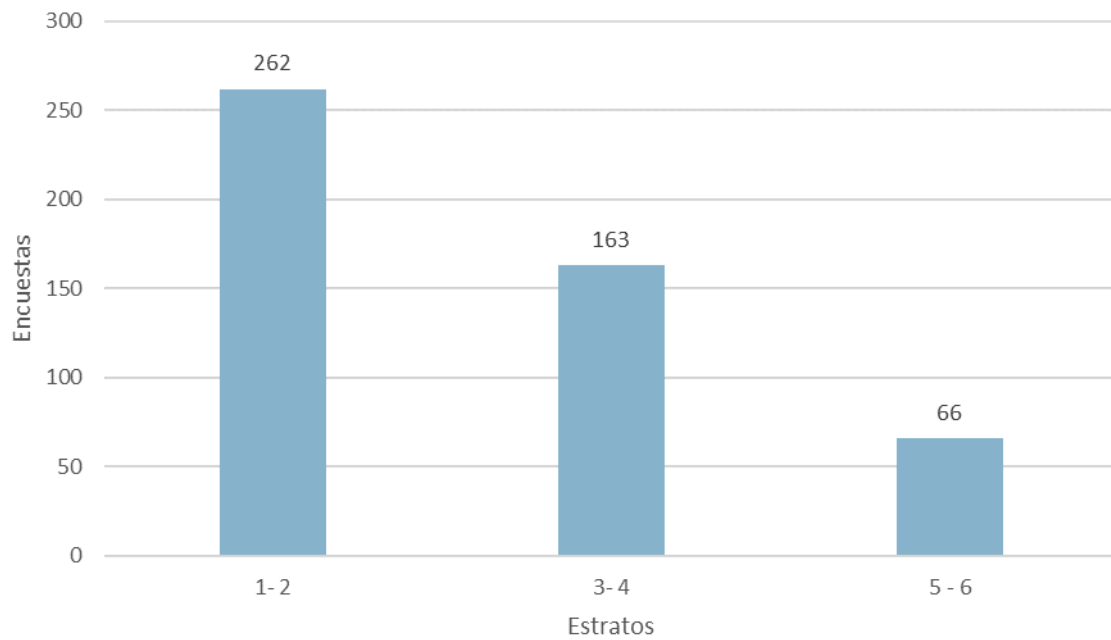
Figura 6.2: Distribución espacial de encuestas en el área de estudio



Fuente: Steer Davies Gleave, 2016

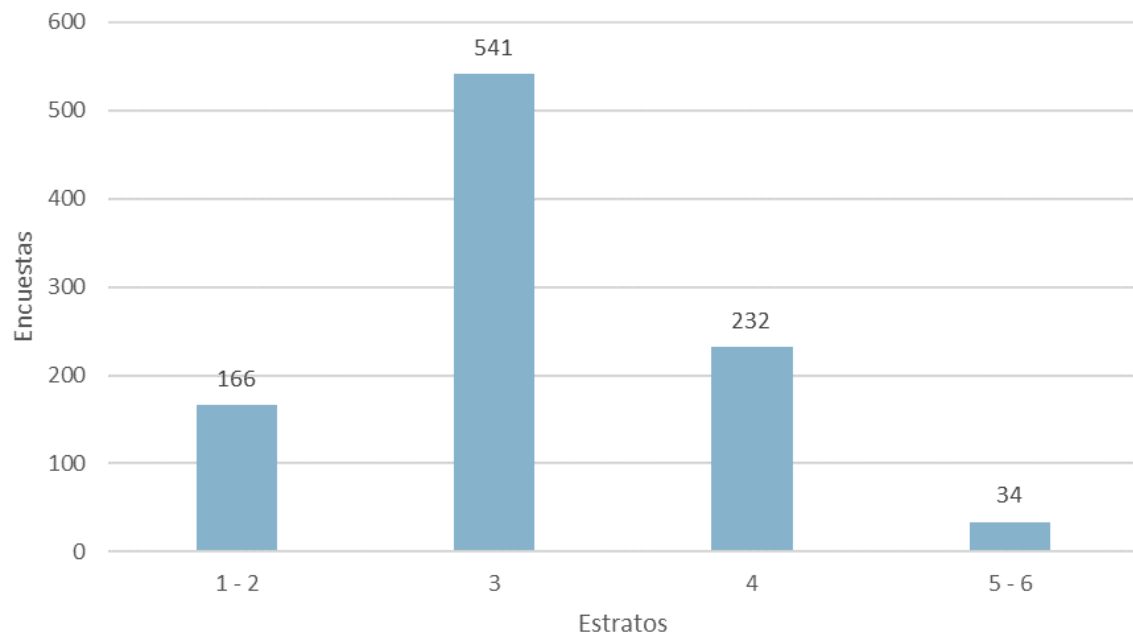
6.8 La figura a continuación presenta la muestra recolectada por nivel socioeconómico y clasificación del suelo (urbano/rural)

Figura 6.3: Encuestas válidas por estrato para el suelo rural



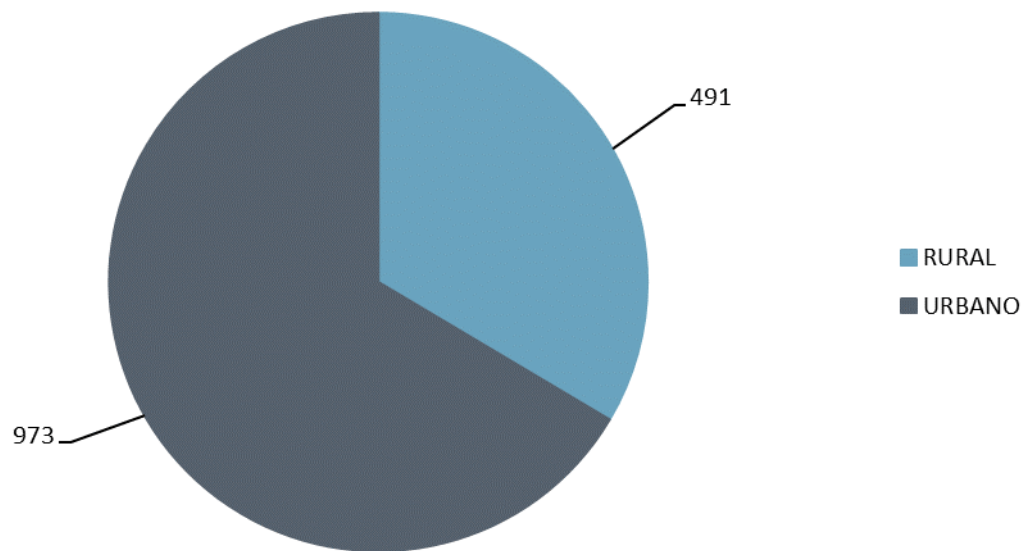
Fuente: Steer Davies Gleave, 2016

Figura 6.4: Encuestas válidas por estrato para el suelo urbano



Fuente: Steer Davies Gleave, 2016

Figura 6.5: Encuestas válidas por clasificación del suelo



Fuente: Steer Davies Gleave, 2016

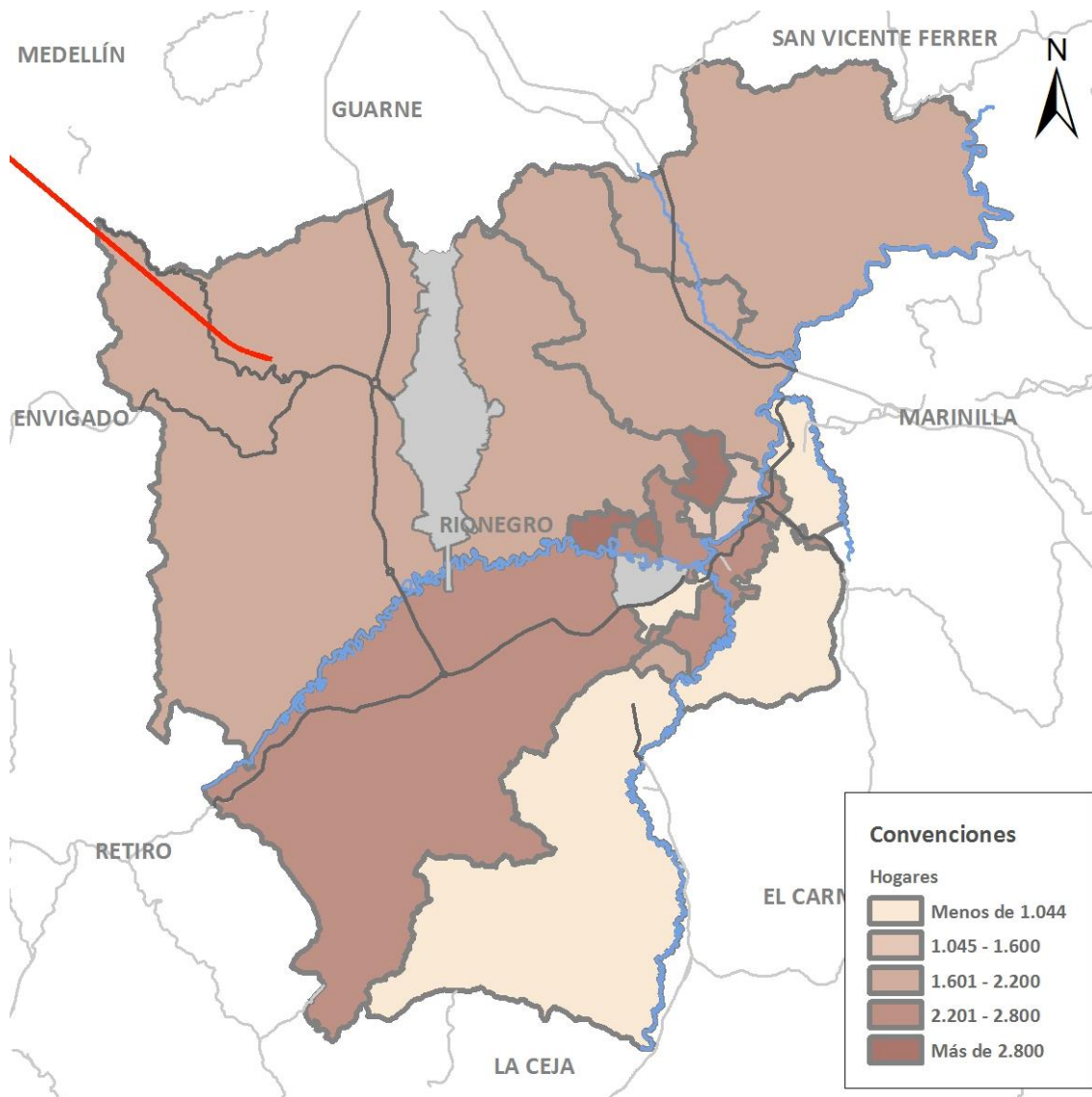
Indicadores socioeconómicos

- 6.9 La movilidad Urbana está íntimamente ligada a las características socioeconómicas de la población. Las personas se desplazan la gran mayoría de las veces con un propósito asociado con actividades sociales o económicas. Adicionalmente, las decisiones de movilidad en la ciudad dependen del perfil socioeconómico de los usuarios. El género, la edad, la ocupación, el nivel educativo y el nivel de ingresos son algunas de las variables explicativas del número de viajes que hacen las personas al día, el modo de transporte que usan, y en general, de sus preferencias al momento de viajar.

Hogares

- 6.10 El área de estudio, conformada por la parte urbana y rural del municipio de Rionegro, se compone de 40.269 hogares, con una proporción de 30 % en la parte rural y 70 % en la parte urbana.

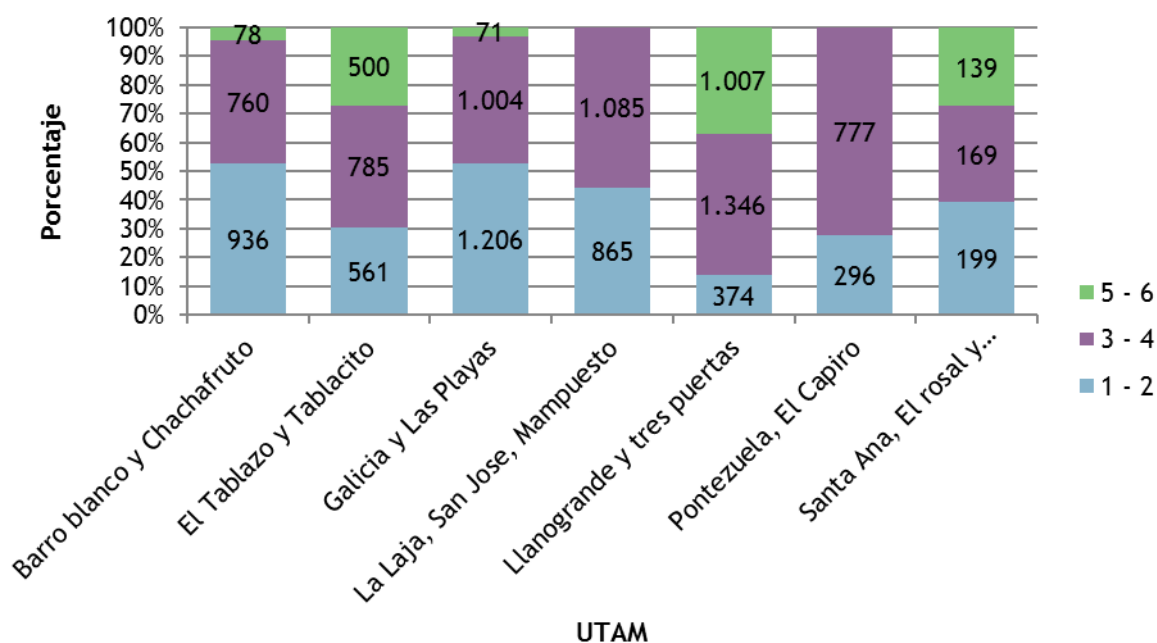
Figura 6.6: Distribución de hogares por UTAM



Fuente: Steer Davies Gleave, 2016

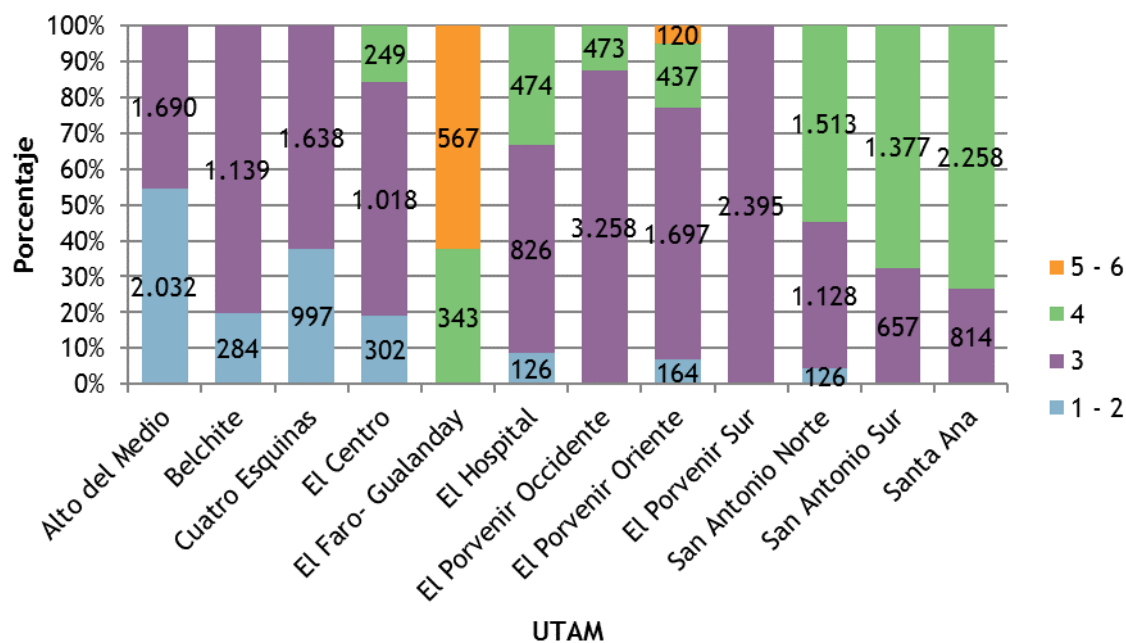
6.11 A continuación se presenta la composición de hogares por estrato dentro de cada una de las zonas UTAM.

Figura 6.7: Hogares por estrato en el sector rural



Fuente: Steer Davies Gleave, 2016

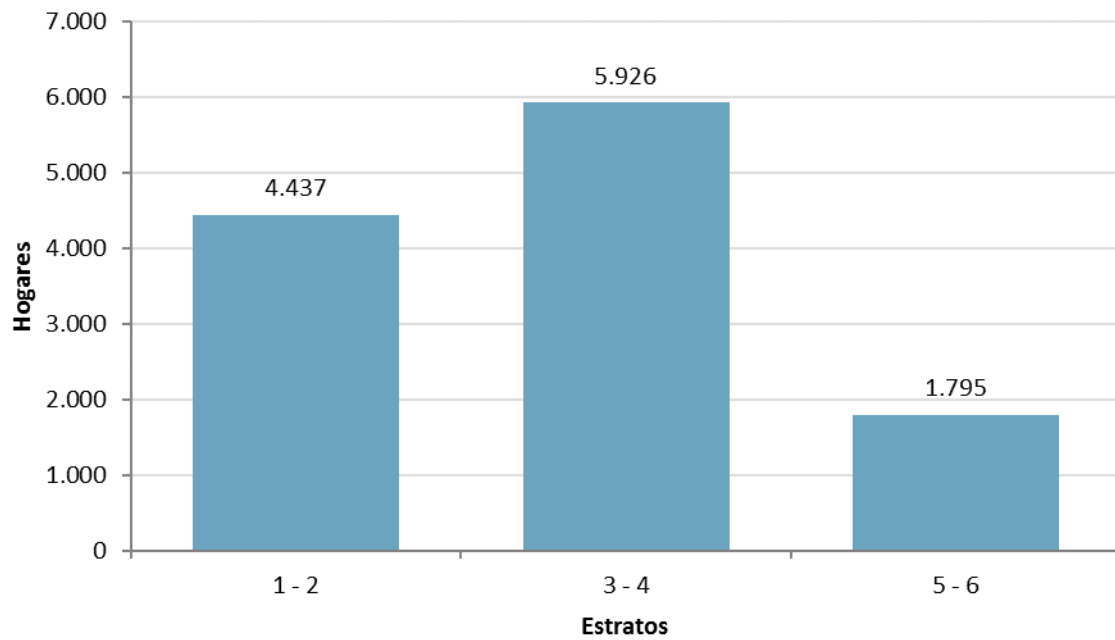
Figura 6.8: Hogares por estrato en el sector urbano



Fuente: Steer Davies Gleave, 2016

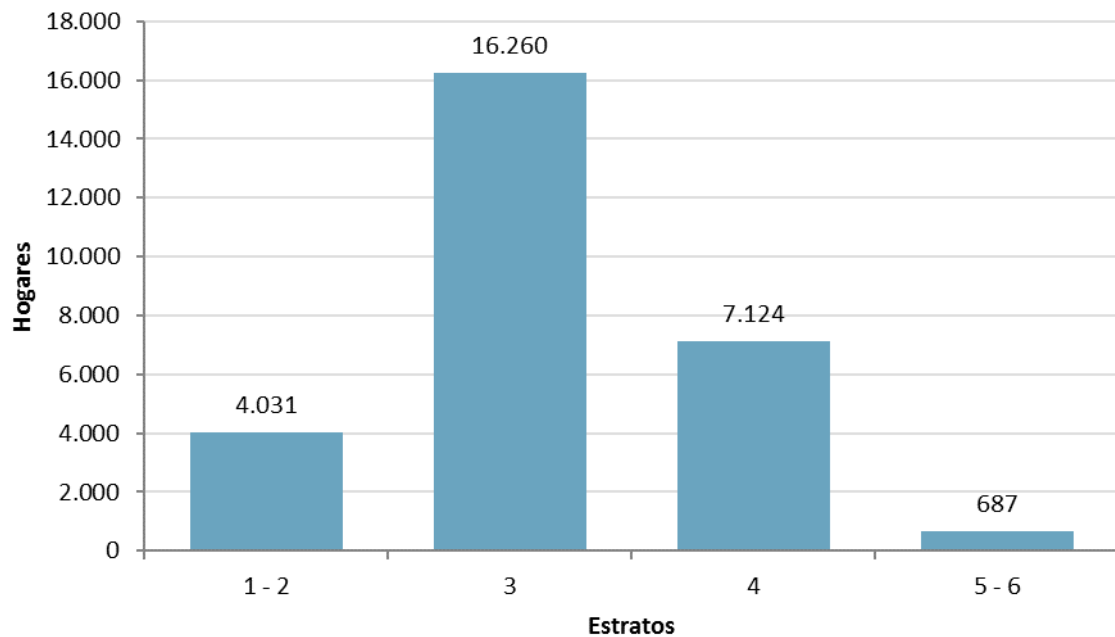
6.12 La distribución de hogares en el municipio se puede apreciar en la siguiente figura:

Figura 6.9: Hogares por estrato en el sector rural



Fuente: Steer Davies Gleave, 2016

Figura 6.10: Hogares por estrato en el sector urbano



Fuente: Steer Davies Gleave, 2016

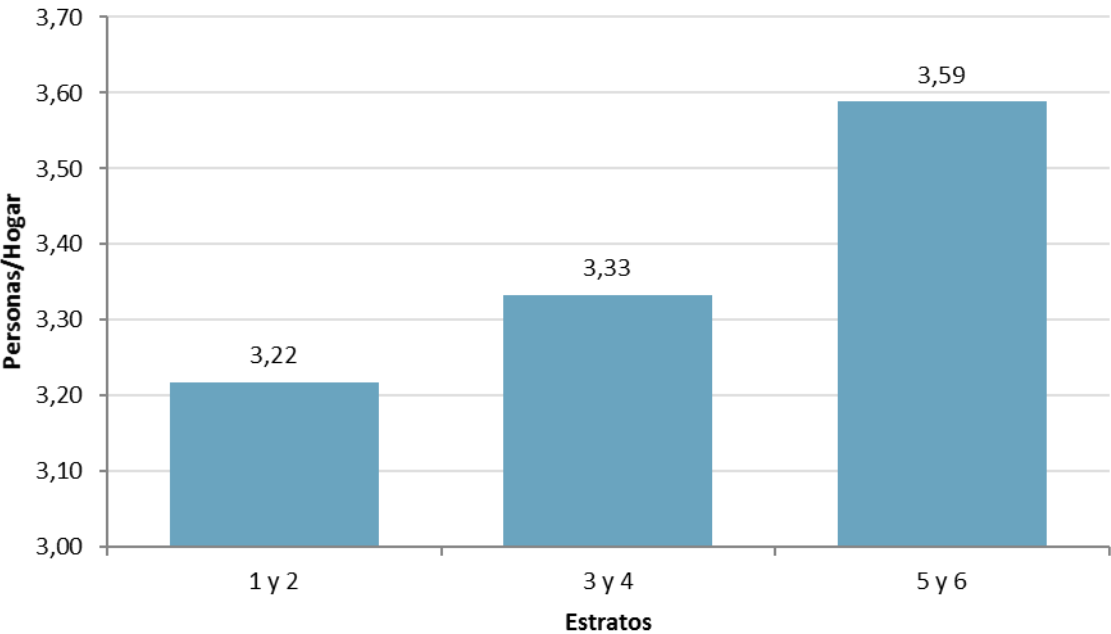
6.13 Vale la pena destacar que el grueso de hogares en la zona urbana se encuentra en los estratos 3 y 4 con 16.260 hogares y 7.124 hogares respectivamente. En las zonas rurales el estrato predominante es el 3 y 4 con 5.926 hogares.

Tamaño del hogar

6.14 El tamaño de hogar se define como el número promedio de integrantes que conforman un hogar. El tamaño promedio del hogar en Rionegro es de 3,31 personas por hogar. Para el sector rural el tamaño promedio de hogar se encuentra en de hogar se encuentra en 3,37 mientras que para el sector urbano se encuentra en 3,29 personas por hogar.

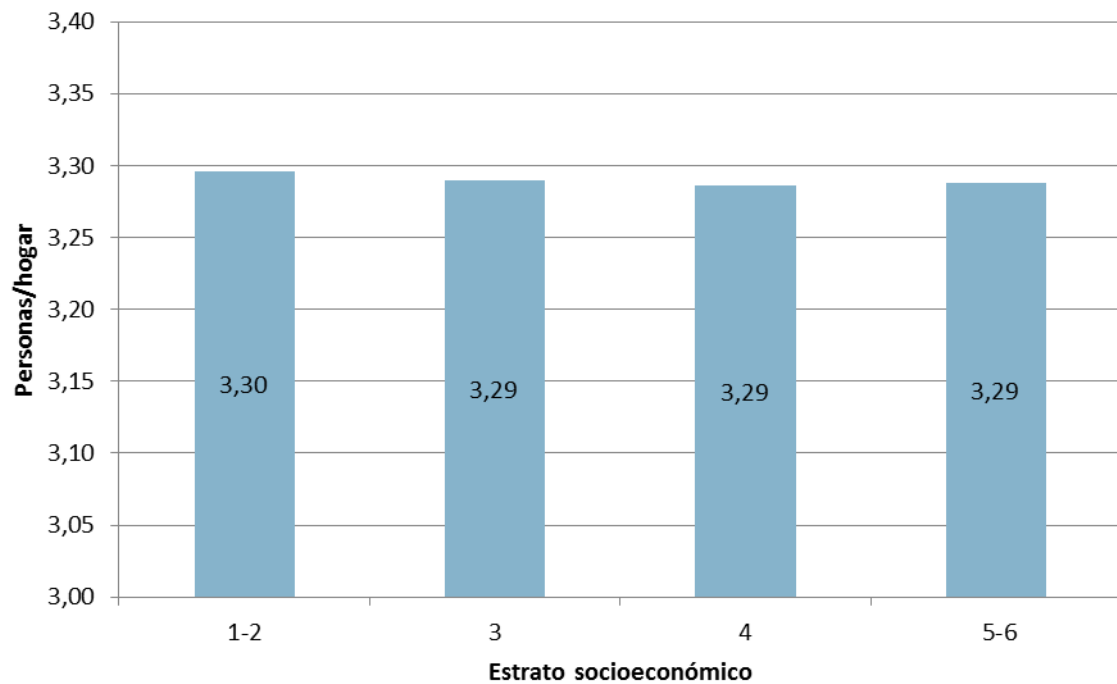
6.15 En la siguiente figura se muestra el tamaño del hogar por estrato

Figura 6.11: Tamaño promedio del hogar por estrato para el sector rural



Fuente: Steer Davies Gleave, 2016

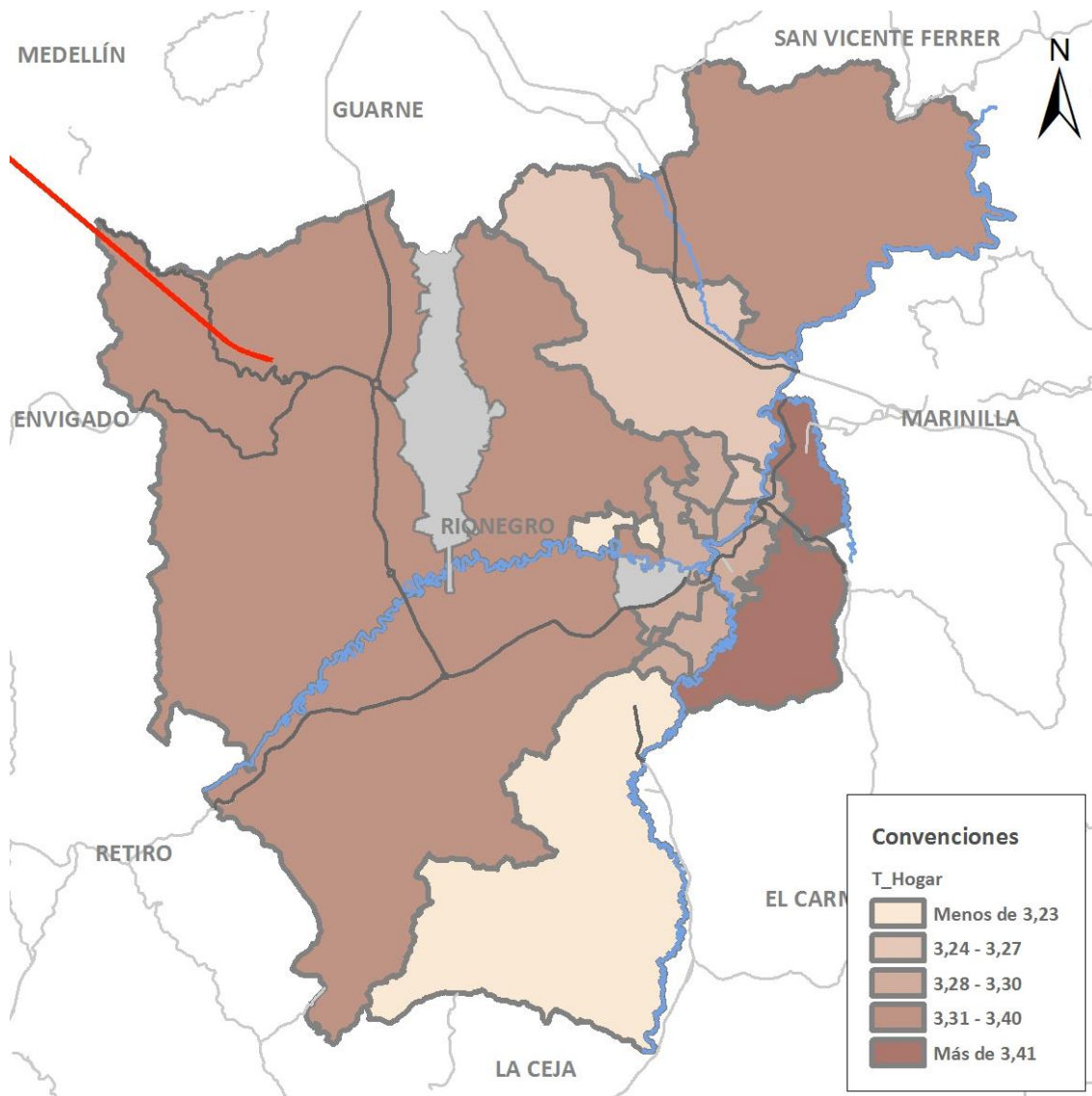
Figura 6.12: Tamaño promedio del hogar por estrato para el sector rural



Fuente: Steer Davies Gleave, 2016

- 6.16 En cuanto al análisis por unidad territorial, los mayores tamaños de hogar se encuentran en las UTAM Santa Ana, el Rosal y Cimarronas. Vale la pena resaltar que los valores mayores de tamaño de hogar se encuentran en las zonas rurales del municipio. La siguiente figura presenta la distribución del tamaño promedio de hogar por cada UTAM.

Figura 6.13: Tamaño del hogar por UTAM

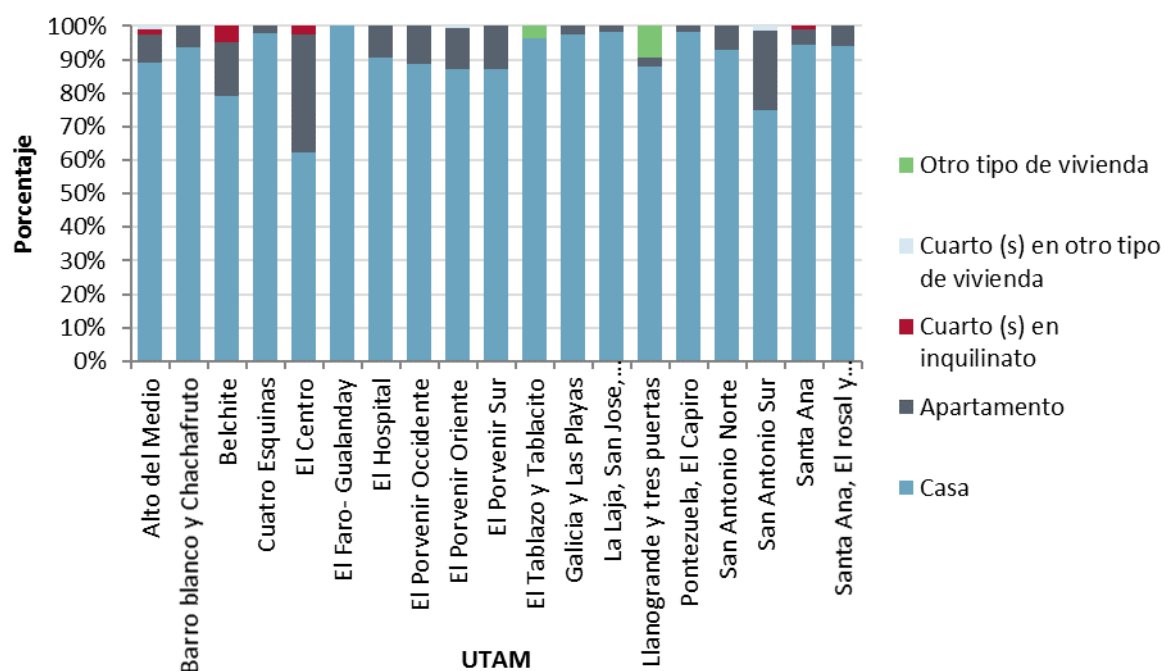


Fuente: Steer Davies Gleave, 2016

Tipo de vivienda donde reside el hogar

- 6.17 El indicador del tipo de vivienda busca identificar el tipo de edificación en el que residen los hogares que habitan en el área de estudio. En Rionegro el 90 % de los hogares residen en casas y el 9 % en apartamentos.
- 6.18 Si se analiza el tipo de vivienda donde reside el hogar por clasificación se observa que en el centro es la UTAM donde menos participación tiene la casa, esto se debe a la vocación comercial del sector y la densificación. A continuación se presenta la composición del tipo de vivienda por UTAM.

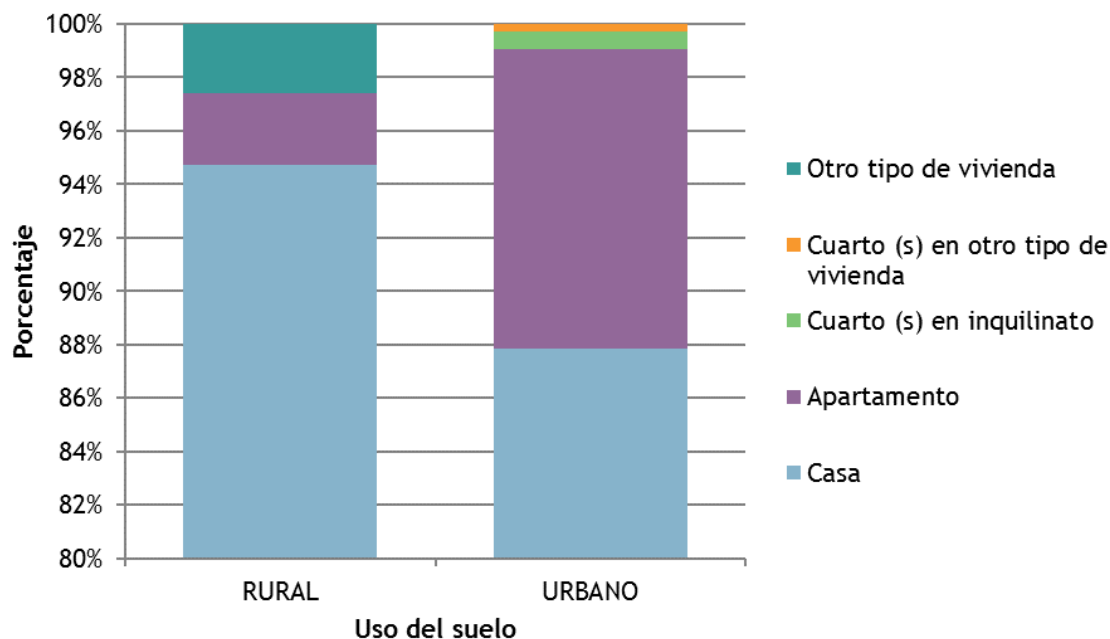
Figura 6.14: Tipo de vivienda donde reside el hogar



Fuente: Steer Davies Gleave, 2016

6.19 En cuanto al tipo de suelo, se puede observar que el porcentaje de hogares que viven en casa es mayor en el suelo rural que en el suelo urbano.

Figura 6.15: Tipo de vivienda donde reside el hogar por clasificación del suelo

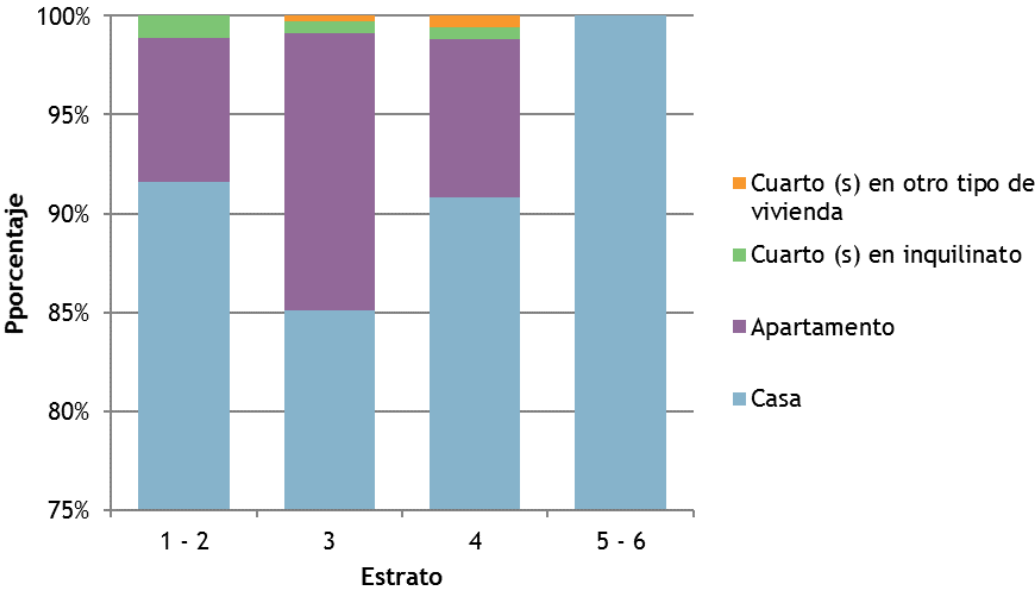


Fuente: Steer Davies Gleave, 2016

6.20

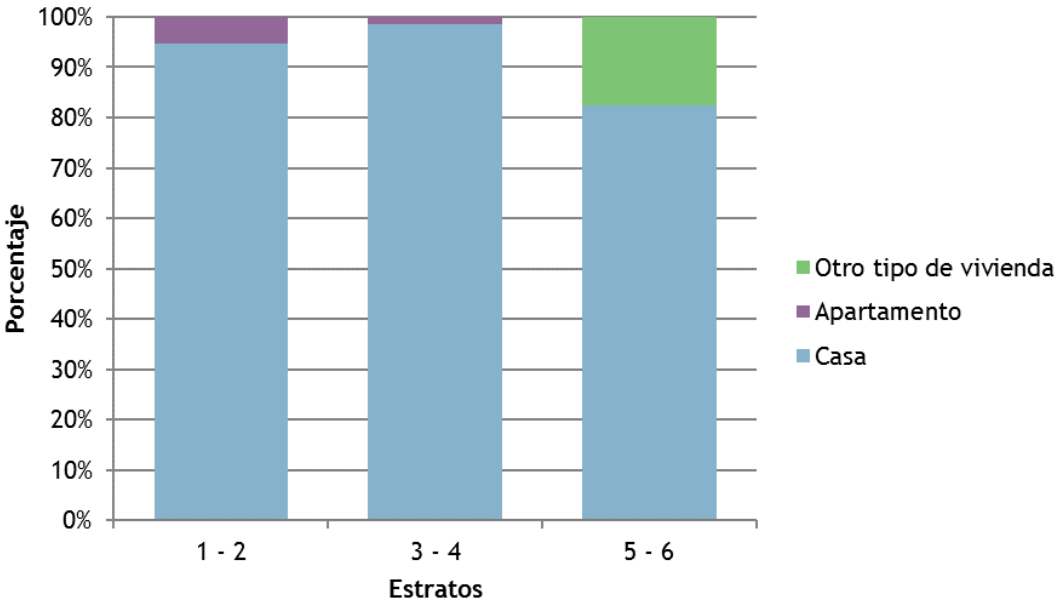
Cuando se hace un análisis por nivel socio-económico en el sector urbano se aprecia que a mayor nivel socioeconómico disminuye el porcentaje de hogares que habitan en apartamentos. A continuación se presenta la composición del tipo de vivienda por uso del suelo.

Figura 6.16: Tipo de vivienda donde reside el hogar por estrato socioeconómico para el suelo urbano



Fuente: Steer Davies Gleave, 2016

Figura 6.17: Tipo de vivienda donde reside el hogar por estrato socioeconómico para el suelo rural

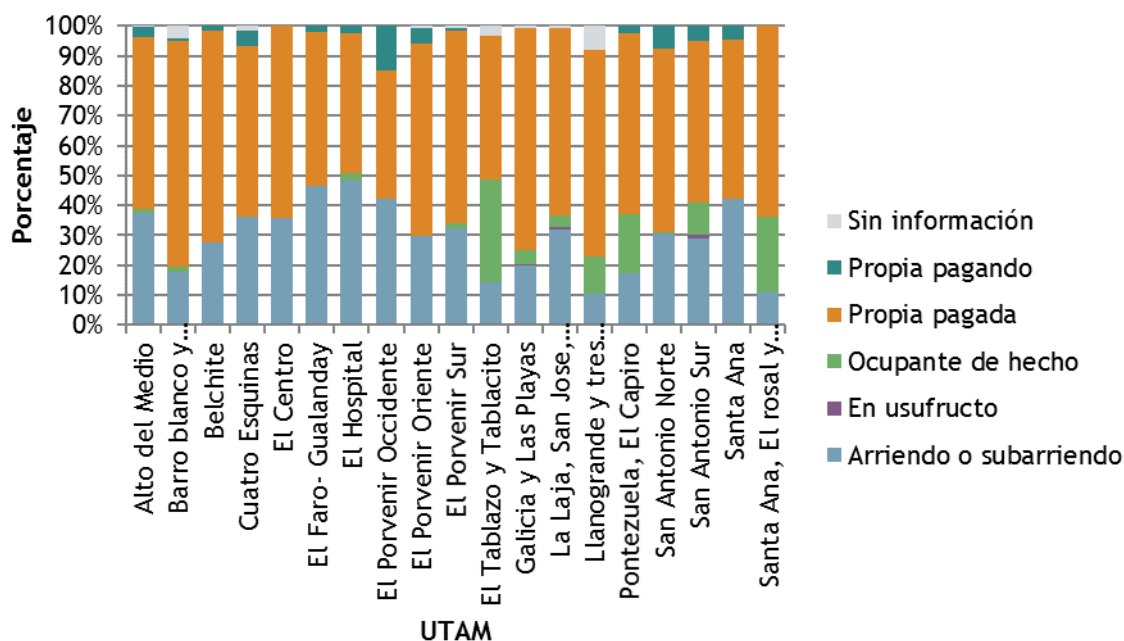


Fuente: Steer Davies Gleave, 2016

Tipo de propiedad de la vivienda donde reside el hogar

- 6.21 Como se observa en las siguientes figuras, en el área de estudio predominan las viviendas propias pagas, que suma 23.933 hogares. Seguidas de este comparten la proporción las viviendas propias pagando y en arriendo o subarriendo.

Figura 6.18: Tipo de propiedad de la vivienda por UTAM

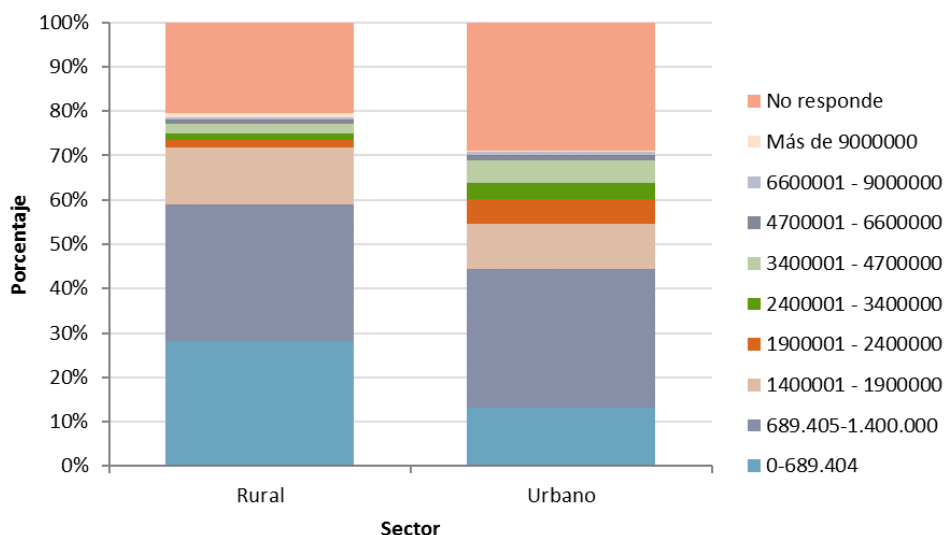


Fuente: Steer Davies Gleave, 2016

Nivel de ingresos

- 6.22 El nivel de ingresos es una variable que se utiliza para relacionar la capacidad adquisitiva de los hogares con los modos de transporte utilizados por sus integrantes. Aunque esta pregunta es de las más rechazadas por los hogares, la pregunta fue contestada por el 73% de los hogares.

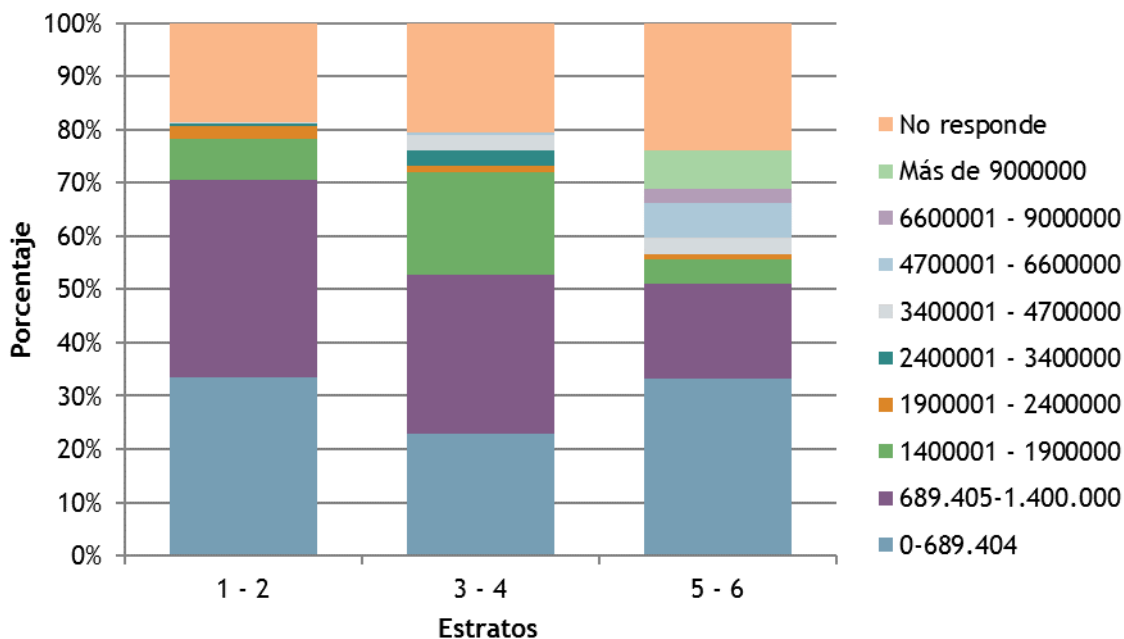
Figura 6.19: Nivel de ingresos por clasificación del suelo



Fuente: Steer Davies Gleave, 2016

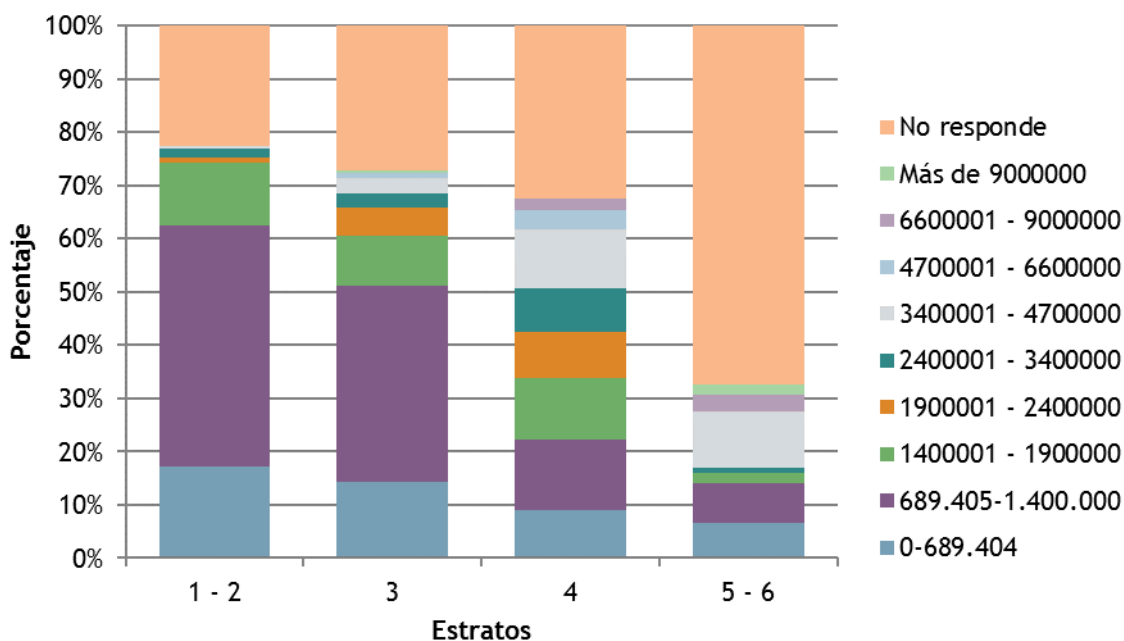
6.23 Al analizar el nivel de ingresos por nivel socio-económico, se observa una relación directa, es decir, a medida que aumenta el estrato, también aumenta el nivel de ingresos del hogar, la excepción a la regla es el estrato 6 rural, que corresponde mayoritariamente a los capataces de las parcelaciones.

Figura 6.20: Nivel de ingresos por estrato socioeconómico para el sector rural



Fuente: Steer Davies Gleave, 2016

Figura 6.21: Nivel de ingresos por estrato socioeconómico para el sector urbano



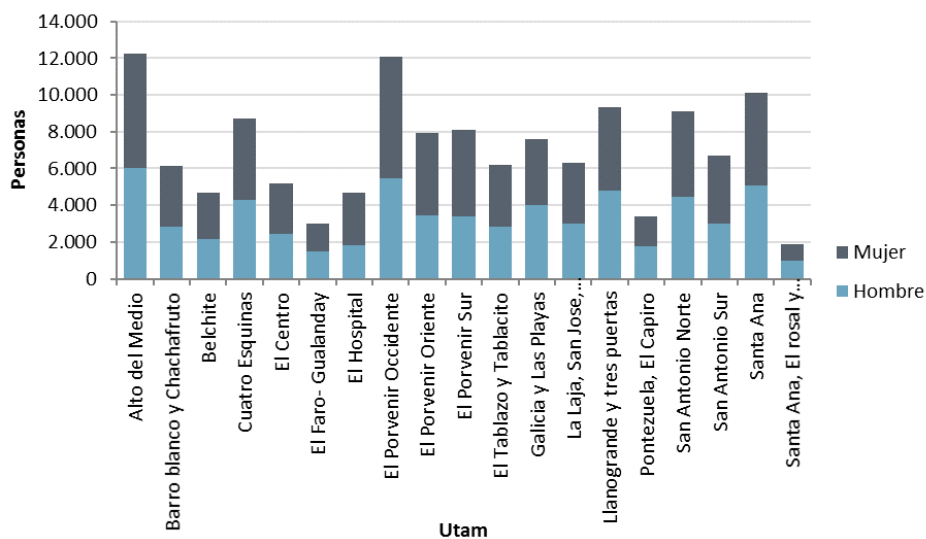
Fuente: Steer Davies Gleave, 2016

Indicadores de personas

Personas

6.24 En el municipio de Rionegro habitan 133.301 personas de las cuales 40.686 habitan el área rural y 92.616 el área urbana. La distribución de la población se presenta en las siguientes figuras:

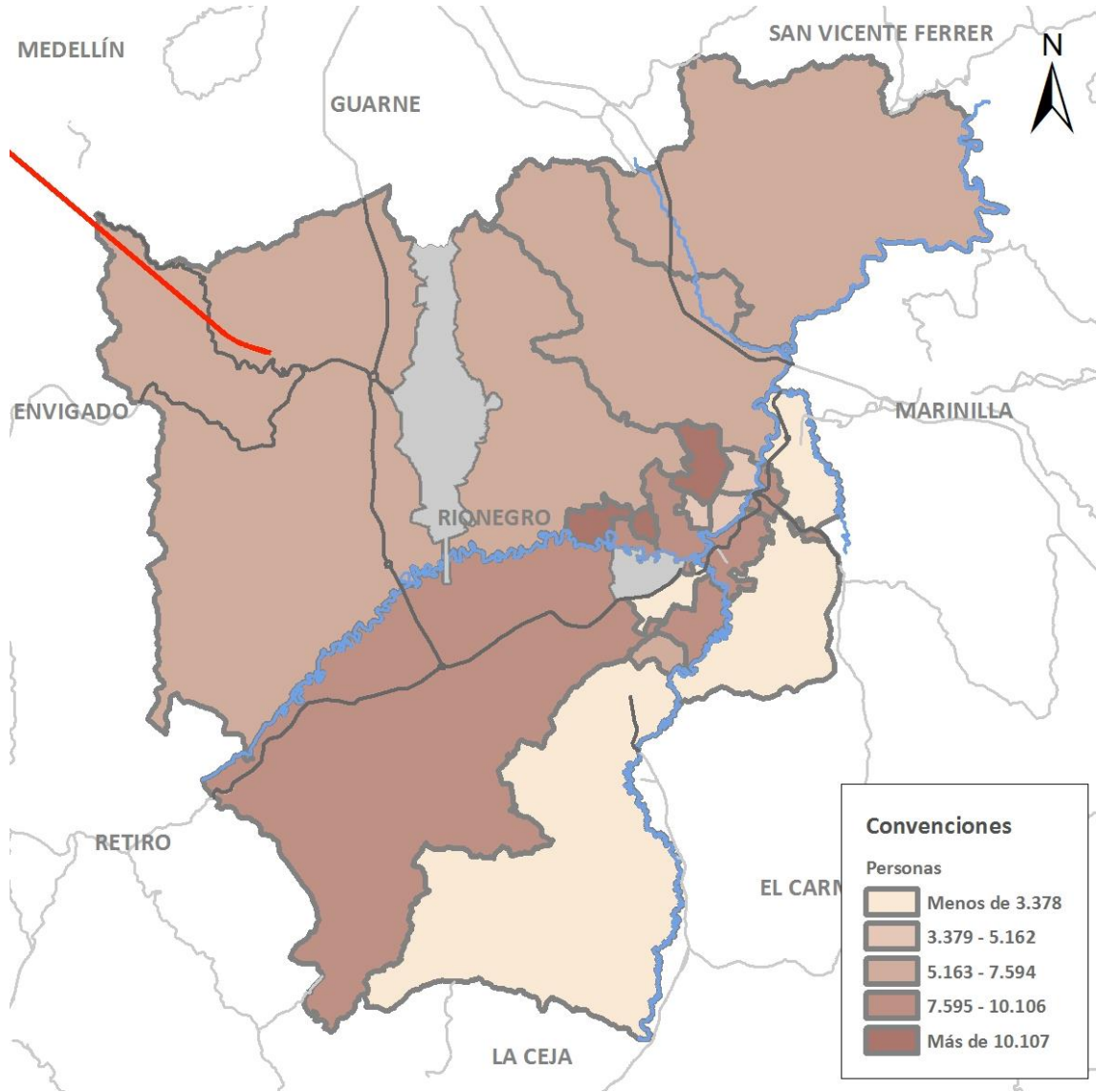
Figura 6.22: Personas en el área de estudio



Fuente: Steer Davies Gleave, 2016

6.25 La distribución geográfica de la población en las UTAM puede ser observada a continuación.

Figura 6.23: Distribución de la población por UTAM

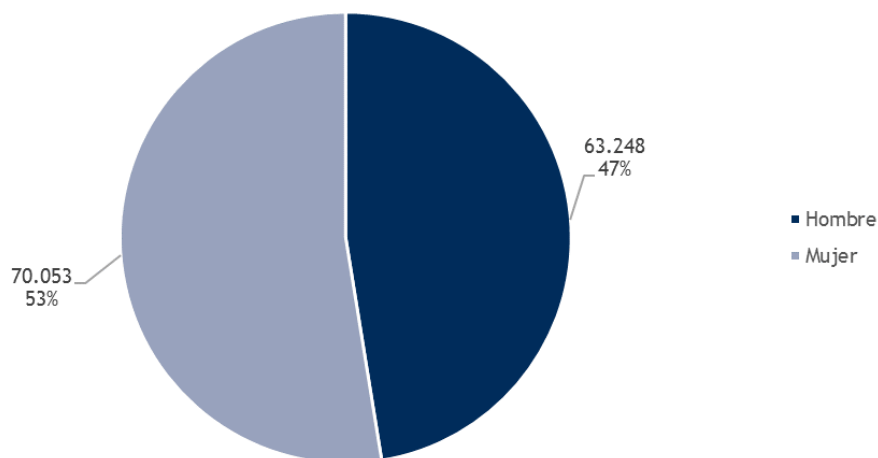


Fuente: Steer Davies Gleave, 2016

Género de la población

6.26 Los indicadores de género y edad tienen en cuenta a todos los miembros del hogar, incluso a los menores de 5 años. Se observa que un 47 % de la población corresponde a hombres y el 57 % restante a mujeres

Figura 6.24: Género de la población



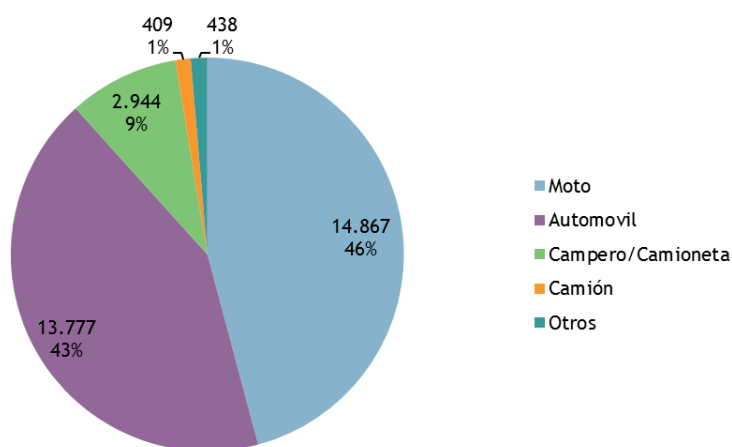
Fuente: Steer Davies Gleave, 2016

Indicadores de vehículos

Tipos de vehículos disponibles en el hogar

- 6.27 Este indicador fue calculado como una distribución porcentual de los vehículos disponibles en el hogar por UTAM y por estrato socioeconómico. Los vehículos disponibles son aquellos que el hogar puede usar y están bajo su custodia, y pueden ser o no propiedad de uno de sus integrantes. Los resultados obtenidos de muestran a continuación.

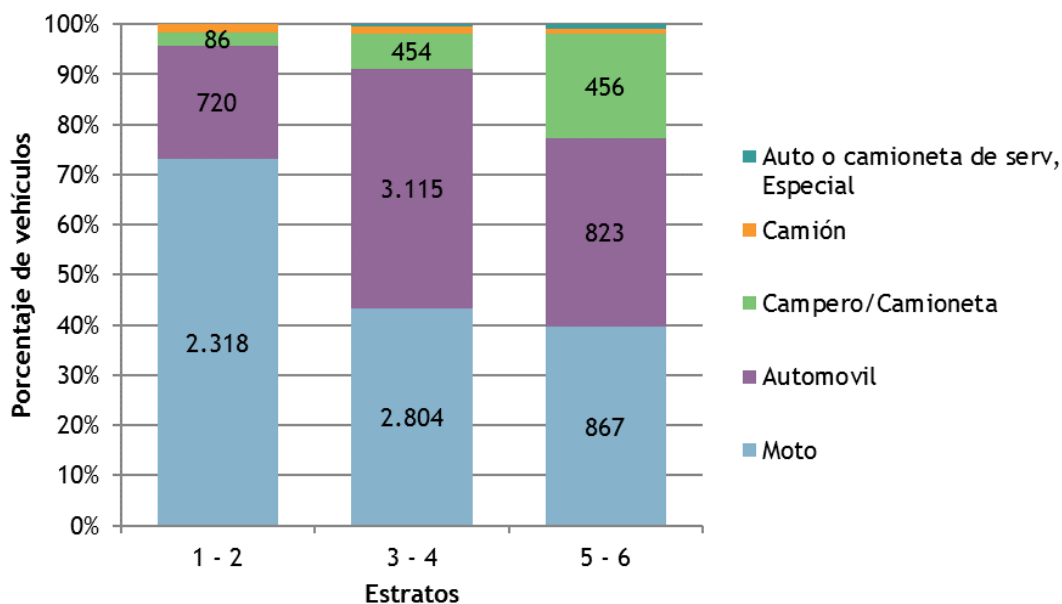
Figura 6.25: Tipos de vehículos disponible en el hogar



Fuente: Steer Davies Gleave, 2016

- 6.28 En Rionegro hay un total de 32.435 vehículos, de los cuales 14.867 son motos, 13.777 automóviles y 2.944 camionetas.

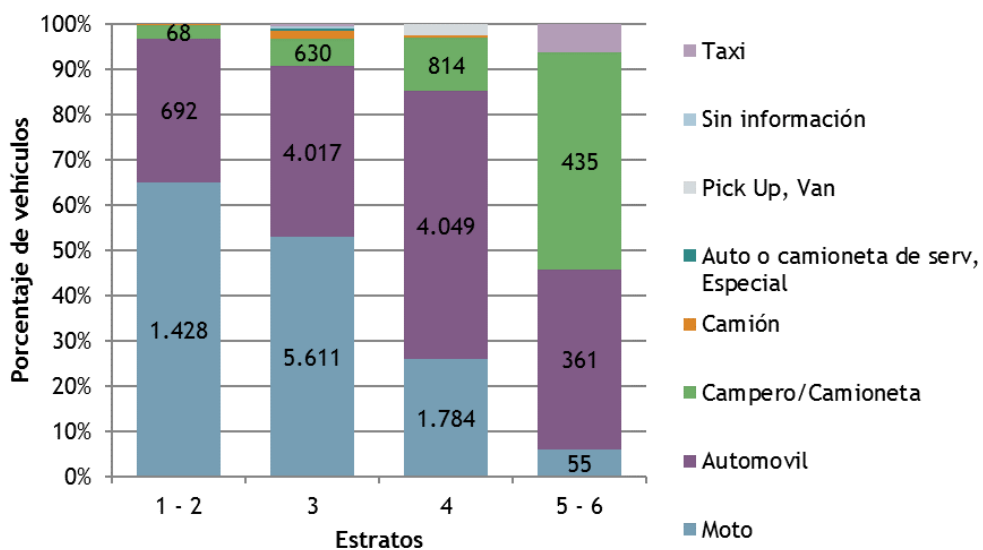
Figura 6.26: Tipo de vehículo por estrato socioeconómico para el sector rural



Fuente: Steer Davies Gleave, 2016

6.29 Por estrato para el sector rural, resalta la posesión de motos, que en todos los estratos tiene una participación importante, incluso en el 6 donde se evidencian los vehículos de los cuidadores. Para el sector urbano, la tendencia marca una clara disminución de la participación de la moto en cuanto el estrato aumenta, y a su vez el aumento de la participación de los automóviles y las camionetas.

Figura 6.27: Tipo de vehículo por estrato socioeconómico para el sector urbano

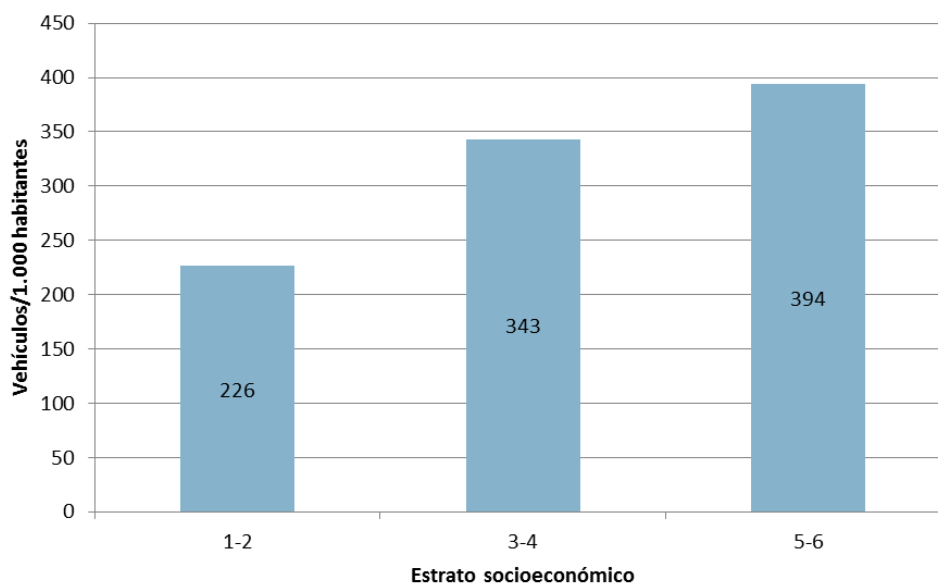


Fuente: Steer Davies Gleave, 2016

Tasa de motorización

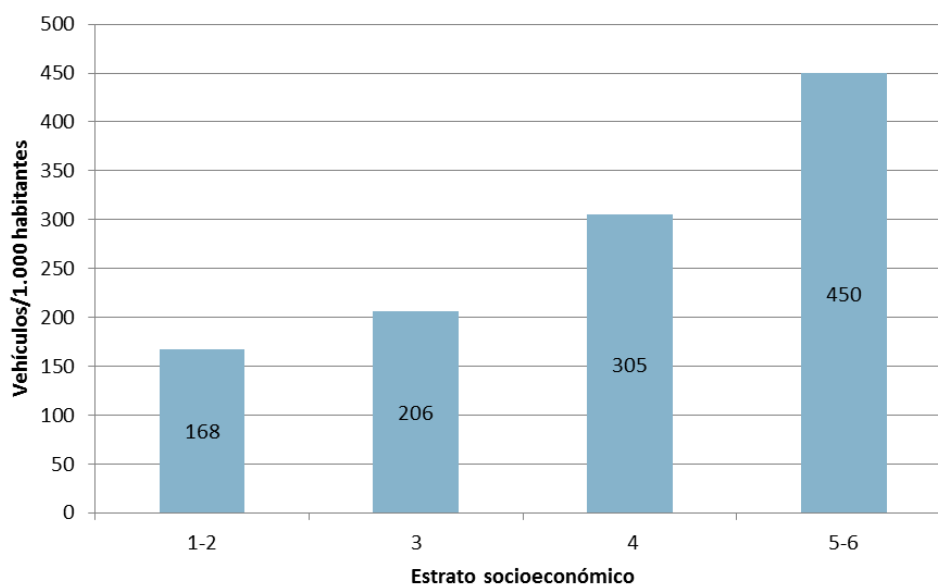
6.30 La tasa de motorización se mide como el número de vehículos motorizados disponibles por cada 1.000 habitantes y es un indicador que refleja la tenencia de vehículos en la población, para Rionegro la tasa de motorización es de 243 vehículos por cada 1.000 habitantes. A continuación se presentan las tasas de motorización por estrato para los sectores urbano y rural.

Figura 6.28: Tasa de motorización por estrato socioeconómico para el sector rural



Fuente: Steer Davies Gleave, 2016

Figura 6.29: Tasa de motorización por estrato socioeconómico para el sector urbano

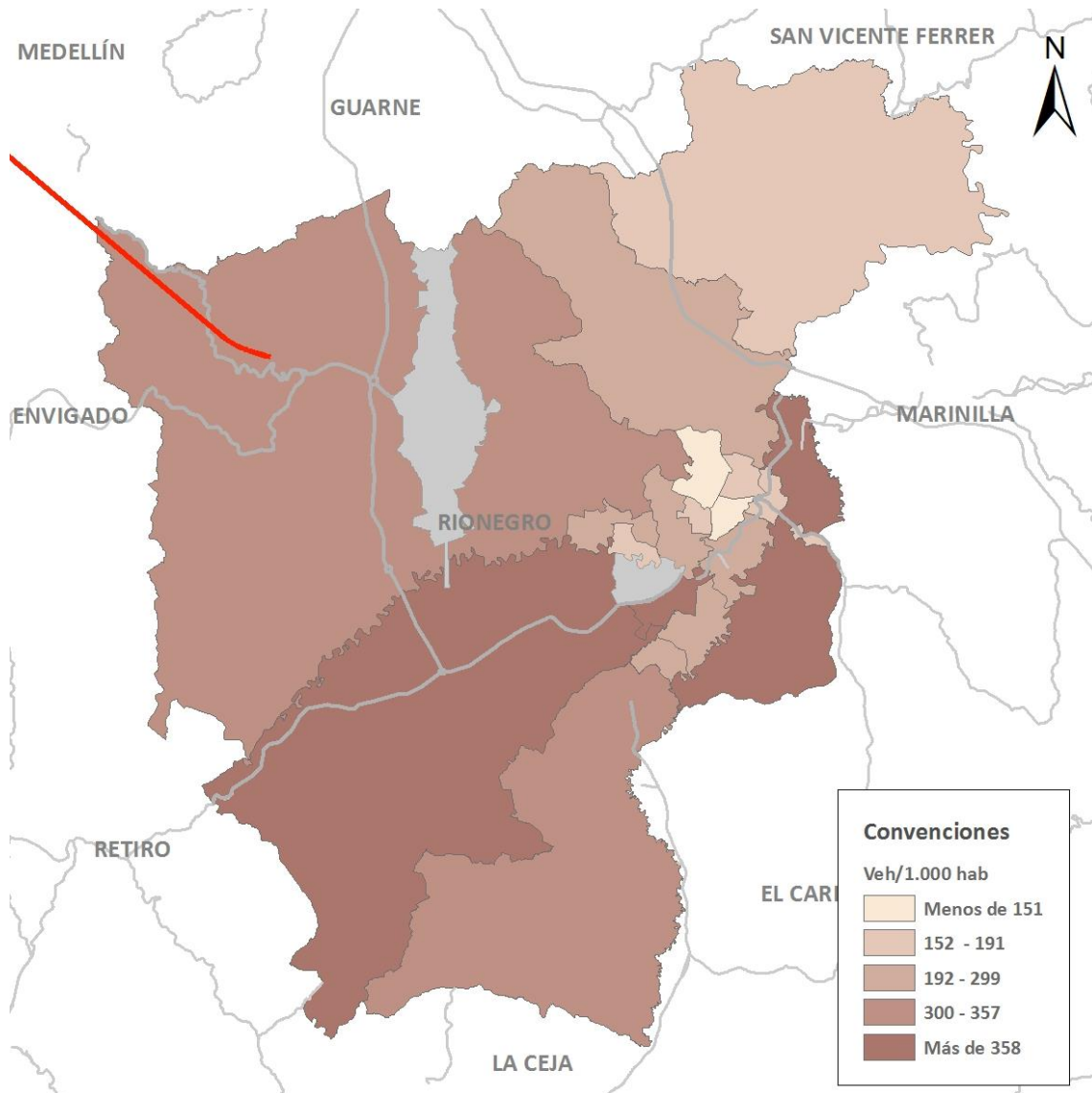


Fuente: Steer Davies Gleave, 2016

6.31 Es evidente que en los estratos altos la tasa de motorización es significativamente mayor que en estratos bajos. De igual manera, se observa como en estratos bajos predomina la tenencia de moto, mientras que en estratos altos el vehículo predominante es el automóvil.

6.32 A continuación se presenta la tasa de motorización por UTAM

Figura 6.30: Tasa de motorización de vehículos por UTAM

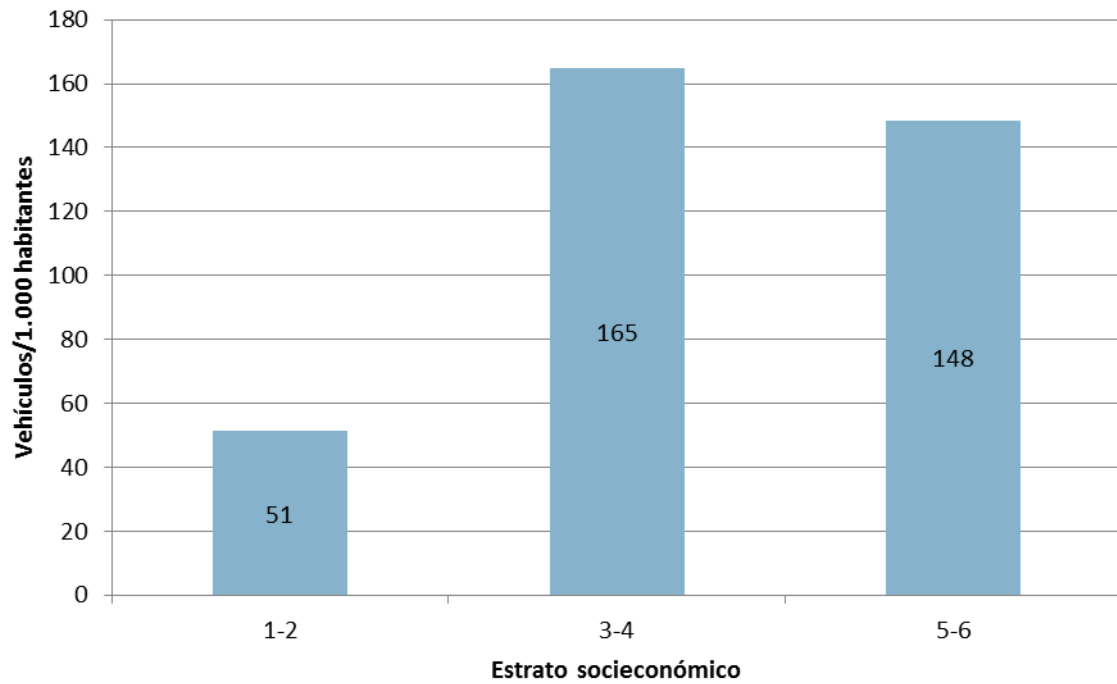


Fuente: Steer Davies Gleave, 2016

Tasa de motorización de autos

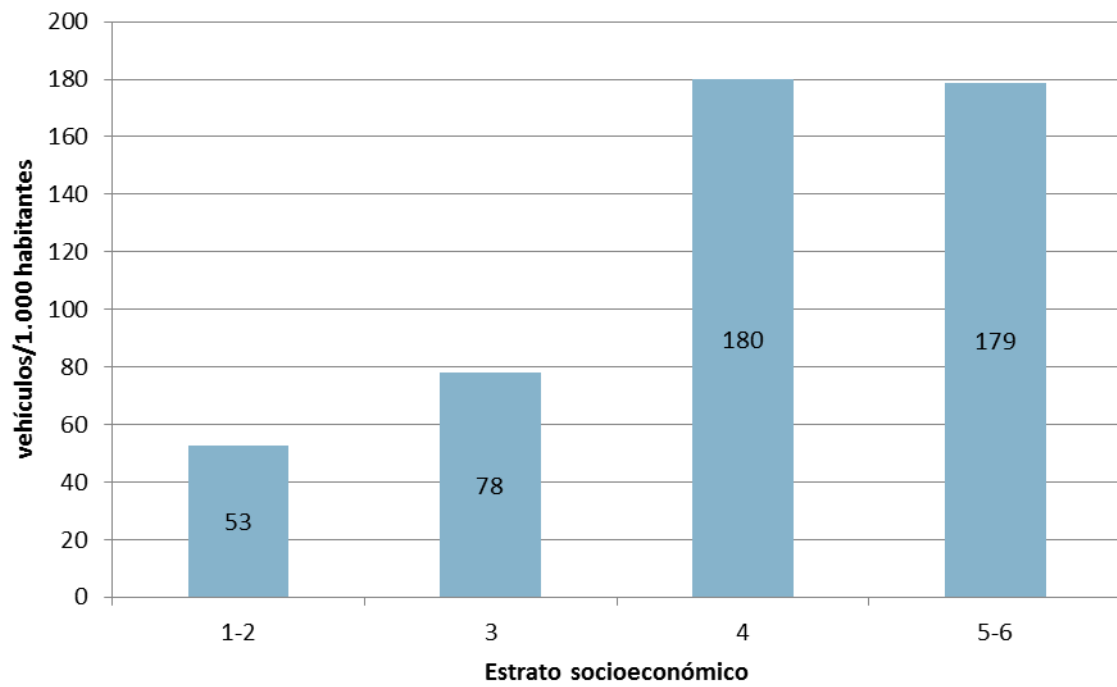
6.33 La tasa de motorización de autos se calcula con el número de automóviles por cada 1.000 habitantes por unidad territorial, y por cada estrato socioeconómico.

Figura 6.31: Tasa de motorización de autos para el sector rural



Fuente: Steer Davies Gleave, 2016

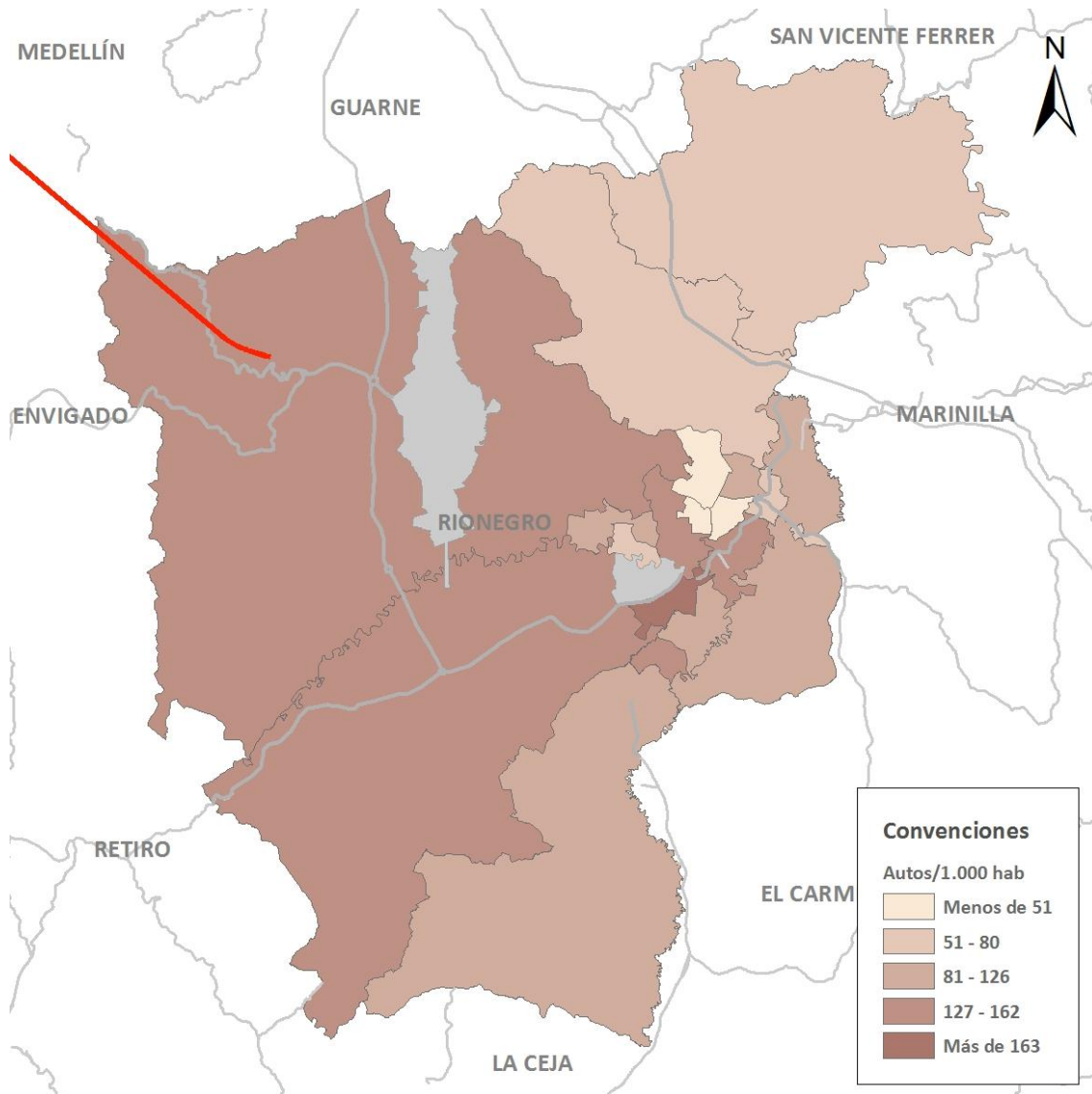
Figura 6.32: Tasa de motorización de autos para el sector urbano



Fuente: Steer Davies Gleave, 2016

- 6.34 Se destaca que, a mayor estrato, aumenta la tasa de motorización de automóviles, al igual que su participación en la tasa de motorización total.

Figura 6.33: Tasa de motorización de autos por UTAM

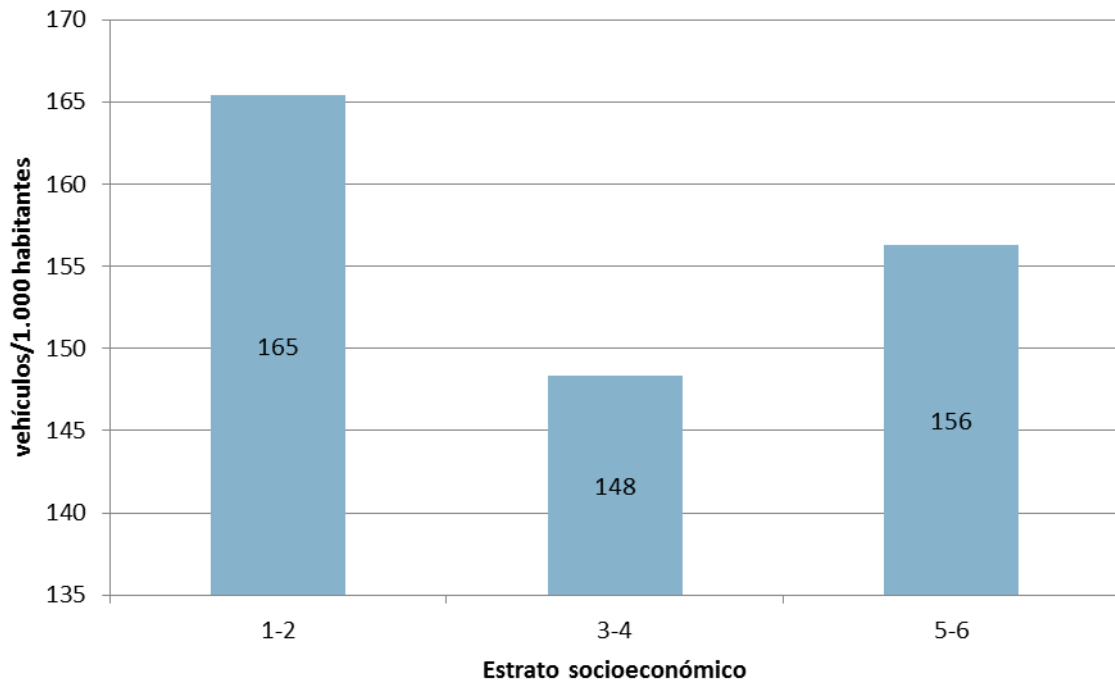


Fuente: Steer Davies Gleave, 2016

Tasa de motorización de motos

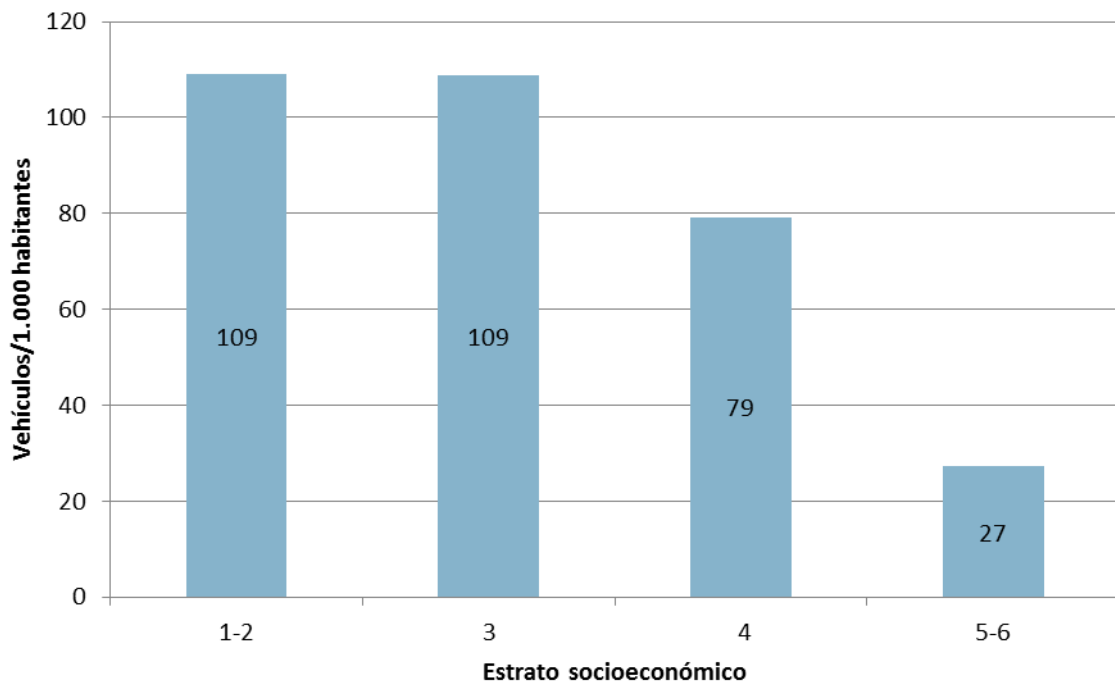
- 6.35 La Tasa de motorización de motos se mide como la cantidad de motocicletas por cada 1.000 habitantes en cada UTAM, y por cada estrato socioeconómico.
- 6.36 La tasa de motorización de motos no tiene una tendencia creciente como en el caso de la tasa de automóviles, esto se debe, en el caso del sector rural, a la presencia de los hogares de capataces que habitan en estrato 6 y tienen motocicletas. En el caso urbano, se evidencia la tendencia decreciente en función del estrato

Figura 6.34: Tasa de motorización de motocicletas para el sector rural



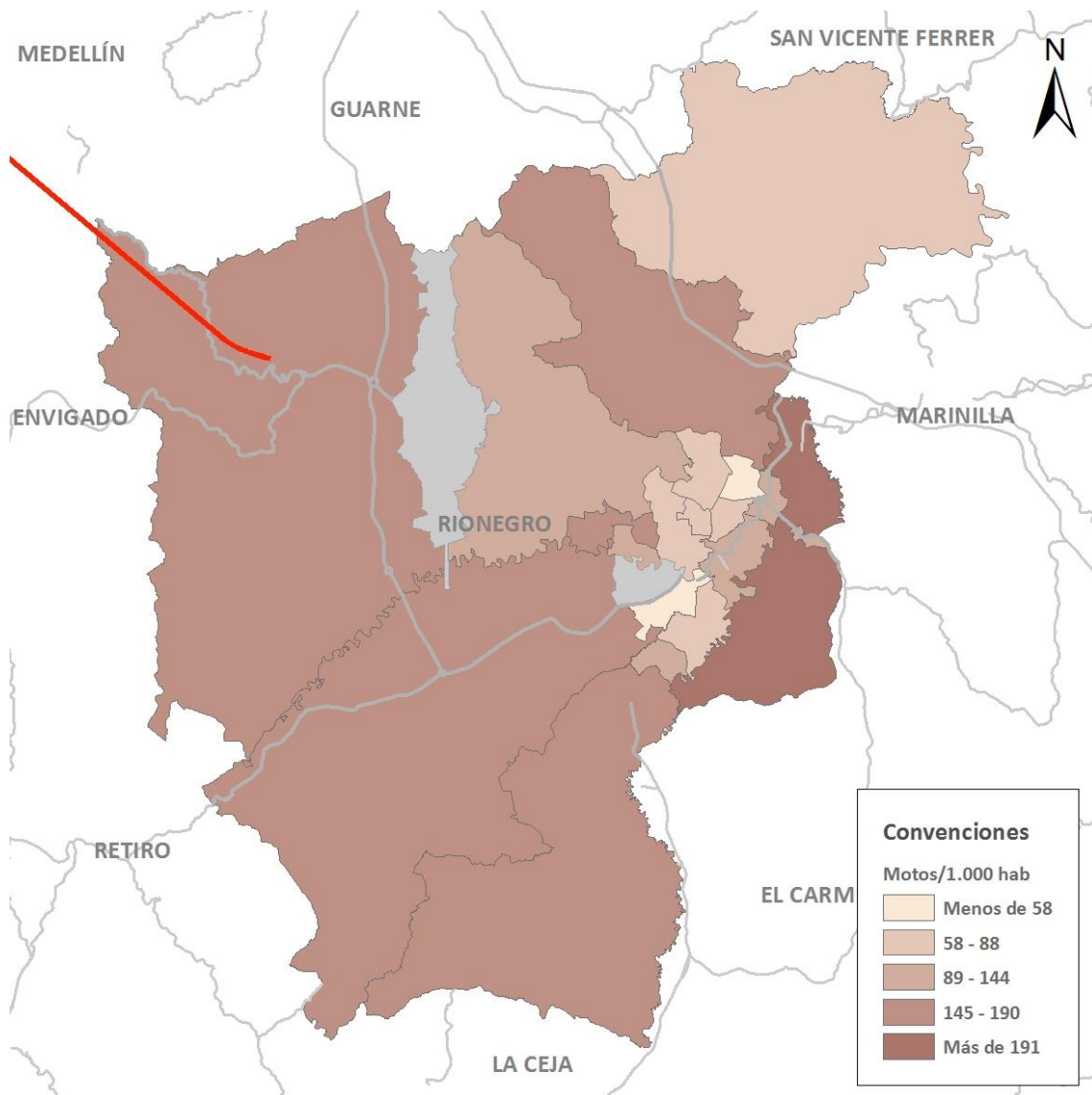
Fuente: Steer Davies Gleave, 2016

Figura 6.35: Tasa de motorización de motocicletas para el sector urbano



Fuente: Steer Davies Gleave, 2016

Figura 6.36: Tasa de motorización de motos por UTAM



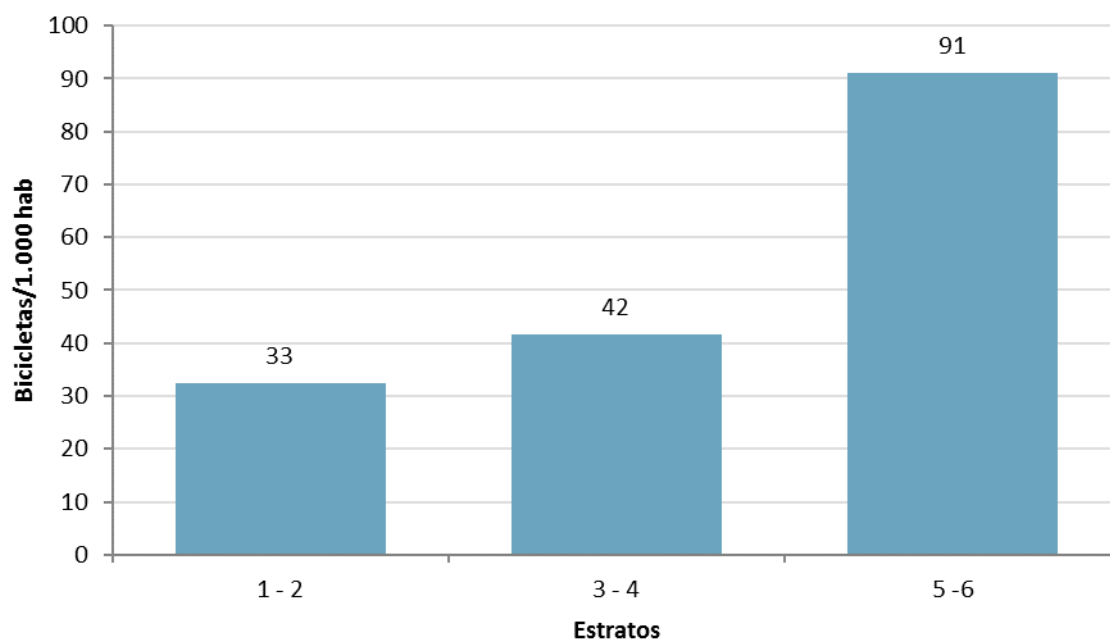
Fuente: Steer Davies Gleave, 2016

Tasa de bicicletas por cada 1.000 habitantes

6.37

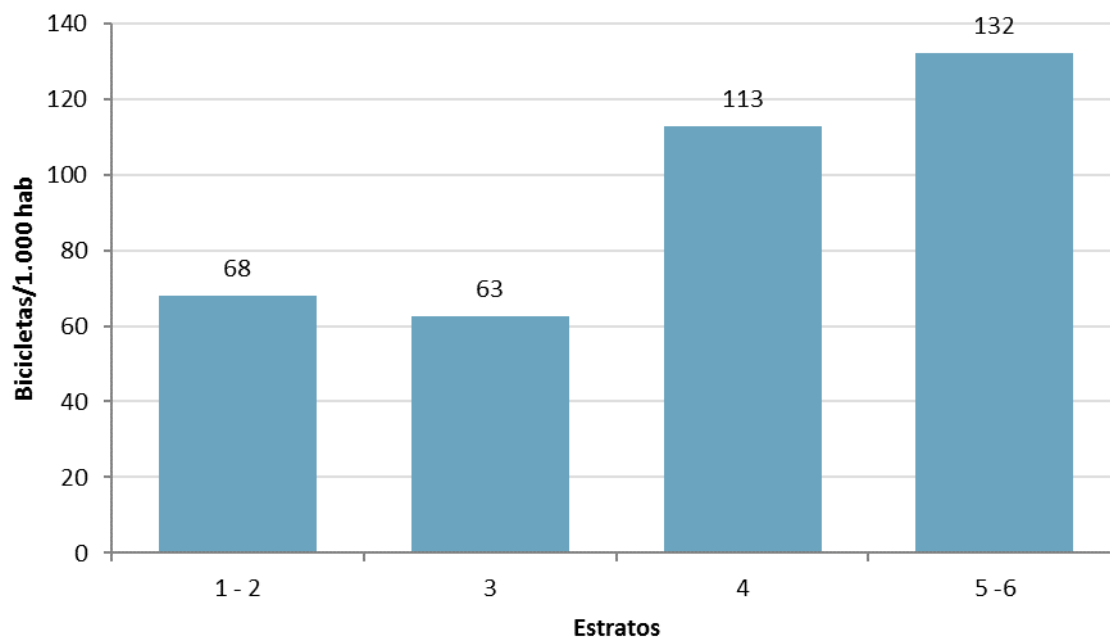
La tasa de bicicletas mide la tenencia de bicicletas en las personas dentro de cada UTAM y por estrato socioeconómico. Esta tasa fue obtenida con las respuestas de los encuestados que reportaron tener bicicleta de adultos, ya que son las que potencialmente pueden ser utilizadas en los desplazamientos diarios.

Figura 6.37: Tasa de bicicletas por cada 1.000 habitantes por estrato para el sector rural



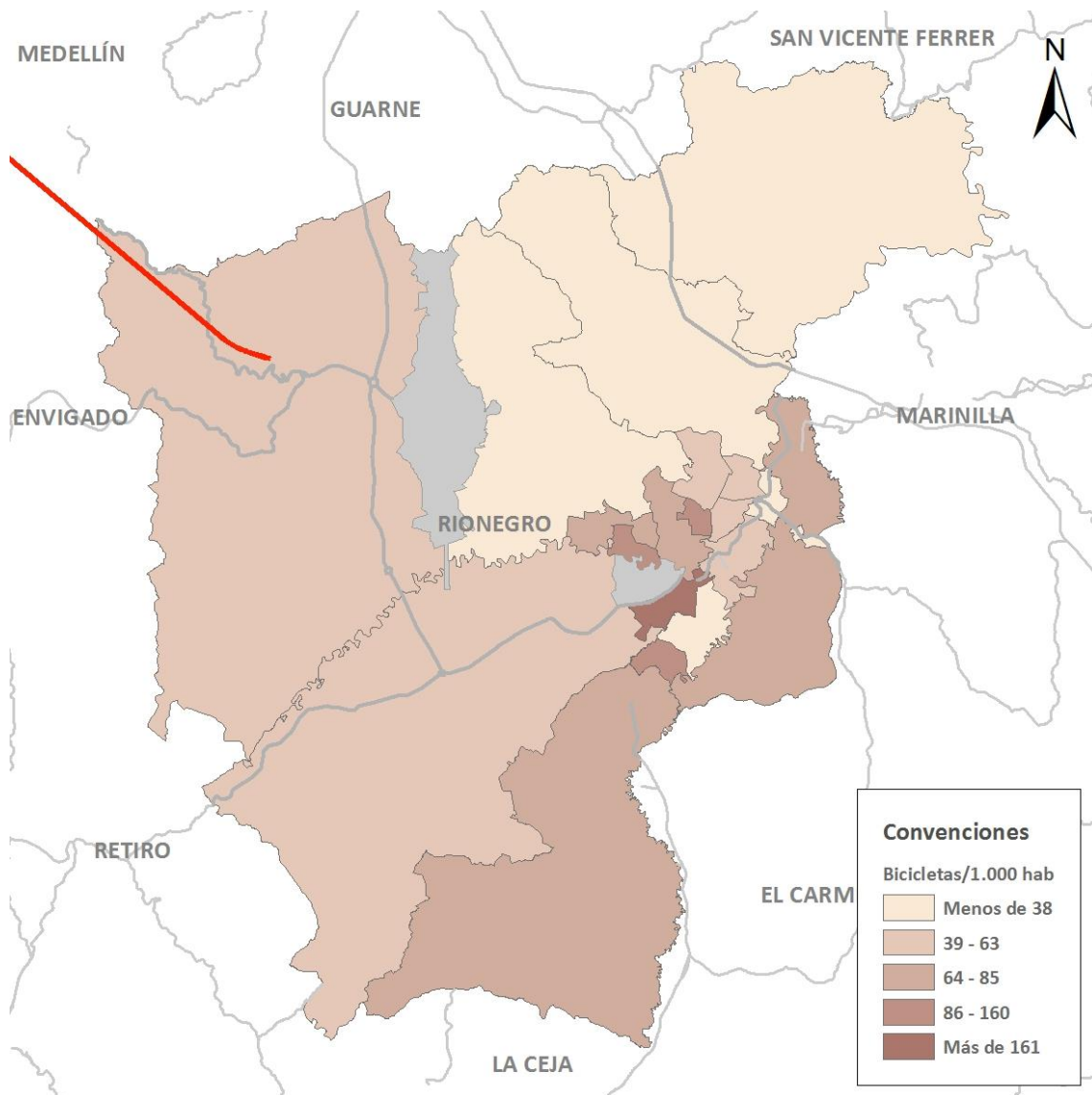
Fuente: Steer Davies Gleave, 2016

Figura 6.38: Tasa de bicicletas por cada 1.000 habitantes por estrato para el sector urbano



Fuente: Steer Davies Gleave, 2016

Figura 6.39: Tasa de bicicletas por cada 1.000 habitantes por UTAM

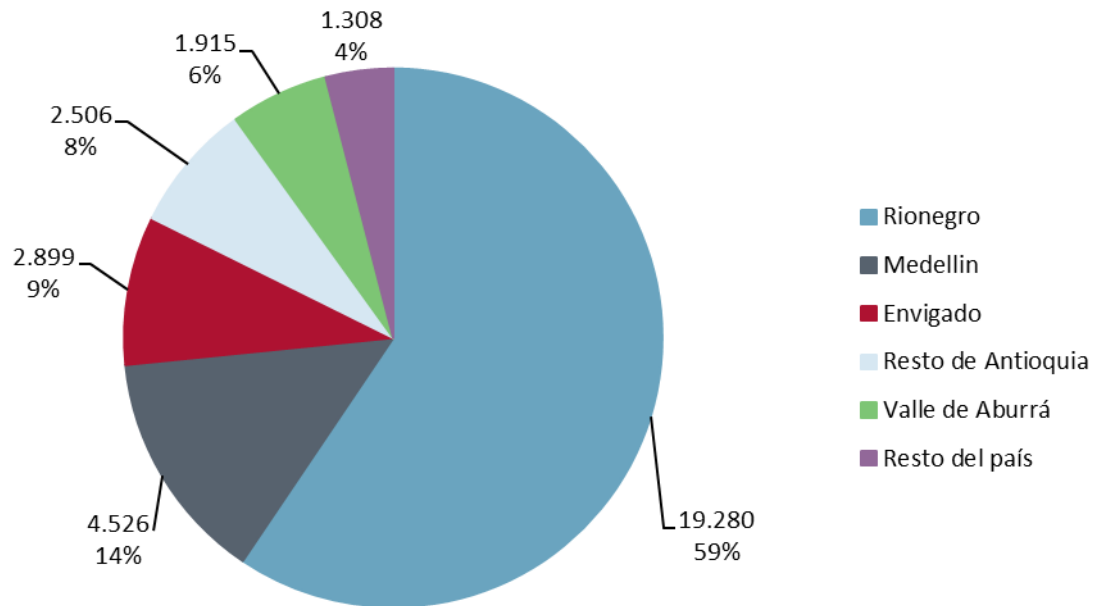


Fuente: Steer Davies Gleave, 2016

Lugar de matrícula de los vehículos motorizados

- 6.38 A continuación se presenta la distribución porcentual de los vehículos del área de estudio por tipo de vehículo y municipio donde se matriculó. El 59 % de los vehículos de uso privado (moto, automóvil, campero/ camioneta, pick up, van) se encuentran matriculados en Rionegro, el 14 % en Medellín y el 9 % en Envigado.

Figura 6.40: Lugar de matrícula de los vehículos motorizados



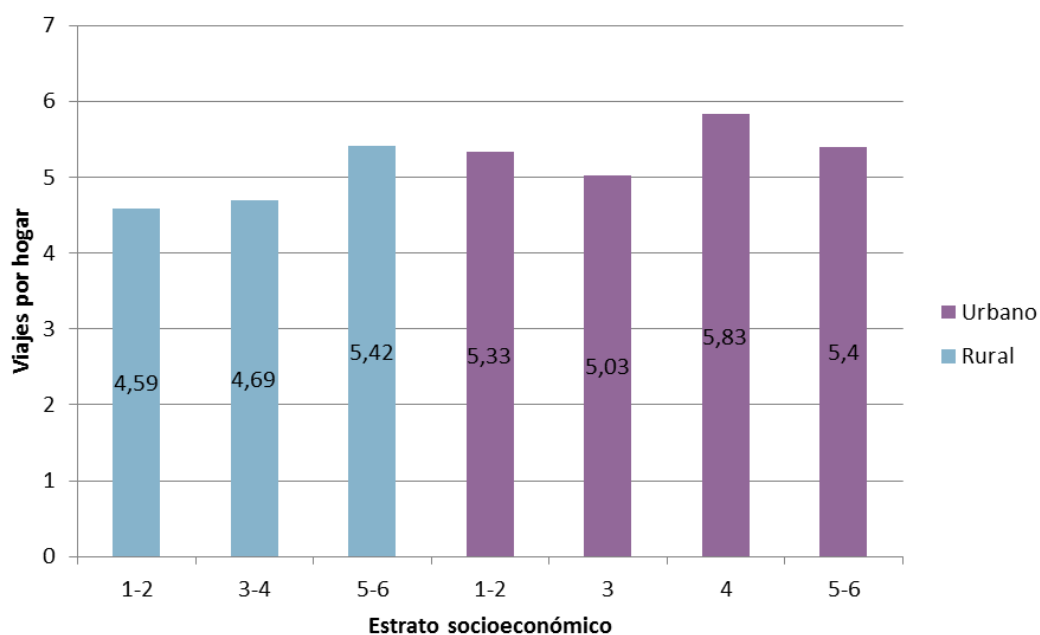
Fuente: Steer Davies Gleave, 2016

Indicadores de viajes

Viajes por hogar

- 6.39 Los viajes promedio por hogar se calculan dividiendo el número de viajes totales al día por estrato o UTAM por la cantidad de hogares que lo componen. Un viaje se define como un desplazamiento realizado por una persona con un motivo específico y una duración mayor a 3 minutos, o un desplazamiento con motivo trabajo o estudio de cualquier duración.
- 6.40 En Rionegro se realizan en el día un total de 206.535 viajes en todos los modos de transporte, y en promedio se hacen 5,08 viajes por hogar.

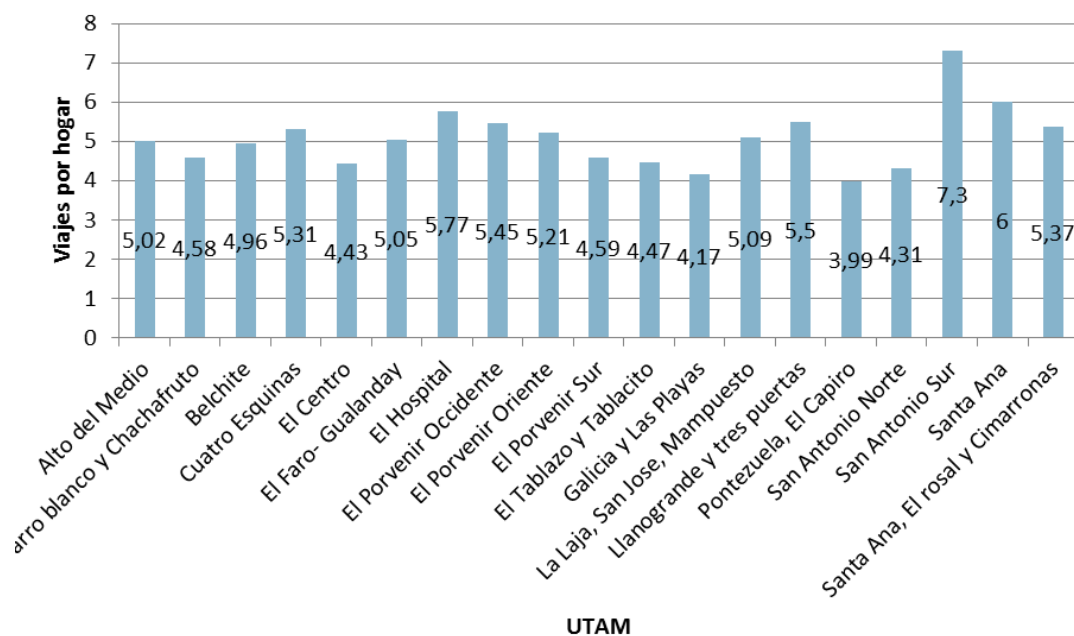
Figura 6.41: Tasa de viajes el día por hogar en Rionegro por estrato



Fuente: Steer Davies Gleave, 2016

- 6.41 Como se observa en la anterior gráfica, el segmento de la población en el que se presenta la mayor tasa de viajes por hogar, corresponde al estrato 4 de la zona urbana

Figura 6.42: Tasa de viajes por hogar por UTAM

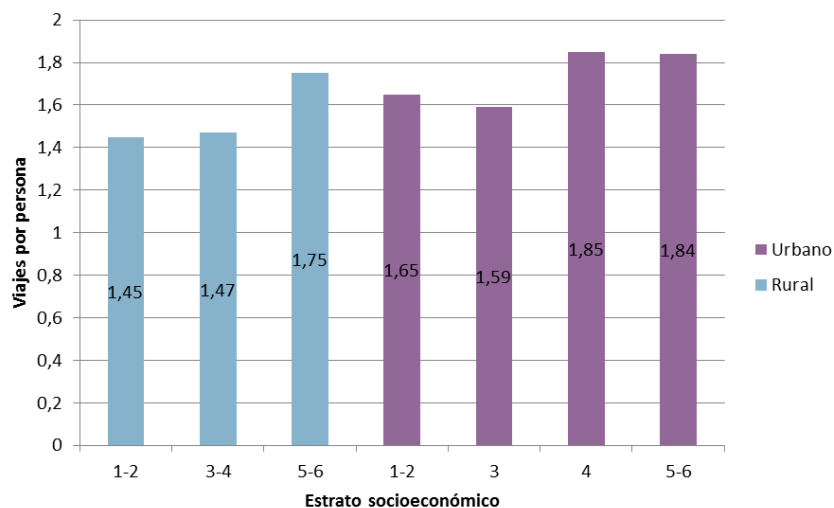


Fuente: Steer Davies Gleave, 2016

Viajes por persona

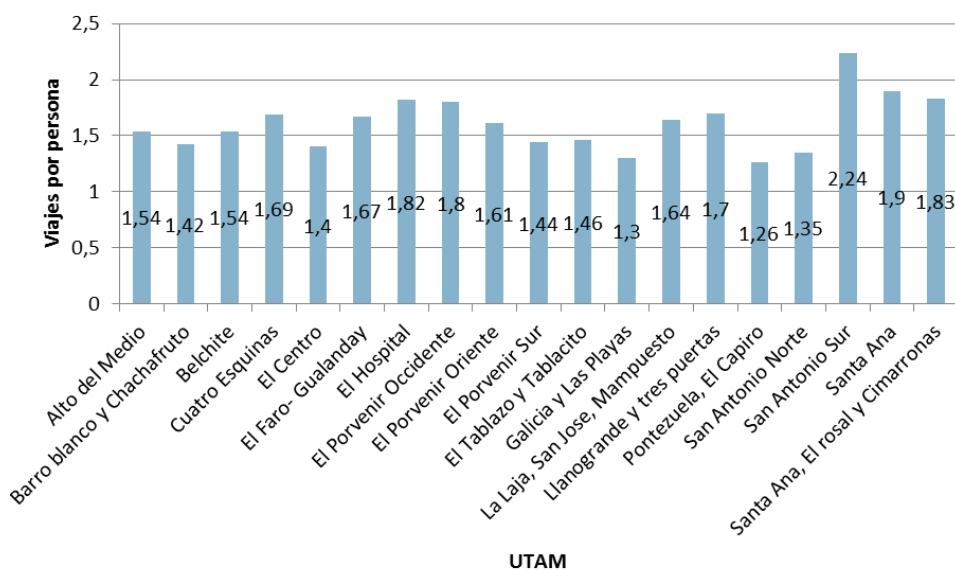
- 6.42 La tasa de viajes al día está asociada con las características sociales y económicas que influyen en las actividades que desarrolla la persona y en sus decisiones de transporte. Por esta razón, en las siguientes gráficas se relaciona la tasa de viajes al día de la persona con la ocupación principal, el género y la edad.
- 6.43 La tasa de viajes al día por persona es el promedio de viajes que realiza la población mayor o igual a 5 años en una unidad de análisis. Para el municipio de Rionegro, esta tasa es:

Figura 6.43: Tasa de viajes por persona por estrato socioeconómico



Fuente: Steer Davies Gleave, 2016

Figura 6.44: Tasa de viajes al día por persona por UTAM

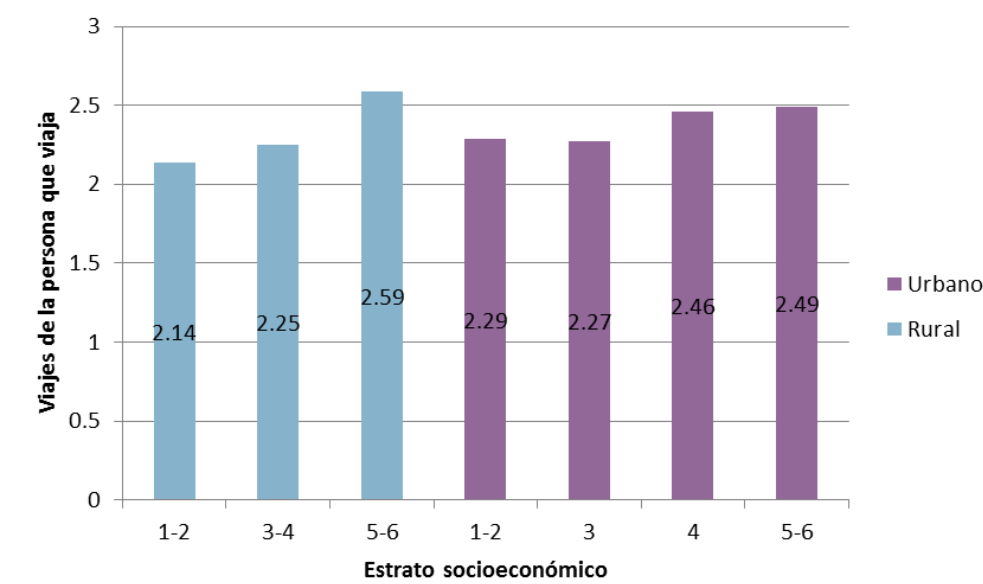


Fuente: Steer Davies Gleave

6.44

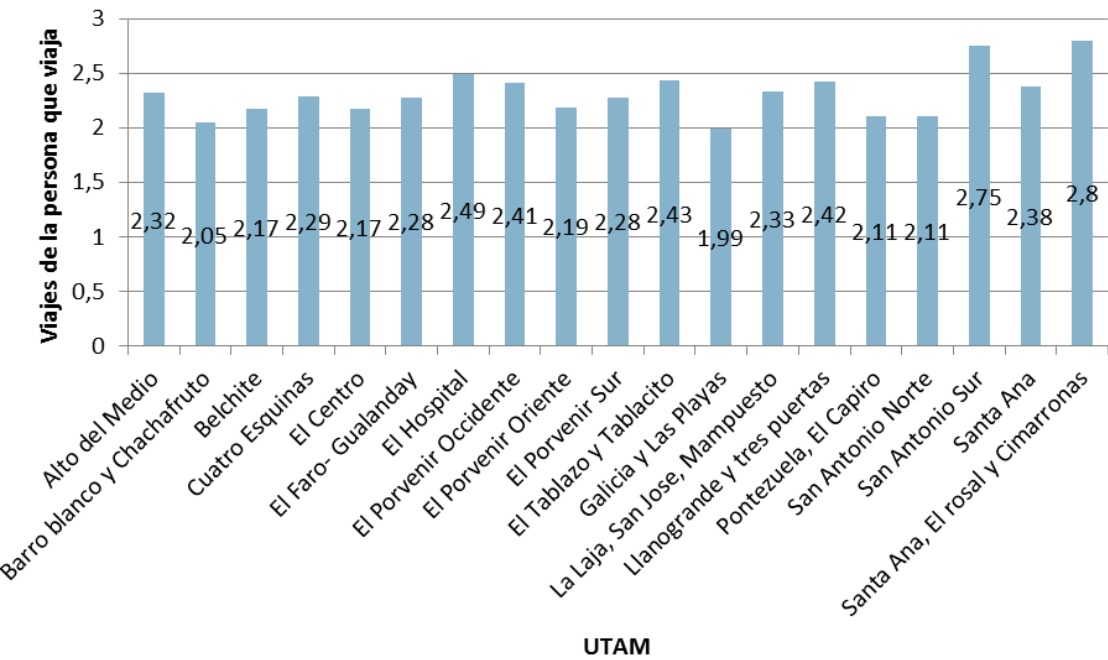
Para la tasa de viajes al día por persona que viaja, se calcula el promedio de viajes por persona por estrato teniendo en cuenta únicamente aquellas personas que reportaron haber viajado, por esto, la tasa de viajes sube hasta valores aproximadamente de 2,3 viajes por persona que viaja.

Figura 6.45: Tasa de viajes al día por persona que viaja por estrato socioeconómico



Fuente: Steer Davies Gleave, 2016

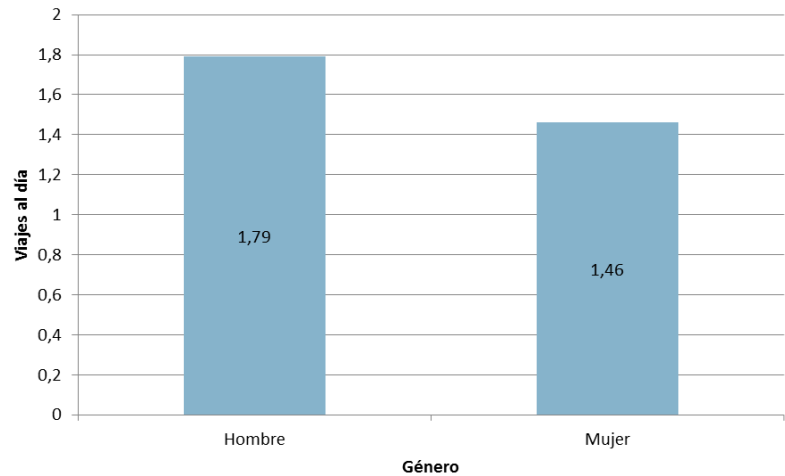
Figura 6.46: Tasa de viajes al día por persona que viaja por UTAM



Fuente: Steer Davies Gleave

- 6.45 Si se hace una comparación entre viajes por persona, y viajes por persona que viaja, se observa que el aumento en el promedio de viajes es de aproximadamente 40%
- 6.46 Al analizar la tasa de viajes por género de la población, se obtiene que los hombres realizan en promedio 22% más que las mujeres, teniendo los hombres una tasa de 1,79 viajes al día, y las mujeres 1,46

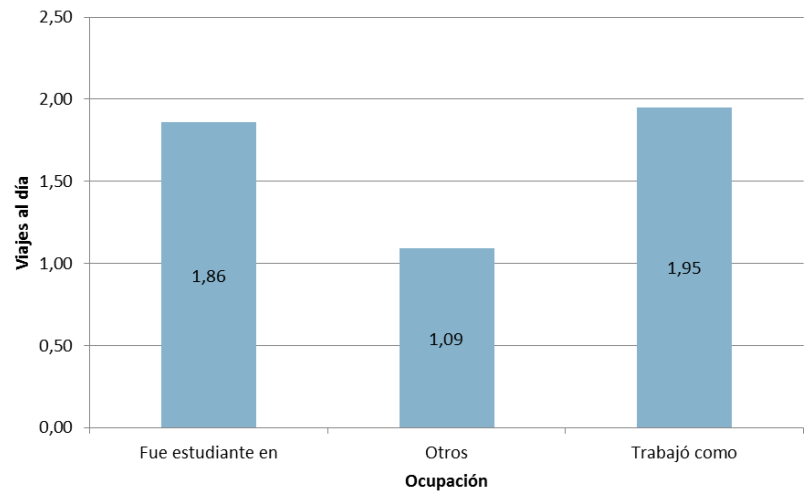
Figura 6.47: Tasa de viajes por género



Fuente: Steer Davies Gleave, 2016

- 6.47 Al comparar las tasas de viajes por ocupación principal de la semana anterior, se observa que las personas que trabajan viajan un 4 % más que los estudiantes, este valor baja aún más al considerar las personas que se dedican a “otras ocupaciones”, esto se debe a que en este grupo se encuentran personas jubiladas, dedicados al hogar y personas que buscan trabajo entre otros.

Figura 6.48: Tasa de viajes por ocupación

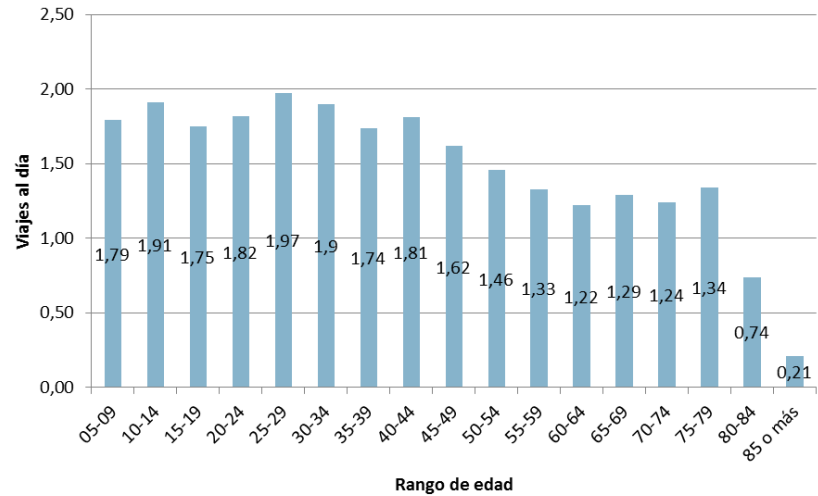


Fuente: Steer Davies Gleave, 2016

6.48

Al analizar la tasa de viajes por edad se observa que existe una tendencia en la que disminuye la tasa de viajes a medida que aumenta la edad de la población, adicionalmente, el rango de edad en el que más se registran viajes corresponde a 25-29 años, con un promedio de 1,97 viajes por persona al día.

Figura 6.49: Tasa de viajes por rango de edad



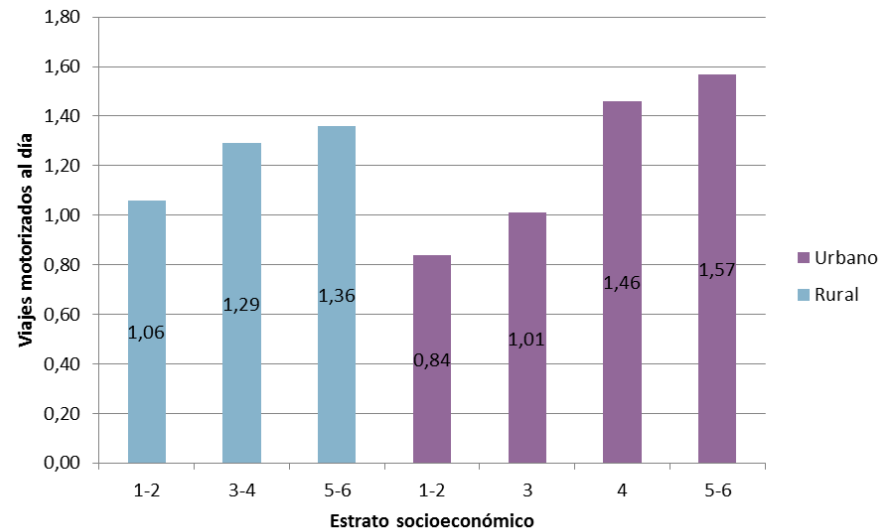
Fuente: Steer Davies Gleave, 2016

Tasa de viajes motorizados de las personas

6.49

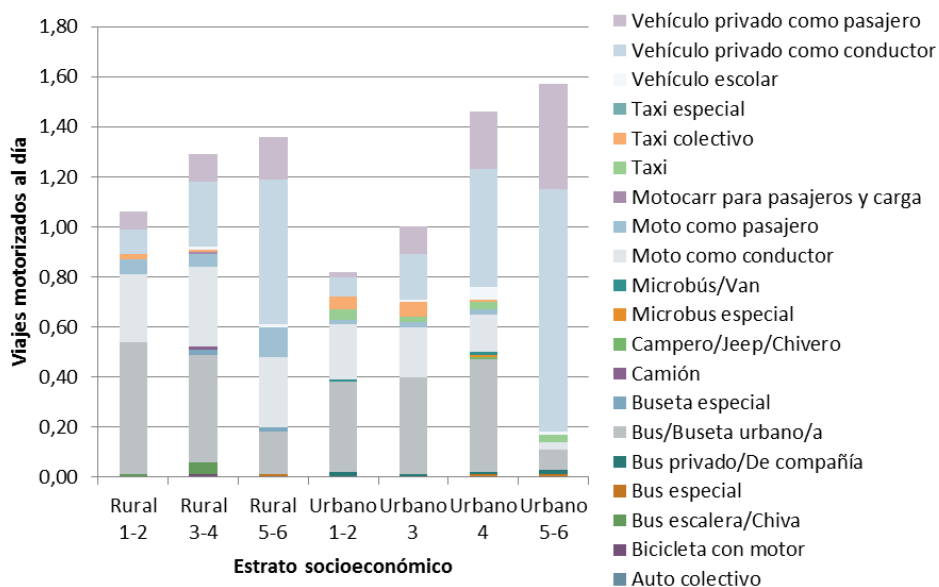
La tasa de viajes motorizados por persona muestra para cada estrato la composición de la misma en función de la participación de cada modo. Vale la pena resaltar que, al no contar los viajes no motorizados, la gráfica presenta una tendencia a aumentar con el estrato socioeconómico.

Figura 6.50: Tasa de viajes motorizados de las personas por estrato socioeconómico



Fuente: Steer Davies Gleave, 2016

Figura 6.51: Tasa de viajes motorizados de las personas por estrato socioeconómico y modo de transporte



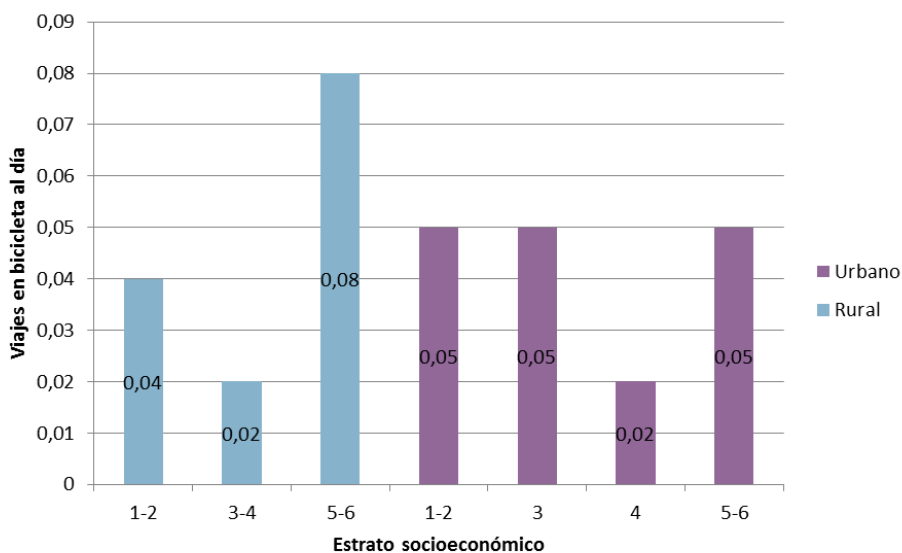
Fuente: Steer Davies Gleave, 2016

Tasa de viajes en bicicleta

6.50 La tasa de viajes en bicicleta representa la dinámica de uso de este modo en los estratos del área de estudio, se calcula tomando la cantidad de viajes hechos al día en bicicleta y dividirlo por el total de personas mayores a 5 años.

6.51 Las siguientes figuras muestran los viajes en bicicleta por estrato socioeconómico y uso del suelo

Figura 6.52: Tasa de viajes en bicicleta por estrato socioeconómico

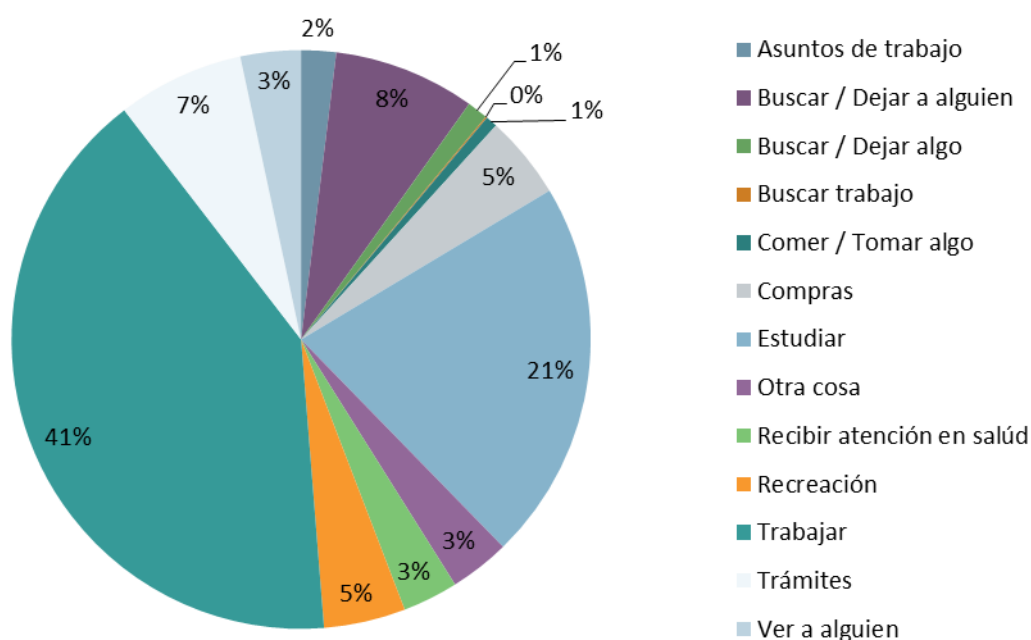


Fuente: Steer Davies Gleave, 2016

Propósito de los viajes

- 6.52 Los motivos de viaje son un indicador clave dado que influyen en la valoración que el usuario del transporte hace de las variables del viaje y asimismo son un factor a considerar en las decisiones sobre el horario de viaje y el destino. Más adelante se usan los motivos de viaje para explicar con mayor detalle los indicadores de tiempo y el horario de viaje. En Rionegro el 62 % de los viajes tienen motivo trabajo o estudio.
- 6.53 Para este análisis se le asigna a los viajes con motivo “volver a casa”, el motivo del viaje anterior, esto se aplica porque el propósito del viaje se define como la razón por la cual la persona realizó el desplazamiento en un primer plano.

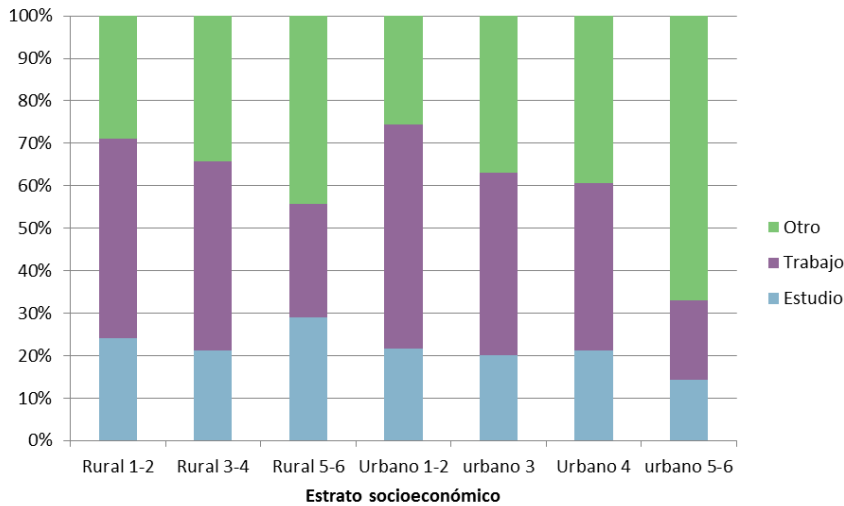
Figura 6.53: Distribución porcentual de los viajes por motivo



Fuente: Steer Davies Gleave, 2016

- 6.54 En cuanto a la distribución de propósitos por estrato, se observa que para todos los segmentos, la suma de viajes con motivo trabajo y estudio, superan el 50% de la totalidad de los viajes, a excepción del nivel socioeconómico 5 y 6 de la zona urbana

Figura 6.54: Distribución porcentual por estrato de los viajes por motivo

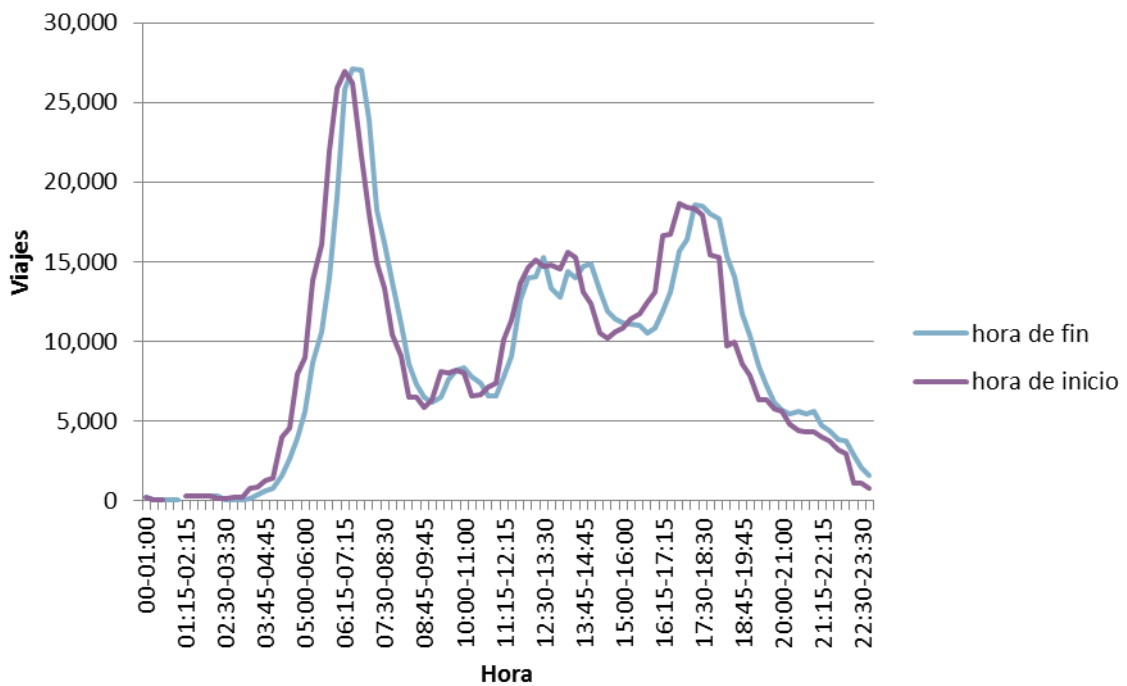


Fuente: Steer Davies Gleave, 2016

Perfil horario de los viajes

- 6.55 El perfil horario de viajes en el área de estudio permite ver las horas de mayor y menor demanda de viajes. Se observan tres picos acentuados a lo largo del día para el global de la movilidad, los cuales ocurren a las 6: 15-7:15 am, 13:15-14:15 y 17:00-18:00

Figura 6.55: Perfil horario de los viajes

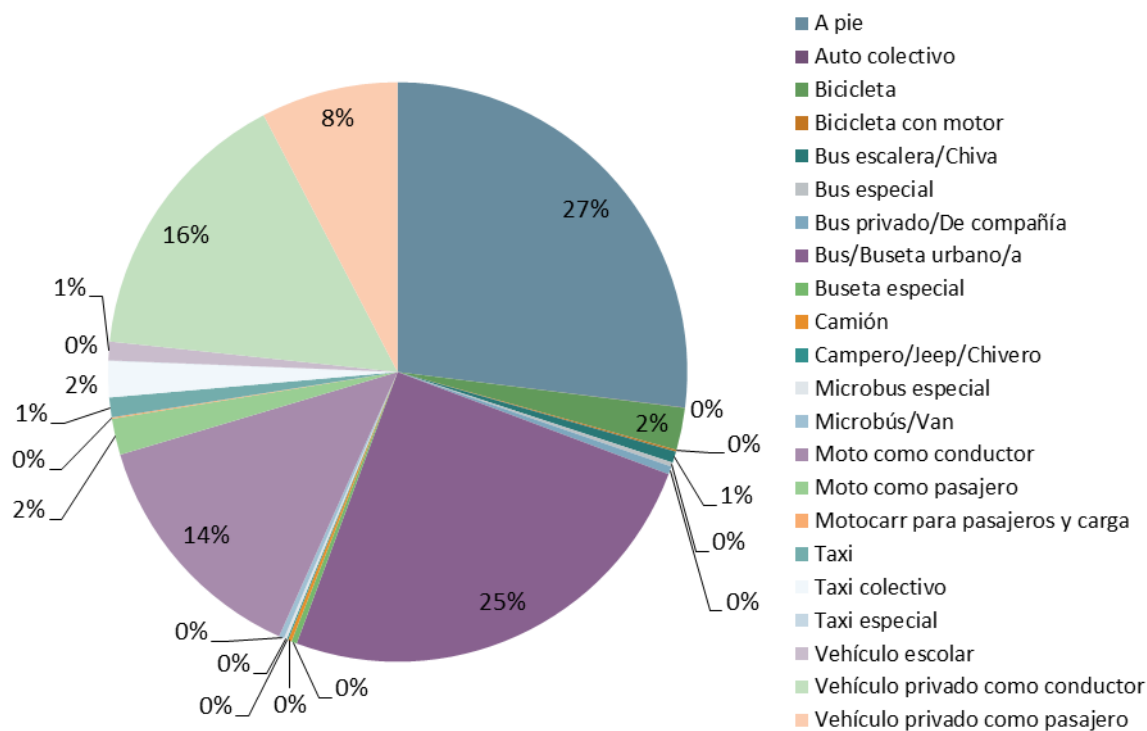


Fuente: Steer Davies Gleave, 2016

Partición modal de los viajes

- 6.56 Este indicador presenta la partición modal de los 206.535 viajes realizados al día en Rionegro. Los modos de transporte considerados corresponden con todos los disponibles en el municipio de manera formal o informal.

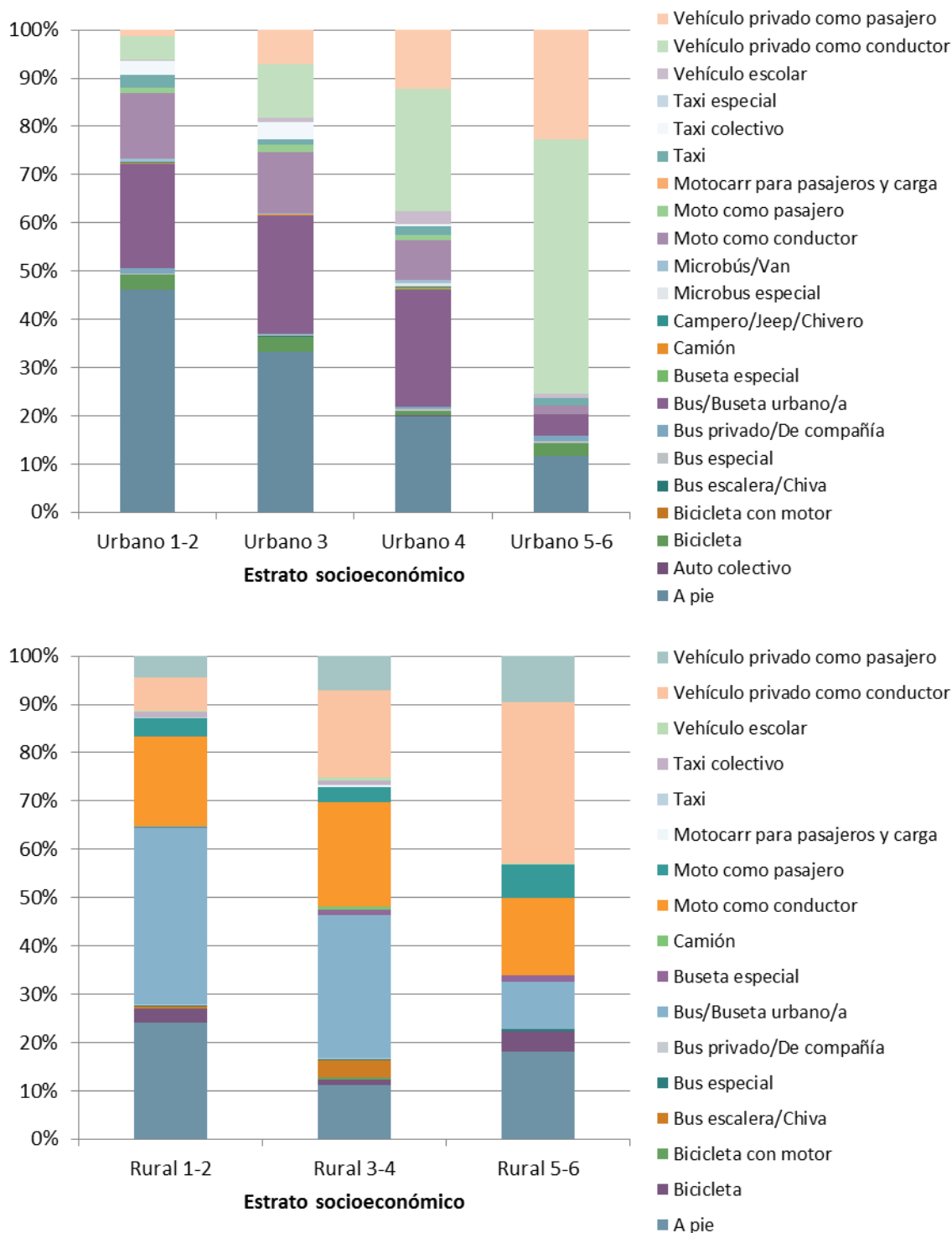
Figura 6.56: Partición modal general Rionegro



Fuente: Steer Davies Gleave, 2016

- 6.57 El mayor porcentaje de viajes lo tiene el modo a pie con 27 % y lo sigue el bus/buseta urbano con un total de 51.490 viajes correspondientes al 25 % de la partición modal
- 6.58 En cuanto a la tendencia por estrato, se aprecia que el uso del automóvil es muy marcado en los estratos altos mientras que en los bajos predominan los viajes en modo a pie.

Figura 6.57: Partición modal por estrato en el área de estudio



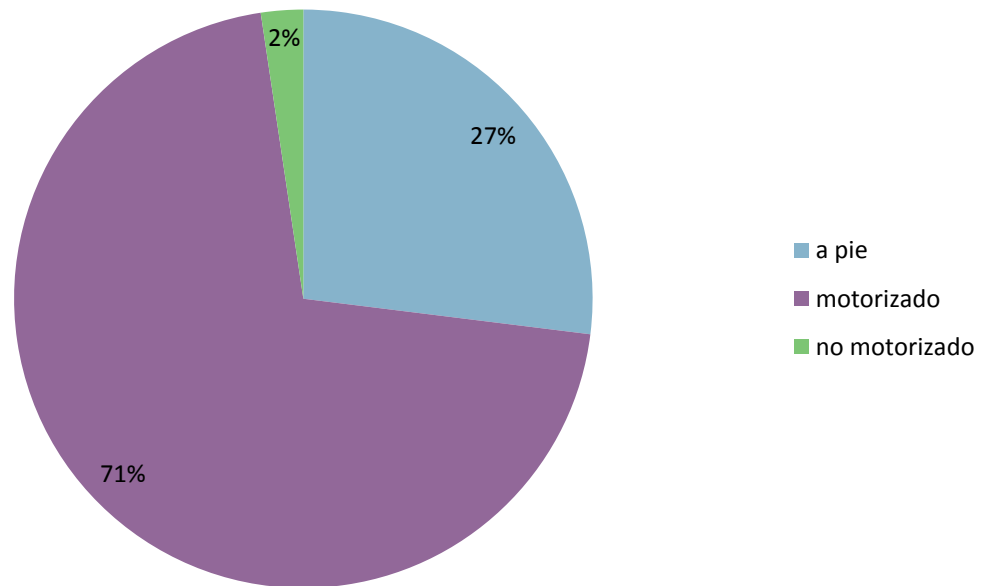
Fuente: Steer Davies Gleave, 2016

6.59 Es importante destacar que modos de transporte como el taxi especial, el microbús o el taxi colectivo desaparecen en la partición modal del suelo rural

a. Partición modal de los viajes en modos motorizados y no motorizados

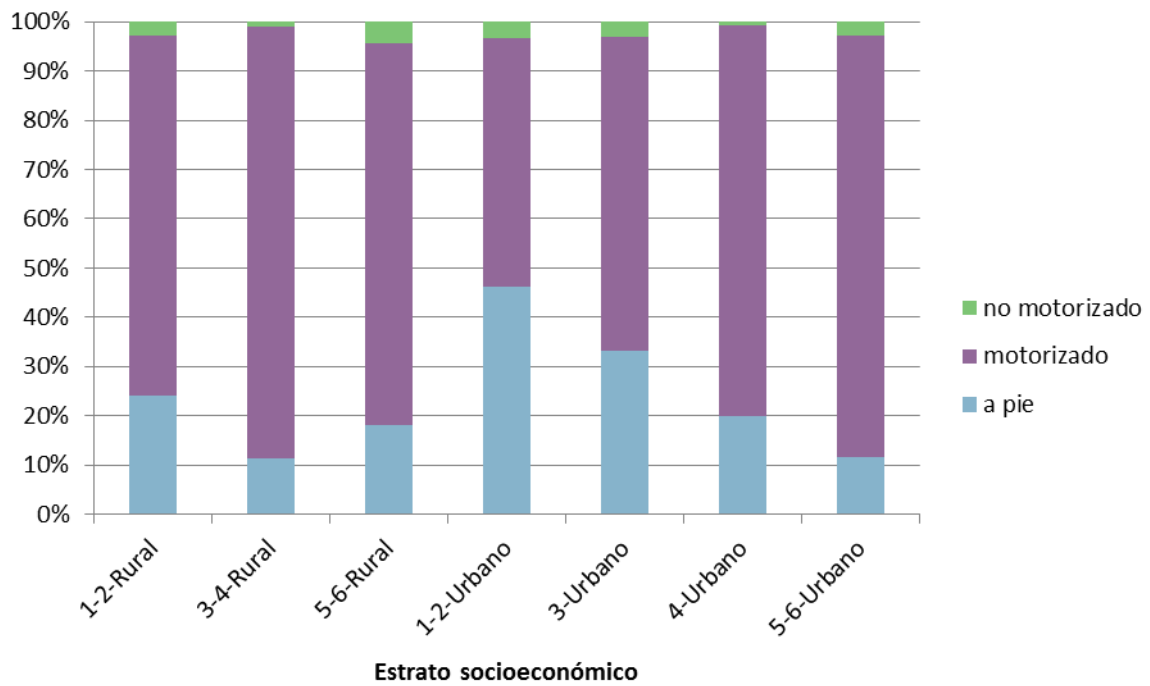
6.60 En el área de estudio se realizan 4.869 viajes en modos no motorizados, que representan el 2 % del total. El 71% de los viajes se realizan en modos motorizados, y el 27% restante, es decir, 55.683 viajes, se realizan a pie

Figura 6.58: Partición modal de los viajes en motorizados y no motorizados



Fuente: Steer Davies Gleave, 2016

Figura 6.59: Partición modal de los viajes en motorizados y no motorizados por estrato

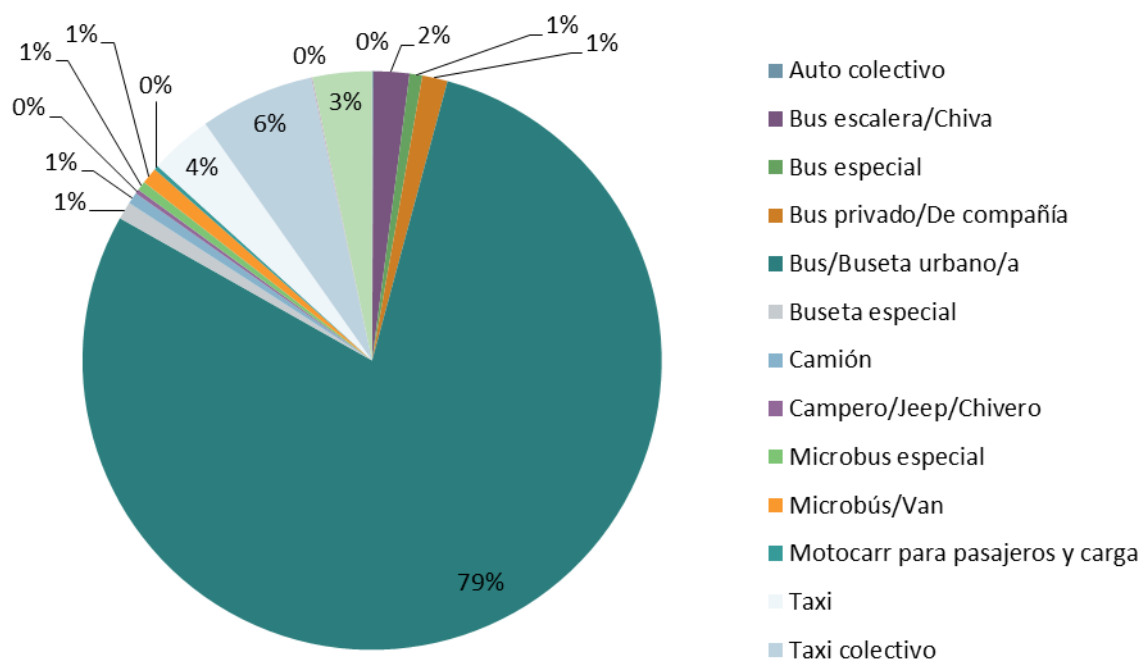


Fuente: Steer Davies Gleave, 2016

Partición modal de los viajes en transporte público

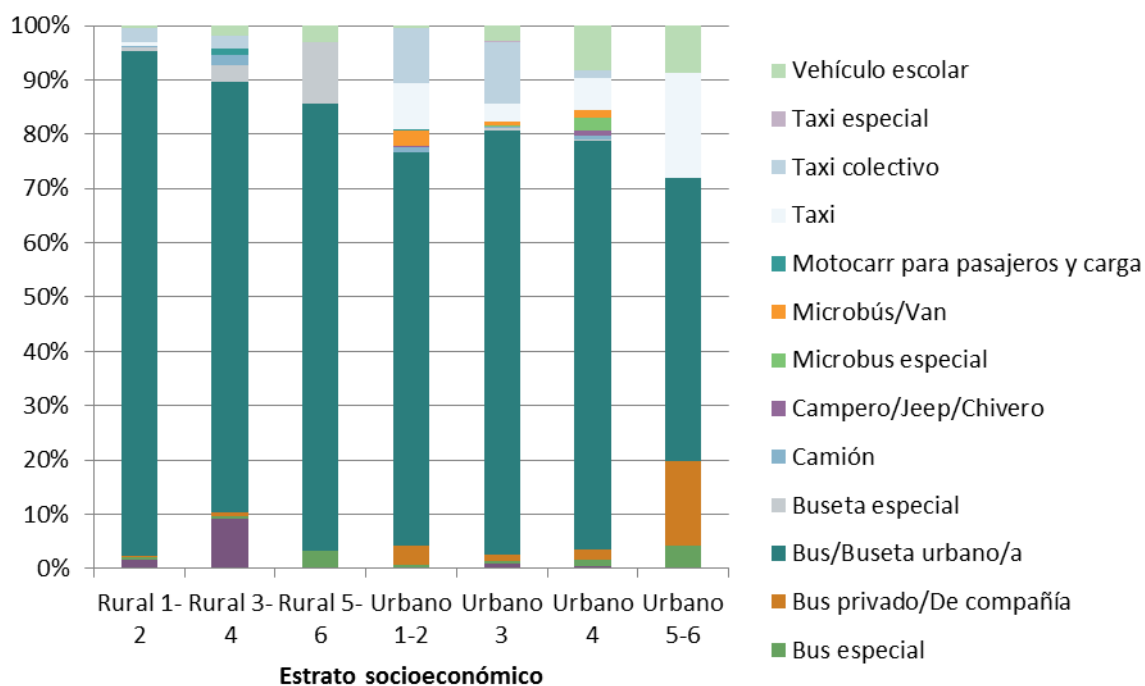
- 6.61 Diariamente, se realizan 65.194 viajes en transporte público, de los cuales 51.490 se realizan en bus o buseta urbana, es decir un 79% .

Figura 6.60: Partición modal de los viajes en transporte público



Fuente: Steer Davies Gleave, 2016

Figura 6.61: Partición modal de los viajes en transporte público por estrato

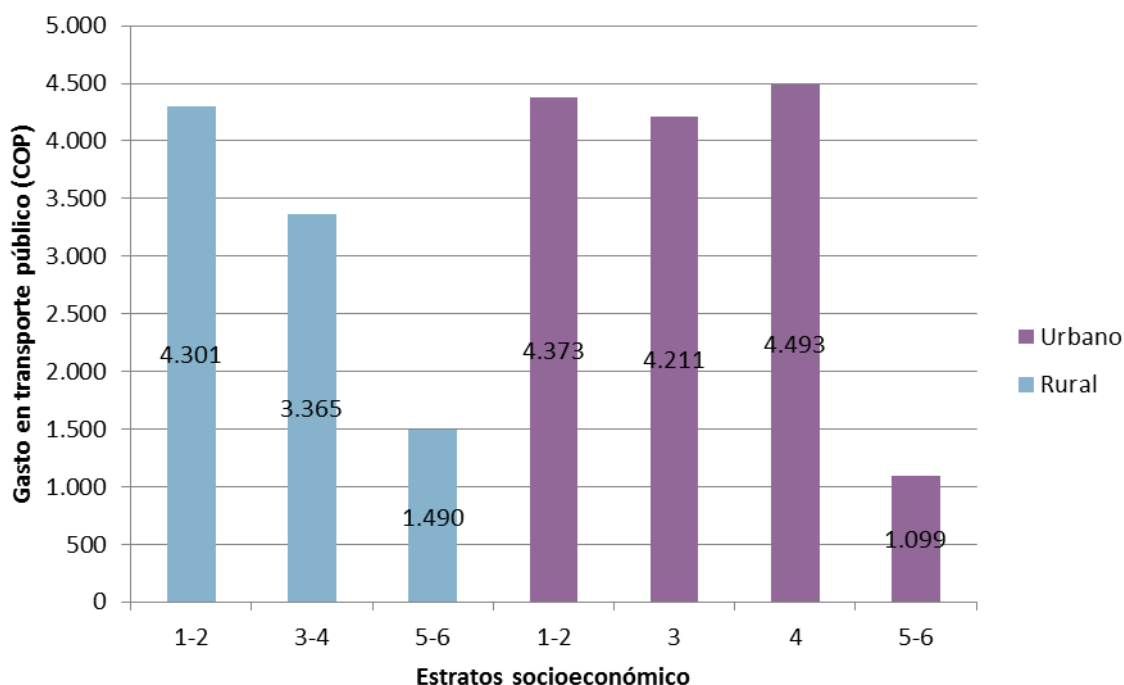


Fuente: Steer Davies Gleave, 2016

Gasto en transporte público del hogar

- 6.62 El gasto en transporte público del hogar ayuda a representar el peso que tiene en las finanzas del hogar los costos de moverse al día. La siguiente figura muestra que el gasto en transporte público del hogar disminuye a medida que aumenta el nivel socioeconómico

Figura 6.62: Gasto en transporte público del hogar por estrato

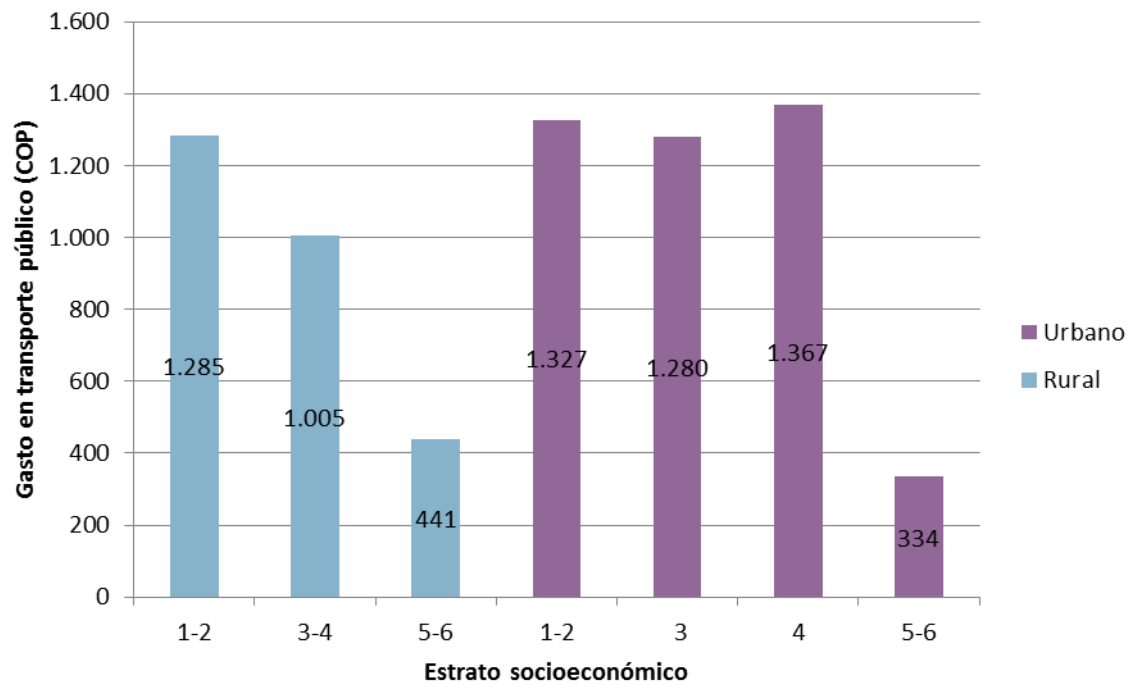


Fuente: Steer Davies Gleave, 2016

Gasto en transporte público de la persona

- 6.63 A continuación se analiza el gasto en transporte público por persona, que da un vistazo más detallado de los costos que incurren a las personas al día para moverse.
- 6.64 Vale la pena destacar que este indicador cuenta a todas las personas de 5 años o más que se encuentran en la ciudad, e incluye tanto viajantes como no viajantes.

Figura 6.63: Gasto en transporte público de la persona por estrato



Fuente: Steer Davies Gleave, 2016

7 Metodología para ajustar y actualizar los indicadores de movilidad

- 7.1 La Encuesta de Movilidad Rionegro 2016 generará una base de datos con alto nivel de contenido sobre los patrones de movilidad del área de estudio, la cual sirve de base para procesos de modelación y planeación avanzada en la ciudad.
- 7.2 Como toda medición, a transcurrir el tiempo esta base de datos pierde representatividad y en algún punto será menos útil para generar indicadores de movilidad y sustentar modelación avanzada. Por esta razón, es importante entonces contar con un programa de actualización periódica de esta base de datos para que se cumplan cabalmente sus funciones.
- 7.3 Esta sección propone un programa de actualización de la base de datos de la encuesta de movilidad teniendo en cuenta el riesgo de obsolescencia y los costos asociados al trabajo de campo y procesamiento de datos que se necesitaría.
- 7.4 Para la definición de este plan, es importante tener en cuenta el probable uso que tendrá la base de datos de la encuesta:
- Preparar indicadores de movilidad en la ciudad, que permitan dar seguimiento a las medidas de política de transporte e inversiones realizadas
 - Identificar cuantitativamente puntos de conflicto donde los niveles de servicio son inferiores a los deseados y preparar medidas de mitigación y solución
 - Actualizar las matrices origen – destino, las cuales sirven de base para análisis tendientes a mejorar el servicio de transporte público, actualizar modelos de transporte y realizar proyecciones a futuro para evaluar planes y proyectos
 - Dar seguimiento a los cambios en la movilidad de las personas, brindándole a la administración información técnica de transporte para la definición o adecuación de políticas y programas de inversión
- 7.5 Teniendo en cuenta un horizonte de diez a veinte años en el futuro se identifica la necesidad de considerar las siguientes actividades de actualización de la base de datos de movilidad:
- Estudios completos de movilidad como el realizado en la presente consultoría, es decir incluyendo encuestas domiciliarias, de interceptación, aforos, medición de velocidades, etc.,
 - Encuestas de hogares intermedias con una muestra más pequeña que permita actualizar los indicadores de movilidad

- Mediciones permanentes, principalmente aforos en estaciones maestras, que ayuden a actualizar modelos y revisar estimaciones de demanda; estos aforos deben ser de vehículos y pasajeros de transporte público
- Explorar nuevas tecnologías que permitan extraer información de movilidad y tengan el potencial de reducir costos de la recolección clásica de datos

7.6 A continuación se comenta cada una de estas formas de actualización y las recomendaciones para el área de estudio en el futuro.

Estudios completos de movilidad

7.7 Los países de mayor estabilidad económica y poblacional generalmente abordan un estudio completo de movilidad como el realizado para Rionegro una vez cada diez años, Este intervalo se considera razonable cuando la población y sus niveles de motorización no cambian mucho año a año.

7.8 En el caso de Rionegro, como en todas las ciudades colombianas y como lo evidencian las ventas de motocicletas y autos, estos cambios se han venido dando de manera rápida y por tanto un intervalo menor se hace necesario para actualizar los datos de movilidad.

7.9 Por otra parte, el costo de un estudio completo de movilidad es alto y existen formas menos onerosas de actualizar datos con la suficiente confiabilidad, Una de estas formas, aplicada en varios países tan disímiles como Australia y Chile, es realizar encuestas domiciliarias de menor tamaño cada ciertos años, incluso anualmente.

7.10 La sugerencia adopta una ruta intermedia, Se propone realizar un estudio completo de movilidad, similar al actual en Rionegro, cada ocho años (el próximo sería en 2024).

7.11 Este estudio completo permitirá actualizar todos los aspectos de indicadores y modelación que ha facilitado el trabajo actual, En ese sentido permite una revisión completa de modelos, proyecciones y futuros planes basados en el trabajo entregado.

Encuestas intermedias

7.12 Con el objeto de actualizar los indicadores de movilidad se propone una encuesta intermedia con una muestra alrededor de 500 hogares a mitad del período entre estudios completos, es decir en el año cuatro (2020), esta encuesta intermedia permitirá actualizar con rigor estadístico los principales indicadores de movilidad con el objeto de dar un mejor seguimiento a la gestión del transporte en Rionegro.

7.13 Los resultados de estos estudios completos y parciales deben ir incorporándose a la base de datos de movilidad de la ciudad.

Mediciones complementarias

7.14 Además de estos estudios se propone:

- Monitoreo a la operación del transporte a través de mediciones permanentes
- Uso de otros datos

7.15 Estos dos aspectos se detallan a continuación.

Monitoreo a la operación de transporte a través de mediciones permanentes

- 7.16 Hay varias formas de obtener mediciones permanentes de la movilidad en diferentes partes de la ciudad, la más habitual es contar con estaciones maestras de aforo vehicular clasificado por tamaño de vehículo.
- 7.17 Estas podrían instalarse en cinco a quince puntos en el municipio, dependiendo de presupuesto, y requieren un mantenimiento frecuente, en la actualidad se encuentran en desarrollo varias opciones basadas en tecnología que pueden utilizarse con bajos costos de mantenimiento.
- 7.18 De esta forma se pueden obtener mejores estimaciones de demanda a nivel anual, de gran importancia para los diferentes ejercicios de planeación de la ciudad, en muchos casos los esfuerzos de modelación de demanda se concentran en como mucho dos horas del día, para luego tener que expandir con factores que incluyen gran incertidumbre. Esta situación es por una parte frustrante para el modelador y por otra una fuente de error que puede echar a perder el esfuerzo de modelación de demanda detallado.
- 7.19 Simultáneamente, es posible recolectar información sobre tiempos de viaje y velocidades en distintas partes de la red utilizando información recolectada mediante “crowdsourcing”, como por ejemplo la disponible actualmente en Google Traffic o Waze.
- 7.20 Los resultados de estas mediciones deben incorporarse a la base de datos de movilidad y debería ser posible acceder a ellos mediante una interface avanzada de internet. Como ejemplo del aprovechamiento de esta fuente de información, la construcción del modelo de asignación entregado utilizó registros de Google Traffic, capturada a través de una plataforma desarrollada por Steer Davies Gleave.

Uso de otros datos

- 7.21 Es posible emplear datos de otras fuentes que también permiten obtener indicadores de movilidad. Las plazas de peaje, por ejemplo, pueden actuar como estaciones maestras de aforo clasificado de vehículos siempre que las condiciones contractuales de la concesión obliguen a hacer públicos estos datos.
- 7.22 Otra valiosa fuente de datos de movilidad con la que podría contar el municipio es la información generada por el sistema de control y recaudo del sistema masivo que se quiere implementar, la cual puede servir de insumo para la actualización periódica del modelo de transporte
- 7.23 Esta es una fuente importante que en otras ciudades ya se usa para configurar matrices Origen Destino de viajes por el sistema, estimando el punto de bajada mediante la siguiente transacción, Aunque la estimación no es perfecta, permite actualizar la información de uso del sistema en red con mucha mayor frecuencia que haciendo encuestas de interceptación. Este tratamiento ya existe en lugares como Montreal, Londres y Santiago de Chile.

Nuevas tecnologías

- 7.24 Vale la pena explorar el uso de nuevas tecnologías que buscan utilizar la huella digital que ciertos dispositivos generan como parte de su funcionamiento, ya se ha mencionado Google Traffic como una fuente de información sobre velocidades, otra fuente similar es Waze pero esta información generalmente tiene un costo que es necesario considerar.

- 7.25 Recientemente el uso de información anonimizada de la telefonía móvil ha sido procesada para generar matrices origen-destino para cualquier hora del día y día del año, por ejemplo, en los Estados Unidos existen empresas que están ofreciendo estos servicios en forma comercial desde hace un par de años,
- 7.26 En Gran Bretaña varias empresas están tratando de desarrollar estos servicios asociados con operadores como Telefónica, EE y O2, En España, igualmente se ofrecen servicios orientados a la obtención de esta información, mientras que en otros países se está experimentando la mejor forma de proteger la confidencialidad de los datos y obtener la mejor información de viajes.
- 7.27 Los datos de telefonía móvil pueden usarse también para generar mapas de “calor”, lugares donde hay más actividad de personas en distintas horas del día, esto es a menudo útil para orientar otras funciones municipales.

8 Bibliografía

DANE (2007), Datos de la Encuesta de Calidad de Vida,

DANE (2012), Estadísticas al día. Metodología y tratamiento de la no respuesta en encuestas estadísticas. No. 3 – marzo de 2002. ISSN 1657-625X,

Gutierrez, Hugo Andrés, Estrategias de muestreo, diseño de encuestas y estimación de parámetros, 2009, Bogotá D,C, Universidad Santo Tomás, (ISBN: 978-958-631-608-8)

Ortúzar, J,D, and Willumsen, L,G, (2008) Modelling Transport, Third Edition,

Ortúzar, J, de D, y Willumsen, L,G, (2011) Modelling Transport, Cuarta Edición, John Wiley & Sons, Chichester,

HOJA DE CONTROL

Preparado por

Steer Davies Gleave
Carrera 7 No.71-52 Torre A Oficina 904
Edificio Carrera Séptima
Bogotá D.C. Colombia
+57 1 322 1470
la.steerdaviesgleave.com

Preparado para

MASORA - Municipios Asociados del Altiplano del Oriente
Antioqueño y para el municipio de Rionegro
Vía Rionegro – Aeropuerto , Sector las Delicias

Nº Proyecto/propuesta SDG

22952101

Referencia cliente/nº proyecto

Nº210 - 2016

Autor

Rafael Muñoz Nieto, Lizbeth López Camacho

Revisor/autorizador

Enrique Hernández
Jesús Antonio Díaz

Otros colaboradores

María Isabel López Palacio
Luis Javier Bautista

Distribución

Cliente: SDG:

Versión

1

Fecha

Diciembre 30 de 2016



013

