

**Informe de resultados transmisión del conocimiento “Systemic perspectives on low-carbon cities in Colombia- An integrated urban modelling approach for policy and regulatory analysis”. Caso de estudio: Sector transporte Manizales-Caldas.**

**Elaborado por:**

Diego Alexander Escobar García, PhD

Santiago Cardona Urrea, MsC

## Tabla de contenido

1. Introducción .....	7
2. Caracterización socioeconómica:.....	8
3. Caracterización de la movilidad.....	12
4. Resultado de indicadores .....	16
a) Comuna 1 .....	17
b) Comuna 2 .....	23
c) Comuna 3 .....	28
d) Comuna 4 .....	34
e) Comuna 5 .....	39
f) Comuna 6 .....	44
g) Comuna 7 .....	49
h) Comuna 8 .....	54
i) Comuna 9 .....	59
j) Comuna 10 .....	64
k) Comuna 11 .....	69
l) Comuna 12 .....	74
m) Comuna Villamaría.....	79
5. Resultados de indicadores comparados entre comunas .....	84
6. Evaluación por etapas .....	105

## Figuras

Figura 1 Ubicación geográfica de la zona de estudio. ....	7
Figura 2 Estructura población CNPV 2018. Fuente: Tomado de resultados de CNPV2018 Manizales, Caldas. ....	8
Figura 3 Porcentaje de viviendas según el estrato socioeconómico. ....	10
Figura 4 División geopolítica de Manizales. ....	11
Figura 5 Tasa de viajes según el estrato socioeconómico. ....	13
Figura 6 Partición modal. ....	14
Figura 7 Tipo de viajes según el estrato socioeconómico. ....	15
Figura 8 Comuna 1. ....	18
Figura 9 Evaluación comprensiva difusa, Comuna 1. ....	22
Figura 10 Comuna 2. ....	23
Figura 11 Evaluación comprensiva difusa, Comuna 2. ....	27
Figura 12 Comuna 3. ....	29
Figura 13 Evaluación comprensiva difusa, Comuna 3. ....	33
Figura 14 Comuna 4. ....	34
Figura 15 Evaluación comprensiva difusa, Comuna 4. ....	38
Figura 16 Comuna 5. ....	39
Figura 17 Evaluación comprensiva difusa, Comuna 5. ....	43
Figura 18 Comuna 6. ....	44
Figura 19 Evaluación comprensiva difusa, Comuna 6. ....	48
Figura 20 Comuna 7. ....	49
Figura 21 Evaluación comprensiva difusa, Comuna 7. ....	53
Figura 22 Comuna 8. ....	54
Figura 23 Evaluación comprensiva difusa, Comuna 8. ....	58
Figura 24 Comuna 9. ....	59
Figura 25 Evaluación comprensiva difusa, Comuna 9. ....	63
Figura 26 Comuna 10. ....	64
Figura 27 Evaluación comprensiva difusa, Comuna 10. ....	68
Figura 28 Comuna 11. ....	69
Figura 29 Evaluación comprensiva difusa, Comuna 11. ....	73

Figura 30 Comuna 12.....	74
Figura 31 Evaluación comprensiva difusa, Comuna 12.....	78
Figura 32 Villamaría.....	79
Figura 33 Evaluación comprensiva difusa, Comuna Villamaría.....	83
Figura 34 Resultado de indicadores por Comuna.....	85
Figura 35 Accesibilidad a equipamientos de salud.....	86
Figura 36 Accesibilidad a colegios.....	87
Figura 37 Accesibilidad a equipamientos universitarios.....	88
Figura 38 Autocontención de empleo.....	89
Figura 39 Tasa de movilidad (viajes por persona al día).....	90
Figura 40 Accesibilidad al transporte público local (oferta).....	91
Figura 41 Accesibilidad al transporte (demanda).....	92
Figura 42 Participación del transporte público en los viajes totales.....	93
Figura 43 Nivel de emisiones de material particulado fino por viaje.....	94
Figura 44 Tiempo de viaje en viajes obligatorios.....	95
Figura 45 Calidad del transporte público.....	96
Figura 46 Calidad del entorno urbano.....	97
Figura 47 Infraestructura para uso de la bicicleta.....	98
Figura 48 Participación de modos no motorizados en los viajes totales.....	99
Figura 49 Exposición personal a material particulado fino en transporte.....	100
Figura 50 Nivel de emisiones de dióxido de carbono equivalente por viaje.....	101
Figura 51 Resultados finales evaluación comprensiva difusa por etapas.....	107

## Tablas

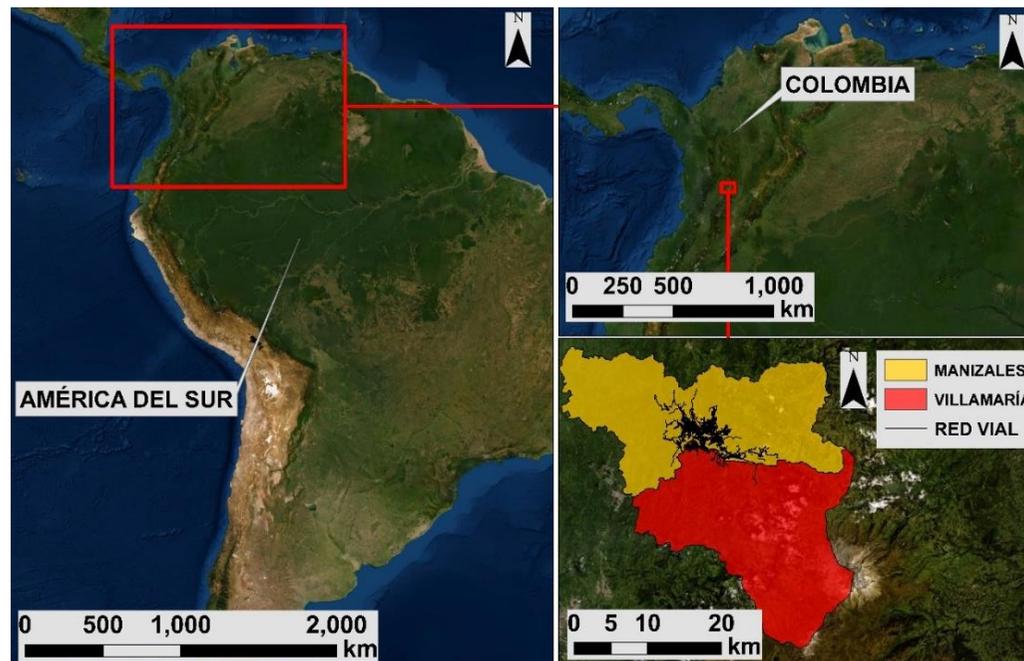
Tabla 1 Servicios públicos en Manizales.....	9
Tabla 2 Habitantes por Comunas en Manizales.....	12
Tabla 3 Indicadores calculados e insumos usados.....	16
Tabla 4 Indicadores para la Comuna 1.....	19
Tabla 5 Evaluación final indicadores Comuna 1.....	21
Tabla 6 Indicadores para la Comuna 2.....	24
Tabla 7 Evaluación final indicadores Comuna 2.....	26
Tabla 8 Indicadores para la Comuna 3.....	29
Tabla 9 Evaluación final indicadores Comuna 3.....	31
Tabla 10 Indicadores para la Comuna 4.....	35
Tabla 11 Evaluación final indicadores Comuna 4.....	37
Tabla 12 Indicadores para la Comuna 5.....	40
Tabla 13 Evaluación final indicadores Comuna 5.....	42
Tabla 14 Indicadores para la Comuna 6.....	45
Tabla 15 Evaluación final indicadores Comuna 6.....	47
Tabla 16 Indicadores para la Comuna 7.....	50
Tabla 17 Evaluación final indicadores Comuna 3.....	52
Tabla 18 Indicadores para la Comuna 8.....	55
Tabla 19 Evaluación final indicadores Comuna 8.....	57
Tabla 20 Indicadores para la Comuna 9.....	60
Tabla 21 Evaluación final indicadores Comuna 9.....	62
Tabla 22 Indicadores para la Comuna 10.....	65
Tabla 23 Evaluación final indicadores Comuna 10.....	67
Tabla 24 Indicadores para la Comuna 11.....	70

Tabla 25 Evaluación final indicadores Comuna 11. ....	72
Tabla 26 Indicadores para la Comuna 12. ....	75
Tabla 27 Evaluación final indicadores Comuna 12. ....	77
Tabla 28 Indicadores para la Comuna Villamaría. ....	80
Tabla 29 Evaluación final indicadores Comuna Villamaría. ....	81
Tabla 30 Etiquetas para evaluación comprensiva difusa en Manizales.....	102
Tabla 31 Resultados de indicadores por Comuna evaluados por metodología comprensiva difusa. ....	103
Tabla 32 Resultados finales evaluación comprensiva difusa por etapas. ....	106

## 1. Introducción

Manizales es la capital del departamento de Caldas, ubicada en el centro-occidente del país sobre la cordillera central (ver figura 1). Desde 1834 Manizales comenzó su proceso de expansión y habitabilidad impulsada por parte de colonos antioqueños. En 1849 mediante ordenanza del Gobernador Provincial de Antioquia, fue fundada Manizales convirtiéndose rápidamente en la segunda ciudad más relevante del departamento de Antioquia. Para 1905 y luego de diversos cambios administrativos a causa de la guerra de los mil días, fue conformado el departamento de Caldas con capital en Manizales. Desde su conformación, el café se estableció como el principal motor económico de la región, sin embargo, las luchas bipartidistas del siglo XX generaron malestar entre Manizales, de mayoría conservadora, y Armenia y Pereira, de mayoría liberal, por la destinación y distribución de recursos. Finalmente, en 1966 el congreso aprobó la conformación de dos nuevos departamentos: Risaralda con capital en Pereira y Quindío con capital en Armenia.

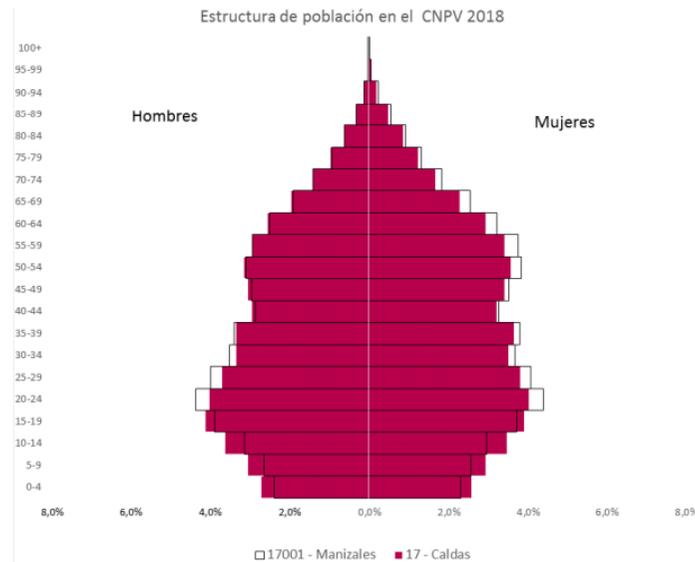
Figura 1 Ubicación geográfica de la zona de estudio.



## 2. Caracterización socioeconómica:

Manizales para 2019 cuenta con 405.234 personas en su zona urbana con una distribución por género de 53% mujeres y 47% hombres, mientras que en la zona rural alcanza 29.169 personas brindando una distribución de 93,29% en la cabecera municipal versus 6,71% en la zona rural, todo esto según el Censo Nacional de Población y Vivienda de 2018 (CNPV2018) del Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). Además, se cuentan con 136.806 hogares, un crecimiento del 33% respecto al censo del 2005. Por otra parte, según el Informe de Calidad de Vida de 2019 elaborado por Manizales Cómo Vamos el cambio en la pirámide poblacional continúa dado que Manizales fue la ciudad con mayor índice de envejecimiento del territorio nacional (Manizales Cómo Vamos, 2020). Esto puede verse corroborado en los resultados del CNPV2018 (figura 2) dónde la estructura de la población por grupos quinquenales presenta una reducción en la base y ensanchamiento en la cúspide. Relacionado con el número de personas por hogar, Manizales cuenta con 2,89 personas por hogar, distribuidos en 2,88 personas por hogar en la cabecera municipal y 3,14 personas por hogar en la zona rural.

Figura 2 Estructura población CNPV 2018. Fuente: Tomado de resultados de CNPV2018 Manizales, Caldas.



Relacionado con cobertura de servicios públicas, en la tabla 1 se puede ver una clara diferencia entre la cobertura alcanzada en la zona urbana y rural, excepto para la energía eléctrica la cual está por encima del 95% en ambas zonas. En la zona urbana de Manizales se posee una excelente

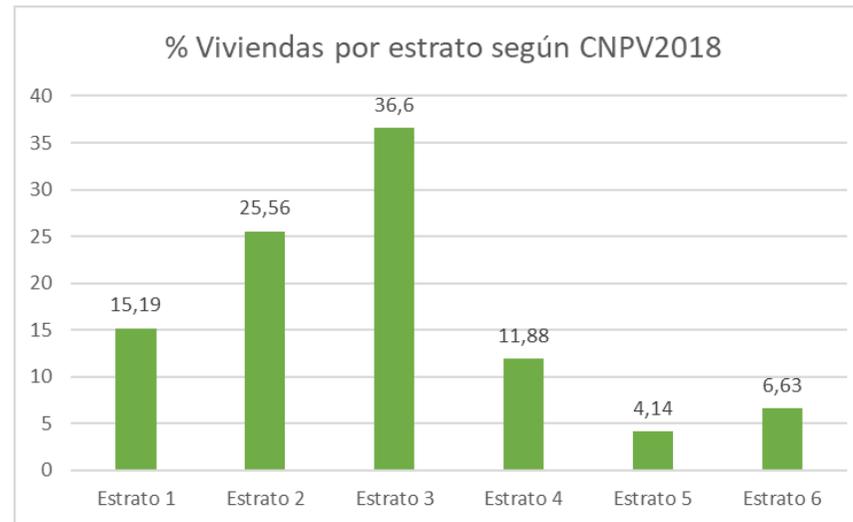
cobertura para Acueducto, Alcantarillado, Energía Eléctrica y Recolección de Basuras, todas por encima del 95%, mientras que el servicio de gas natural e internet poseen 83,31% y 68,46% respectivamente. El gas natural es un servicio público que las personas deciden poner en su hogar, por lo que es normal que no alcance el 100%. Sin embargo, en el caso del Internet la cobertura es bastante limitada, entendiendo que en los últimos años se ha convertido en indispensable para la población, potenciado por la pandemia del COVID-19.

*Tabla 1 Servicios públicos en Manizales.*

<b>Servicios Públicos</b>	<b>General (%)</b>	<b>Cabecera Municipal (%)</b>	<b>Zona Rural (%)</b>
Acueducto	96,29	97,54	75,36
Alcantarillado	93,98	96,29	55,28
Energía Eléctrica	99,02	99,17	96,51
Gas	79,98	83,31	24,07
Internet	65,67	68,46	19,01
Recolección de basuras	95,44	96,72	74,04

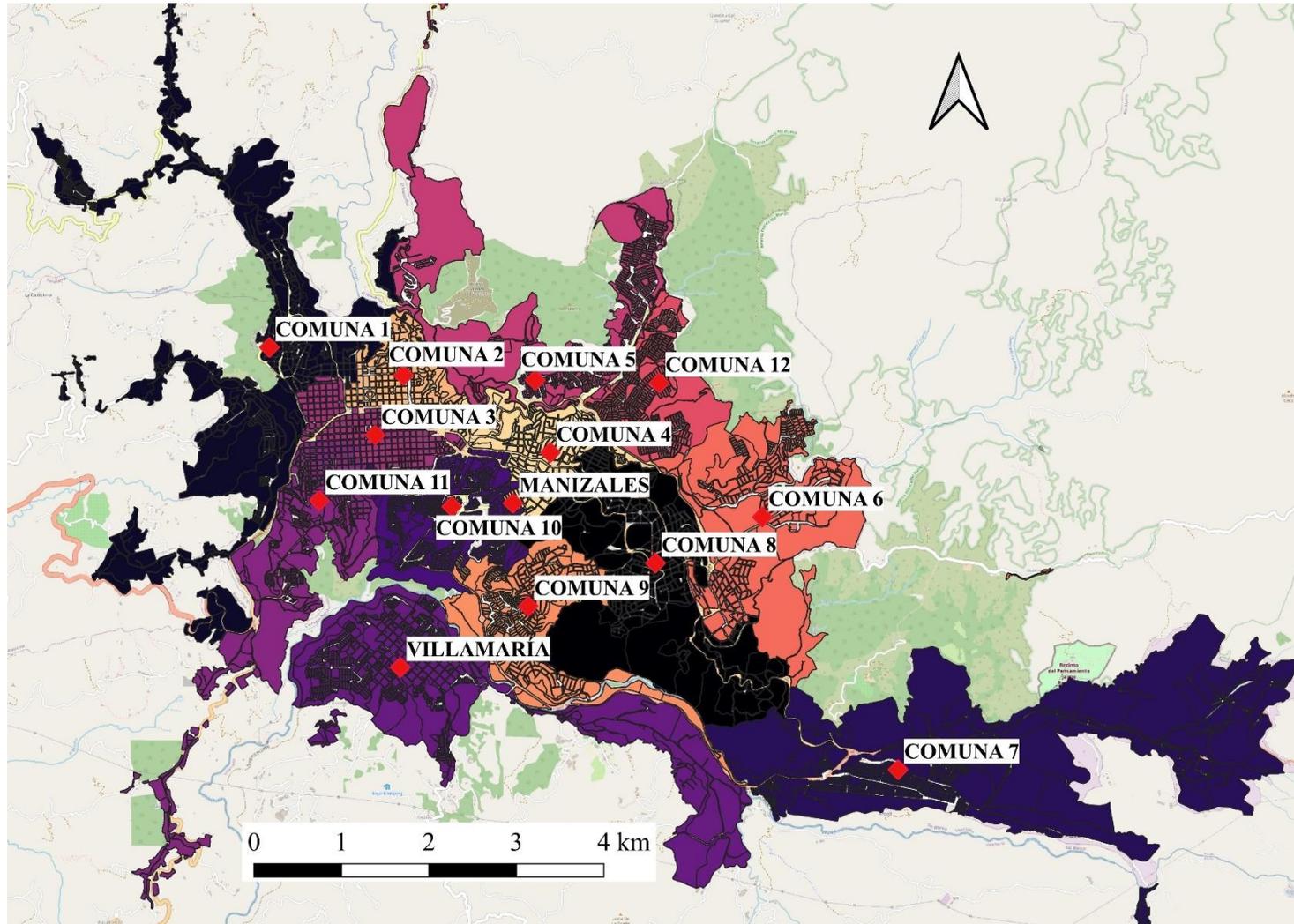
Considerando los estratos socioeconómicos (ver figura 3), en Manizales predomina el estrato 3 ya que más de una tercera parte de las viviendas (36,6%) se encuentra en esta categoría, mientras que el porcentaje de estratos altos (5 y 6) es menor en porcentaje (10,77%) que la de estrato 1 (15,19%). Por otro lado, el 43,41% de los habitantes en Manizales estaban ocupados durante el CNPV2018, aunque si estos resultados se miran por género el 34,34% de las mujeres estaban ocupados mientras que para los hombres el porcentaje alcanzaba el 53,85%, encontrando una clara disparidad en este sentido.

Figura 3 Porcentaje de viviendas según el estrato socioeconómico.



La división geopolítica de Manizales en su zona urbana está conformada por 12 comunas (ver figura 4). La comuna 12 es el resultado de la división de la comuna 5 (Ciudadela del Norte) luego de que en 2019 la alcaldía municipal presentará este proyecto ante el concejo de Manizales siendo aprobado y añadiendo una comuna más a las 11 conformadas en 2004 por el acuerdo municipal 589. En la tabla 2 puede apreciarse la población por comuna, dónde la Comuna 5 es la que posee mayor número de habitantes con 50.624. Esta comuna periférica se caracteriza por estar construida sobre una ladera con altas pendientes y por alojar personas de estrato medio-bajo y bajo (Estratos 1, 2 y 3). Por otro lado, la comuna 2 es la que posee el número de habitantes más bajo con 11.748 y se caracteriza por ubicarse sobre la plaza de mercado, alojando personas de estratos 1 y 2. Esta comuna ha tenido un proceso de evolución particular dado que hace varias décadas las personas más prestantes de la ciudad habitaban allí ya que sus terrenos poseían pendientes favorables para la construcción, algo muy inusual en Manizales. En los últimos años, dicha comuna ha sido de gran interés social y urbanístico, a nivel local y nacional debido al “Macroyecto San José” que busca su renovación integral por lo que gran cantidad de personas han sido reubicadas en zonas periféricas (Álvarez Puerto, 2013). Adicionalmente, se cuenta el municipio conurbado de Villamaría, el cual se toma como comuna dado que ambos municipios trabajaban y funcionan como un área metropolitana, compartiendo gran número de actividades y sistemas de transporte como por ejemplo el cable aéreo.

Figura 4 División geopolítica de Manizales.



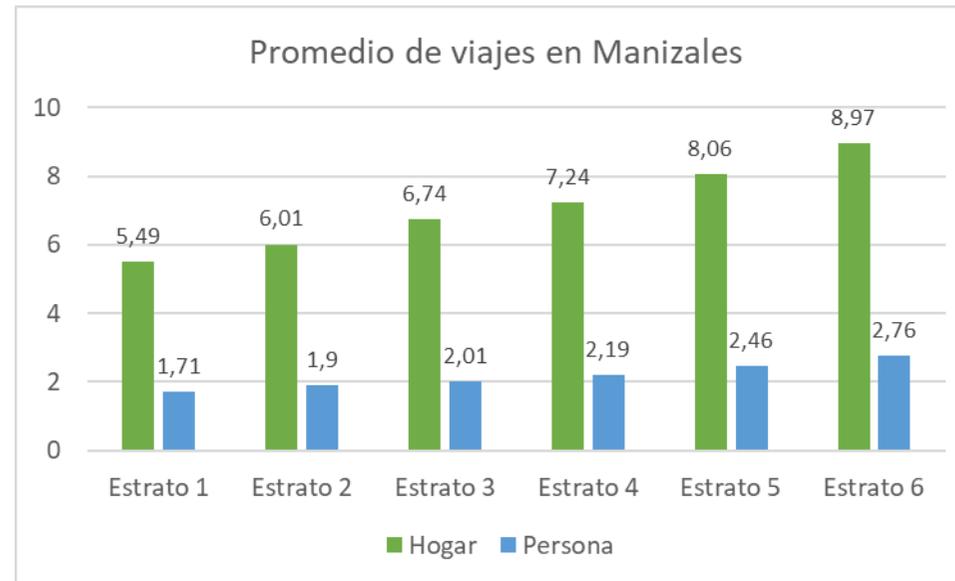
*Tabla 2 Habitantes por Comunas en Manizales*

<b>COMUNA</b>	<b>HABITANTES</b>
COMUNA_1	41828
COMUNA_2	11748
COMUNA_3	24334
COMUNA_4	24553
COMUNA_5	50624
COMUNA_6	34581
COMUNA_7	25392
COMUNA_8	29717
COMUNA_9	37132
COMUNA_10	47571
COMUNA_11	41846
COMUNA_12	42468
COMUNA_VILL	59921

### **3. Caracterización de la movilidad**

En esta sección se presentarán las principales variables relacionadas con la movilidad en Manizales, extraídas del Plan Maestro de Movilidad de Manizales (PMM2017), elaborado en 2017. En primer lugar, hay que establecer que diariamente se realizan 749.634 viajes en Manizales, alcanzando 6,86 viajes por hogar y 2,11 viajes por persona. Considerando los viajes por estrato (ver figura 5) se aprecia cómo a medida que el estrato crece, también lo hace el número de viajes diarios tanto por hogar cómo por persona. En este caso, los estratos 1, 2 y 3 están por debajo del promedio local de viajes diarios por persona, lo que evidencia una clara inequidad en la distribución de los viajes. Además, se ve una clara disparidad en cuanto el género en Manizales ya que los hombres realizan 2,24 viajes por día mientras las mujeres 1,85 viajes por día.

Figura 5 Tasa de viajes según el estrato socioeconómico.



Teniendo en cuenta el reparto modal (ver figura 6) los manizaleños usan más frecuentemente la caminata como modo principal alcanzando el 28,99%, seguido por el transporte público con 27,35% (sumando buseta, bus, microbús-colectivo y cable aéreo), por lo que el uso de modos de transporte sostenibles alcanza más del 56% entre los habitantes. En cuanto al uso del vehículo particular, el carro alcanza el 20,56% (conductores y pasajeros) y la motocicleta el 12,55% (conductores y pasajeros). El uso elevado del vehículo particular entre los Manizaleños ha generado que la tasa de motorización continúe en alza, alcanzando en 443 vehículos por cada mil habitantes en 2019, con las motocicletas triplicándose en los últimos 10 años (Manizales Cómo Vamos, 2020). Esto sumado a la constante disminución de los pasajeros movilizados por el transporte público (Cardona, Escobar, & Moncada, 2017; Manizales Cómo Vamos, 2020), hace que la congestión en las vías se esté presentando constantemente y el tiempo de viaje percibido entre los habitantes esté aumentando (Manizales Cómo Vamos, 2020). Considerando el propósito de los viajes (ver figura 7) el 30% de los manizaleños tienen motivo trabajo o estudio.

Figura 6 Partición modal.

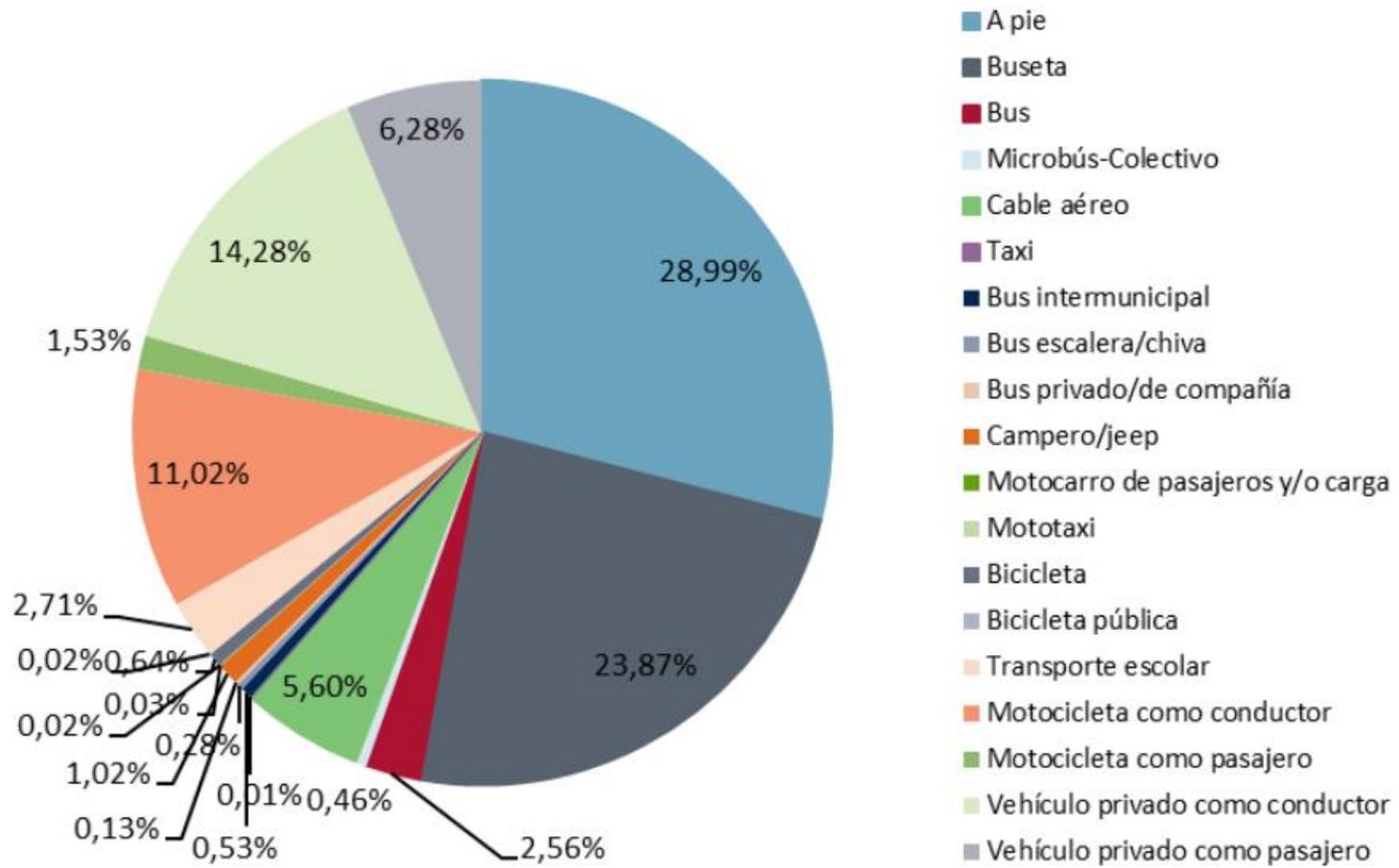
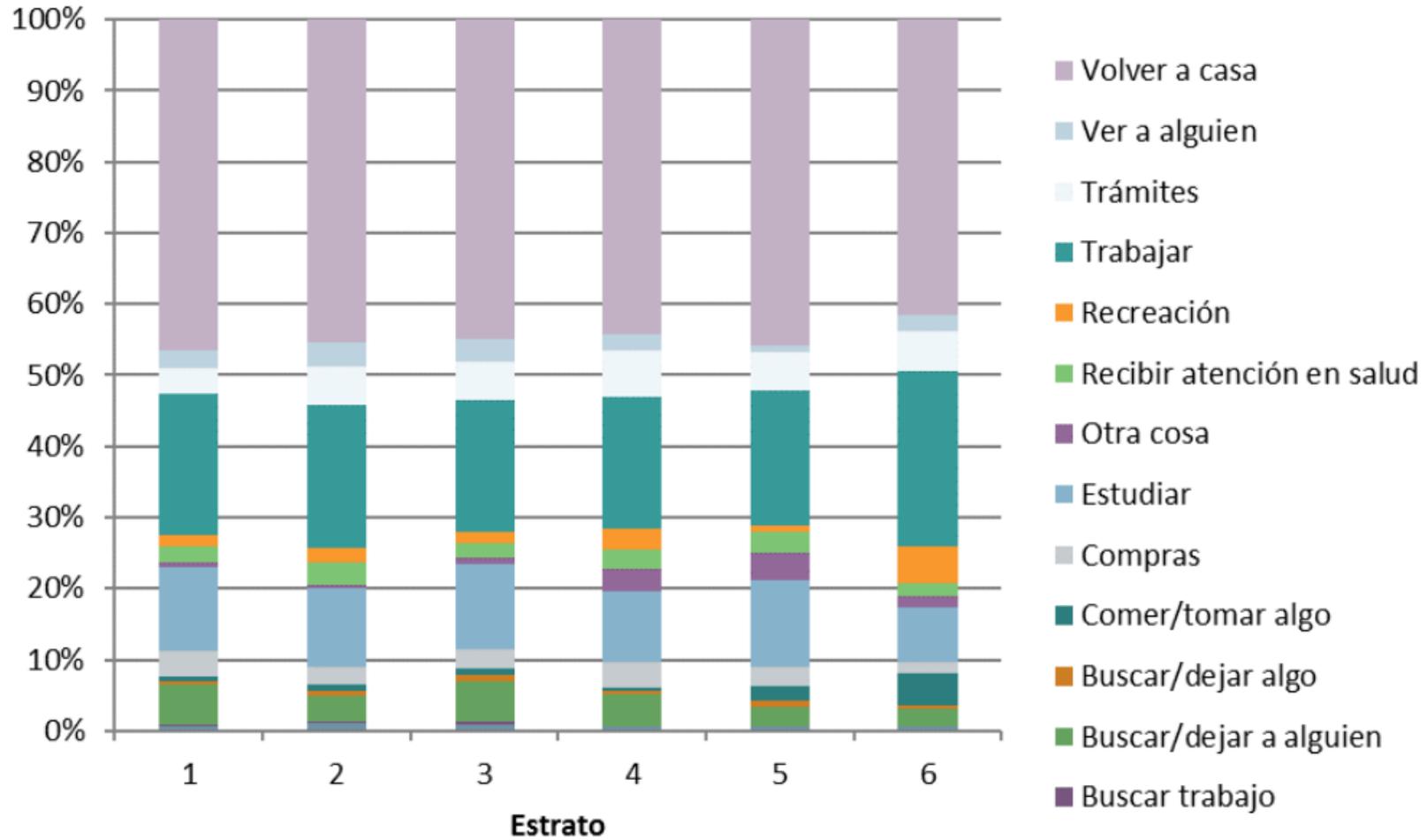


Figura 7 Tipo de viajes según el estrato socioeconómico.



#### 4. Resultado de indicadores

A continuación, se presentarán los resultados de los indicadores calculados por comuna, teniendo en cuenta que, de los 18 indicadores definidos para el sector de movilidad sostenible, se lograron calcular 16. En la tabla 3 se observan los indicadores junto a los insumos usados para su cálculo. En general los insumos principales están relacionados con:

- El CNPV2018 el cual se relacionó con las manzanas censales del marco geoestadístico nacional
- La encuesta origen destino realizada por Steer en 2017 para el Plan Maestro de Movilidad de Manizales.
- La encuesta de percepción ciudadana realizada por Manizales Cómo Vamos año a año.
- Las redes de transporte ajustadas y actualizadas desde el Grupo de Investigación en Movilidad Sostenible.
- La ubicación de los equipamientos (paraderos, hospitales, colegios y universidades) facilitada por las secretarías municipales correspondientes.

*Tabla 3 Indicadores calculados e insumos usados.*

<b>INDICADOR</b>	<b>INSUMO</b>
Cobertura del transporte público local (oferta)	Paraderos de transporte público (STT), Red peatonal (Cardona et al. 2019), población (CNPV2018)
Longitud de caminata promedio al primer modo de transporte	Red peatonal (Cardona et al. 2019), red transporte público (Montoya, 2019) , población (CNPV2018)
Participación del transporte público en los viajes totales	Encuesta Origen Destino (PMM2017)
Participación de modos no motorizados en los viajes totales	Encuesta Origen Destino (PMM2017)
Infraestructura destinada para el uso de la bicicleta.	Inventario propio a partir de datos Secretaría de Medio Ambiente
Tasa de movilidad	Encuesta Origen Destino (PMM2017)
Autocontención de empleo	Encuesta Origen Destino (PMM2017)
Accesibilidad media por curvas isócronas a equipamientos de salud	Red de transporte público (Montoya 2019), ubicación equipamientos salud (Secretaría de Salud), población (CNPV2018)
Accesibilidad media por curvas isócronas a equipamientos (colegios)	Red peatonal (Cardona et al. 2019), ubicación de colegios (Secretaría de educación), población (CNPV2018)
Accesibilidad media por curvas isócronas a equipamientos de educación (universidades)	Red de transporte público (Montoya 2019), ubicación de universidades (Secretaría de educación), población (CNPV2018)

INDICADOR	INSUMO
Cobertura del transporte público masivo (oferta)	Manizales no cuenta con Sistema Integrado de Transporte Masivo por lo que no se tuvo en cuenta
Índice de asequibilidad al transporte	No se obtuvieron insumos suficientes para obtener está estimación
Tiempo de viaje en viajes obligatorios	Encuesta Origen Destino (PMM2017)
Percepción de la satisfacción del transporte público	Encuesta de percepción ciudadana (Manizales cómo vamos 2019)
Percepción de la calidad del entorno urbano	Encuesta de percepción ciudadana (Manizales cómo vamos 2019)
Nivel de emisiones de dióxido de carbono equivalente año (g/km-año).	Encuesta Origen Destino (PMM2017)
Nivel de emisiones de material particulado fino PM2.5 año (g/km-año)	Encuesta Origen Destino (PMM2017)
Exposición personal a material particulado fino PM2.5 por hora (ug* h/m3)	Encuesta Origen Destino (PMM2017)

Los resultados serán presentados en tres etapas: primero se hará un análisis por comuna, segundo se hará un análisis comparativo entre comunas de cada indicador y por último se hará un análisis general con los resultados.

#### a) Comuna 1

La comuna 1 (ver figura 8), también conocida como comuna Atardeceres, se ubica en el sector noroeste de la ciudad, por lo que es periférica y posee límites geográficos naturales que separan varios de sus barrios. Posee 41.828 personas, de las cuales su mayoría pertenecen al estrato 4, seguido por el 2 y 3. Esta comuna posee una tasa de motorización promedio de 301 vehículos por cada mil habitantes con una tasa promedio diaria de viajes de 6,65 por hogar y 2,03 por persona. En la tabla 4 se presentan los indicadores calculados para comuna 1.

Figura 8 Comuna 1.

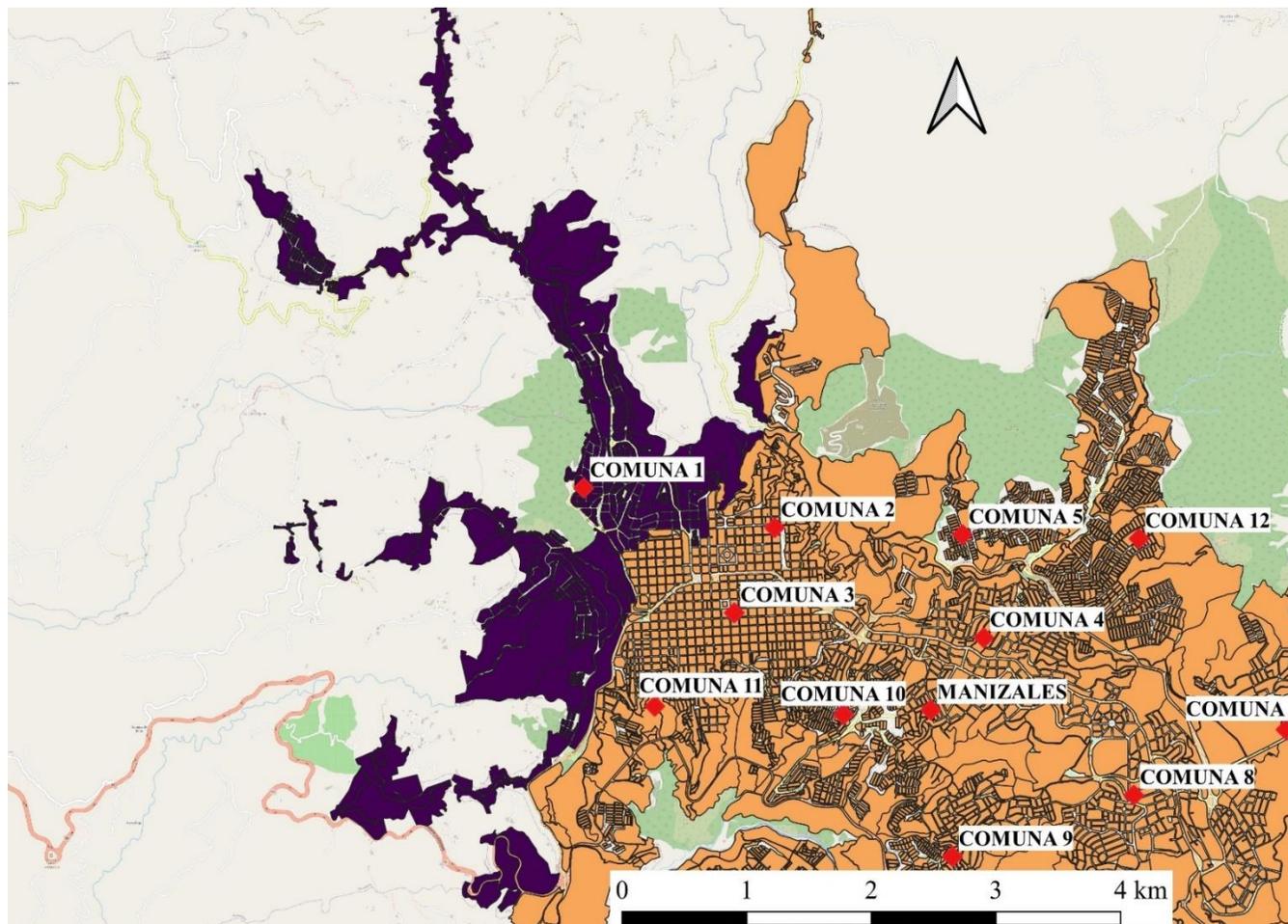


Tabla 4 Indicadores para la Comuna 1.

Indicador	Viajes fuera Comuna 1	Viajes dentro Comuna 1	Total	Unidades	Observaciones
Nivel de emisiones de dióxido de carbono equivalente por viaje	421,99	31,2	317,49	gCO2eq/viaje	-La mayor parte de las emisiones son producidas por viajes fuera de la comuna 1. -El alto uso del vehículo privado hace que las emisiones aumenten
Nivel de emisiones de material particulado fino PM2.5 por viaje	0,037439	0,0029775	0,02822	gPM2.5/viaje	-La mayor parte de las emisiones son producidas por viajes fuera de la comuna 1. -La motocicleta y transporte público tradicional generan altos niveles de emisión
Accesibilidad al transporte público local (oferta)	N.A.	N.A.	77,96	porcentaje	El 77.96% de los habitantes alcanzan un paradero de TP en menos de 500 metros
Accesibilidad al transporte público masivo (oferta)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	
Accesibilidad al transporte (demanda)	N.A.	N.A.	79,29	metros	Los habitantes deben caminar 79,29 metros en promedio hasta la primer ruta de TP
Exposición personal a material particulado fino en transporte	90,81	7,65	68,57	ug/m3	-La mayor parte de las emisiones son producidas por viajes fuera de la comuna 1. -La motocicleta y transporte público tradicional generan altos niveles de exposición
Índice de asequibilidad al transporte	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	
Tiempo de viaje en viajes obligatorios	N.A.	N.A.	25,82	Minutos	El tiempo promedio para viajes con motivo estudio y trabajo es de 25,82 minutos
Participación del transporte público en los viajes totales	N.A.	N.A.	33,27	porcentaje	El 33.27% de los viajes son realizados en bus, buseta, microbús-colectivo o cable aéreo
Participación de modos no motorizados en los viajes totales	N.A.	N.A.	26,94	porcentaje	El 26,94% de los viajes son realizados a pie

Indicador	Viajes fuera Comuna 1	Viajes dentro Comuna 1	Total	Unidades	Observaciones
Infraestructura para el uso de la bicicleta.	N.A.	N.A.	12,79	km/100.000	La infraestructura para el uso de bicicleta alcanza 12,79 km/100000 habitantes, toda cómo vías compartidas
Tasa de movilidad	N.A.	N.A.	2,03	viajes/persona	El promedio de viajes por persona es de 2,03 menor al promedio de la ciudad
Autocontención	N.A.	N.A.	12,14	porcentaje	Tan solo el 12.14% de los habitantes trabajan dentro de la misma comuna generando que gran cantidad de viajes sean hacia otros puntos de la ciudad
Satisfacción del transporte público	N.A.	N.A.	3,93	adimensional	La satisfacción con el TP está en 3,93, es decir, algo satisfechos
Satisfacción del entorno urbano	N.A.	N.A.	4,29	adimensional	La satisfacción con la comuna, parques, infraestructura vial es de 4,26
Accesibilidad a equipamientos (salud)	N.A.	N.A.	5,55	porcentaje	Los habitantes de la comuna alcanzan el 5,55% de los equipamientos de salud en 15 min o menos en TP
Accesibilidad a equipamientos (colegios)	N.A.	N.A.	69,94	porcentaje	El 69.94% de los habitantes alcanzan un colegio en 15 minutos o menos caminando
Accesibilidad media equipamientos (universidades)	N.A.	N.A.	8,33	porcentaje	Los habitantes de la comuna alcanzan el 8,33% de las universidades en 15 min o menos en TP

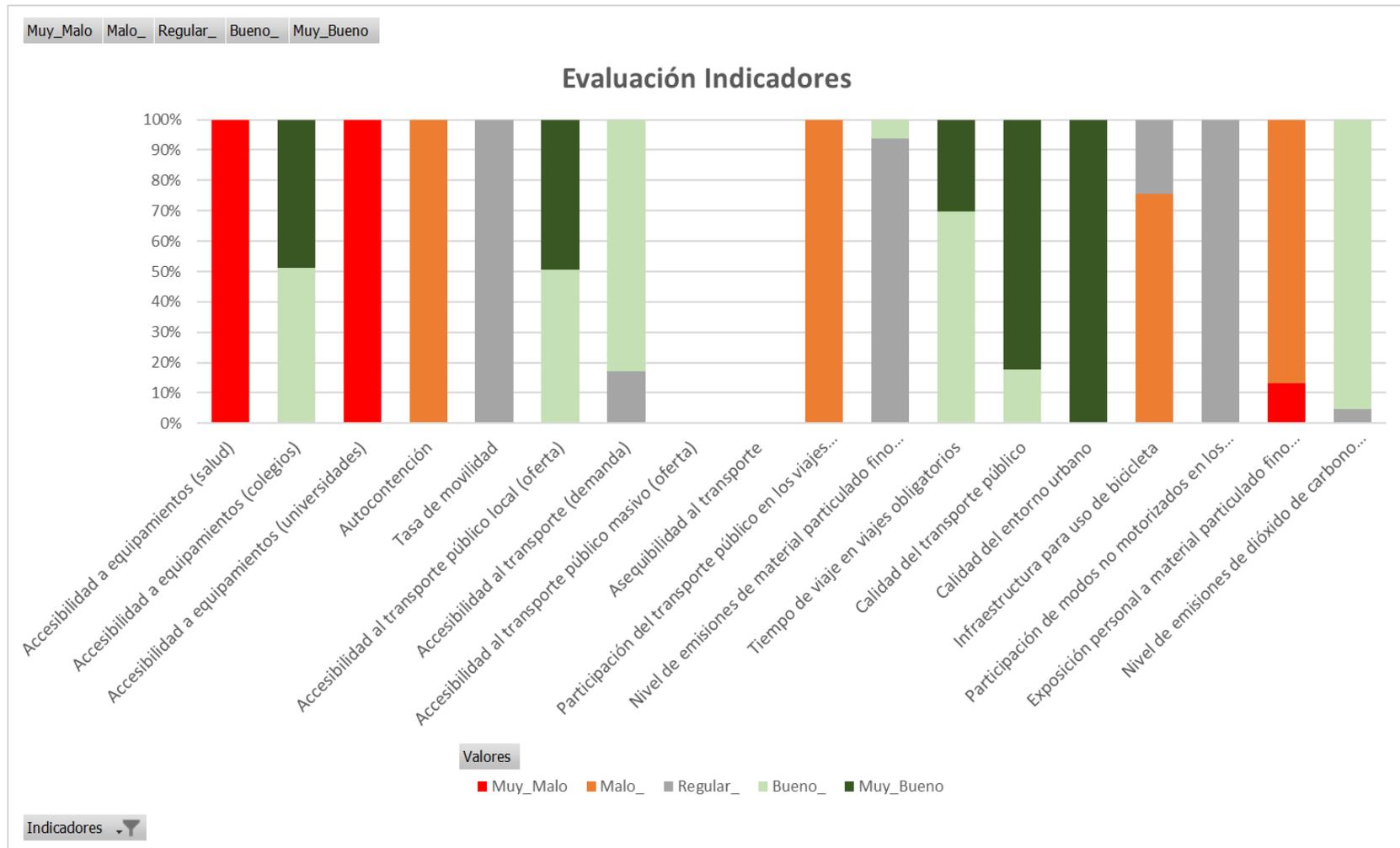
Los resultados de la evaluación comprensiva difusa para la Comuna 1 se presenta en la figura 9. Allí se puede apreciar que los indicadores “Accesibilidad a colegios”, “Accesibilidad al transporte público local” tanto oferta cómo demanda, “Nivel de emisiones de material particulado fino”, “Calidad del transporte público” (Satisfacción del transporte público en nuestro caso), “Infraestructura para el uso de la bicicleta” y la “Participación de los modos no motorizados de transporte en los viajes” tiene dos evaluaciones lingüísticas en su indicador dado que presentan cualidades de ambas etiquetas con diferente grado de pertenencia. Por ejemplo, el indicador “infraestructura para el uso de la bicicleta” tiene un grado de pertenencia mayor a la etiqueta “Malo” y menor en “Regular”, mientras que para la “accesibilidad a

colegios” la valoración es similar entre “Bueno” y “Muy Bueno”. Por otro lado, los indicadores “Accesibilidad a salud” y “Accesibilidad a universidades” presentan un 100% de pertenencia a la etiqueta “Muy Malo”, mientras que “Autocontención” y “Participación del TP en los viajes totales” alcanzan una evaluación de “Malo”. En el caso de “Accesibilidad a transporte masivo” y “Asequibilidad al transporte” no se tiene evaluación dado que no fueron medidos. La comuna 1 tiene valoraciones entre “Muy Buena” y “Buena” para los indicadores “Calidad del entorno urbano” (Satisfacción al entorno urbano en nuestro caso), “Calidad del transporte público” (Satisfacción del transporte público en nuestro caso), Accesibilidad a colegios, accesibilidad a transporte público (demanda) y nivel de emisiones de material particulado. En la tabla 5 se presenta la evaluación final para cada uno de los indicadores con sus grados de pertenencia asociados. Por lo tanto, se tiene: 2 indicadores evaluados cómo “Muy Bueno”, 5 cómo “Bueno”, 3 cómo “Regular, 4 cómo “Malo” y 2 cómo “Muy Malo”.

*Tabla 5 Evaluación final indicadores Comuna 1.*

<b>Indicadores</b>	<b>Etiqueta</b>	<b>Grado de Pertenencia</b>
Accesibilidad a equipamientos (salud)	Muy Malo	1,000
Accesibilidad a equipamientos (colegios)	Bueno	0,512
Accesibilidad a equipamientos (universidades)	Muy Malo	1,000
Autocontención	Malo	1,000
Tasa de movilidad	Regular	1,000
Accesibilidad al transporte público local (oferta)	Bueno	0,507
Accesibilidad al transporte (demanda)	Bueno	0,828
Accesibilidad al transporte público masivo (oferta)	N.A.	N.A.
Asequibilidad al transporte	N.A.	N.A.
Participación del transporte público en los viajes totales	Malo	1,000
Nivel de emisiones de material particulado fino por viaje	Regular	0,937
Tiempo de viaje en viajes obligatorios	Bueno	0,698
Calidad del transporte público	Muy Bueno	0,824
Calidad del entorno urbano	Muy Bueno	1,000
Infraestructura para uso de bicicleta	Malo	0,756
Participación de modos no motorizados en los viajes totales	Regular	1,000
Exposición personal a material particulado fino en transporte	Malo	0,869
Nivel de emisiones de dióxido de carbono equivalente por viaje	Bueno	0,954

Figura 9 Evaluación comprensiva difusa, Comuna 1.



## b) Comuna 2

La comuna 2, denominada cómo comuna San José, es la que posee la menor cantidad de habitantes (11.748) presuntamente por la reubicación de personas hacia la periferia a partir del “Macroproyecto San José”. Esta comuna se encuentra ubicada al norte del centro histórico y se compone en gran medida por viviendas estrato 1, 2 y 3. Posee una tasa de motorización general de 119,5 vehículos por cada mil habitantes, sin embargo, al observar esto según el tipo de vehículo, se tiene una tasa de motorización de 33,28 carros por cada mil habitantes y 64,57 motos por cada mil habitantes, lo que evidencia una preferencia marcada por la motocicleta en los estratos bajos de esta comuna. La tasa de viajes por hogar alcanza 5,9 viajes por hogar diarios y 1,85 viajes por persona al día, unos valores muy inferiores al promedio municipal. En la tabla 6 se presentan los resultados de los indicadores calculados para esta comuna.

Figura 10 Comuna 2.

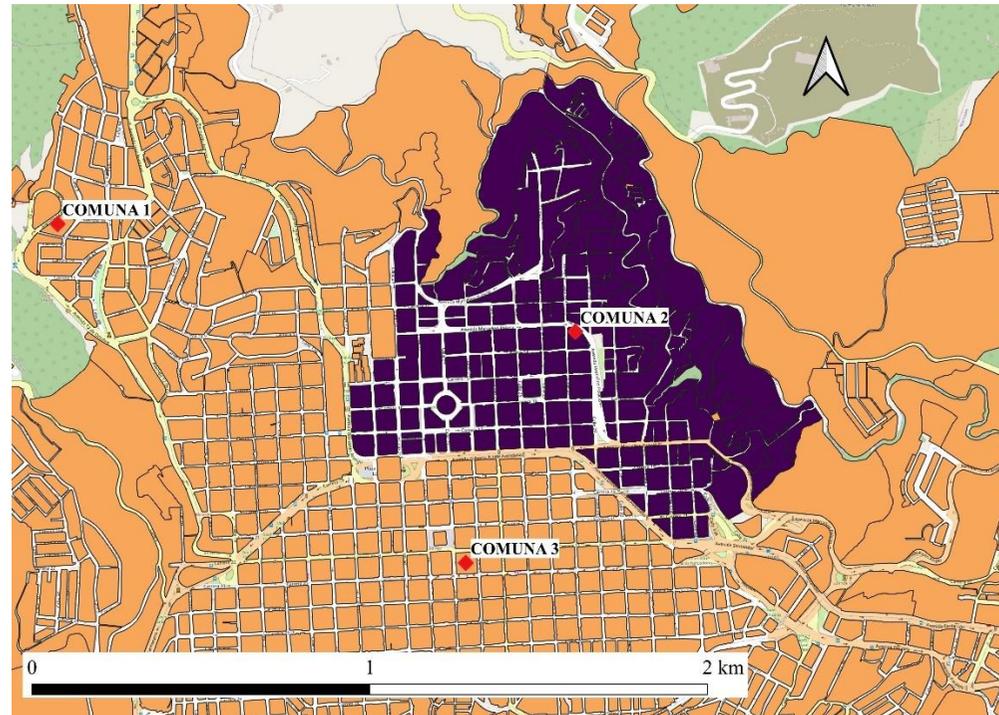


Tabla 6 Indicadores para la Comuna 2.

Indicador	Viajes fuera Comuna 2	Viajes dentro Comuna 2	Total	Unidades	Observaciones
Nivel de emisiones de dióxido de carbono equivalente por viaje	278,37	5,71	217,99	gCO2eq/viaje	-La mayor parte de las emisiones son producidas por viajes fuera de la comuna 2. -El alto uso de la motocicleta hace que las emisiones aumenten
Nivel de emisiones de material particulado fino PM2.5 por viaje	0,0255	0,00077	0,02002	gPM2.5/viaje	-La mayor parte de las emisiones son producidas por viajes fuera de la comuna 2. -La motocicleta y genera altos niveles de emisión
Accesibilidad al transporte público local (oferta)	N.A.	N.A.	71,21	porcentaje	El 71,21% de los habitantes alcanzan un paradero de TP en menos de 500 metros
Accesibilidad al transporte público masivo (oferta)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	
Accesibilidad al transporte (demanda)	N.A.	N.A.	76,22	metros	Los habitantes deben caminar 76,22 metros en promedio hasta la primer ruta de TP
Exposición personal a material particulado fino en transporte	71,76	4,56	56,87	ug/m3	-La mayor parte de las emisiones son producidas por viajes fuera de la comuna 2. -La motocicleta y genera altos niveles de emisión
Índice de asequibilidad al transporte	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	
Tiempo de viaje en viajes obligatorios	N.A.	N.A.	22,99	Minutos	El tiempo promedio para viajes con motivo estudio y trabajo es de 22,99 minutos

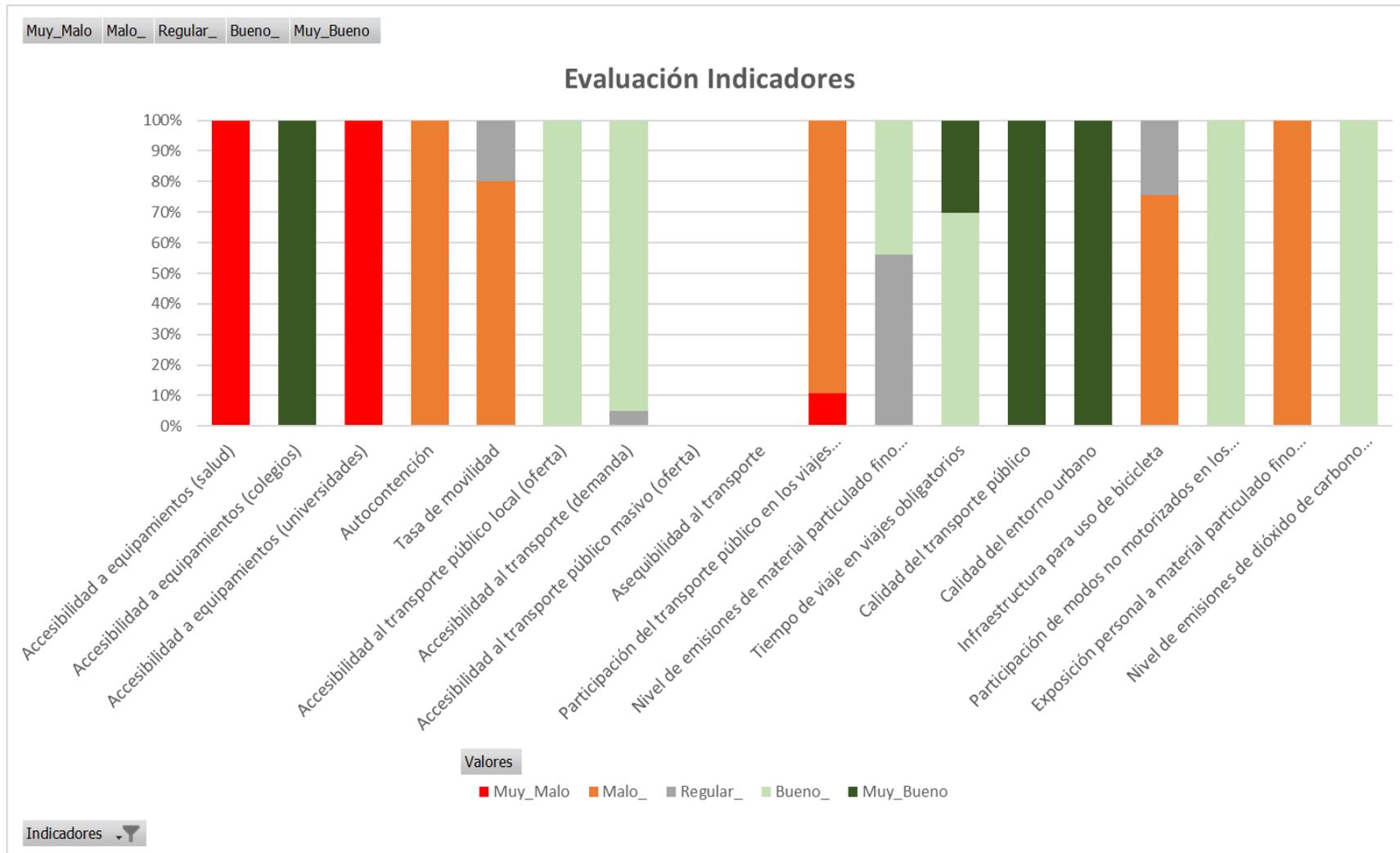
Participación del transporte público en los viajes totales	N.A.	N.A.	24,11	porcentaje	El 24,11% de los viajes son realizados en bus, buseta, microbus-colectivo o cable aéreo
Participación de modos no motorizados en los viajes totales	N.A.	N.A.	43,78	porcentaje	El 26,94% de los viajes son realizados a pie
Infraestructura para el uso de la bicicleta.	N.A.	N.A.	4,33	km/100.000	La infraestructura para el uso de bicicleta alcanza 4,33 km/100000 habitantes, toda cómo vías compartidas
Tasa de movilidad	N.A.	N.A.	1,85	viajes/persona	El promedio de viajes por persona es de 1,85 menor al promedio de la ciudad
Autocontención	N.A.	N.A.	18,26	porcentaje	Tan solo el 18,26% de los habitantes trabajan dentro de la misma comuna generando que gran cantidad de viajes sean hacia otros puntos de la ciudad
Satisfacción del transporte público	N.A.	N.A.	4,31	adimensional	La satisfacción con el TP está en 4,31, es decir, satisfechos
Satisfacción del entorno urbano	N.A.	N.A.	4,03	adimensional	La satisfacción con la comuna, parques, infraestructura vial es de 4,03
Accesibilidad a equipamientos (salud)	N.A.	N.A.	5,55	porcentaje	Los habitantes de la comuna alcanzan el 5,55% de los equipamientos de salud en 15 min o menos en TP
Accesibilidad a equipamientos (colegios)	N.A.	N.A.	77,99	porcentaje	El 77,99% de los habitantes alcanzan un colegio en 15 minutos o menos caminando
Accesibilidad media equipamientos (universidades)	N.A.	N.A.	8,33	porcentaje	Los habitantes de la comuna alcanzan el 8,33% de las universidades en 15 min o menos en TP

Los resultados de evaluación comprensiva difusa para la Comuna 2 se presenta en la figura 11. En este caso, seis indicadores poseen diferentes grados de pertenencia en hasta etiquetas lingüísticas. Es importante señalar que los indicadores de accesibilidad a salud y universidades están etiquetados como “Muy Malo” mientras que accesibilidad a colegios, y satisfacción con el transporte público y el entorno urbano están etiquetadas como “Muy Bueno”. En la tabla 7 se aprecia la etiqueta final para cada indicador y su grado de pertenencia con 3 indicadores en “Muy Bueno”, 5 en “Bueno”, 1 en “Regular”, 5 en “Malo” y 2 en “Muy Malo”.

*Tabla 7 Evaluación final indicadores Comuna 2.*

<b>Indicadores</b>	<b>Etiqueta</b>	<b>Grado de Pertenencia</b>
Accesibilidad a equipamientos (salud)	Muy Malo	1,000
Accesibilidad a equipamientos (colegios)	Muy Bueno	1,000
Accesibilidad a equipamientos (universidades)	Muy Malo	1,000
Autocontención	Malo	1,000
Tasa de movilidad	Malo	0,800
Accesibilidad al transporte público local (oferta)	Bueno	1,000
Accesibilidad al transporte (demanda)	Bueno	0,951
Accesibilidad al transporte público masivo (oferta)	N.A.	N.A.
Asequibilidad al transporte	N.A.	N.A.
Participación del transporte público en los viajes totales	Malo	0,894
Nivel de emisiones de material particulado fino por viaje	Regular	0,559
Tiempo de viaje en viajes obligatorios	Bueno	0,698
Calidad del transporte público	Muy Bueno	1,000
Calidad del entorno urbano	Muy Bueno	1,000
Infraestructura para uso de bicicleta	Malo	0,756
Participación de modos no motorizados en los viajes totales	Bueno	1,000
Exposición personal a material particulado fino en transporte	Malo	0,997
Nivel de emisiones de dióxido de carbono equivalente por viaje	Bueno	1,000

Figura 11 Evaluación comprensiva difusa, Comuna 2.



**c) Comuna 3**

La comuna 3 o comuna Cumanday es la más antigua de la ciudad y está ubicada sobre el centro histórico, convirtiéndola en gran atractor de viajes dado que Manizales continúa siendo mono céntrica en gran parte de sus actividades. Posee 24.334 habitantes y la mayor proporción de hogares son estrato 3. Además, no posee accidentes geográficos lo que hace que esté totalmente agrupada. Relacionado con la tasa de motorización, posee 165 vehículos por cada mil habitantes, siendo la tenencia de motos mucho más alta con 84,38 por cada mil habitantes versus 67,04 carros por cada mil habitantes. En cuanto a la tasa de viajes, alcanza 6,72 viajes por hogar y 2,05 por persona. En la tabla 8 se presentan los resultados de los indicadores calculados para esta comuna.

Figura 12 Comuna 3.

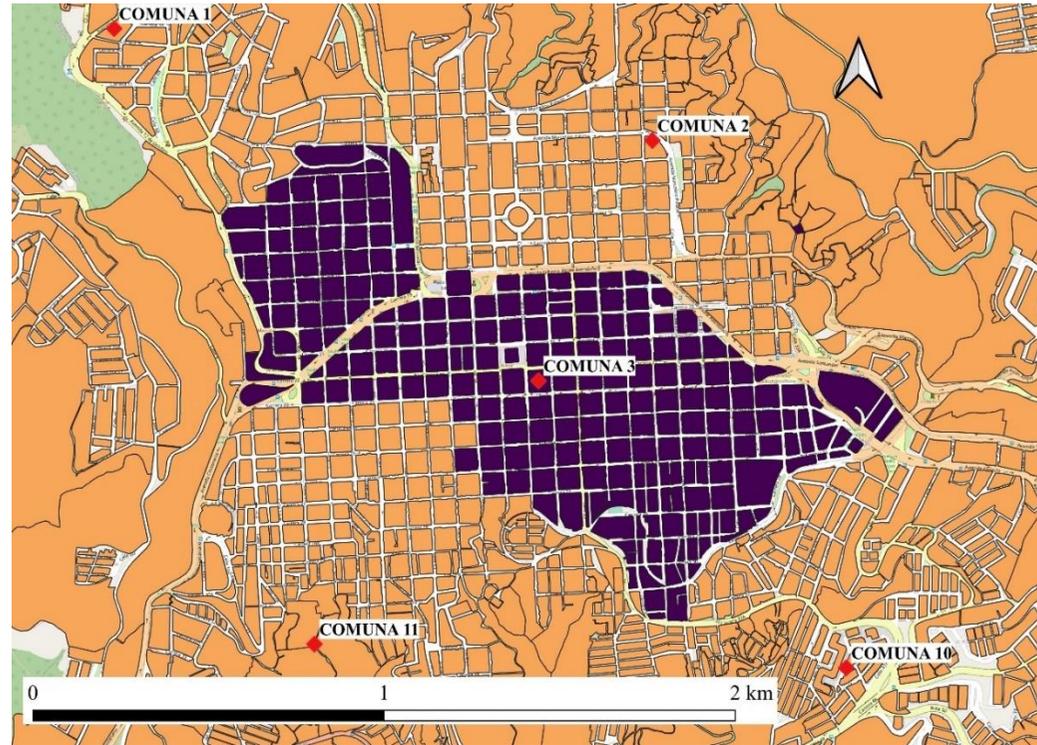


Tabla 8 Indicadores para la Comuna 3.

Indicador	Viajes fuera Comuna 3	Viajes dentro Comuna 3	Total	Unidades	Observaciones
Nivel de emisiones de dióxido de carbono equivalente por viaje	321,71	18,07	251,22	gCO2eq/viaje	-La mayor parte de las emisiones son producidas por viajes fuera de la comuna 3. -El alto uso del vehículo privado hace que las emisiones aumenten

<b>Indicador</b>	<b>Viajes fuera Comuna 3</b>	<b>Viajes dentro Comuna 3</b>	<b>Total</b>	<b>Unidades</b>	<b>Observaciones</b>
Nivel de emisiones de material particulado fino PM2.5 por viaje	0,037439	0,0029775	0,02822	gPM2.5/viaje	-La mayor parte de las emisiones son producidas por viajes fuera de la comuna 3. -La motocicleta y transporte público tradicional generan altos niveles de emisión
Accesibilidad al transporte público local (oferta)	N.A.	N.A.	100	porcentaje	La totalidad de los habitantes alcanzan un paradero de TP en menos de 500 metros
Accesibilidad al transporte público masivo (oferta)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	
Accesibilidad al transporte (demanda)	N.A.	N.A.	59,75	metros	Los habitantes deben caminar 59,75 metros en promedio hasta la primer ruta de TP
Exposición personal a material particulado fino en transporte	81,77	4,36	63,79	ug/m3	-La mayor parte de las emisiones son producidas por viajes fuera de la comuna 3. -La motocicleta y transporte público tradicional generan altos niveles de exposición
Índice de asequibilidad al transporte	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	
Tiempo de viaje en viajes obligatorios	N.A.	N.A.	19,86	Minutos	El tiempo promedio para viajes con motivo estudio y trabajo es de 19,86 minutos
Participación del transporte público en los viajes totales	N.A.	N.A.	29,36	porcentaje	El 29,36% de los viajes son realizados en bus, buseta, microbús-colectivo o cable aéreo
Participación de modos no motorizados en los viajes totales	N.A.	N.A.	36,67	porcentaje	El 36,67% de los viajes son realizados a pie
Infraestructura para el uso de la bicicleta.	N.A.	N.A.	32,27	km/100.000	La infraestructura para el uso de bicicleta alcanza 32,27 km/100000 habitantes, toda cómo vías compartidas
Tasa de movilidad	N.A.	N.A.	2,05	viajes/persona	El promedio de viajes por persona es de 2,05 menor al promedio de la ciudad
Autocontención	N.A.	N.A.	38,29	porcentaje	Tan solo el 38,29% de los habitantes trabajan dentro de la misma comuna

<b>Indicador</b>	<b>Viajes fuera Comuna 3</b>	<b>Viajes dentro Comuna 3</b>	<b>Total</b>	<b>Unidades</b>	<b>Observaciones</b>
Satisfacción del transporte público	N.A.	N.A.	4,11	adimensional	La satisfacción con el TP está en 4,11, es decir, satisfechos
Satisfacción del entorno urbano	N.A.	N.A.	3,21	adimensional	La satisfacción con la comuna, parques, infraestructura vial es de 3,21
Accesibilidad a equipamientos (salud)	N.A.	N.A.	16,66	porcentaje	Los habitantes de la comuna alcanzan el 16,66% de los equipamientos de salud en 15 min o menos en TP
Accesibilidad a equipamientos (colegios)	N.A.	N.A.	100	porcentaje	El 100% de los habitantes alcanzan un colegio en 15 minutos o menos caminando
Accesibilidad media equipamientos (universidades)	N.A.	N.A.	25	porcentaje	Los habitantes de la comuna alcanzan el 25% de las universidades en 15 min o menos en TP

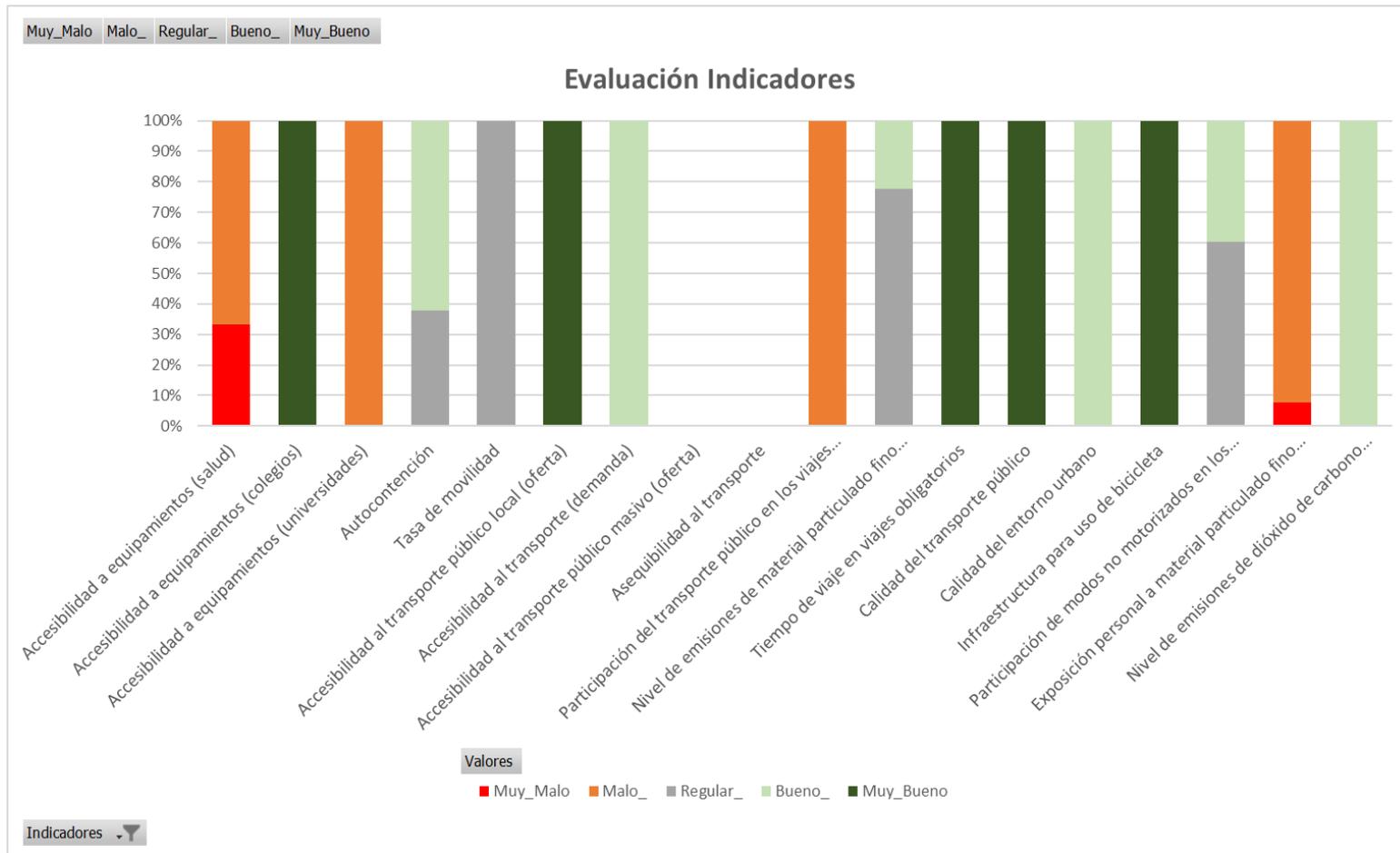
La evaluación comprensiva difusa para la comuna 3 se presenta en la figura 13. Allí se observa cómo 9 indicadores poseen pertenencia en hasta dos etiquetas lingüísticas diferentes. Para este caso, los indicadores de accesibilidad a salud y universidades poseen una denominación de “Malo” mientras que la accesibilidad a colegios, accesibilidad del transporte público (oferta), tiempo promedio de viajes obligatorios, calidad del transporte público e infraestructura para el uso de la bicicleta poseen etiquetas de “Muy Bueno”. En la tabla 9 se observa la etiqueta lingüística final para cada indicador y su correspondiente grado de pertenencia. La comuna 3 alcanza 5 indicadores en “Muy Bueno”, 4 en “Bueno”, 3 en “Regular” y 4 en “Malo” por lo que ningún indicador alcanzó la etiqueta de “Muy Malo” como la pertenencia predominante.

*Tabla 9 Evaluación final indicadores Comuna 3.*

<b>Indicadores</b>	<b>Etiqueta</b>	<b>Grado de Pertenencia</b>
Accesibilidad a equipamientos (salud)	Malo	0,667
Accesibilidad a equipamientos (colegios)	Muy Bueno	1,000
Accesibilidad a equipamientos (universidades)	Malo	1,000

Autocontención	Bueno	0,623
Tasa de movilidad	Regular	1,000
Accesibilidad al transporte público local (oferta)	Muy Bueno	1,000
Accesibilidad al transporte (demanda)	Bueno	1,000
Accesibilidad al transporte público masivo (oferta)	Muy Malo	0,000
Asequibilidad al transporte	Muy Malo	0,000
Participación del transporte público en los viajes totales	Malo	1,000
Nivel de emisiones de material particulado fino por viaje	Regular	0,776
Tiempo de viaje en viajes obligatorios	Muy Bueno	1,000
Calidad del transporte público	Muy Bueno	1,000
Calidad del entorno urbano	Bueno	1,000
Infraestructura para uso de bicicleta	Muy Bueno	1,000
Participación de modos no motorizados en los viajes totales	Regular	0,603
Exposición personal a material particulado fino en transporte	Malo	0,922
Nivel de emisiones de dióxido de carbono equivalente por viaje	Bueno	1,000

Figura 13 Evaluación comprensiva difusa, Comuna 3.



**d) Comuna 4**

La comuna 4 también denominada como La Estación, posee 24.334 habitantes. Los hogares están categorizados como estrato 3 y 4 en su mayoría y algunos como 5 y 6, siendo una comuna de estrato medio y alto. Se ubica al lado derecho de la comuna 3 sobre la avenida Santander y Paralela, dos de las arterias principales de la ciudad. La tasa de motorización alcanza 207,2 vehículos por cada mil habitantes continuando la tendencia de una mayor presencia de motocicletas que de carros. La tasa de viajes por hogar es de 7,70 mientras que la tasa por persona es de 2,33, siendo mayor al promedio municipal. En la tabla 10 se presentan los indicadores calculados para la comuna 4.

*Figura 14 Comuna 4.*

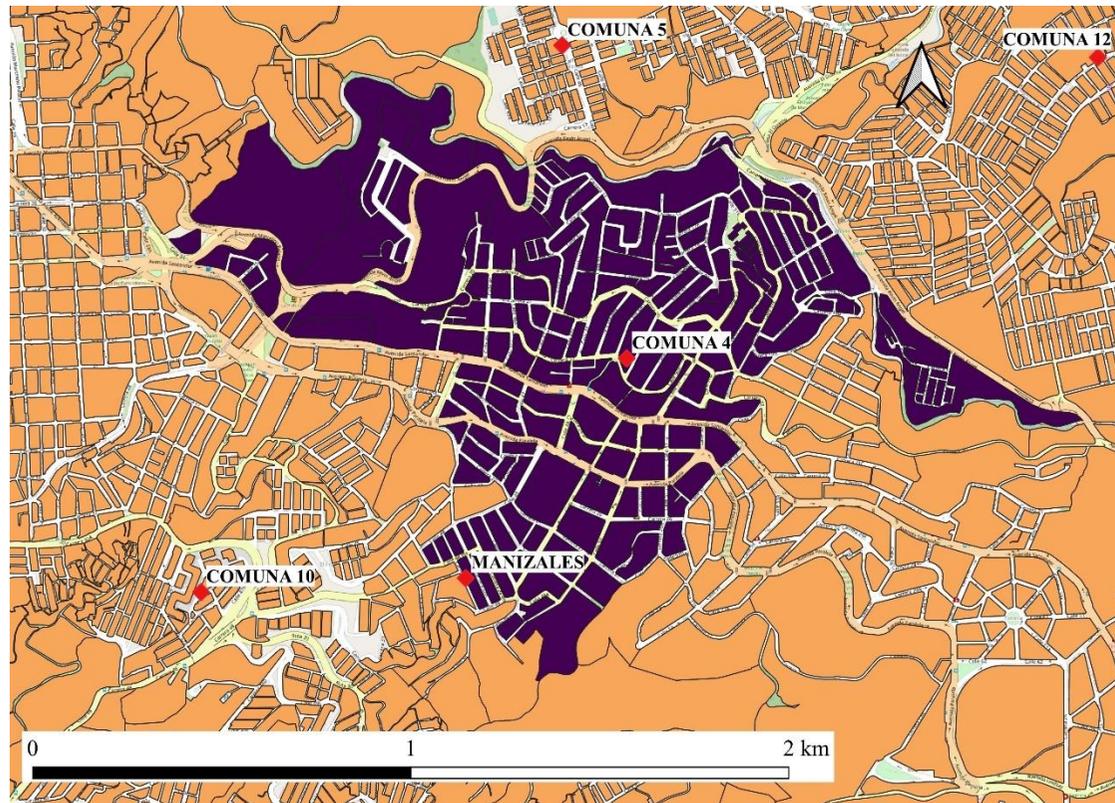


Tabla 10 Indicadores para la Comuna 4.

Indicador	Viajes fuera Comuna 4	Viajes dentro Comuna 4	Total	Unidades	Observaciones
Nivel de emisiones de dióxido de carbono equivalente por viaje	322,60	51,18	258,00	gCO2eq/viaje	-La mayor parte de las emisiones son producidas por viajes fuera de la comuna 4. -El alto uso del vehículo privado hace que las emisiones aumenten
Nivel de emisiones de material particulado fino PM2.5 por viaje	0,0255	0,00141	0,0194	gPM2.5/viaje	-La mayor parte de las emisiones son producidas por viajes fuera de la comuna 4. -La motocicleta y transporte público tradicional generan altos niveles de emisión
Accesibilidad al transporte público local (oferta)	N.A.	N.A.	99,32	porcentaje	El 99,32% de los habitantes alcanzan un paradero de TP en menos de 500 metros
Accesibilidad al transporte público masivo (oferta)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	
Accesibilidad al transporte (demanda)	N.A.	N.A.	38,48	metros	Los habitantes deben caminar 38,48 metros en promedio hasta la primer ruta de TP
Exposición personal a material particulado fino en transporte	70,47	5,94	55,11	ug/m3	-La mayor parte de las emisiones son producidas por viajes fuera de la comuna 4. -La motocicleta y transporte público tradicional generan altos niveles de exposición
Índice de asequibilidad al transporte	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	
Tiempo de viaje en viajes obligatorios	N.A.	N.A.	21,49	Minutos	El tiempo promedio para viajes con motivo estudio y trabajo es de 21,49 minutos
Participación del transporte público en los viajes totales	N.A.	N.A.	25,40	porcentaje	El 25,40% de los viajes son realizados en bus, buseta, microbús-colectivo o cable aéreo
Participación de modos no motorizados en los viajes totales	N.A.	N.A.	31,40	porcentaje	El 31,40% de los viajes son realizados a pie
Infraestructura para el uso de la bicicleta.	N.A.	N.A.	13,25	km/100.000	La infraestructura para el uso de bicicleta alcanza 13,25 km/100000 habitantes, toda cómo ciclobanda

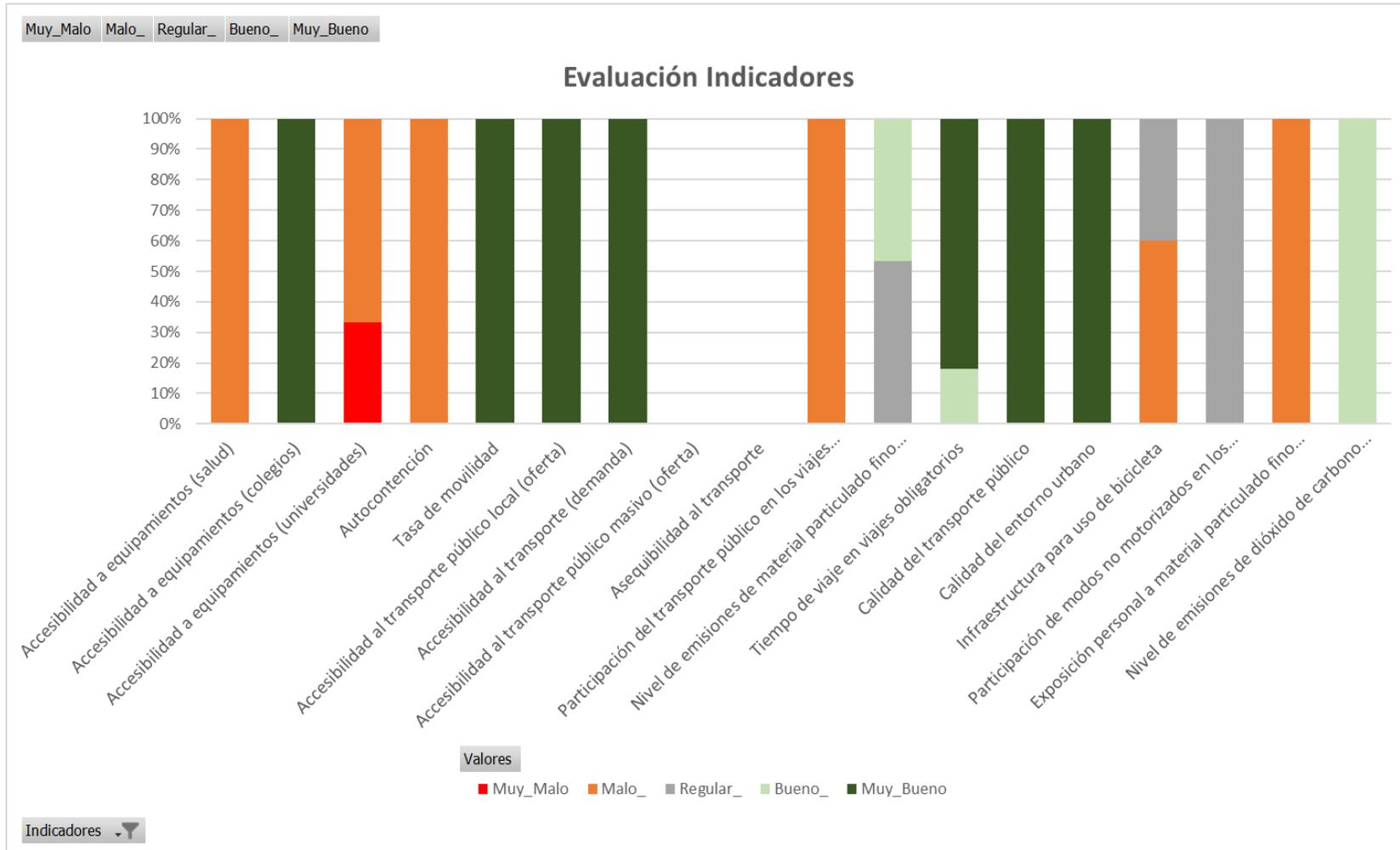
Indicador	Viajes fuera Comuna 4	Viajes dentro Comuna 4	Total	Unidades	Observaciones
Tasa de movilidad	N.A.	N.A.	2,33	viajes/persona	El promedio de viajes por persona es de 2,33 mayor al promedio de la ciudad
Autocontención	N.A.	N.A.	22,41	porcentaje	Tan solo el 22,41% de los habitantes trabajan dentro de la misma comuna generando que gran cantidad de viajes sean hacia otros puntos de la ciudad
Satisfacción del transporte público	N.A.	N.A.	4,58	adimensional	La satisfacción con el TP está en 4,58, es decir, satisfechos
Satisfacción del entorno urbano	N.A.	N.A.	4,19	adimensional	La satisfacción con la comuna, parques, infraestructura vial es de 4,19
Accesibilidad a equipamientos (salud)	N.A.	N.A.	33,33	porcentaje	Los habitantes de la comuna alcanzan el 33,33% de los equipamientos de salud en 15 min o menos en TP
Accesibilidad a equipamientos (colegios)	N.A.	N.A.	97,32	porcentaje	El 97,32% de los habitantes alcanzan un colegio en 15 minutos o menos caminando
Accesibilidad media equipamientos (universidades)	N.A.	N.A.	16,66	porcentaje	Los habitantes de la comuna alcanzan el 16,66% de las universidades en 15 min o menos en TP

Considerando la evaluación difusa de los indicadores para la comuna 4 se obtuvieron los resultados mostrados en la figura 15. Allí se observa cómo los indicadores de accesibilidad a colegios, transporte público (oferta), tiempo promedio de viajes obligatorios, satisfacción con el transporte público e infraestructura para el uso de la bicicleta son etiquetados como “Muy Bueno” mientras que, de los restantes accesibilidad a universidades, participación del transporte público en los viajes totales son etiquetados como “Malo”, ninguno es etiquetado como “Muy Malo” en esta comuna. Esto último puede verse en la tabla 11 donde se expresa la etiqueta lingüística final para cada indicador con el grado de pertenencia predominante. Según ello, 7 indicadores clasifican como “Muy Bueno”, 1 como “Bueno”, 2 como “Regular” y 6 como “Malo”.

Tabla 11 Evaluación final indicadores Comuna 4.

<b>Indicadores</b>	<b>Etiqueta</b>	<b>Grado de Pertenencia</b>
Accesibilidad a equipamientos (salud)	Malo	1,000
Accesibilidad a equipamientos (colegios)	Muy Bueno	1,000
Accesibilidad a equipamientos (universidades)	Malo	0,667
Autocontención	Malo	1,000
Tasa de movilidad	Muy Bueno	1,000
Accesibilidad al transporte público local (oferta)	Muy Bueno	1,000
Accesibilidad al transporte (demanda)	Muy Bueno	1,000
Accesibilidad al transporte público masivo (oferta)	N.A.	0,000
Asequibilidad al transporte	N.A.	0,000
Participación del transporte público en los viajes totales	Malo	1,000
Nivel de emisiones de material particulado fino por viaje	Regular	0,533
Tiempo de viaje en viajes obligatorios	Muy Bueno	0,821
Calidad del transporte público	Muy Bueno	1,000
Calidad del entorno urbano	Muy Bueno	1,000
Infraestructura para uso de bicicleta	Malo	0,600
Participación de modos no motorizados en los viajes totales	Regular	1,000
Exposición personal a material particulado fino en transporte	Malo	1,000
Nivel de emisiones de dióxido de carbono equivalente por viaje	Bueno	1,000

Figura 15 Evaluación comprensiva difusa, Comuna 4.



**e) Comuna 5**

La Comuna 5 o Comuna Ciudadela del Norte ha sido la que mayor número de habitantes y área registra en Manizales. Por ello, en 2019 el Concejo de Manizales aprobó su división y la creación de la Comuna 12, la cual aún no tiene nombre. La Comuna 5 se ubica en la parte norte de la ciudad sobre laderas pronunciadas, posee 50.624 habitantes y viviendas categorizadas en estratos 1,2 y 3. La tasa de motorización general en esta comuna es 222,3 vehículos por cada mil habitantes, mientras que la de carros es de 56,14 por cada mil habitantes y la de motocicletas es casi tres veces la de carros con 157,42 por cada mil habitantes. Relacionado con el número de viajes al día, los hogares realizan 5,63 viajes mientras que por persona alcanzan 1,80 viajes. En la tabla 12 se presentan los indicadores calculados para la comuna 5.

*Figura 16 Comuna 5.*

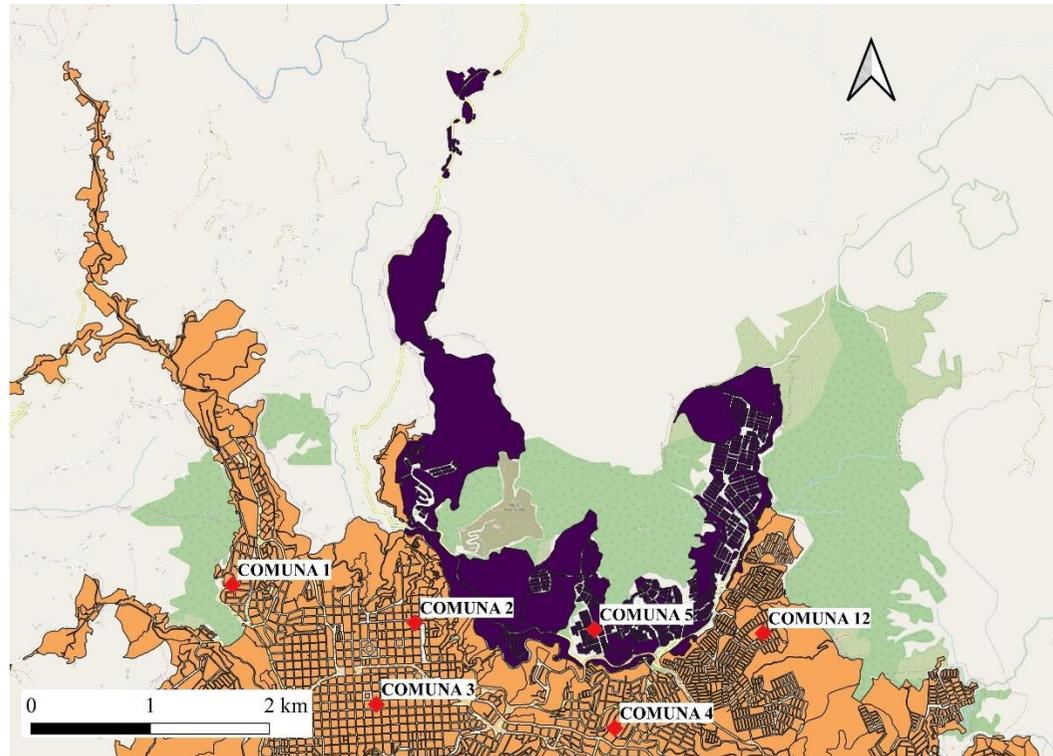


Tabla 12 Indicadores para la Comuna 5.

Indicador	Viajes fuera Comuna 5	Viajes dentro Comuna 5	Total	Unidades	Observaciones
Nivel de emisiones de dióxido de carbono equivalente por viaje	360,61	6,02	247,32	gCO2eq/viaje	-La mayor parte de las emisiones son producidas por viajes fuera de la comuna 5. -Los viajes tan largos hacen que las emisiones aumenten
Nivel de emisiones de material particulado fino PM2.5 por viaje	0,0406	0,000598	0,027873	gPM2.5/viaje	-La mayor parte de las emisiones son producidas por viajes fuera de la comuna 5. -La motocicleta y transporte público tradicional generan altos niveles de emisión
Accesibilidad al transporte público local (oferta)	N.A.	N.A.	87,28	porcentaje	El 87,28% de los habitantes alcanzan un paradero de TP en menos de 500 metros
Accesibilidad al transporte público masivo (oferta)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	
Accesibilidad al transporte (demanda)	N.A.	N.A.	72,69	metros	Los habitantes deben caminar 72,69 metros en promedio hasta la primer ruta de TP
Exposición personal a material particulado fino en transporte	107,34	3,23	74,08	ug/m3	-La mayor parte de las emisiones son producidas por viajes fuera de la comuna 5. -La motocicleta y transporte público tradicional generan altos niveles de exposición
Índice de asequibilidad al transporte	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	
Tiempo de viaje en viajes obligatorios	N.A.	N.A.	29,60	Minutos	El tiempo promedio para viajes con motivo estudio y trabajo es de 29,60 minutos
Participación del transporte público en los viajes totales	N.A.	N.A.	29,73	porcentaje	El 29,73% de los viajes son realizados en bus, buseta, microbús-colectivo o cable aéreo
Participación de modos no motorizados en los viajes totales	N.A.	N.A.	32,59	porcentaje	El 32,59% de los viajes son realizados a pie
Infraestructura para el uso de la bicicleta.	N.A.	N.A.	0	km/100.000	En la comuna 5 no se encuentra infraestructura de ningún tipo para el uso de la bicicleta

<b>Indicador</b>	<b>Viajes fuera Comuna 5</b>	<b>Viajes dentro Comuna 5</b>	<b>Total</b>	<b>Unidades</b>	<b>Observaciones</b>
Tasa de movilidad	N.A.	N.A.	1,8	viajes/persona	El promedio de viajes por persona es de 1,8 menor al promedio de la ciudad
Autocontención	N.A.	N.A.	10,83	porcentaje	Tan solo el 10,83% de los habitantes trabajan dentro de la misma comuna
Satisfacción del transporte público	N.A.	N.A.	3,98	adimensional	La satisfacción con el TP está en 3,98, es decir, algo satisfechos
Satisfacción del entorno urbano	N.A.	N.A.	3,92	adimensional	La satisfacción con la comuna, parques, infraestructura vial es de 3,92
Accesibilidad a equipamientos (salud)	N.A.	N.A.	11,11	porcentaje	Los habitantes de la comuna alcanzan el 11,11% de los equipamientos de salud en 15 min o menos en TP
Accesibilidad a equipamientos (colegios)	N.A.	N.A.	69,81	porcentaje	El 69,81% de los habitantes alcanzan un colegio en 15 minutos o menos caminando
Accesibilidad media equipamientos (universidades)	N.A.	N.A.	0	porcentaje	Los habitantes de la comuna no alcanzan universidades en menos de 15 minutos en TP

En la figura 17 se observa la evaluación comprensiva difusa para la comuna 5 encontrando que 6 indicadores poseen pertenencia doble en diferentes etiquetas lingüísticas. La Comuna 5 posee 7 indicadores categorizados como “Muy Malo” o “Malo” y 7 indicadores categorizados como “Muy Bueno” y “Bueno” mostrando una diferencia amplia entre indicadores. En la tabla 13 puede observarse la evaluación final por indicador con su etiqueta lingüística respectiva y el grado de pertenencia dado.

Tabla 13 Evaluación final indicadores Comuna 5.

<b>Indicadores</b>	<b>Etiqueta</b>	<b>Grado de Pertenencia</b>
Accesibilidad a equipamientos (salud)	Muy Malo	0,889
Accesibilidad a equipamientos (colegios)	Bueno	0,525
Accesibilidad a equipamientos (universidades)	Muy Malo	1,000
Autocontención	Malo	1,000
Tasa de movilidad	Malo	1,000
Accesibilidad al transporte público local (oferta)	Muy Bueno	1,000
Accesibilidad al transporte (demanda)	Bueno	1,000
Accesibilidad al transporte público masivo (oferta)	N.A.	N.A.
Asequibilidad al transporte	N.A.	N.A.
Participación del transporte público en los viajes totales	Malo	1,000
Nivel de emisiones de material particulado fino por viaje	Regular	0,920
Tiempo de viaje en viajes obligatorios	Bueno	1,000
Calidad del transporte público	Muy Bueno	0,950
Calidad del entorno urbano	Muy Bueno	0,822
Infraestructura para uso de bicicleta	Muy Malo	1,000
Participación de modos no motorizados en los viajes totales	Regular	1,000
Exposición personal a material particulado fino en transporte	Malo	0,809
Nivel de emisiones de dióxido de carbono equivalente por viaje	Bueno	1,000

Figura 17 Evaluación comprensiva difusa, Comuna 5.



**f) Comuna 6**

La Comuna 6, también denominada Comuna Ecoturística Cerro de Oro, se encuentra ubicada en la parte noreste de Manizales y cuenta con 34.581 habitantes, las viviendas están categorizadas principalmente en estrato medio (3 y 4). La tasa de motorización alcanza los 204 vehículos por cada mil habitantes siendo la de los carros (112,15 carros por cada mil habitantes) más alta que la de las motocicletas (60,5 motocicletas por cada mil habitantes). Considerando los viajes diarios, los hogares alcanzan 7,92 viajes y las personas 2,42, siendo de las más altas a nivel municipal. En la tabla 14 se presentan los resultados de los indicadores para la Comuna 6.

*Figura 18 Comuna 6*

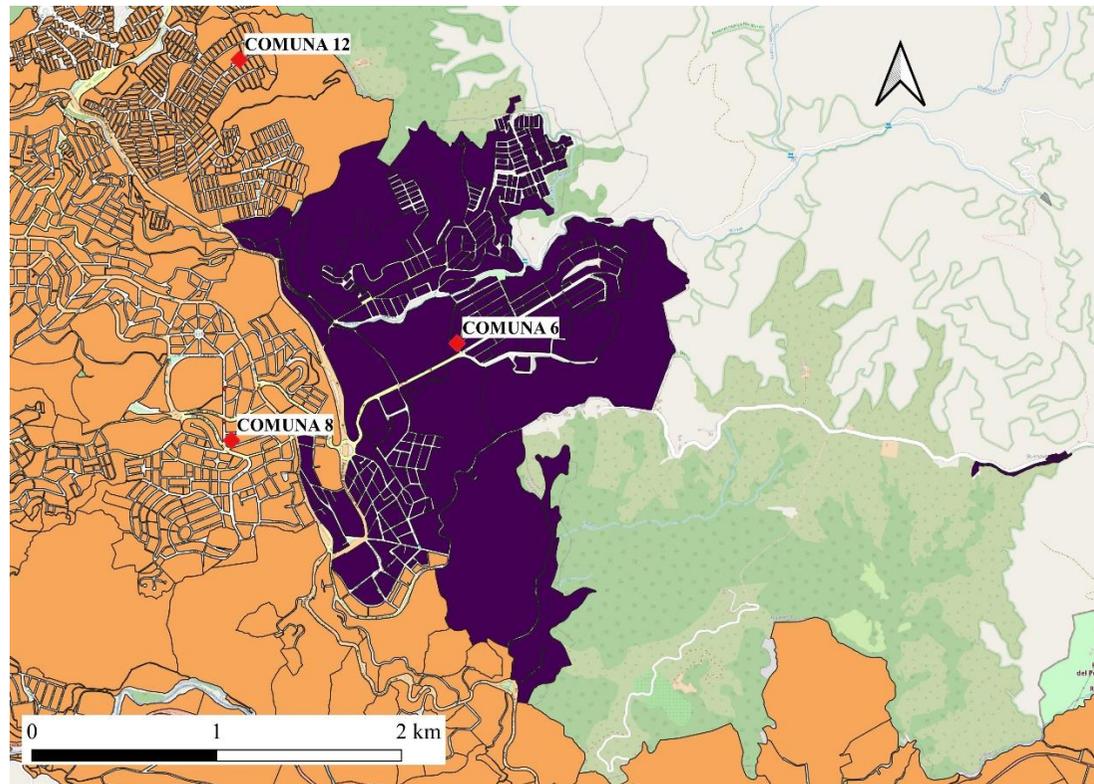


Tabla 14 Indicadores para la Comuna 6.

Indicador	Viajes fuera Comuna 6	Viajes dentro Comuna 6	Total	Unidades	Observaciones
Nivel de emisiones de dióxido de carbono equivalente por viaje	454,88	138,53	316,92	gCO <sub>2</sub> eq/viaje	-La mayor parte de las emisiones son producidas por viajes fuera de la comuna 6, aunque se observa un alto número de emisiones generadas por viajes al interior de la comuna -Los viajes tan largos hacen que las emisiones aumenten
Nivel de emisiones de material particulado fino PM <sub>2.5</sub> por viaje	0,0392	0,00417	0,02395	gPM <sub>2.5</sub> /viaje	-La mayor parte de las emisiones son producidas por viajes fuera de la comuna 6. -El uso de carro y transporte público tradicional generan altos niveles de emisión
Accesibilidad al transporte público local (oferta)	N.A.	N.A.	94,98	porcentaje	El 94,98% de los habitantes alcanzan un paradero de TP en menos de 500 metros
Accesibilidad al transporte público masivo (oferta)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	
Accesibilidad al transporte (demanda)	N.A.	N.A.	61,35	metros	Los habitantes deben caminar 61,35 metros en promedio hasta la primer ruta de TP
Exposición personal a material particulado fino en transporte	102,49	6,23	60,51	ug/m <sup>3</sup>	-La mayor parte de las emisiones son producidas por viajes fuera de la comuna 6. -El uso de carro y transporte público tradicional generan altos niveles de exposición
Índice de asequibilidad al transporte	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	
Tiempo de viaje en viajes obligatorios	N.A.	N.A.	26,87	Minutos	El tiempo promedio para viajes con motivo estudio y trabajo es de 26,87 minutos
Participación del transporte público en los viajes totales	N.A.	N.A.	23,25	porcentaje	El 23,25% de los viajes son realizados en bus, buseta, microbús-colectivo o cable aéreo
Participación de modos no motorizados en los viajes totales	N.A.	N.A.	24,83	porcentaje	El 24,83% de los viajes son realizados a pie

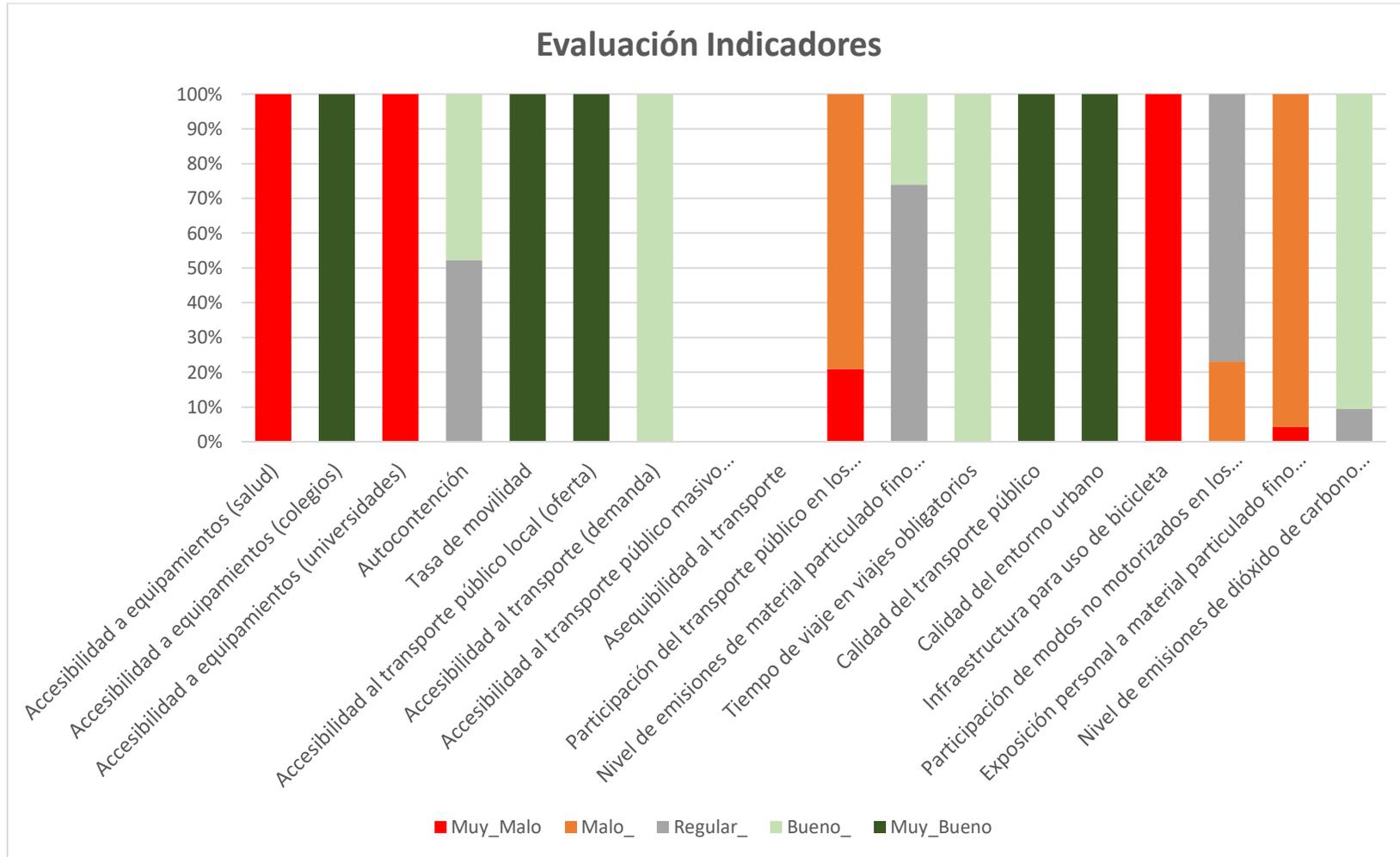
<b>Indicador</b>	<b>Viajes fuera Comuna 6</b>	<b>Viajes dentro Comuna 6</b>	<b>Total</b>	<b>Unidades</b>	<b>Observaciones</b>
Infraestructura para el uso de la bicicleta.	N.A.	N.A.	4,98	km/100.000	La comuna 6 cuenta con 4,98 km de ciclorruta por cada 100 mil habitantes representadas en carriles compartidos
Tasa de movilidad	N.A.	N.A.	2,42	viajes/persona	El promedio de viajes por persona es de 2,42 muy por encima del promedio de la ciudad
Autocontención	N.A.	N.A.	37,63	porcentaje	El 37,63% de los habitantes trabajan dentro de la misma comuna 6, siendo un porcentaje bastante alto.
Satisfacción del transporte público	N.A.	N.A.	4,3	adimensional	La satisfacción con el TP está en 4,3, es decir, satisfechos
Satisfacción del entorno urbano	N.A.	N.A.	4,36	adimensional	La satisfacción con la comuna, parques, infraestructura vial es de 4,36
Accesibilidad a equipamientos (salud)	N.A.	N.A.	0	porcentaje	Los habitantes de la comuna no alcanzan equipamientos de salud en 15 min o menos en TP
Accesibilidad a equipamientos (colegios)	N.A.	N.A.	91,77	porcentaje	El 91,77% de los habitantes alcanzan un colegio en 15 minutos o menos caminando
Accesibilidad media equipamientos (universidades)	N.A.	N.A.	0	porcentaje	Los habitantes de la comuna no alcanzan universidades en menos de 15 minutos en TP

Los resultados de la evaluación comprensiva difusa para la comuna 6 se presenta en la figura 19 y tabla 15. Se aprecia cómo 5 de los indicadores fueron etiquetados como “Muy Malo” o “Malo”, además, 8 indicadores muestran un comportamiento “Muy Bueno” o “Bueno”. Esto se ve ratificado en la etiqueta final mostrada en la tabla 15 donde se aprecia el grado de pertenencia. Cabe destacar que la accesibilidad a equipamientos de salud y universidad muestran una pertenencia total a “Muy Malo” dado que desde esta comuna no se alcanzan facilidades en transporte público en 15 minutos o menos. Además, el uso del transporte público es muy inferior a otras comunas.

Tabla 15 Evaluación final indicadores Comuna 6.

<b>Indicadores</b>	<b>Etiqueta</b>	<b>Grado de Pertenencia</b>
Accesibilidad a equipamientos (salud)	Muy Malo	1,000
Accesibilidad a equipamientos (colegios)	Muy Bueno	1,000
Accesibilidad a equipamientos (universidades)	Muy Malo	1,000
Autocontención	Regular	0,522
Tasa de movilidad	Muy Bueno	1,000
Accesibilidad al transporte público local (oferta)	Muy Bueno	1,000
Accesibilidad al transporte (demanda)	Bueno	1,000
Accesibilidad al transporte público masivo (oferta)	N.A.	N.A.
Asequibilidad al transporte	N.A.	N.A.
Participación del transporte público en los viajes totales	Malo	0,791
Nivel de emisiones de material particulado fino por viaje	Regular	0,740
Tiempo de viaje en viajes obligatorios	Bueno	1,000
Calidad del transporte público	Muy Bueno	1,000
Calidad del entorno urbano	Muy Bueno	1,000
Infraestructura para uso de bicicleta	Muy Malo	1,000
Participación de modos no motorizados en los viajes totales	Regular	0,769
Exposición personal a material particulado fino en transporte	Malo	0,958
Nivel de emisiones de dióxido de carbono equivalente por viaje	Bueno	0,906

Figura 19 Evaluación comprensiva difusa, Comuna 6.



**g) Comuna 7**

La Comuna 7 o Comuna Tesorito está ubicada en la parte occidente de Manizales, cuenta con 25.392 habitantes y se caracteriza por alojar el aeropuerto y la zona industrial de la ciudad. Las viviendas de la comuna están categorizadas en todos los estratos socioeconómicos por lo que ninguno de ellos predomina sobre los otros. Posee una alta tasa de motorización con 279,8 vehículos por cada mil habitantes, siendo la tenencia de motos (148,76 motocicletas por cada mil habitantes) más alta que la de carros (115,91 carros por cada mil habitantes). La tasa de viajes por hogar es de 7,19 diarios mientras que por persona alcanza 2,18 viajes diarios, siendo ligeramente más alto que el promedio municipal. En la tabla 16 se presentan los resultados de indicadores para la Comuna 7.

*Figura 20 Comuna 7.*

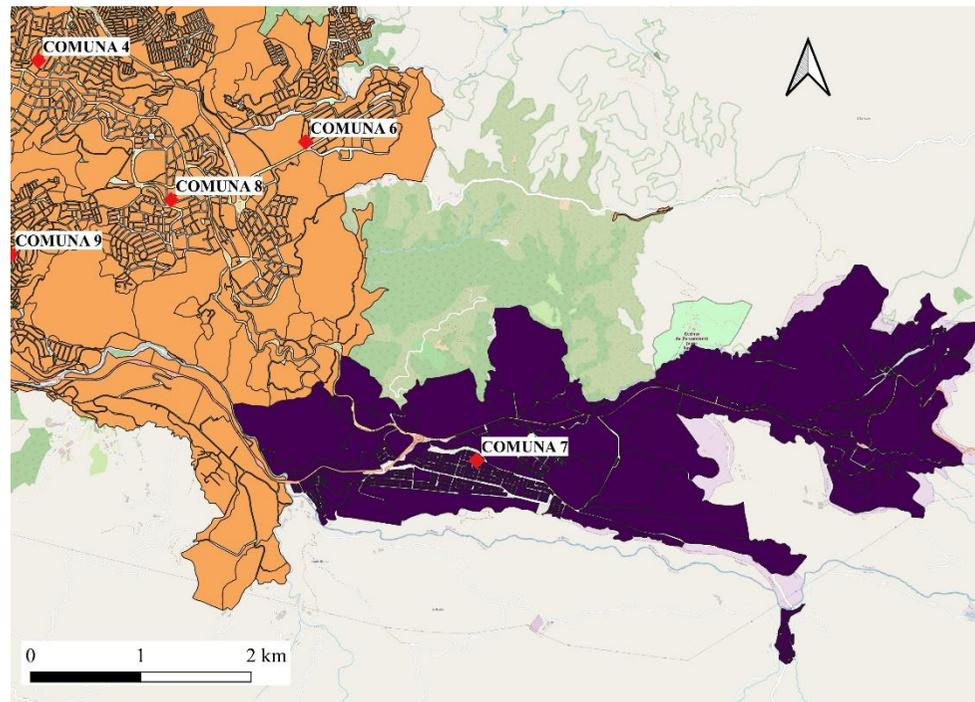


Tabla 16 Indicadores para la Comuna 7.

Indicador	Viajes fuera Comuna 7	Viajes dentro Comuna 7	Total	Unidades	Observaciones
Nivel de emisiones de dióxido de carbono equivalente por viaje	804,26	82,83	623,54	gCO2eq/viaje	-La mayor parte de las emisiones son producidas por viajes fuera de la comuna 6, aunque se observa un alto número de emisiones generadas por viajes al interior de la comuna -Los viajes tan largos hacen que las emisiones aumenten
Nivel de emisiones de material particulado fino PM2.5 por viaje	0,0744	0,00786	0,0578	gPM2.5/viaje	-La mayor parte de las emisiones son producidas por viajes fuera de la comuna 6. -El uso de carro y transporte público tradicional generan altos niveles de emisión
Accesibilidad al transporte público local (oferta)	N.A.	N.A.	92,63	porcentaje	El 94,98% de los habitantes alcanzan un paradero de TP en menos de 500 metros
Accesibilidad al transporte público masivo (oferta)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	
Accesibilidad al transporte (demanda)	N.A.	N.A.	76,70	metros	Los habitantes deben caminar 61,35 metros en promedio hasta la primer ruta de TP
Exposición personal a material particulado fino en transporte	194,94	15,89	150,09	ug/m3	-La mayor parte de las emisiones son producidas por viajes fuera de la comuna 6. -El uso de carro y transporte público tradicional generan altos niveles de exposición
Índice de asequibilidad al transporte	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	
Tiempo de viaje en viajes obligatorios	N.A.	N.A.	25,15	Minutos	El tiempo promedio para viajes con motivo estudio y trabajo es de 26,87 minutos
Participación del transporte público en los viajes totales	N.A.	N.A.	36,19	porcentaje	El 23,25% de los viajes son realizados en bus, buseta, microbús-colectivo o cable aéreo
Participación de modos no motorizados en los viajes totales	N.A.	N.A.	17,74	porcentaje	El 24,83% de los viajes son realizados a pie

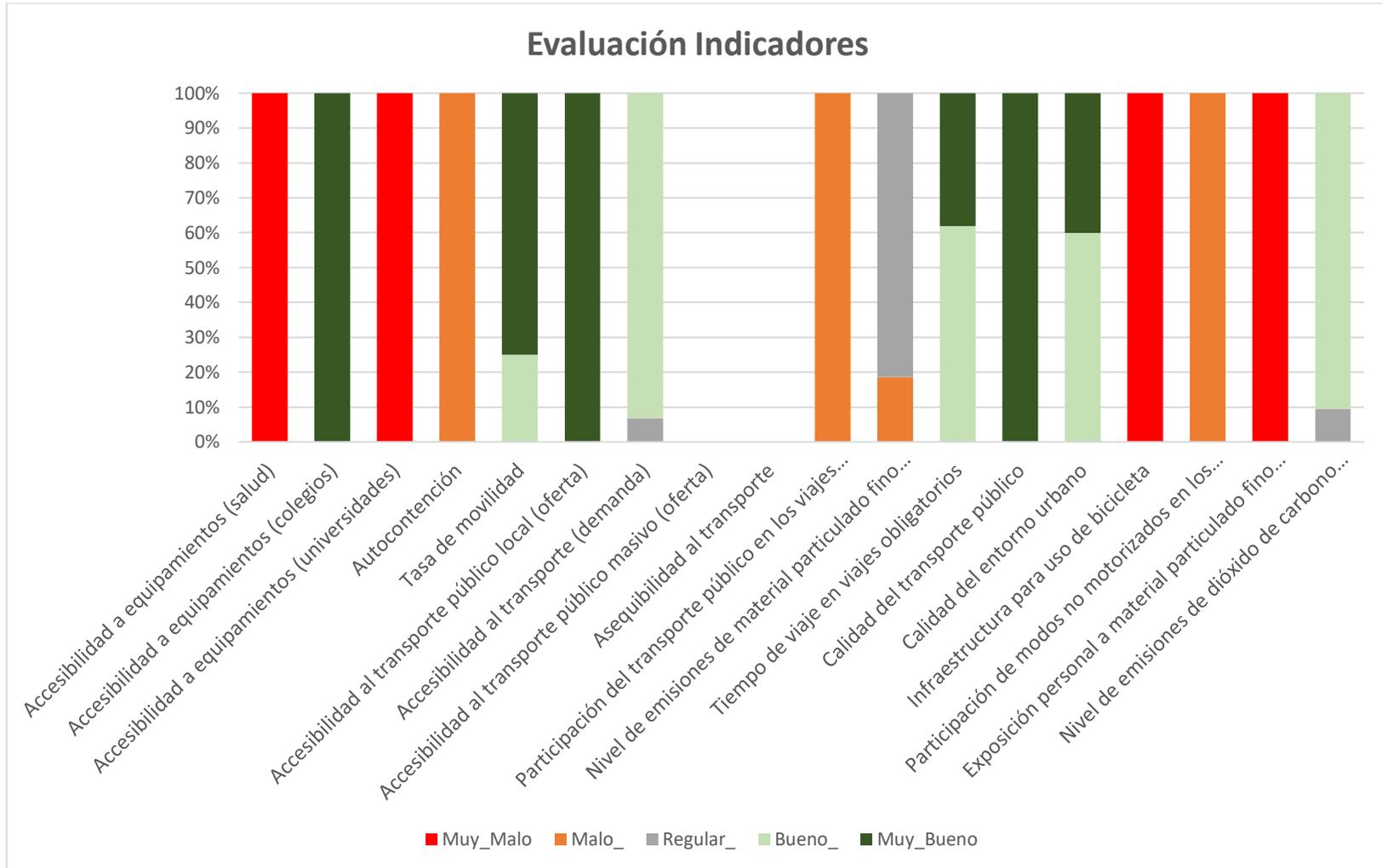
<b>Indicador</b>	<b>Viajes fuera Comuna 7</b>	<b>Viajes dentro Comuna 7</b>	<b>Total</b>	<b>Unidades</b>	<b>Observaciones</b>
Infraestructura para el uso de la bicicleta.	N.A.	N.A.	0	km/100.000	La comuna 6 cuenta con 4,98 km de ciclorruta por cada 100 mil habitantes representadas en carriles compartidos
Tasa de movilidad	N.A.	N.A.	2,18	viajes/persona	El promedio de viajes por persona es de 2,42 muy por encima del promedio de la ciudad
Autocontención	N.A.	N.A.	20,12	porcentaje	El 37,63% de los habitantes trabajan dentro de la misma comuna 6, siendo un porcentaje bastante alto.
Satisfacción del transporte público	N.A.	N.A.	4,45	adimensional	La satisfacción con el TP está en 4,3, es decir, satisfechos
Satisfacción del entorno urbano	N.A.	N.A.	3,76	adimensional	La satisfacción con la comuna, parques, infraestructura vial es de 4,36
Accesibilidad a equipamientos (salud)	N.A.	N.A.	5,55	porcentaje	Los habitantes de la comuna no alcanzan equipamientos de salud en 15 min o menos en TP
Accesibilidad a equipamientos (colegios)	N.A.	N.A.	76,99	porcentaje	El 91,77% de los habitantes alcanzan un colegio en 15 minutos o menos caminando
Accesibilidad media equipamientos (universidades)	N.A.	N.A.	8,33	porcentaje	Los habitantes de la comuna no alcanzan universidades en menos de 15 minutos en TP

El análisis por evaluación comprensiva difusa para la Comuna 7 muestra sus resultados en la tabla 17 y figura 21. Allí se aprecia cómo 4 indicadores fueron etiquetados como “Muy Malo”, los cuales están relacionados con la accesibilidad a equipamientos de salud y universidades, a la provisión de infraestructura para ciclistas y a la exposición personal a materiales finos. Esta última se presenta por la alta duración de los viajes al estar en una zona periférica. Por otro lado, la accesibilidad a colegios y paraderos de transporte público continúa siendo “Muy Buena”, así como la satisfacción con el transporte público.

Tabla 17 Evaluación final indicadores Comuna 3.

<b>Indicadores</b>	<b>Etiqueta</b>	<b>Grado de Pertenencia</b>
Accesibilidad a equipamientos (salud)	Muy Malo	1,000
Accesibilidad a equipamientos (colegios)	Muy Bueno	1,000
Accesibilidad a equipamientos (universidades)	Muy Malo	1,000
Autocontención	Malo	1,000
Tasa de movilidad	Muy Bueno	0,750
Accesibilidad al transporte público local (oferta)	Muy Bueno	1,000
Accesibilidad al transporte (demanda)	Bueno	0,932
Accesibilidad al transporte público masivo (oferta)	N.A.	N.A.
Asequibilidad al transporte	N.A.	N.A.
Participación del transporte público en los viajes totales	Malo	1,000
Nivel de emisiones de material particulado fino por viaje	Regular	0,815
Tiempo de viaje en viajes obligatorios	Bueno	0,619
Calidad del transporte público	Muy Bueno	1,000
Calidad del entorno urbano	Bueno	0,599
Infraestructura para uso de bicicleta	Muy Malo	1,000
Participación de modos no motorizados en los viajes totales	Malo	1,000
Exposición personal a material particulado fino en transporte	Muy Malo	1,000
Nivel de emisiones de dióxido de carbono equivalente por viaje	Bueno	0,906

Figura 21 Evaluación comprensiva difusa, Comuna 7.



### h) Comuna 8

La Comuna 8, también conocida como Comuna Palogrande se encuentra ubicada al sureste de la ciudad y cuenta con grandes atractores de viajes entre sus equipamientos como la zona del Cable, la zona gastronómica de Milán, el estadio Palogrande y los campus de universidades como la Nacional, Caldas y Católica. Posee una población de 29.717 personas y sus viviendas son de estrato medio y alto con los estratos 5 y 6 como predominantes. La tasa de motorización de esta comuna es la más alta de la ciudad con 320,4 vehículos por persona, siendo la tenencia de carros (236,86 carros por cada mil habitantes) mucho más alta que la de motocicletas (56,78 motocicletas por cada mil habitantes). Por otra parte, esta comuna alcanza los viajes diarios por hogar y por personas más altos de la ciudad con 8,57 y 2,59 respectivamente. Los resultados de indicadores para la Comuna 8 se presentan en la tabla 18.

Figura 22 Comuna 8.

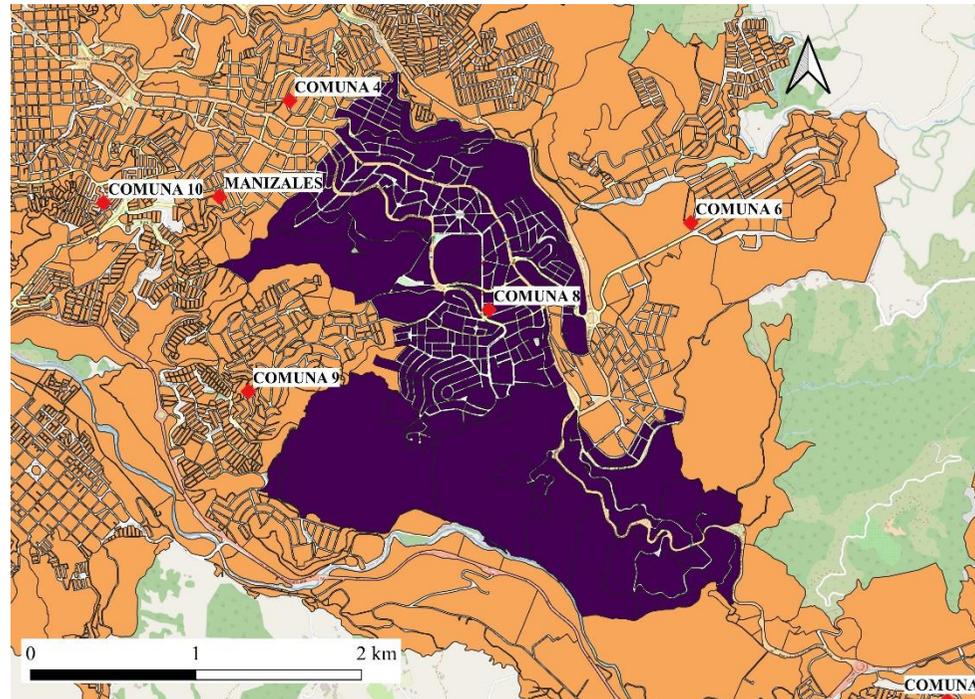


Tabla 18 Indicadores para la Comuna 8.

Indicador	Viajes fuera Comuna 8	Viajes dentro Comuna 8	Total	Unidades	Observaciones
Nivel de emisiones de dióxido de carbono equivalente por viaje	485,60	131,99	389,48	gCO2eq/viaje	-La mayor parte de las emisiones son producidas por viajes fuera de la comuna 8, aunque se observa un alto número de emisiones generadas por viajes al interior de la comuna -El alto uso de vehículo privado hace que las emisiones aumenten
Nivel de emisiones de material particulado fino PM2.5 por viaje	0,0363	0,00623	0,02813	gPM2.5/viaje	-La mayor parte de las emisiones son producidas por viajes fuera de la comuna 8. -El uso de carro y transporte público tradicional generan altos niveles de emisión
Accesibilidad al transporte público local (oferta)	N.A.	N.A.	94,35	porcentaje	El 94,35% de los habitantes alcanzan un paradero de TP en menos de 500 metros
Accesibilidad al transporte público masivo (oferta)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	
Accesibilidad al transporte (demanda)	N.A.	N.A.	73,42	metros	Los habitantes deben caminar 73,42 metros en promedio hasta la primer ruta de TP
Exposición personal a material particulado fino en transporte	98,44	6,61	73,49	ug/m3	-La mayor parte de las emisiones son producidas por viajes fuera de la comuna 8. -El uso de carro y transporte público tradicional generan altos niveles de exposición
Índice de asequibilidad al transporte	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	
Tiempo de viaje en viajes obligatorios	N.A.	N.A.	22,26	Minutos	El tiempo promedio para viajes con motivo estudio y trabajo es de 22,26 minutos
Participación del transporte público en los viajes totales	N.A.	N.A.	29,21	porcentaje	El 29,21% de los viajes son realizados en bus, buseta, microbús-colectivo o cable aéreo
Participación de modos no motorizados en los viajes totales	N.A.	N.A.	20,29	porcentaje	El 20,29% de los viajes son realizados a pie, siendo la segunda comuna con el porcentaje más bajo.

Indicador	Viajes fuera Comuna 8	Viajes dentro Comuna 8	Total	Unidades	Observaciones
Infraestructura para el uso de la bicicleta.	N.A.	N.A.	31,36	km/100.000	La comuna 8 cuenta con 31,36 km de ciclorruta por cada 100 mil habitantes siendo una combinación entre ciclo banda, carril compartido y ciclo adaptada. Es la segunda comuna con el indicador más alto.
Tasa de movilidad	N.A.	N.A.	2,59	viajes/persona	El promedio de viajes por persona es de 2,59 convirtiéndose la comuna con el mejor indicador
Autocontención	N.A.	N.A.	25,17	porcentaje	El 25,17% de los habitantes trabajan dentro de la comuna 8, siendo un porcentaje medio y que podría aumentar.
Satisfacción del transporte público	N.A.	N.A.	3,93	adimensional	La satisfacción con el TP está en 3,93, es decir, algo satisfechos
Satisfacción del entorno urbano	N.A.	N.A.	4,15	adimensional	La satisfacción con la comuna, parques, infraestructura vial es de 4,15
Accesibilidad a equipamientos (salud)	N.A.	N.A.	11,11	porcentaje	Los habitantes de la comuna alcanzan 11,11% de los equipamientos de salud en 15 min o menos en TP
Accesibilidad a equipamientos (colegios)	N.A.	N.A.	82,03	porcentaje	El 82,03% de los habitantes alcanzan un colegio en 15 minutos o menos caminando
Accesibilidad media equipamientos (universidades)	N.A.	N.A.	41,66	porcentaje	Los habitantes de la comuna alcanzan 41,66% de las universidades en menos de 15 minutos en TP dado que muchos de los campus se ubican dentro de la misma comuna.

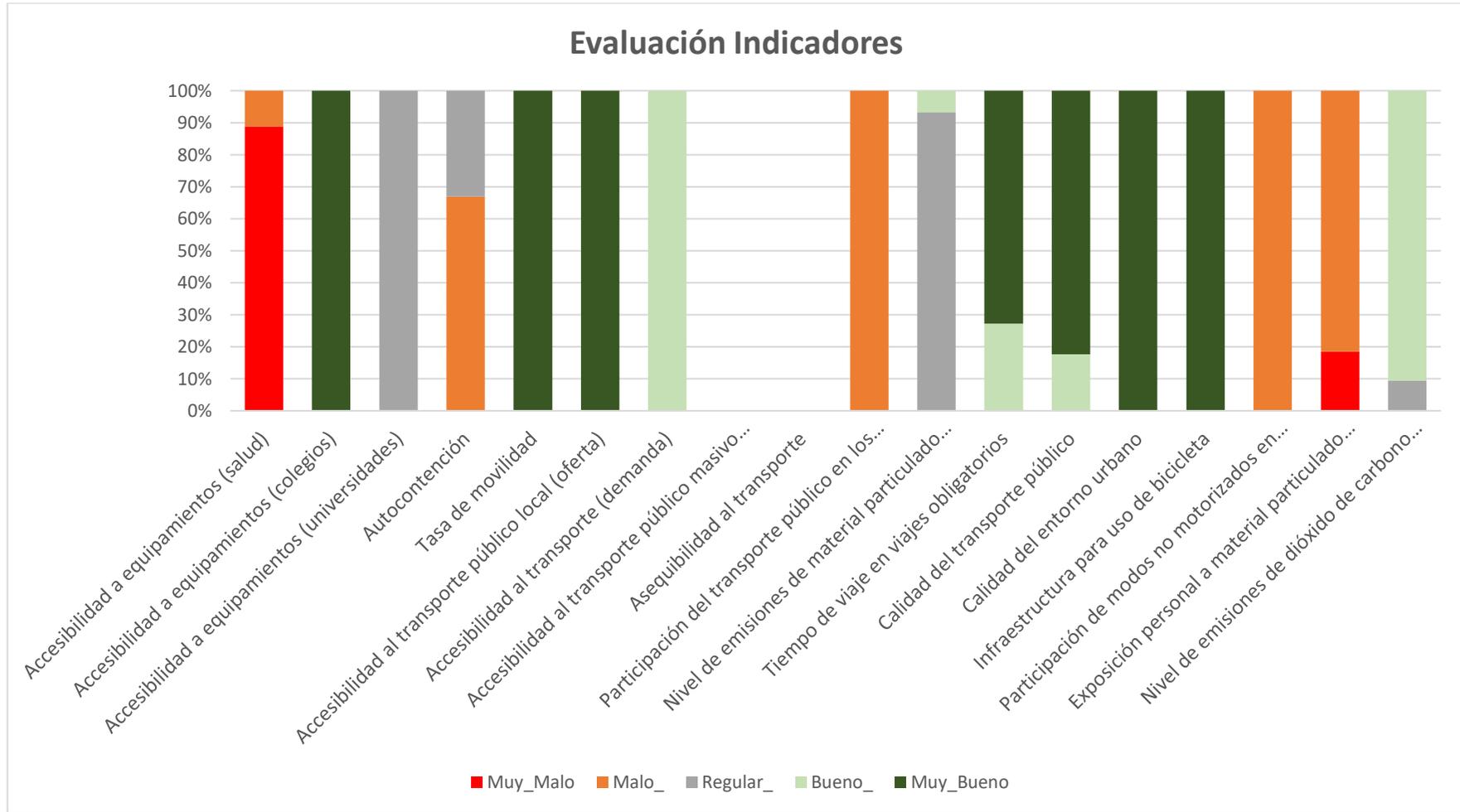
La evaluación comprensiva difusa sobre la comuna 8 se presenta en tabla 19 y figura 23. Se puede observar cómo solo el indicador de accesibilidad a salud posee una etiqueta “Muy Malo” con cierto grado de pertenencia hacia “Malo”. El siguiente indicador con etiqueta difusa entre “Muy Malo” y “Malo” es la exposición de las personas a material particulado el cual está potenciado por la alta dependencia del vehículo privado en los viajes de las personas. En cuanto a los indicadores etiquetados como “Muy Bueno”, la tasa de movilidad es la más

alta de la ciudad y la infraestructura para el uso de la bicicleta es segunda luego de la Comuna 3. En la tabla 19, puede observarse la etiqueta final y el grado de pertenencia para cada indicador donde se corrobora el buen comportamiento de esta comuna en gran parte de indicadores.

*Tabla 19 Evaluación final indicadores Comuna 8.*

<b>Indicadores</b>	<b>Etiqueta</b>	<b>Grado de Pertenencia</b>
Accesibilidad a equipamientos (salud)	Muy Malo	0,889
Accesibilidad a equipamientos (colegios)	Muy Bueno	1,000
Accesibilidad a equipamientos (universidades)	Regular	1,000
Autocontención	Malo	0,669
Tasa de movilidad	Muy Bueno	1,000
Accesibilidad al transporte público local (oferta)	Muy Bueno	1,000
Accesibilidad al transporte (demanda)	Bueno	1,000
Accesibilidad al transporte público masivo (oferta)	N.A.	N.A.
Asequibilidad al transporte	N.A.	N.A.
Participación del transporte público en los viajes totales	Malo	1,000
Nivel de emisiones de material particulado fino por viaje	Regular	0,932
Tiempo de viaje en viajes obligatorios	Muy Bueno	0,728
Calidad del transporte público	Muy Bueno	0,824
Calidad del entorno urbano	Muy Bueno	1,000
Infraestructura para uso de bicicleta	Muy Bueno	1,000
Participación de modos no motorizados en los viajes totales	Malo	1,000
Exposición personal a material particulado fino en transporte	Malo	0,815
Nivel de emisiones de dióxido de carbono equivalente por viaje	Bueno	0,906

Figura 23 Evaluación comprensiva difusa, Comuna 8.



**i) Comuna 9**

La Comuna Universitaria o Comuna 9 se ubica al sur de la ciudad, está asentada sobre laderas fuertes y limita directamente con el municipio conurbado de Villamaría. Posee una población de 37.132 habitantes y fue concebida como una comuna habitacional donde la mano obrera de la ciudad se asentaba, por lo que la mayor cantidad de viviendas están categorizadas en estratos 1, 2 y 3. La tasa de motorización para carros alcanza 39,91 por cada mil habitantes mientras que las motocicletas alcanzan 86,78 por cada mil habitantes, lo que es un poco más del doble que la de carros. Esto hace que la tasa de motorización general sea de 136,3 vehículos por cada mil habitantes. Considerando los viajes diarios, los hogares de la comuna realizan 6,53 viajes diarios, mientras que las personas realizan 2,0 viajes diarios. En la tabla 20 se observan los resultados de los indicadores para esta comuna.

*Figura 24 Comuna 9*

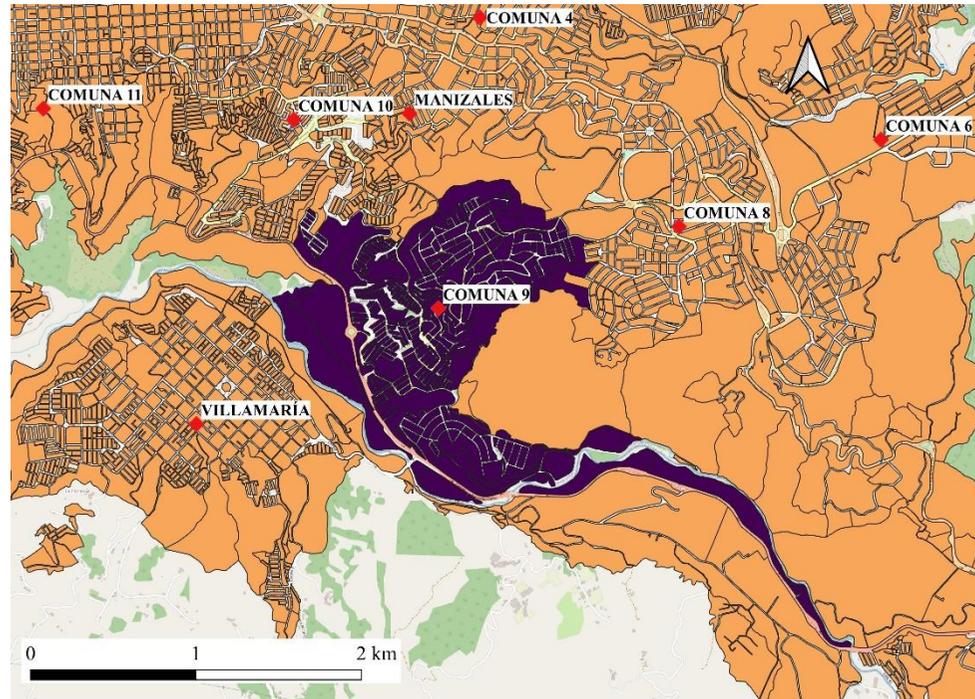


Tabla 20 Indicadores para la Comuna 9.

Indicador	Viajes fuera Comuna 9	Viajes dentro Comuna 9	Total	Unidades	Observaciones
Nivel de emisiones de dióxido de carbono equivalente por viaje	305,01	16,02	221,94	gCO2eq/viaje	-La mayor parte de las emisiones son producidas por viajes fuera de la comuna 9. -El alto uso de motocicletas hace que las emisiones aumenten
Nivel de emisiones de material particulado fino PM2.5 por viaje	0,0363	0,00623	0,02813	gPM2.5/viaje	-La mayor parte de las emisiones son producidas por viajes fuera de la comuna 9. -El uso de motocicletas y transporte público tradicional generan altos niveles de emisión
Accesibilidad al transporte público local (oferta)	N.A.	N.A.	96,44	porcentaje	El 96,44% de los habitantes alcanzan un paradero de TP en menos de 500 metros
Accesibilidad al transporte público masivo (oferta)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	
Accesibilidad al transporte (demanda)	N.A.	N.A.	48,91	metros	Los habitantes deben caminar 48,91 metros en promedio hasta la primer ruta de TP
Exposición personal a material particulado fino en transporte	99,20	6,07	72,73	ug/m3	-La mayor parte de las emisiones son producidas por viajes fuera de la comuna 9 -El uso de motocicleta y transporte público tradicional generan altos niveles de exposición
Índice de asequibilidad al transporte	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	
Tiempo de viaje en viajes obligatorios	N.A.	N.A.	27,94	Minutos	El tiempo promedio para viajes con motivo estudio y trabajo es de 27,94 minutos
Participación del transporte público en los viajes totales	N.A.	N.A.	40,92	porcentaje	El 40,92% de los viajes son realizados en bus, buseta, microbús-colectivo o cable aéreo. Esta es la comuna que más usa estos modos de transporte
Participación de modos no motorizados en los viajes totales	N.A.	N.A.	29,82	porcentaje	El 29,82% de los viajes son realizados a pie.

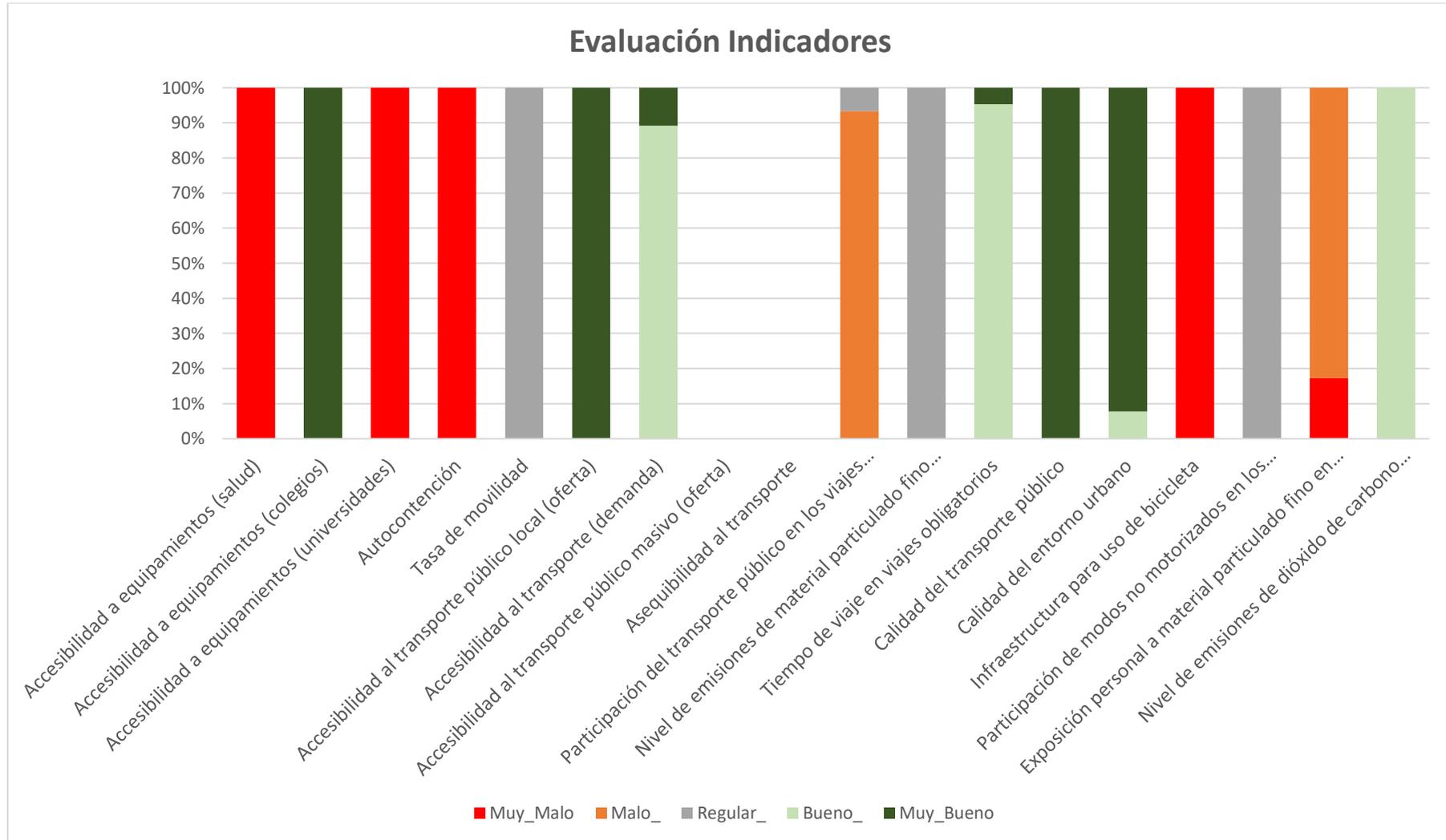
Indicador	Viajes fuera Comuna 9	Viajes dentro Comuna 9	Total	Unidades	Observaciones
Infraestructura para el uso de la bicicleta.	N.A.	N.A.	0	km/100.000	La comuna 9 no cuenta con infraestructura ciclista.
Tasa de movilidad	N.A.	N.A.	2,0	viajes/persona	El promedio de viajes por persona es de 2,0 por debajo del promedio municipal
Autocontención	N.A.	N.A.	5,97	porcentaje	El 5,97% de los habitantes trabajan dentro de la comuna, por lo que tiene el porcentaje más bajo, restableciendo su carácter de vivienda para mano obrera
Satisfacción del transporte público	N.A.	N.A.	4,83	adimensional	La satisfacción con el TP está en 4,83, es decir, algo satisfechos.
Satisfacción del entorno urbano	N.A.	N.A.	3,96	adimensional	La satisfacción con la comuna, parques, infraestructura vial es de 3,96
Accesibilidad a equipamientos (salud)	N.A.	N.A.	0	porcentaje	Los habitantes de la comuna no alcanzan equipamientos de salud en 15 min o menos en TP
Accesibilidad a equipamientos (colegios)	N.A.	N.A.	95,10	porcentaje	El 82,03% de los habitantes alcanzan un colegio en 15 minutos o menos caminando
Accesibilidad media equipamientos (universidades)	N.A.	N.A.	0	porcentaje	Los habitantes de la comuna no alcanzan universidades en menos de 15 minutos en TP.

En la tabla 21 y la figura 25 se presentan los resultados de la evaluación comprensiva difusa para la comuna 9. En este caso, se observa cómo la accesibilidad a equipamientos de salud y universidades poseen una pertenencia total a “Muy Malo” dado que los habitantes no alcanzan ninguno de estos equipamientos en 15 minutos o menos. Caso similar sucede con la infraestructura para el uso de la bicicleta ya que no se encuentra de ningún tipo habilitada en la comuna. La autocontención también tiene un grado de pertenencia total a “Muy Malo” lo que convierte a esta comuna en la que sus habitantes trabajan menos dentro de la misma. Por otro lado, al observar los indicadores etiquetados como “Muy Bueno” y “Bueno”, la accesibilidad a colegios continúa apareciendo como un indicador adecuado y la satisfacción con el transporte público y el entorno urbano.

Tabla 21 Evaluación final indicadores Comuna 9.

<b>Indicadores</b>	<b>Etiqueta</b>	<b>Grado de Pertenencia</b>
Accesibilidad a equipamientos (salud)	Muy Malo	1,000
Accesibilidad a equipamientos (colegios)	Muy Bueno	1,000
Accesibilidad a equipamientos (universidades)	Muy Malo	1,000
Autocontención	Muy Malo	1,000
Tasa de movilidad	Regular	1,000
Accesibilidad al transporte público local (oferta)	Muy Bueno	1,000
Accesibilidad al transporte (demanda)	Bueno	0,891
Accesibilidad al transporte público masivo (oferta)	N.A.	N.A.
Asequibilidad al transporte	N.A.	N.A.
Participación del transporte público en los viajes totales	Malo	0,934
Nivel de emisiones de material particulado fino por viaje	Regular	1,000
Tiempo de viaje en viajes obligatorios	Bueno	0,953
Calidad del transporte público	Muy Bueno	1,000
Calidad del entorno urbano	Muy Bueno	0,923
Infraestructura para uso de bicicleta	Muy Malo	1,000
Participación de modos no motorizados en los viajes totales	Regular	1,000
Exposición personal a material particulado fino en transporte	Malo	0,827
Nivel de emisiones de dióxido de carbono equivalente por viaje	Bueno	1,000

Figura 25 Evaluación comprensiva difusa, Comuna 9.



**j) Comuna 10**

La comuna 10 o Comuna La Fuente se encuentra ubicada en la parte sur de la ciudad, posee 47.571 habitantes y presenta estratos de todas las categorías en sus viviendas. Su tasa de motorización alcanza los 191,6 vehículos por cada mil habitantes, con 56,9 para carros y 124,84 para motocicletas, continuando una tendencia de mayor número de motocicletas entre los habitantes. Los hogares de esta comuna tienen 6,81 viajes diarios en promedio, mientras que las personas alcanzan 2,10 lo que está justo en el promedio de la ciudad. La tabla 22 presenta los indicadores calculados para esta Comuna.

*Figura 26 Comuna 10.*

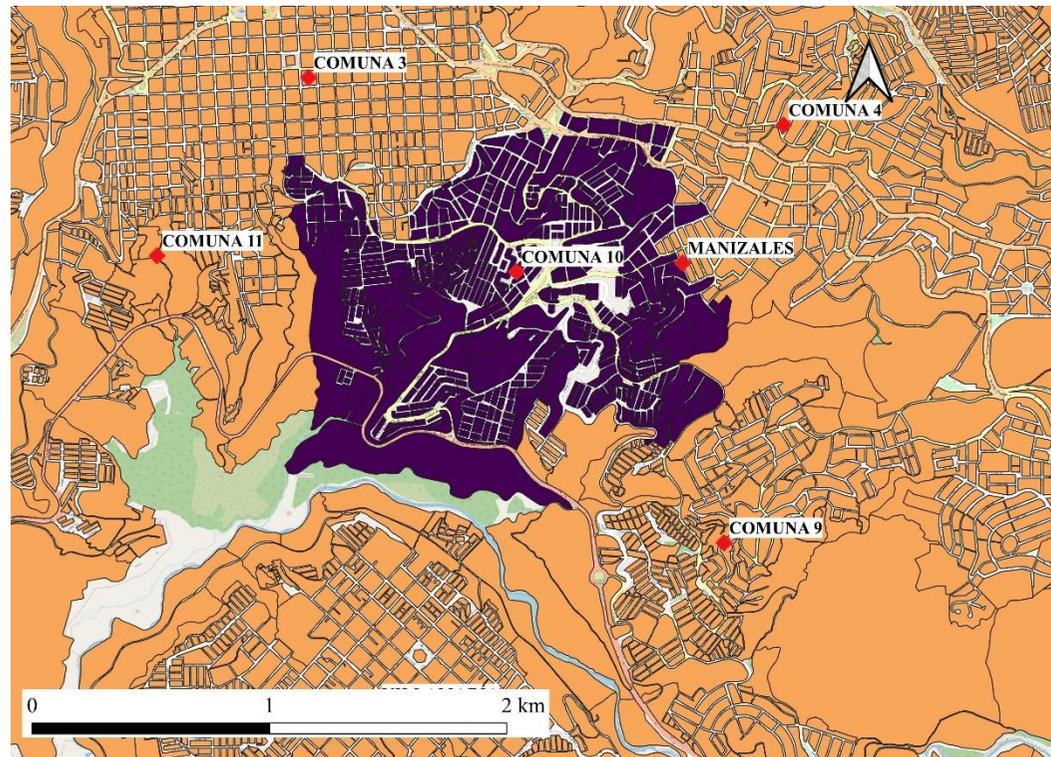


Tabla 22 Indicadores para la Comuna 10.

Indicador	Viajes fuera Comuna 10	Viajes dentro Comuna 10	Total	Unidades	Observaciones
Nivel de emisiones de dióxido de carbono equivalente por viaje	289,37	22,35	222,83	gCO2eq/viaje	-La mayor parte de las emisiones son producidas por viajes fuera de la comuna 10. -El alto uso de motocicletas hace que las emisiones aumenten.
Nivel de emisiones de material particulado fino PM2.5 por viaje	0,0221	0,00151	0,017003	gPM2.5/viaje	-La mayor parte de las emisiones son producidas por viajes fuera de la comuna 10. -El uso de motocicletas y transporte público tradicional generan altos niveles de emisión
Accesibilidad al transporte público local (oferta)	N.A.	N.A.	99,63	porcentaje	El 99,44% de los habitantes alcanzan un paradero de TP en menos de 500 metros
Accesibilidad al transporte público masivo (oferta)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	
Accesibilidad al transporte (demanda)	N.A.	N.A.	58,54	metros	Los habitantes deben caminar 58,54 metros en promedio hasta la primer ruta de TP
Exposición personal a material particulado fino en transporte	73,88	6,04	56,97	ug/m3	-La mayor parte de las emisiones son producidas por viajes fuera de la comuna 10. -El uso de motocicleta y transporte público tradicional generan altos niveles de exposición
Índice de asequibilidad al transporte	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	
Tiempo de viaje en viajes obligatorios	N.A.	N.A.	25,41	Minutos	El tiempo promedio para viajes con motivo estudio y trabajo es de 25,41 minutos
Participación del transporte público en los viajes totales	N.A.	N.A.	23,19	porcentaje	El 23,19% de los viajes son realizados en bus, buseta, microbús-colectivo o cable aéreo. Esta es la segunda comuna que menos usa este modo de transporte.
Participación de modos no motorizados en los viajes totales	N.A.	N.A.	35,83	porcentaje	El 35,83% de los viajes son realizados a pie.
Infraestructura para el uso de la bicicleta.	N.A.	N.A.	1,67	km/100.000	La comuna 9 tan solo cuenta con 1,67 km por cada cien mil habitantes.

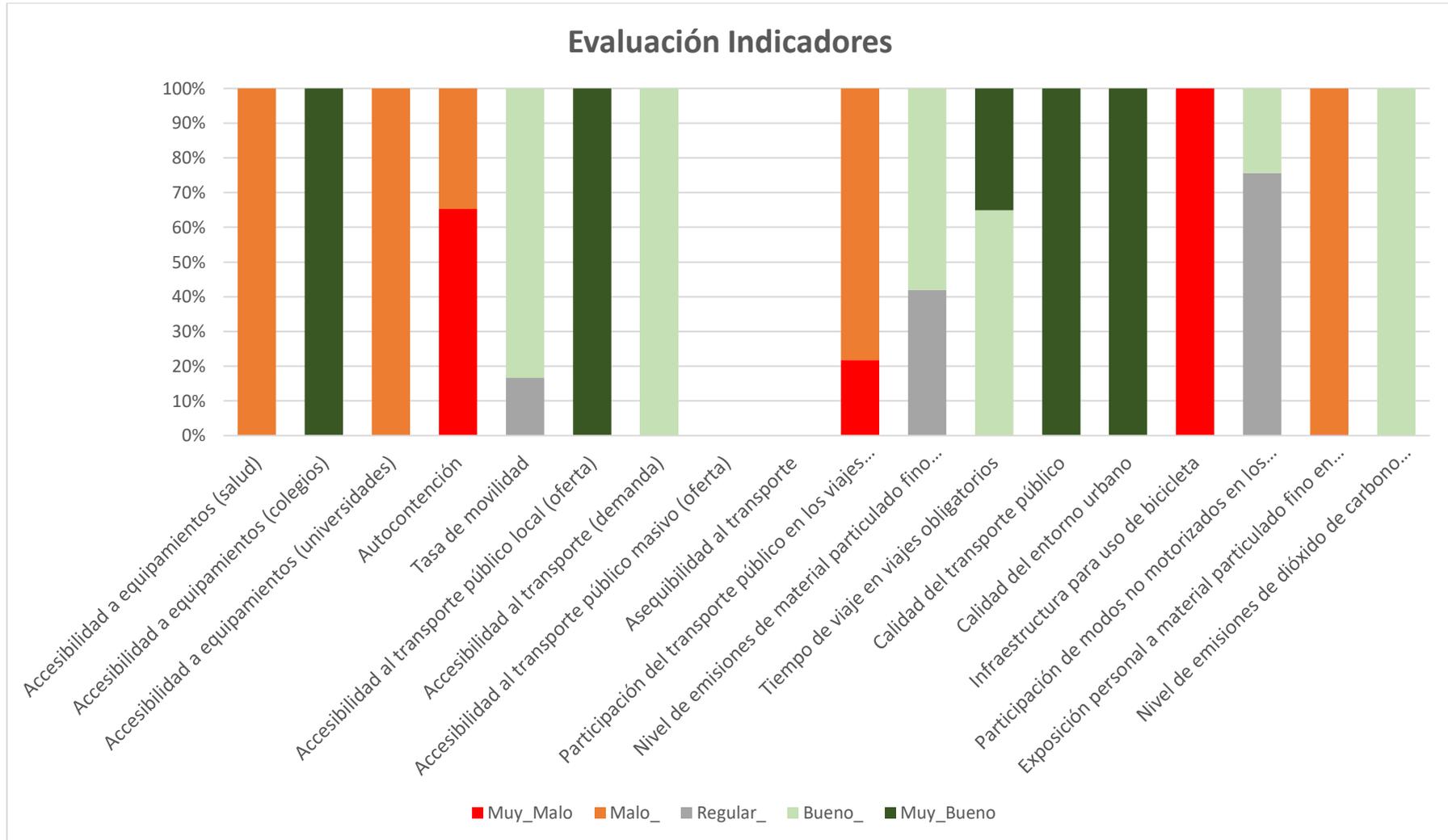
Indicador	Viajes fuera Comuna 10	Viajes dentro Comuna 10	Total	Unidades	Observaciones
Tasa de movilidad	N.A.	N.A.	2,1	viajes/persona	El promedio de viajes por persona es de 2,1 justo en el promedio municipal
Autocontención	N.A.	N.A.	7,82	porcentaje	El 7,92% de los habitantes trabajan dentro de la comuna, por lo que tiene el tercer porcentaje más bajo.
Satisfacción del transporte público	N.A.	N.A.	4,18	adimensional	La satisfacción con el TP está en 4,18, es decir, algo satisfechos.
Satisfacción del entorno urbano	N.A.	N.A.	4,09	adimensional	La satisfacción con la comuna, parques, infraestructura vial es de 4,09
Accesibilidad a equipamientos (salud)	N.A.	N.A.	33,33	porcentaje	Los habitantes de la comuna alcanzan un tercio de los equipamientos de salud en 15 min o menos en TP
Accesibilidad a equipamientos (colegios)	N.A.	N.A.	93,52	porcentaje	El 93,52% de los habitantes alcanzan un colegio en 15 minutos o menos caminando
Accesibilidad media equipamientos (universidades)	N.A.	N.A.	25	porcentaje	Los habitantes de la comuna alcanzan una cuarta parte de las universidades en menos de 15 minutos en TP.

Teniendo en cuenta la evaluación comprensiva difusa (ver tabla 23 y figura 27) se observa cómo los indicadores de autocontención de empleo e infraestructura para el uso de la bicicleta poseen una pertinencia mayoritaria en la etiqueta “Muy Malo”, mientras que la accesibilidad a salud y universidades, permanentemente etiquetadas como “Muy Malo”, son etiquetados como “Malo”, una clara mejoría para este indicador respecto a las otras comunas. Por otra parte, al mirar los indicadores etiquetados como “Muy Bueno”, se observan los indicadores accesibilidad a colegios y paraderos y la satisfacción con el transporte público y el entorno urbano, con un grado de pertenencia total a esta etiqueta.

Tabla 23 Evaluación final indicadores Comuna 10

<b>Indicadores</b>	<b>Etiqueta</b>	<b>Grado de Pertenencia</b>
Accesibilidad a equipamientos (salud)	Malo	1,000
Accesibilidad a equipamientos (colegios)	Muy Bueno	1,000
Accesibilidad a equipamientos (universidades)	Malo	1,000
Autocontención	Muy Malo	0,653
Tasa de movilidad	Bueno	0,833
Accesibilidad al transporte público local (oferta)	Muy Bueno	1,000
Accesibilidad al transporte (demanda)	Bueno	1,000
Accesibilidad al transporte público masivo (oferta)	N.A.	N.A.
Asequibilidad al transporte	N.A.	N.A.
Participación del transporte público en los viajes totales	Malo	0,783
Nivel de emisiones de material particulado fino por viaje	Bueno	0,580
Tiempo de viaje en viajes obligatorios	Bueno	0,649
Calidad del transporte público	Muy Bueno	1,000
Calidad del entorno urbano	Muy Bueno	1,000
Infraestructura para uso de bicicleta	Muy Malo	1,000
Participación de modos no motorizados en los viajes totales	Regular	0,756
Exposición personal a material particulado fino en transporte	Malo	0,996
Nivel de emisiones de dióxido de carbono equivalente por viaje	Bueno	1,000

Figura 27 Evaluación comprensiva difusa, Comuna 10.



### k) Comuna 11

La comuna 11 o comuna La Macarena se ubica en el suroeste de la ciudad y es la puerta de entrada a la zona urbana para los visitantes que arriban de ciudades como Pereira, Medellín y Cali. Posee 47.571 habitantes y sus viviendas están categorizadas principalmente en los estratos 1, 2 y 3. La tasa de motorización en esta comuna alcanza 154,66 vehículos por cada mil habitantes, donde los carros alcanzan 49 por cada mil habitantes y las motocicletas 100 por cada mil habitantes, doblando la tasa de motorización de carros particulares. Relacionado con los viajes promedio al día por hogar y personas, los valores alcanzan 6,04 y 1,84 respectivamente, valores por debajo del promedio municipal. Los resultados del cálculo de indicadores para la Comuna 11 se presentan en la tabla 24.

Figura 28 Comuna 11.

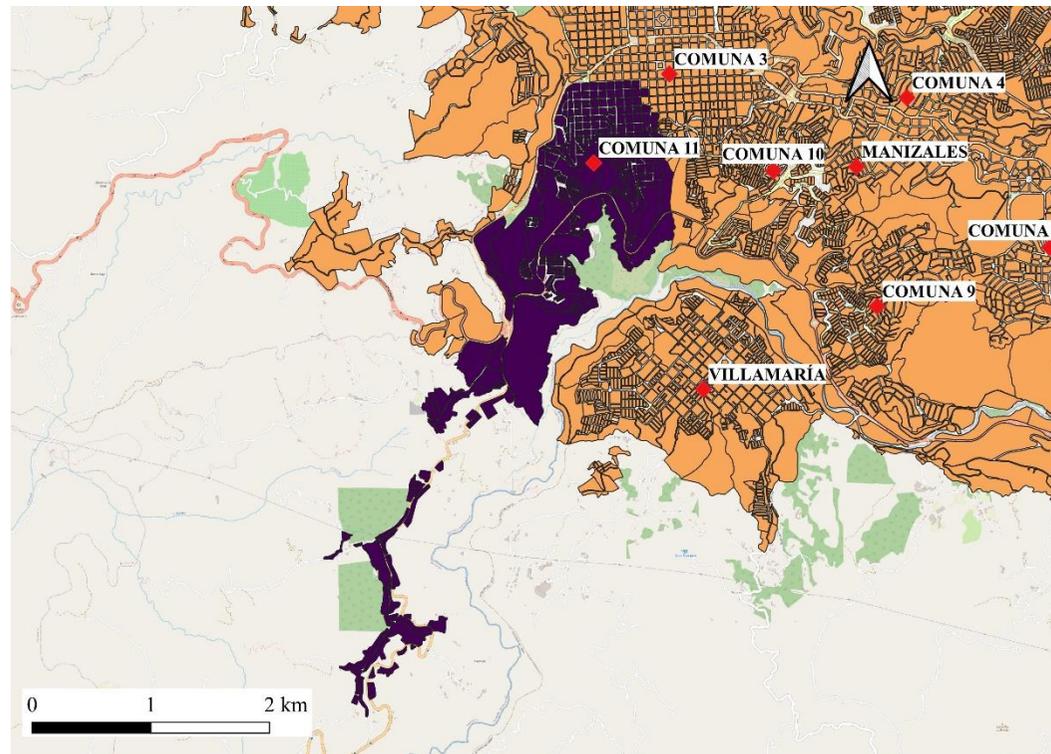


Tabla 24 Indicadores para la Comuna 11.

Indicador	Viajes fuera Comuna 11	Viajes dentro Comuna 11	Total	Unidades	Observaciones
Nivel de emisiones de dióxido de carbono equivalente por viaje	312,97	23,55	214,34	gCO <sub>2</sub> eq/viaje	-La mayor parte de las emisiones son producidas por viajes fuera de la comuna 11. -El alto uso de motocicletas hace que las emisiones aumenten.
Nivel de emisiones de material particulado fino PM <sub>2.5</sub> por viaje	0,0321	0,0009	0,021493	gPM <sub>2.5</sub> /viaje	-La mayor parte de las emisiones son producidas por viajes fuera de la comuna 11. -El uso de motocicletas y transporte público tradicional generan altos niveles de emisión
Accesibilidad al transporte público local (oferta)	N.A.	N.A.	92,18	porcentaje	El 92,18% de los habitantes alcanzan un paradero de TP en menos de 500 metros
Accesibilidad al transporte público masivo (oferta)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	
Accesibilidad al transporte (demanda)	N.A.	N.A.	70,13	metros	Los habitantes deben caminar 70,13 metros en promedio hasta la primer ruta de TP
Exposición personal a material particulado fino en transporte	86,75	8,47	60,07	ug/m <sup>3</sup>	-La mayor parte de las emisiones son producidas por viajes fuera de la comuna 11. -El uso de motocicleta y transporte público tradicional generan altos niveles de exposición
Índice de asequibilidad al transporte	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	
Tiempo de viaje en viajes obligatorios	N.A.	N.A.	25,54	Minutos	El tiempo promedio para viajes con motivo estudio y trabajo es de 25,54 minutos
Participación del transporte público en los viajes totales	N.A.	N.A.	21,93	porcentaje	El 21,93% de los viajes son realizados en bus, buseta, microbús-colectivo o cable aéreo. Esta es la comuna que menos usa este modo de transporte.
Participación de modos no motorizados en los viajes totales	N.A.	N.A.	46,86	porcentaje	El 46,86% de los viajes son realizados a pie. Es la comuna que más usa este modo de transporte.

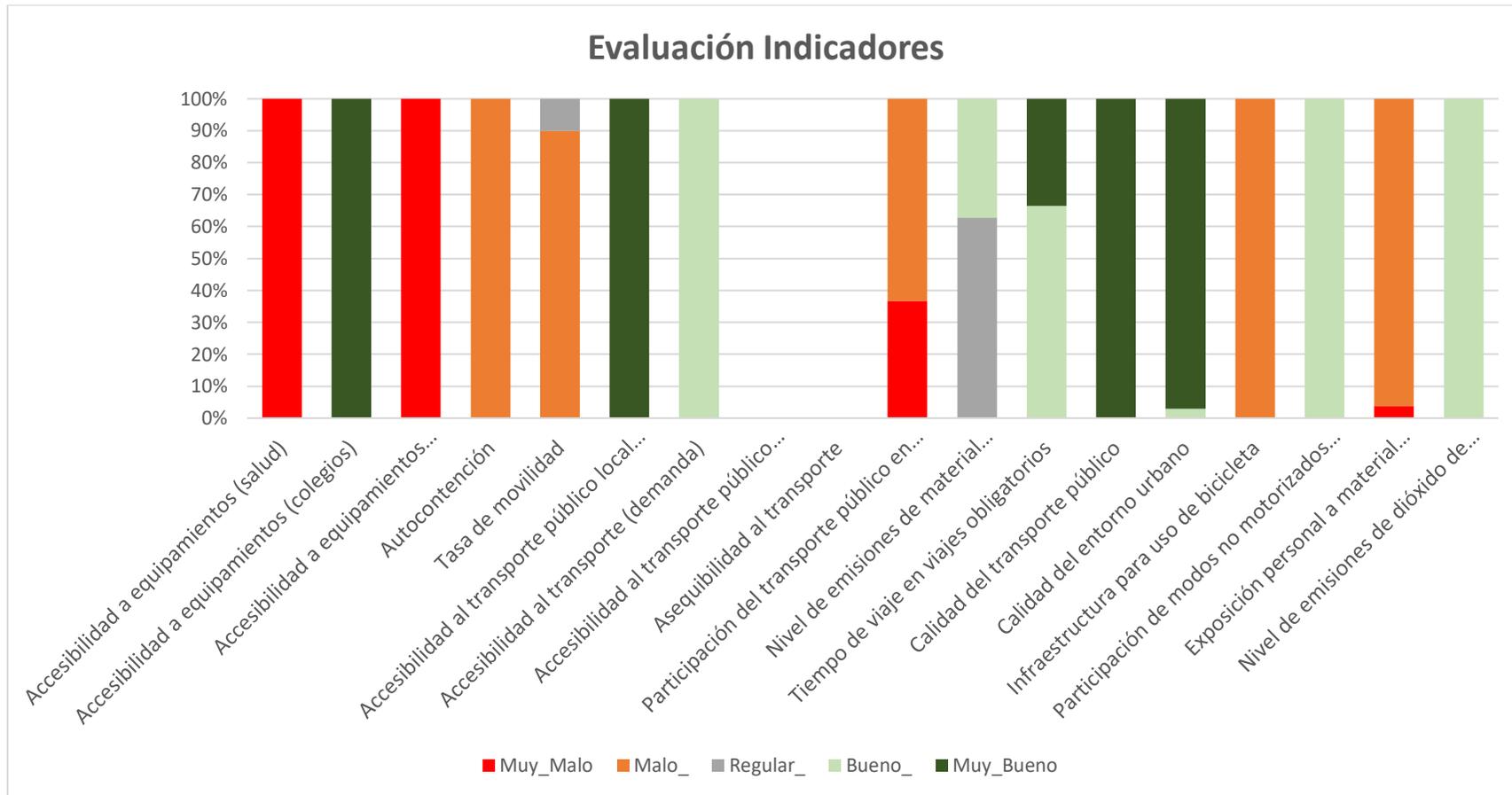
Indicador	Viajes fuera Comuna 11	Viajes dentro Comuna 11	Total	Unidades	Observaciones
Infraestructura para el uso de la bicicleta.	N.A.	N.A.	7,87	km/100.000	La comuna 9 tan solo cuenta con 7,87 km por cada cien mil habitantes. Cuenta con infraestructura exclusiva y compartida.
Tasa de movilidad	N.A.	N.A.	1,84	viajes/persona	El promedio de viajes por persona es de 1,84 justo en el promedio municipal
Autocontención	N.A.	N.A.	11,11	porcentaje	El 11,11% de los habitantes trabajan dentro de la comuna, siendo un porcentaje bajo.
Satisfacción del transporte público	N.A.	N.A.	4,43	adimensional	La satisfacción con el TP está en 4,43, es decir, algo satisfechos.
Satisfacción del entorno urbano	N.A.	N.A.	3,98	adimensional	La satisfacción con la comuna, parques, infraestructura vial es de 3,98
Accesibilidad a equipamientos (salud)	N.A.	N.A.	0	porcentaje	Los habitantes de la comuna no alcanzan equipamientos de salud en 15 min o menos en TP
Accesibilidad a equipamientos (colegios)	N.A.	N.A.	85,75	porcentaje	El 85,75% de los habitantes alcanzan un colegio en 15 minutos o menos caminando
Accesibilidad media equipamientos (universidades)	N.A.	N.A.	8,33	porcentaje	Los habitantes de la comuna alcanzan 8,33% de las universidades en menos de 15 minutos en TP.

Los resultados de la evaluación comprensiva difusa, mostrados en la tabla 25 y figura 29 muestran que la Comuna 11 alcanza etiquetas como “Muy Malo” para los indicadores relacionados con la accesibilidad a salud y universidades. Por otra parte, el indicador de participación de los modos no motorizados en los viajes totales alcanza la etiqueta “Bueno” siendo la comuna con la mejor evaluación en este importante indicador. Sin embargo, en el caso de la participación del transporte público en los viajes totales, la etiqueta “Malo” resulta como la comuna con la peor evaluación, esto muestra una gran dicotomía entre estos dos indicadores.

Tabla 25 Evaluación final indicadores Comuna 11.

<b>Indicadores</b>	<b>Etiqueta</b>	<b>Grado de Pertenencia</b>
Accesibilidad a equipamientos (salud)	Muy Malo	1,000
Accesibilidad a equipamientos (colegios)	Muy Bueno	1,000
Accesibilidad a equipamientos (universidades)	Muy Malo	1,000
Autocontención	Malo	1,000
Tasa de movilidad	Malo	0,900
Accesibilidad al transporte público local (oferta)	Muy Bueno	1,000
Accesibilidad al transporte (demanda)	Bueno	1,000
Accesibilidad al transporte público masivo (oferta)	N.A.	N.A
Asequibilidad al transporte	N.A.	N.A
Participación del transporte público en los viajes totales	Malo	0,632
Nivel de emisiones de material particulado fino por viaje	Regular	0,627
Tiempo de viaje en viajes obligatorios	Bueno	0,665
Calidad del transporte público	Muy Bueno	1,000
Calidad del entorno urbano	Muy Bueno	0,970
Infraestructura para uso de bicicleta	Malo	1,000
Participación de modos no motorizados en los viajes totales	Bueno	1,000
Exposición personal a material particulado fino en transporte	Malo	0,962
Nivel de emisiones de dióxido de carbono equivalente por viaje	Bueno	1,000

Figura 29 Evaluación comprensiva difusa, Comuna 11.



### l) Comuna 12

La comuna 12 nace en el 2019 luego de la división de la comuna 5. Se ubica en el sector norte y limita a la derecha con la comuna 5 y a la izquierda con la comuna 12. Cuenta con 42.468 habitantes y al no existir para la elaboración del PMM2017 muchos de los indicadores antes mencionados para las otras comunas fueron medidos como parte de la anterior Comuna 5. Sus habitantes se mueven especialmente caminando (43,39%) y posee la mejor accesibilidad a equipamientos de salud (55,55%) y universidades (75%) en 15 minutos o menos en transporte público, debido a que su ubicación cerca a la Avenida Kevin Ángel y la disposición de las rutas de transporte público hace que la accesibilidad sea favorable. La tabla 26 muestra los resultados de los indicadores calculados para la Comuna 12.

Figura 30 Comuna 12

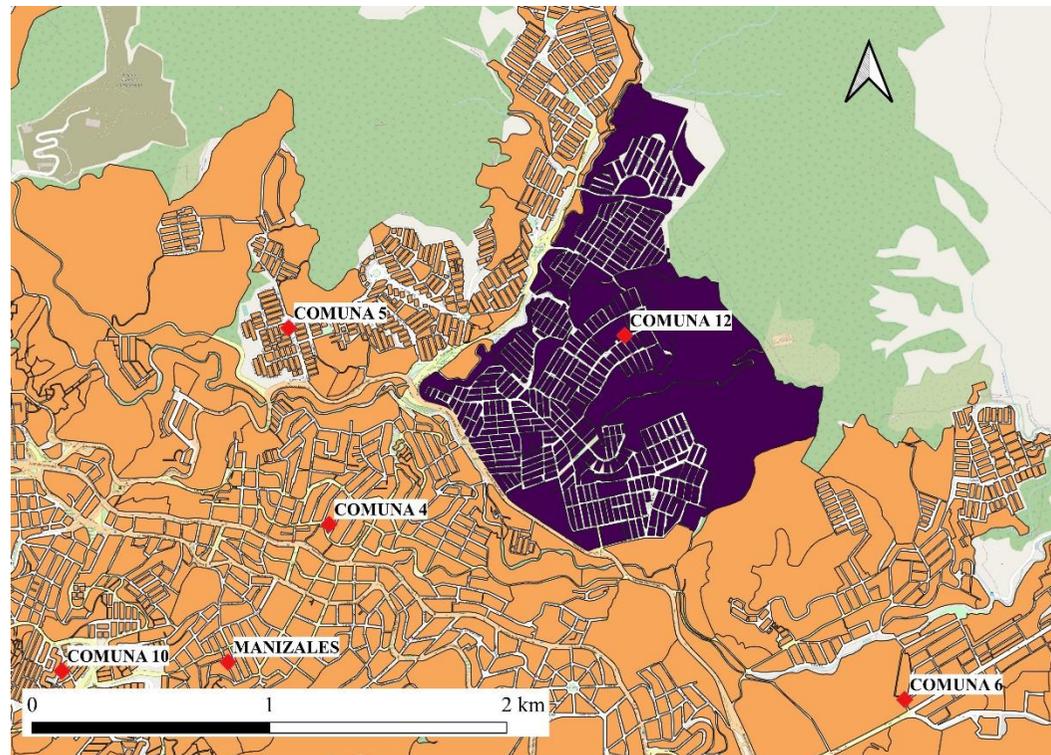


Tabla 26 Indicadores para la Comuna 12.

Indicador	Viajes fuera Comuna 12	Viajes dentro Comuna 12	Total	Unidades	Observaciones
Nivel de emisiones de dióxido de carbono equivalente por viaje	360,61	6,02	247,32	gCO2eq/viaje	-La mayor parte de las emisiones son producidas por viajes fuera de la comuna 12. -Los viajes tan largos hacen que las emisiones aumenten
Nivel de emisiones de material particulado fino PM2.5 por viaje	0,0406	0,000598	0,027873	gPM2.5/viaje	-La mayor parte de las emisiones son producidas por viajes fuera de la comuna 12. -La motocicleta y transporte público tradicional generan altos niveles de emisión
Accesibilidad al transporte público local (oferta)	N.A.	N.A.	99,59	porcentaje	El 99,59% de los habitantes alcanzan un paradero de TP en menos de 500 metros
Accesibilidad al transporte público masivo (oferta)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	
Accesibilidad al transporte (demanda)	N.A.	N.A.	54,44	metros	Los habitantes deben caminar 54,44 metros en promedio hasta la primer ruta de TP
Exposición personal a material particulado fino en transporte	107,34	3,23	74,08	ug/m3	-La mayor parte de las emisiones son producidas por viajes fuera de la comuna 12. -La motocicleta y transporte público tradicional generan altos niveles de exposición
Índice de asequibilidad al transporte	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	
Tiempo de viaje en viajes obligatorios	N.A.	N.A.	29,60	Minutos	El tiempo promedio para viajes con motivo estudio y trabajo es de 29,60 minutos
Participación del transporte público en los viajes totales	N.A.	N.A.	25,1	porcentaje	El 25,1% de los viajes son realizados en bus, buseta, microbús-colectivo o cable aéreo. Es la segunda comuna que menor porcentaje posee
Participación de modos no motorizados en los viajes totales	N.A.	N.A.	43,39	porcentaje	El 32,59% de los viajes son realizados a pie. Es la segunda comuna que mejor porcentaje posee.
Infraestructura para el uso de la bicicleta.	N.A.	N.A.	0	km/100.000	En la comuna 12 no se encuentra infraestructura de ningún tipo para el uso de la bicicleta

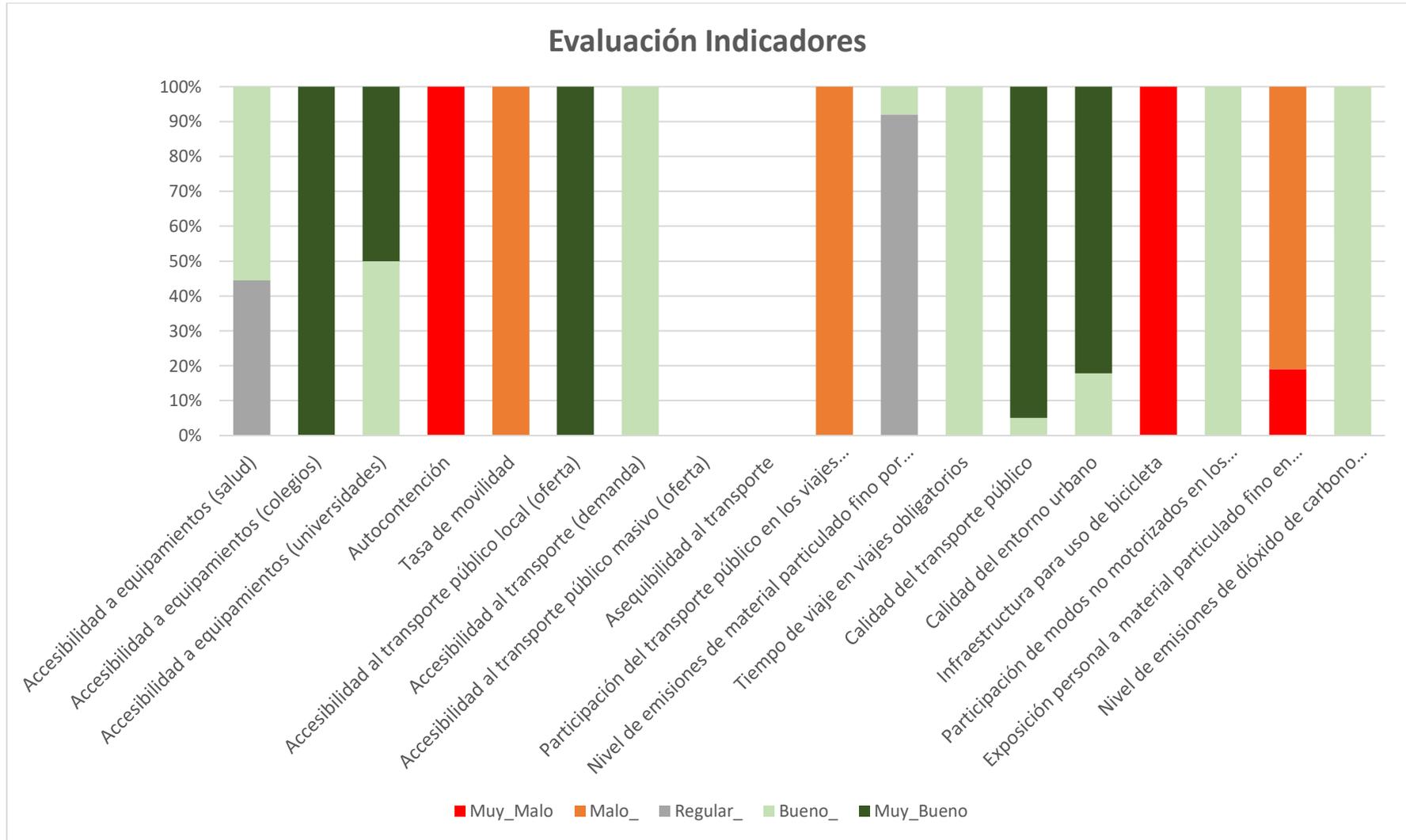
<b>Indicador</b>	<b>Viajes fuera Comuna 12</b>	<b>Viajes dentro Comuna 12</b>	<b>Total</b>	<b>Unidades</b>	<b>Observaciones</b>
Tasa de movilidad	N.A.	N.A.	1,8	viajes/persona	El promedio de viajes por persona es de 1,8 menor al promedio de la ciudad
Autocontención	N.A.	N.A.	6,23	porcentaje	Tan solo el 6,23% de los habitantes trabajan dentro de la misma comuna. Este es el segundo porcentaje más bajo lo que produce una gran cantidad de viajes por fuera
Satisfacción del transporte público	N.A.	N.A.	3,98	adimensional	La satisfacción con el TP está en 3,98, es decir, algo satisfechos
Satisfacción del entorno urbano	N.A.	N.A.	3,92	adimensional	La satisfacción con la comuna, parques, infraestructura vial es de 3,92
Accesibilidad a equipamientos (salud)	N.A.	N.A.	55,55	porcentaje	Los habitantes de la comuna alcanzan el 55,55% de los equipamientos de salud en 15 min o menos en TP. Es la comuna con mejor accesibilidad a través de TP.
Accesibilidad a equipamientos (colegios)	N.A.	N.A.	99,12	porcentaje	El 69,81% de los habitantes alcanzan un colegio en 15 minutos o menos caminando
Accesibilidad media equipamientos (universidades)	N.A.	N.A.	75	porcentaje	Los habitantes de la comuna alcanzan el 75% de las universidades en menos de 15 minutos en TP. Es la comuna con mejor accesibilidad a través de TP.

La evaluación comprensiva difusa para la Comuna 12 resulto en indicadores lingüísticos (tabla 27 y figura 31) muy favorables en lo relacionado con accesibilidad a salud y universidades (“Muy Bueno”), indicador que normalmente salía etiquetado como “Malo” o “Muy Malo” en el resto de las comunas. Por otro lado, la accesibilidad a paraderos y colegios continúan con buenas etiquetas, mientras que la exposición a las emisiones sale como altas al ser este indicador etiquetado como “Malo”.

Tabla 27 Evaluación final indicadores Comuna 12.

<b>Indicadores</b>	<b>Etiqueta</b>	<b>Grado de Pertenencia</b>
Accesibilidad a equipamientos (salud)	Bueno	0,556
Accesibilidad a equipamientos (colegios)	Muy Bueno	1,000
Accesibilidad a equipamientos (universidades)	Bueno	0,500
Autocontención	Muy Malo	1,000
Tasa de movilidad	Malo	1,000
Accesibilidad al transporte público local (oferta)	Muy Bueno	1,000
Accesibilidad al transporte (demanda)	Bueno	1,000
Accesibilidad al transporte público masivo (oferta)	N.A.	N.A.
Asequibilidad al transporte	N.A.	N.A.
Participación del transporte público en los viajes totales	Malo	1,000
Nivel de emisiones de material particulado fino por viaje	Regular	0,920
Tiempo de viaje en viajes obligatorios	Bueno	1,000
Calidad del transporte público	Muy Bueno	0,950
Calidad del entorno urbano	Muy Bueno	0,822
Infraestructura para uso de bicicleta	Muy Malo	1,000
Participación de modos no motorizados en los viajes totales	Bueno	1,000
Exposición personal a material particulado fino en transporte	Malo	0,809
Nivel de emisiones de dióxido de carbono equivalente por viaje	Bueno	1,000

Figura 31 Evaluación comprensiva difusa, Comuna 12.



### m) Comuna Villamaría

Villamaría es el municipio vecino de Manizales, ubicado al sur y separados por el río Chinchiná. En la zona urbana posee una población de aproximadamente 59.921 habitantes y ha funcionado durante muchas décadas como conurbación de Manizales dado que muchas de las actividades de sus habitantes son realizadas en Manizales y comparten sistemas de transportes como el transporte público colectivo urbano y el cable aéreo. Además, la Florida como barrio de Villamaría se ha convertido en un sitio constantemente escogido por los Manizaleños para vivir, sin embargo, la poca oferta de transporte público, acelerada urbanización y ubicación hacia la periferia ha generado que la tasa de motorización de sus habitantes sea la más alta de toda la ciudad con 456,7 vehículos por cada mil habitantes mientras que en la zona urbana de Villamaría tan solo alcanzan 185,8 vehículos por cada mil habitantes. Esta dicotomía también se ve reflejada en la cantidad de viajes diarios por persona y hogar dado que mientras en la Florida se realizan 7,73 viajes por hogar y 2,53 por persona, en la parte urbana de Villamaría tan solo alcanzan 5,91 por hogar y 1,83 por persona. En este caso no se midieron los indicadores de satisfacción con el transporte público y el entorno urbano debido a que la encuesta de percepción ciudadana de Manizales Cómo Vamos que sirvió como insumo solo tuvo en cuenta Manizales. En la tabla 28 se presentan los indicadores calculados para Villamaría.

Figura 32 Villamaría.

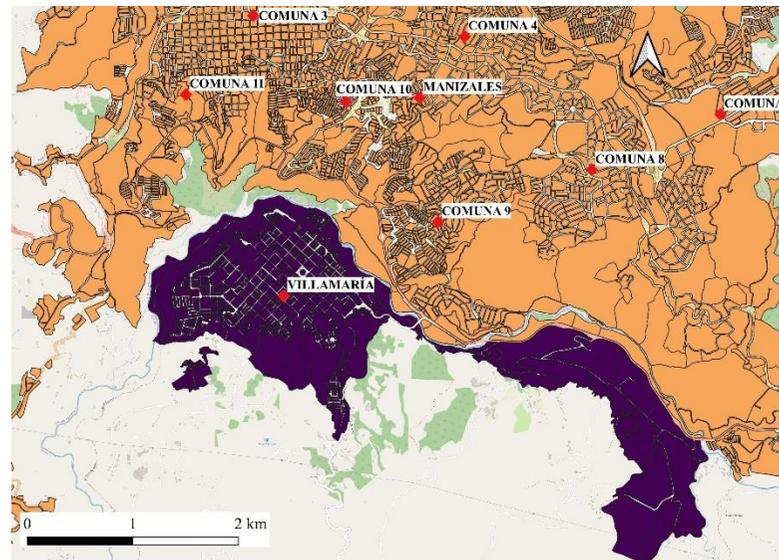


Tabla 28 Indicadores para la Comuna Villamaría.

Indicador	Viajes fuera Comuna 5	Viajes dentro Comuna 5	Total	Unidades	Observaciones
Nivel de emisiones de dióxido de carbono equivalente por viaje	614,32	46,38	344,82	gCO2eq/viaje	-La mayor parte de las emisiones son producidas por viajes fuera de Villamaría. -Los viajes tan largos hacen que las emisiones aumenten
Nivel de emisiones de material particulado fino PM2.5 por viaje	0,0587	0,00407	0,03308	gPM2.5/viaje	-La mayor parte de las emisiones son producidas por viajes fuera de Villamaría. -El carro y transporte público tradicional generan altos niveles de emisión
Accesibilidad al transporte público local (oferta)	N.A.	N.A.	84,21	porcentaje	El 84,21% de los habitantes alcanzan un paradero de TP en menos de 500 metros
Accesibilidad al transporte público masivo (oferta)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	
Accesibilidad al transporte (demanda)	N.A.	N.A.	92,56	metros	Los habitantes deben caminar 92,55 metros en promedio hasta la primer ruta de TP, siendo el valor más alto entre las zonas estudiadas
Exposición personal a material particulado fino en transporte	147,92	9,26	82,11	ug/m3	-La mayor parte de las emisiones son producidas por viajes fuera de la Villamaría. -El carro y transporte público tradicional generan altos niveles de exposición
Índice de asequibilidad al transporte	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	
Tiempo de viaje en viajes obligatorios	N.A.	N.A.	38,29	Minutos	El tiempo promedio para viajes con motivo estudio y trabajo es de 38,29 minutos, muy por encima del promedio en Manizales.
Participación del transporte público en los viajes totales	N.A.	N.A.	33,99	porcentaje	El 33,99% de los viajes son realizados en bus, buseta, microbús-colectivo o cable aéreo.
Participación de modos no motorizados en los viajes totales	N.A.	N.A.	30,44	porcentaje	El 30,44% de los viajes son realizados a pie. Es la segunda comuna que mejor porcentaje posee.
Infraestructura para el uso de la bicicleta.	N.A.	N.A.	0	km/100.000	En Villamaría no se encuentra infraestructura de ningún tipo para el uso de la bicicleta.

Indicador	Viajes fuera Comuna 5	Viajes dentro Comuna 5	Total	Unidades	Observaciones
Tasa de movilidad	N.A.	N.A.	2,18	viajes/persona	El promedio de viajes por persona es de 2,18 menor al promedio de la ciudad
Autocontención	N.A.	N.A.	23,26	porcentaje	El 23,26% de los habitantes trabajan dentro de la misma comuna.
Satisfacción del transporte público	N.A.	N.A.	N.A.	adimensional	Este indicador no fue posible medirlo para este municipio.
Satisfacción del entorno urbano	N.A.	N.A.	N.A.	adimensional	Este indicador no fue posible medirlo para este municipio.
Accesibilidad a equipamientos (salud)	N.A.	N.A.	0	porcentaje	Los habitantes de la comuna no alcanzan equipamientos de salud en 15 min o menos en TP.
Accesibilidad a equipamientos (colegios)	N.A.	N.A.	99,12	porcentaje	El 99,81% de los habitantes alcanzan un colegio en 15 minutos o menos caminando
Accesibilidad media equipamientos (universidades)	N.A.	N.A.	0	porcentaje	Los habitantes de la comuna no alcanzan universidades en menos de 15 minutos en TP.

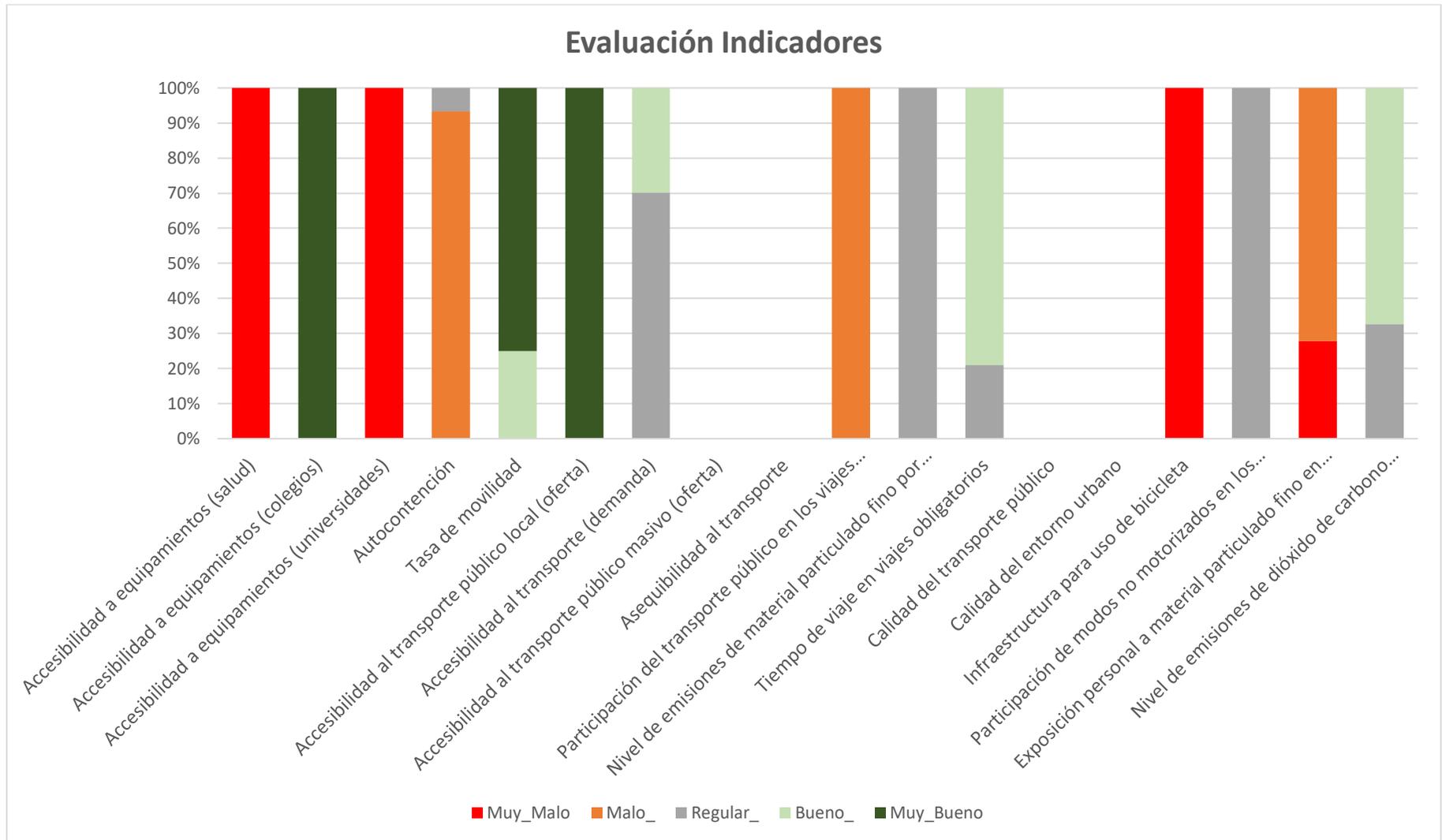
La evaluación comprensiva difusa para Villamaría, presentados en la tabla 29 y figura 33, muestran tres indicadores etiquetados como “Muy Malo”: accesibilidad a salud y educación e infraestructura para el uso de la bicicleta. En estos casos, es la misma municipalidad que debe esforzarse en primera persona para mejorar los indicadores dado que los gobiernos son independientes, aunque funcionen algunos servicios en conjunto como el transporte público. Se observa como la tasa de movilidad y la accesibilidad a colegios y paraderos se etiquetan como “Muy Buena”, mientras que la participación del transporte público en los viajes alcanza una etiqueta de “Malo”.

*Tabla 29 Evaluación final indicadores Comuna Villamaría.*

Indicadores	Etiqueta	Grado de Pertenencia
Accesibilidad a equipamientos (salud)	Muy Malo	1,000
Accesibilidad a equipamientos (colegios)	Muy Bueno	1,000
Accesibilidad a equipamientos (universidades)	Muy Malo	1,000
Autocontención	Malo	0,934
Tasa de movilidad	Muy Bueno	0,750
Accesibilidad al transporte público local (oferta)	Muy Bueno	1,000

<b>Indicadores</b>	<b>Etiqueta</b>	<b>Grado de Pertenencia</b>
Accesibilidad al transporte (demanda)	Regular	0,702
Accesibilidad al transporte público masivo (oferta)	N.A.	N.A.
Asequibilidad al transporte	N.A.	N.A.
Participación del transporte público en los viajes totales	Malo	1,000
Nivel de emisiones de material particulado fino por viaje	Regular	1,000
Tiempo de viaje en viajes obligatorios	Bueno	0,790
Calidad del transporte público	N.A.	N.A.
Calidad del entorno urbano	N.A.	N.A.
Infraestructura para uso de bicicleta	Muy Malo	1,000
Participación de modos no motorizados en los viajes totales	Regular	1,000
Exposición personal a material particulado fino en transporte	Malo	0,721
Nivel de emisiones de dióxido de carbono equivalente por viaje	Bueno	0,673

Figura 33 Evaluación comprensiva difusa, Comuna Villamaría.



## **5. Resultados de indicadores comparados entre comunas**

En la sección previa se presentaron los resultados de los indicadores por comuna y su evaluación comprensiva difusa. En la tabla 34 se presentan los resultados de los indicadores, previo a su evaluación por la metodología comprensiva difusa, mientras. La tabla se encuentra con una escala de colores por indicador de rojo (indicador más bajo) a verde (indicador más alto), excluyendo la ciudad con el objetivo de realizar comparaciones entre comunas. En este caso la Comuna 12 es la que posee los resultados más favorables en cuanto a las condiciones de accesibilidad a equipamientos de salud (ver figura 35) y universidades (ver figura 37), mientras que la Comuna 3 (centro histórico) posee el indicador más alto relacionado con las condiciones de accesibilidad a colegios (ver figura 36), autocontención de empleo (ver figura 38), accesibilidad al transporte público (paraderos) (ver figura 40), tiempo promedio de viajes obligatorios (ver figura 44) e infraestructura para el uso de la bicicleta (ver figura 47). Por otra parte, relacionado con la accesibilidad al transporte (demanda) (ver figura 41) y el nivel de exposición al PM2.5 (ver figura 49), la comuna 4 posee los valores más adecuados. En la Comuna 11 las emisiones de dióxido de carbono son bajas (ver figura 50) y el uso de la caminata como modo de transporte es el más alto (ver figura 39). Los demás indicadores poseen valores favorables en algunas comunas, como por ejemplo la tasa de movilidad que alcanza el valor más alto en la comuna 8 (ver figura 39), la satisfacción con el transporte público (ver figura 45) alcanza su valor más alto en la Comuna 9, mientras que la satisfacción con el entorno urbano (ver figura 46) en la Comuna 6. Por último, las emisiones de PM2.5 es menor en la Comuna 10 (ver figura 43).

Por otra parte, relacionado con los indicadores más desfavorables entre comunas, se identifica un patrón, en el cual, la condición de accesibilidad a las universidades es de cero (0) para las Comunas 5, 6, 9 y Villamaría (ver figura 37); así como para la condición de accesibilidad a los nodos salud, las Comunas 6, 9, 11 y Villamaría es también de cero (0) (ver figura 35). En términos de autocontención de empleo (ver figura 38), las Comunas 9 y 12 son las que poseen los valores más bajos dado que son comunas denominadas concebidas para como residenciales para la mano de obra. Considerando la tasa de movilidad (ver figura 39), la comuna 5 y 12 poseen el número de viajes diarios más bajo potenciado por el nivel socioeconómico bajo de sus habitantes. En Villamaría se alcanza el tiempo promedio en viajes obligatorios más elevado (ver figura 44), igual situación se encontró en relación con los indicadores emisiones de material fino (ver figura 43) y dióxido de carbono (ver figura 50) y exposición por material fino (ver figura 49) más elevados.

Figura 34 Resultado de indicadores por Comuna.

Indicadores	Comuna												Villamaría	Ciudad
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
Accesibilidad a equipamientos (salud)	5,56	5,56	16,67	33,33	11,11	0	5,56	11,11	0	33,33	0	55,56	0	50
Accesibilidad a equipamientos (colegios)	69,94	77,99	100,07	97,32	69,81	91,77	76,99	82,03	95,1	93,52	85,76	99,12	77,48	86,8
Accesibilidad a equipamientos (universidades)	8,33	8,33	25	16,67	0	0	8,33	41,67	0	25	8,33	75	0	75
Autocontención	12,14	18,26	38,29	22,41	10,83	37,63	20,12	25,17	5,97	7,82	11,12	6,23	23,26	91,04
Tasa de movilidad	2,03	1,85	2,05	2,33	1,8	2,42	2,18	2,59	2	2,1	1,84	1,8	2,18	2,11
Accesibilidad al transporte público local (oferta)	77,96	71,22	100	99,33	87,28	94,98	92,63	94,35	96,44	99,63	92,18	99,6	84,21	93,54
Accesibilidad al transporte (demanda)	79,29	76,23	59,75	38,49	72,69	61,35	76,7	73,42	48,91	58,54	70,13	54,44	92,56	67,7
Participación del transporte público en los viajes totales	33,27	24,11	29,37	25,4	29,73	23,26	36,19	29,21	40,92	23,19	21,94	25,1	33,99	25,91
Nivel de emisiones de material particulado fino por viaje	0,0282	0,02	0,0247	0,0194	0,0279	0,024	0,0578	0,0281	0,0314	0,017	0,0215	0,0279	0,0331	0,03
Tiempo de viaje en viajes obligatorios	25,82	23	19,86	21,49	29,6	26,88	25,16	22,27	27,94	25,41	25,54	29,6	38,3	27,11
Calidad del transporte público	3,93	4,31	4,11	4,58	3,98	4,3	4,45	3,93	4,83	4,18	4,43	3,98	NA	4,32
Calidad del entorno urbano	4,29	4,03	3,21	4,19	3,93	4,36	3,76	4,16	3,97	4,09	3,99	3,93	NA	3,92
Infraestructura para uso de bicicleta	12,8	4,33	32,28	13,25	0	4,99	0	31,36	0	1,67	7,88	0	0	7,79
Participación de modos no motorizados en los viajes totales	26,94	43,78	36,68	31,4	32,59	24,83	17,74	20,3	29,82	35,84	46,86	43,39	30,44	32,74
Exposición personal a material particulado fino en transporte	68,57	56,88	63,8	55,11	74,08	60,52	150,09	73,49	72,43	56,97	60,08	74,08	82,12	100,69
Nivel de emisiones de dióxido de carbono equivalente por viaje	317,49	217,99	251,22	258	247,32	316,92	623,55	389,48	221,94	222,83	214,34	344,82	308,78	403,92

Figura 35 Accesibilidad a equipamientos de salud.

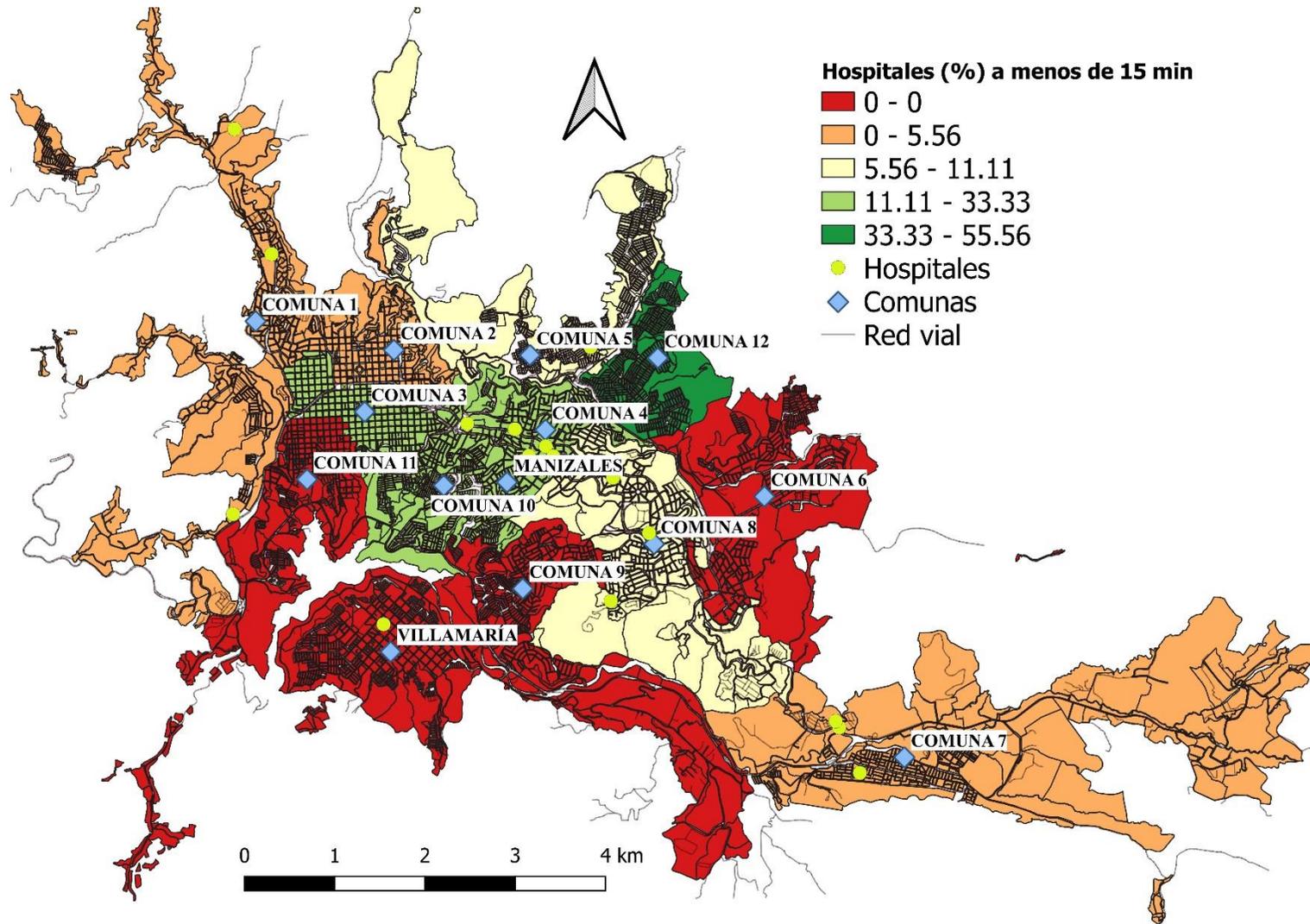


Figura 36 Accesibilidad a colegios.

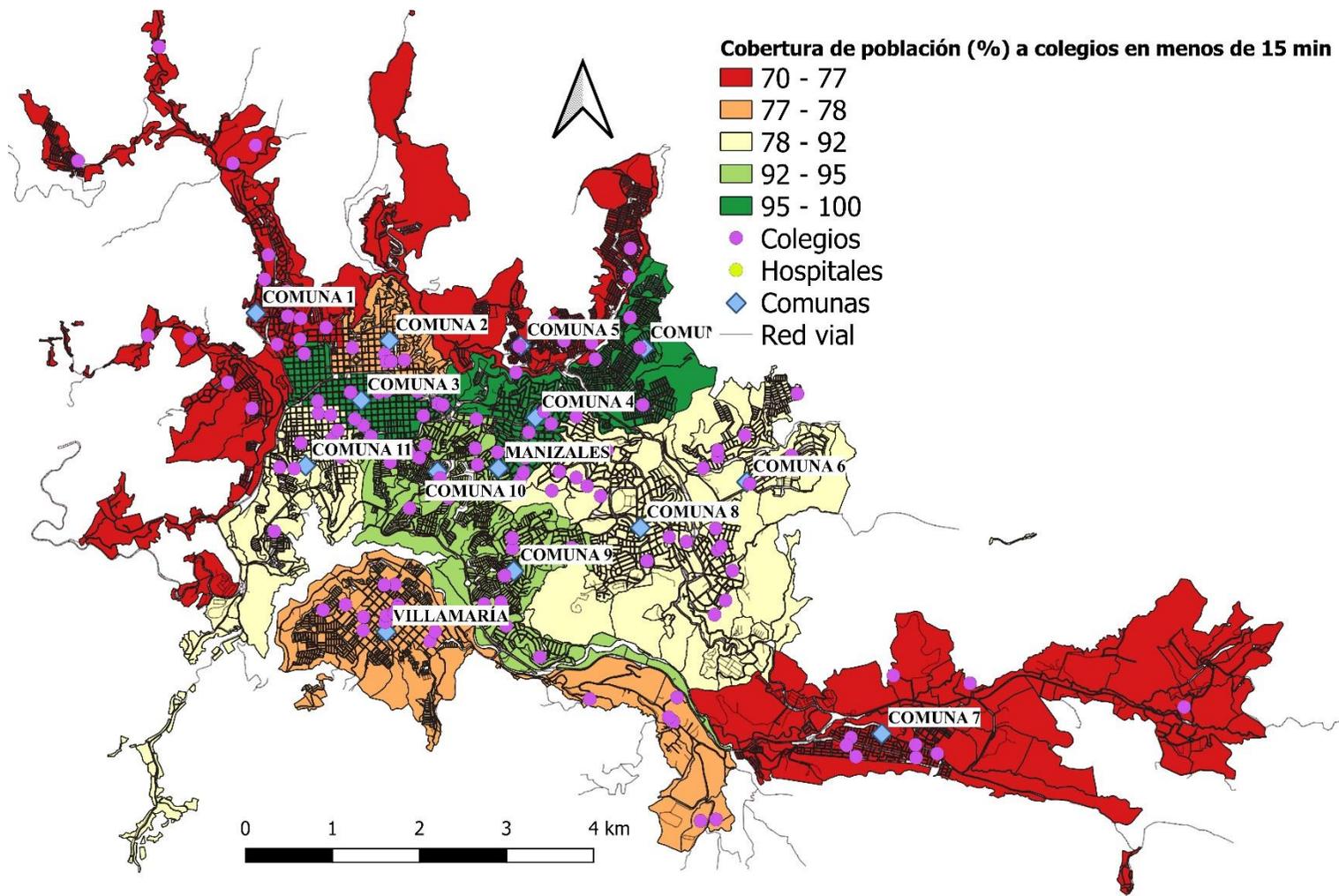


Figura 37 Accesibilidad a equipamientos universitarios

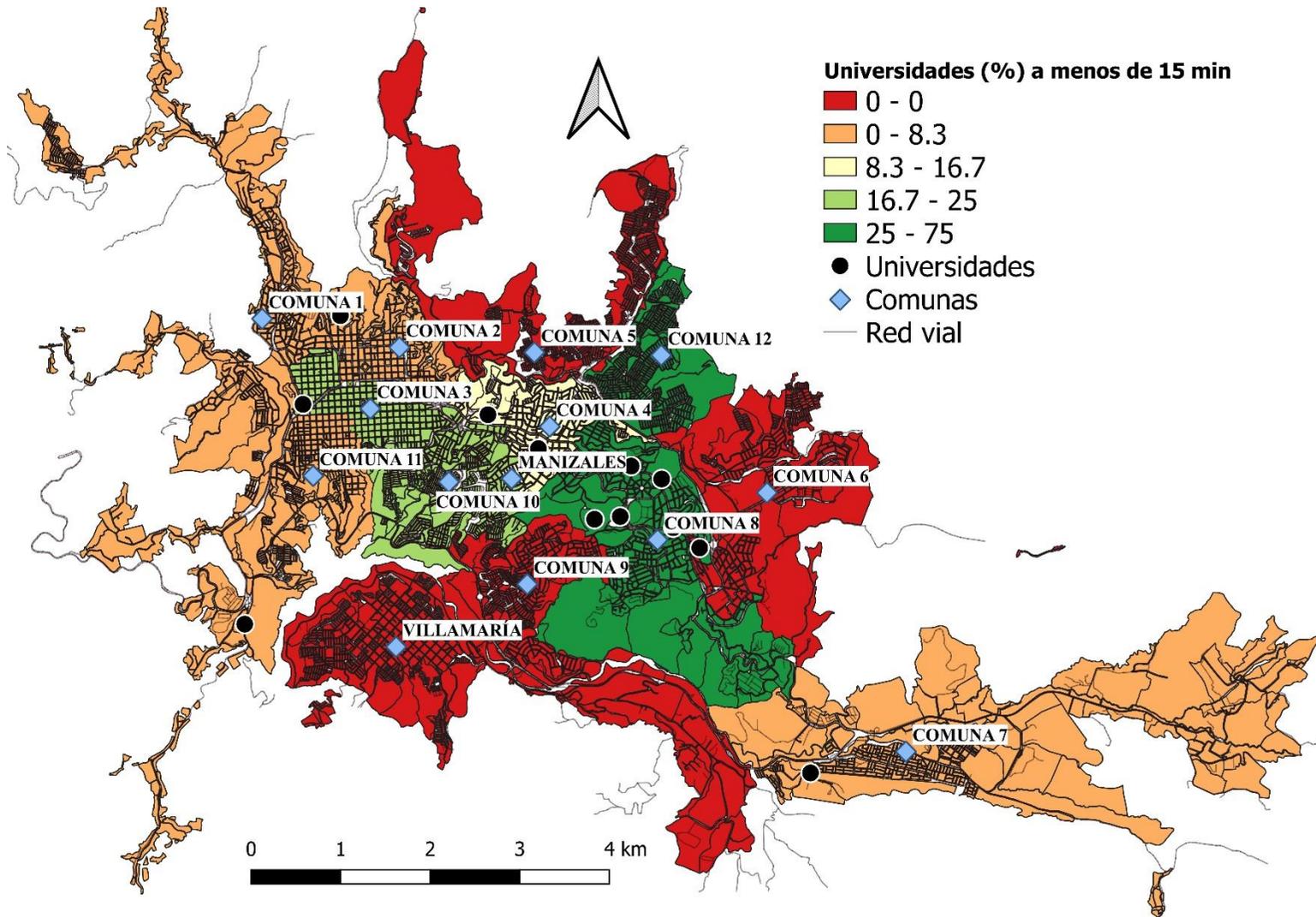


Figura 38 Autocontención de empleo.

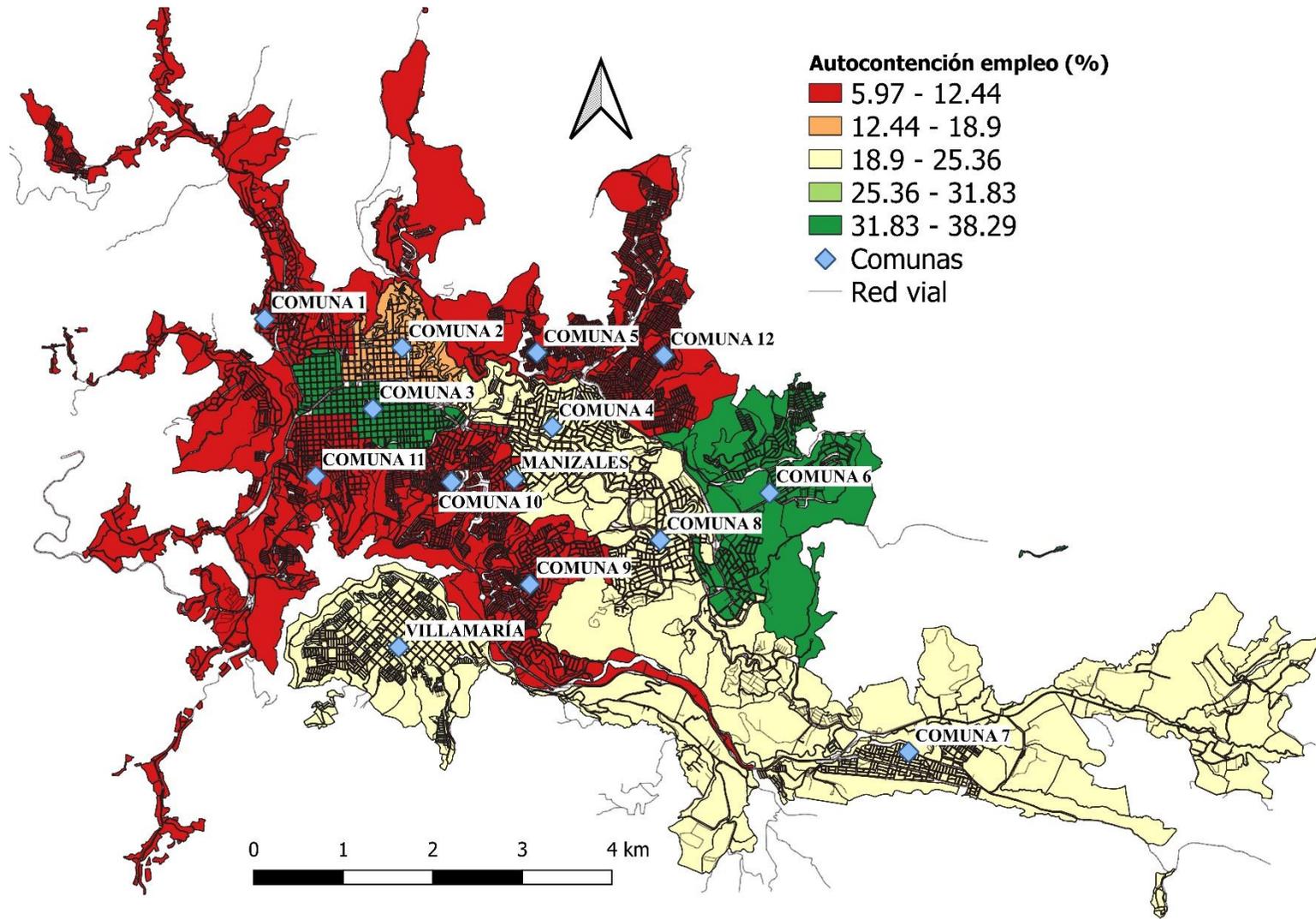


Figura 39 Tasa de movilidad (viajes por persona al día).

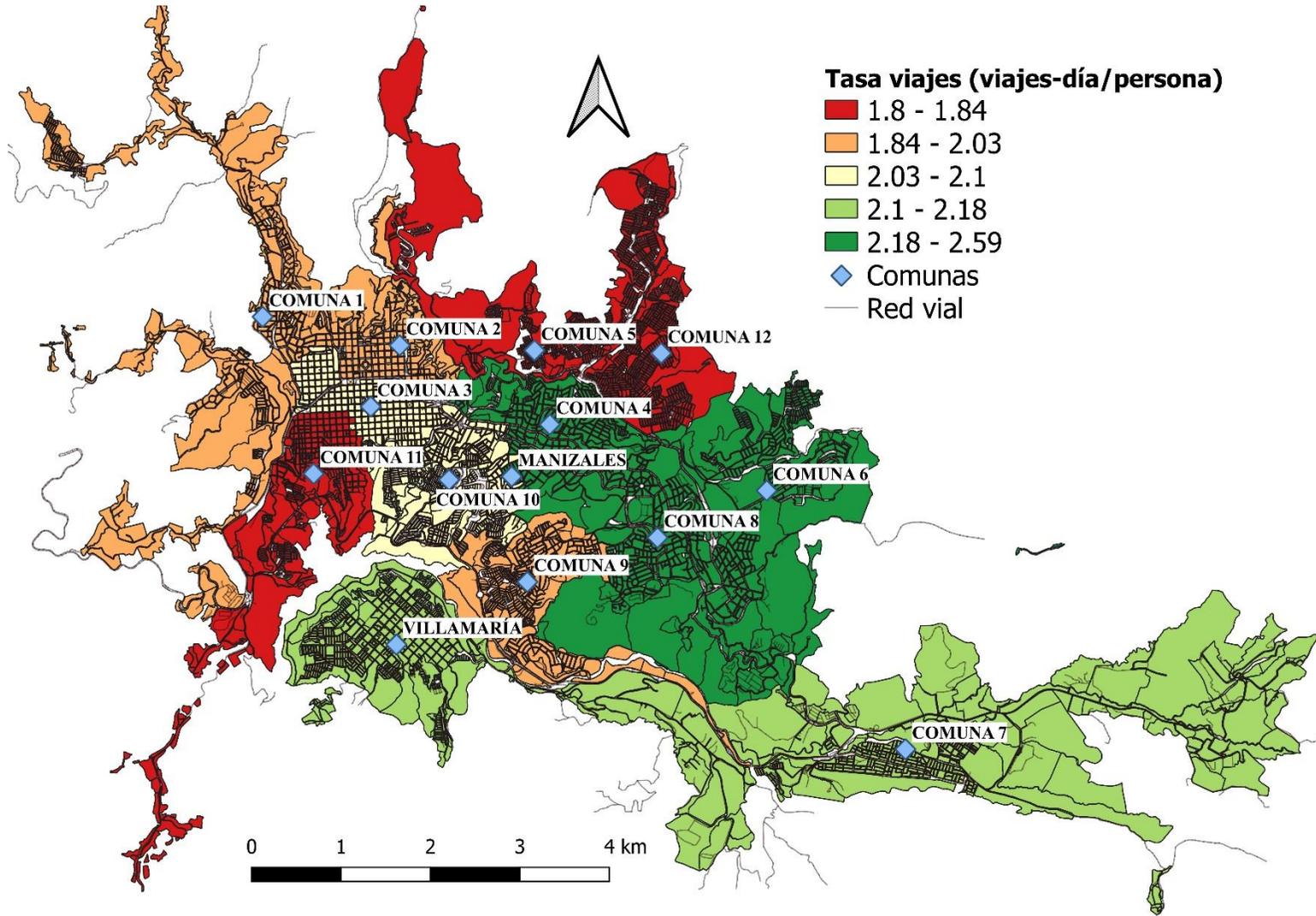


Figura 40 Accesibilidad al transporte público local (oferta).

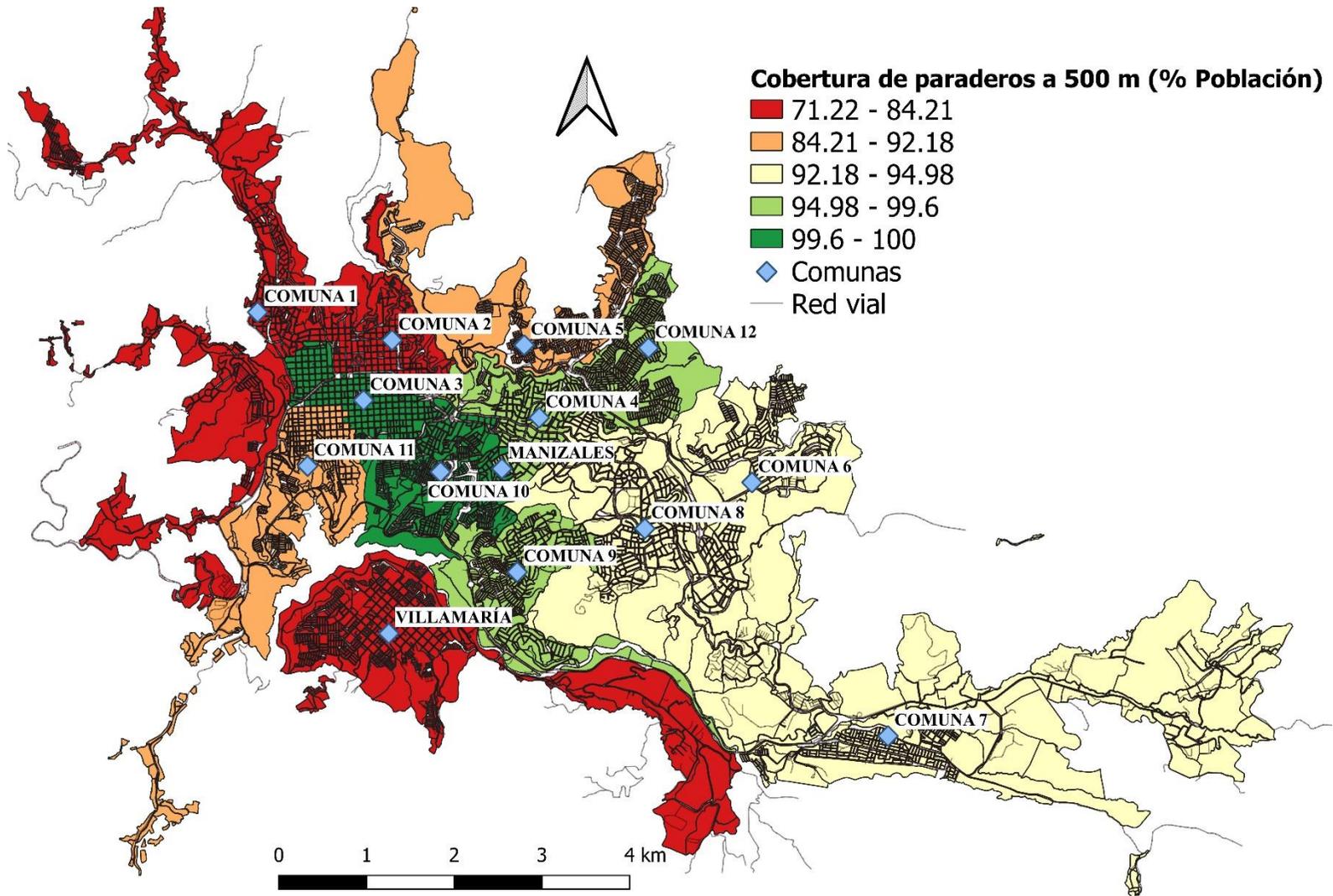


Figura 41 Accesibilidad al transporte (demanda).

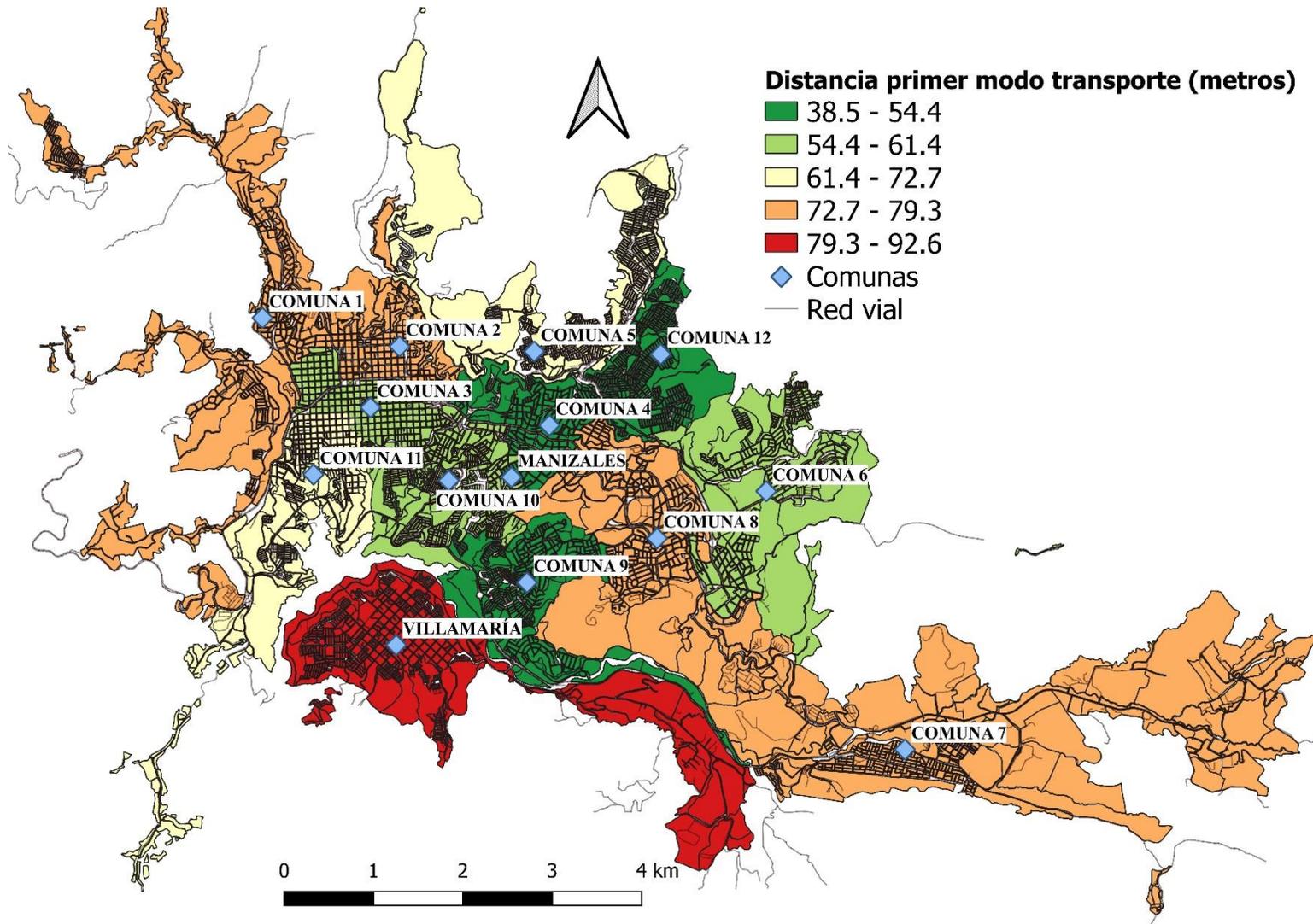


Figura 42 Participación del transporte público en los viajes totales

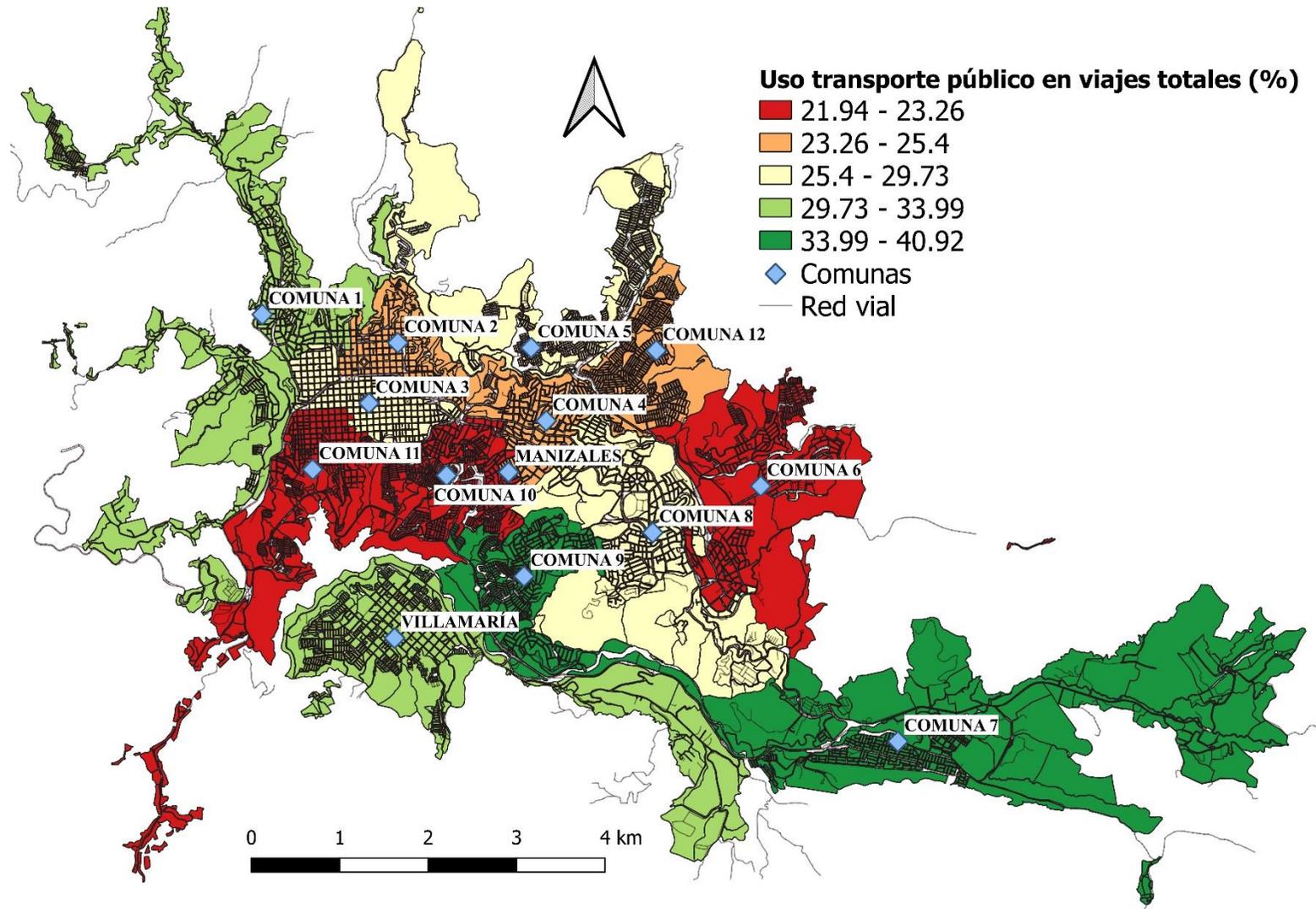


Figura 43 Nivel de emisiones de material particulado fino por viaje.

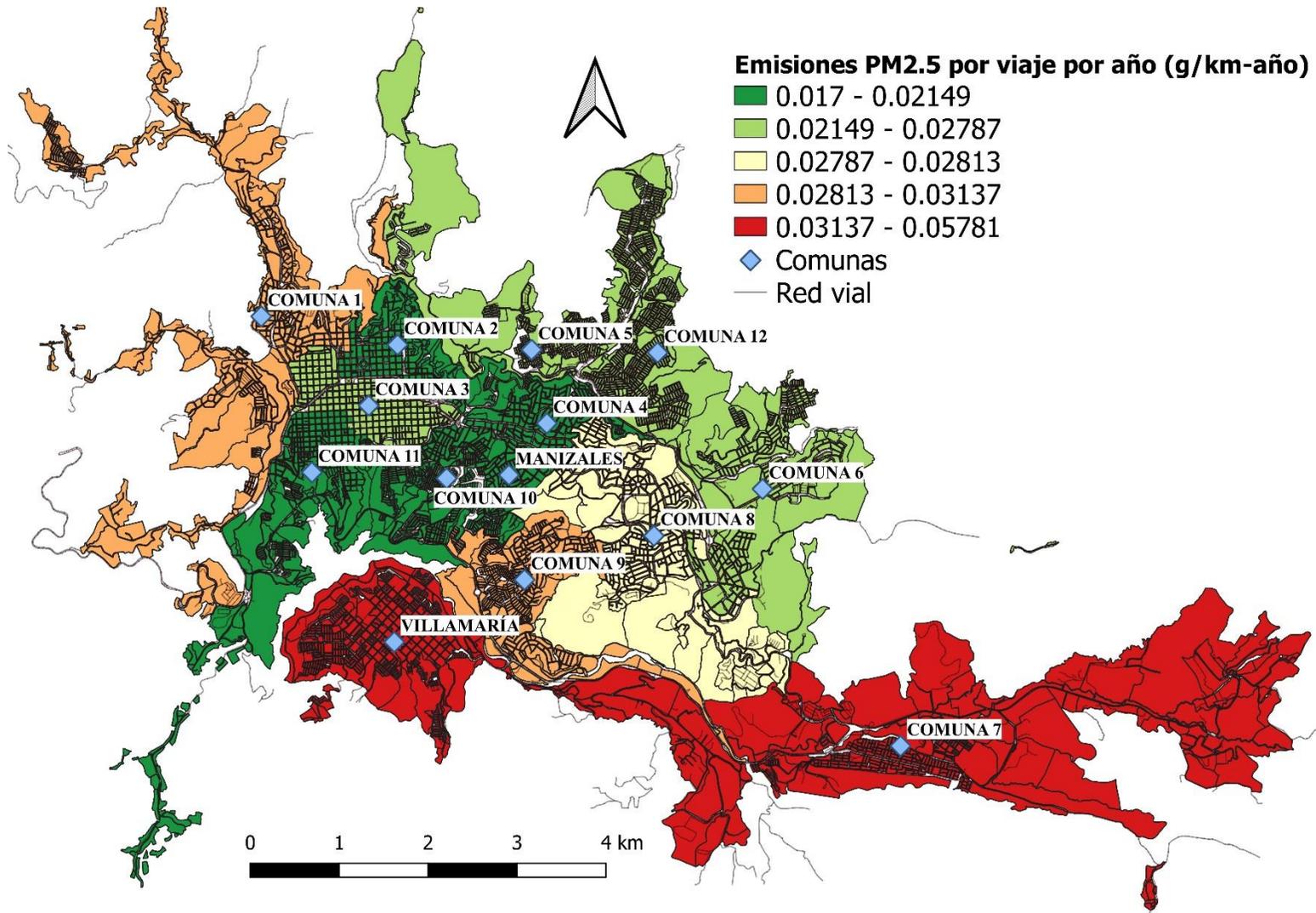


Figura 44 Tiempo de viaje en viajes obligatorios.

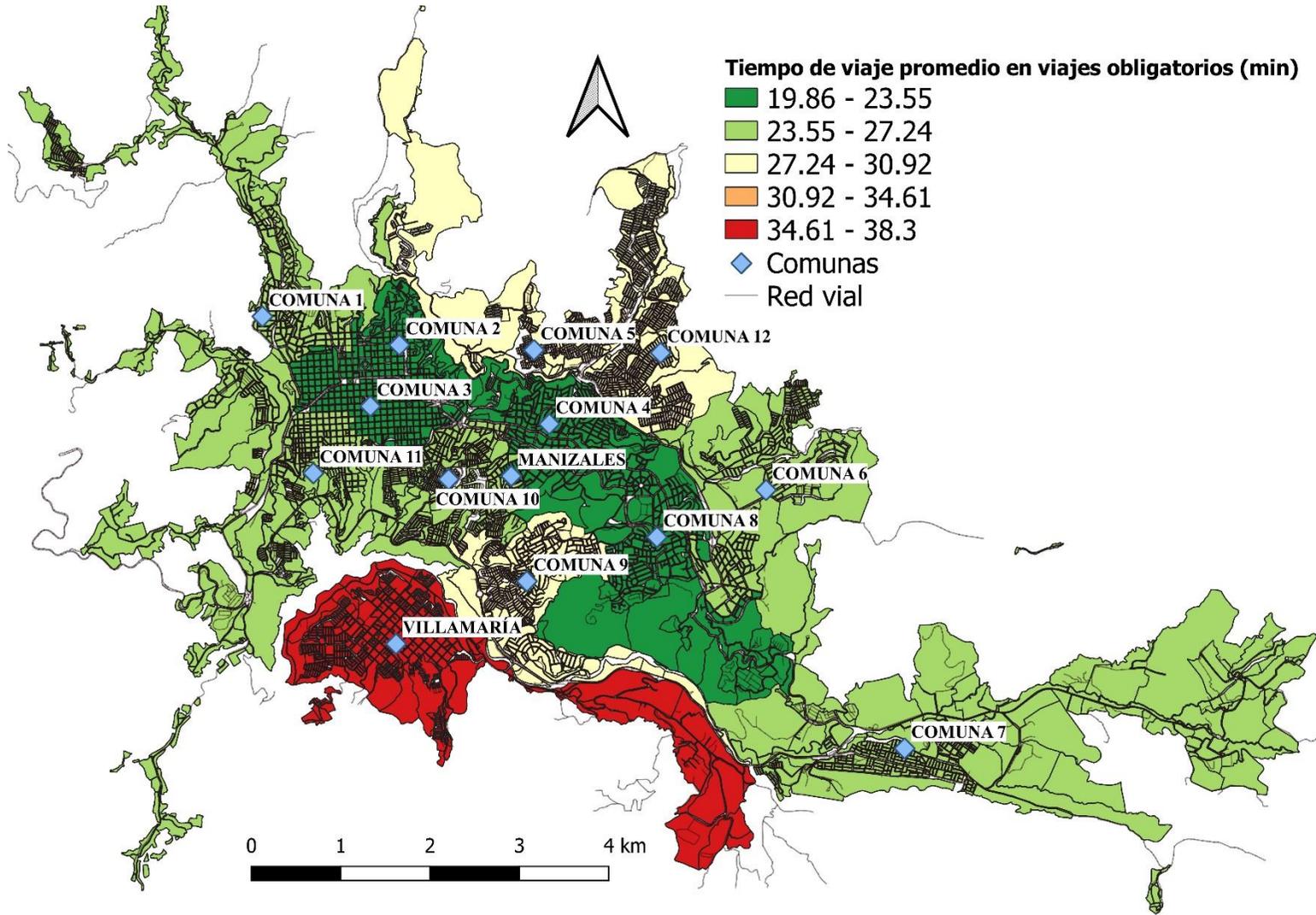


Figura 45 Calidad del transporte público.

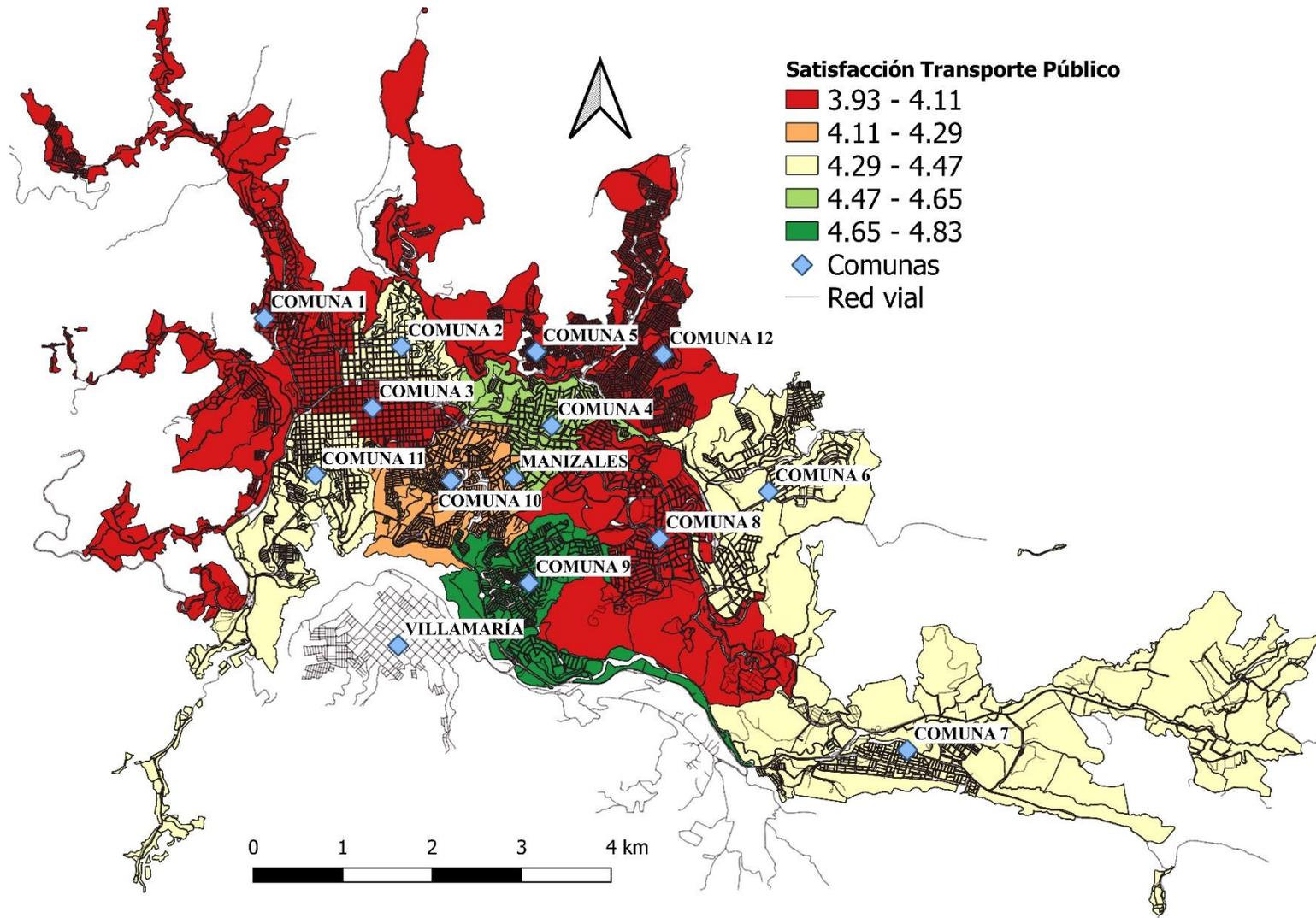


Figura 46 Calidad del entorno urbano.

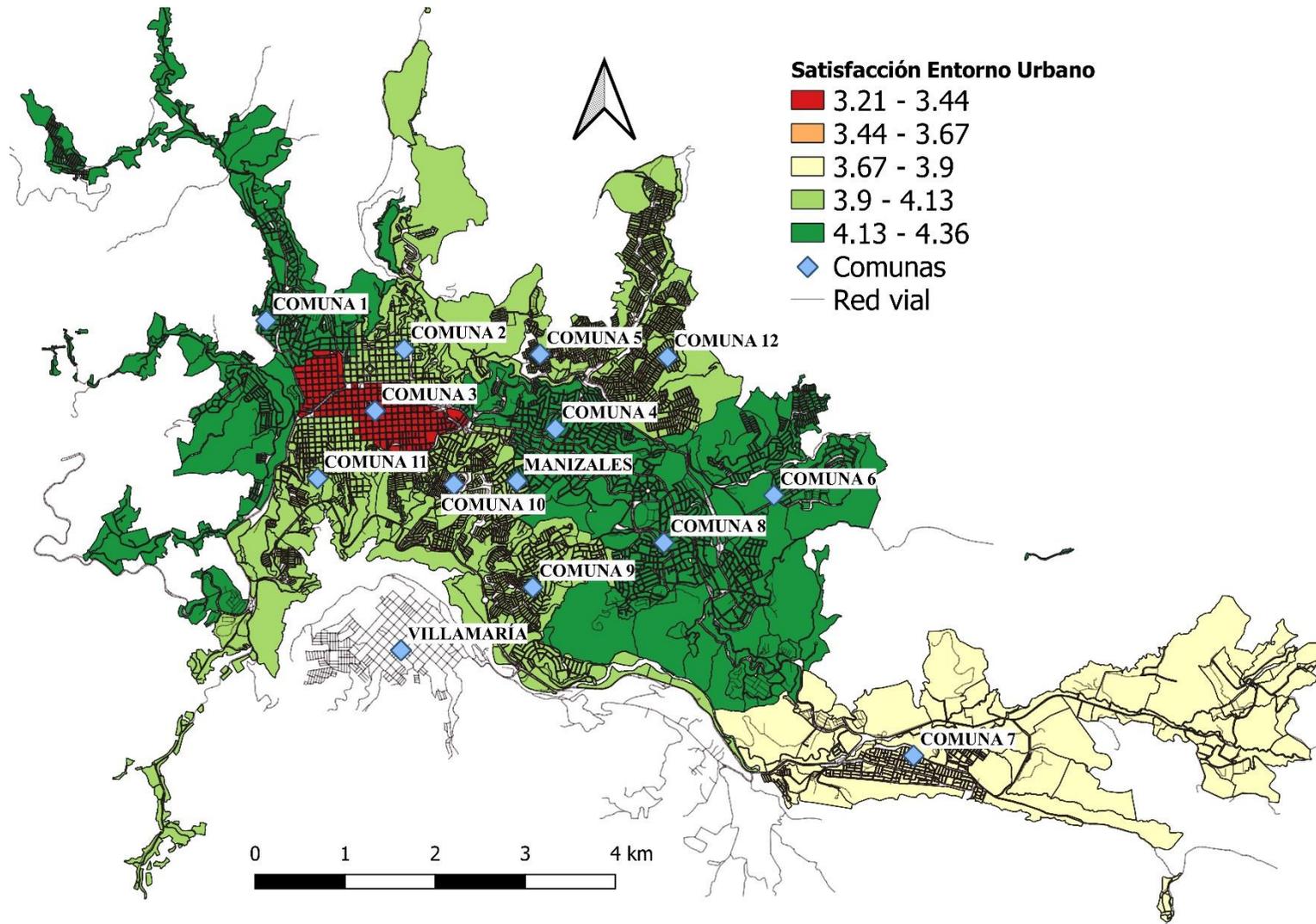


Figura 47 Infraestructura para uso de la bicicleta.

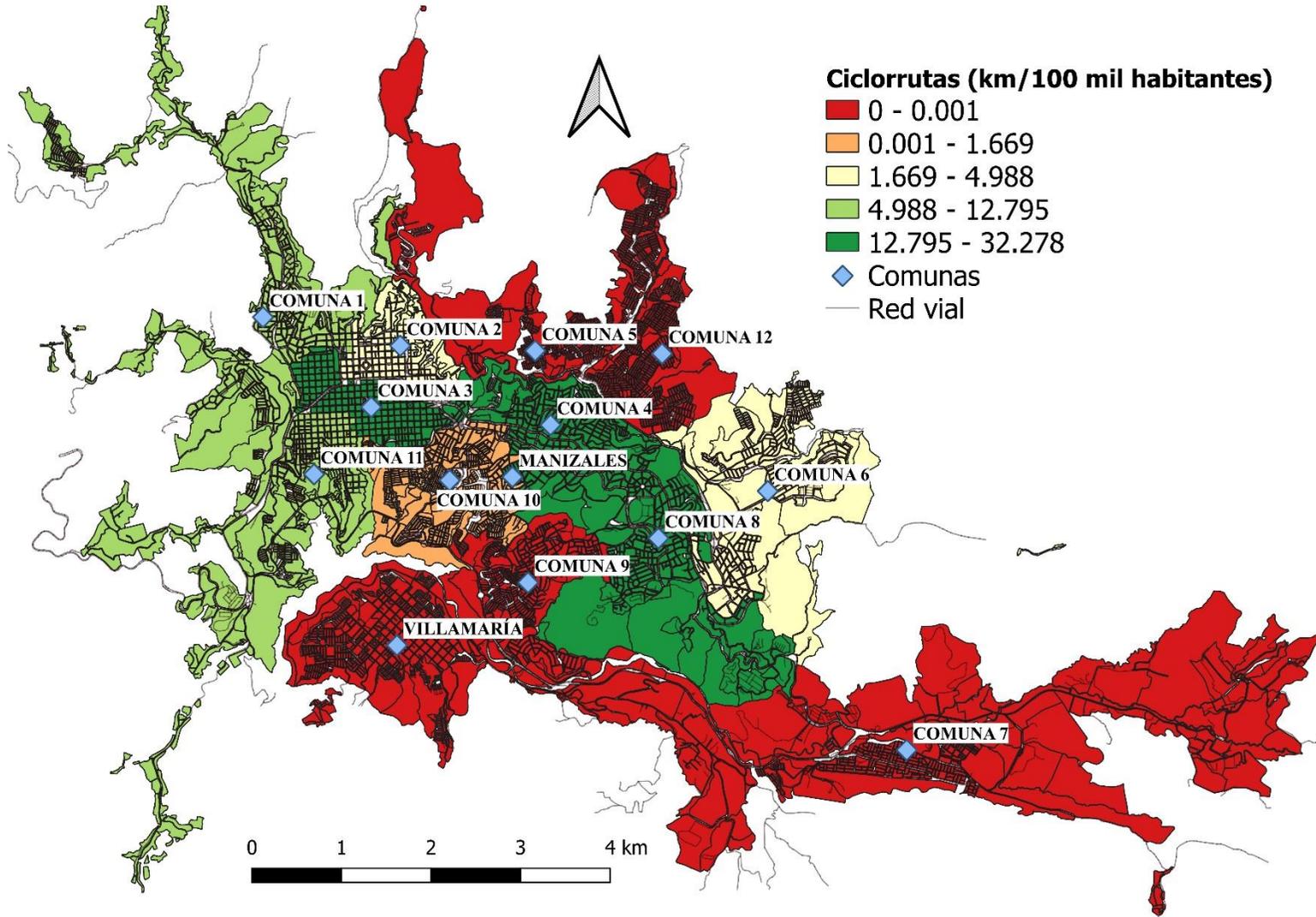


Figura 48 Participación de modos no motorizados en los viajes totales.

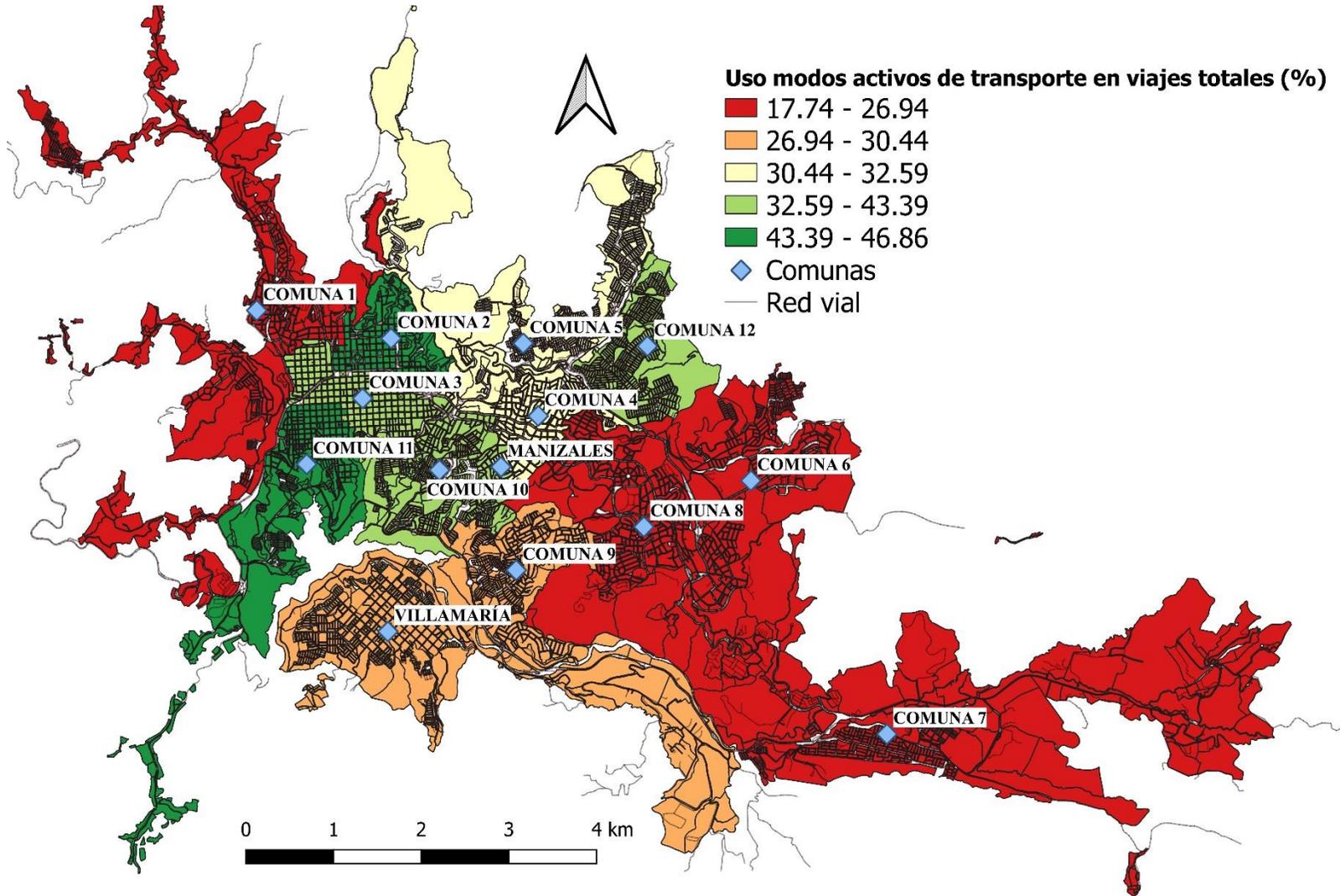


Figura 49 Exposición personal a material particulado fino en transporte.

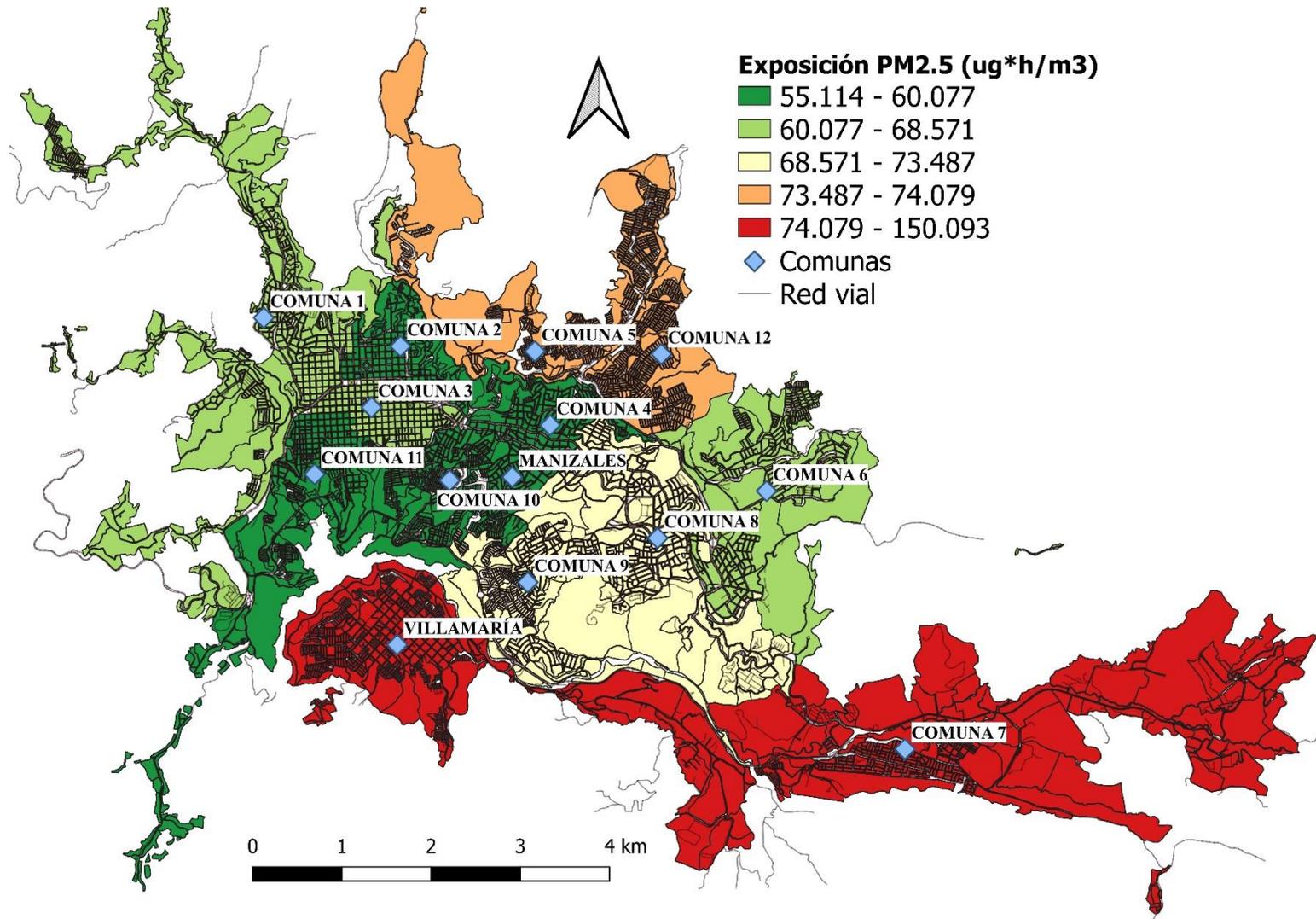
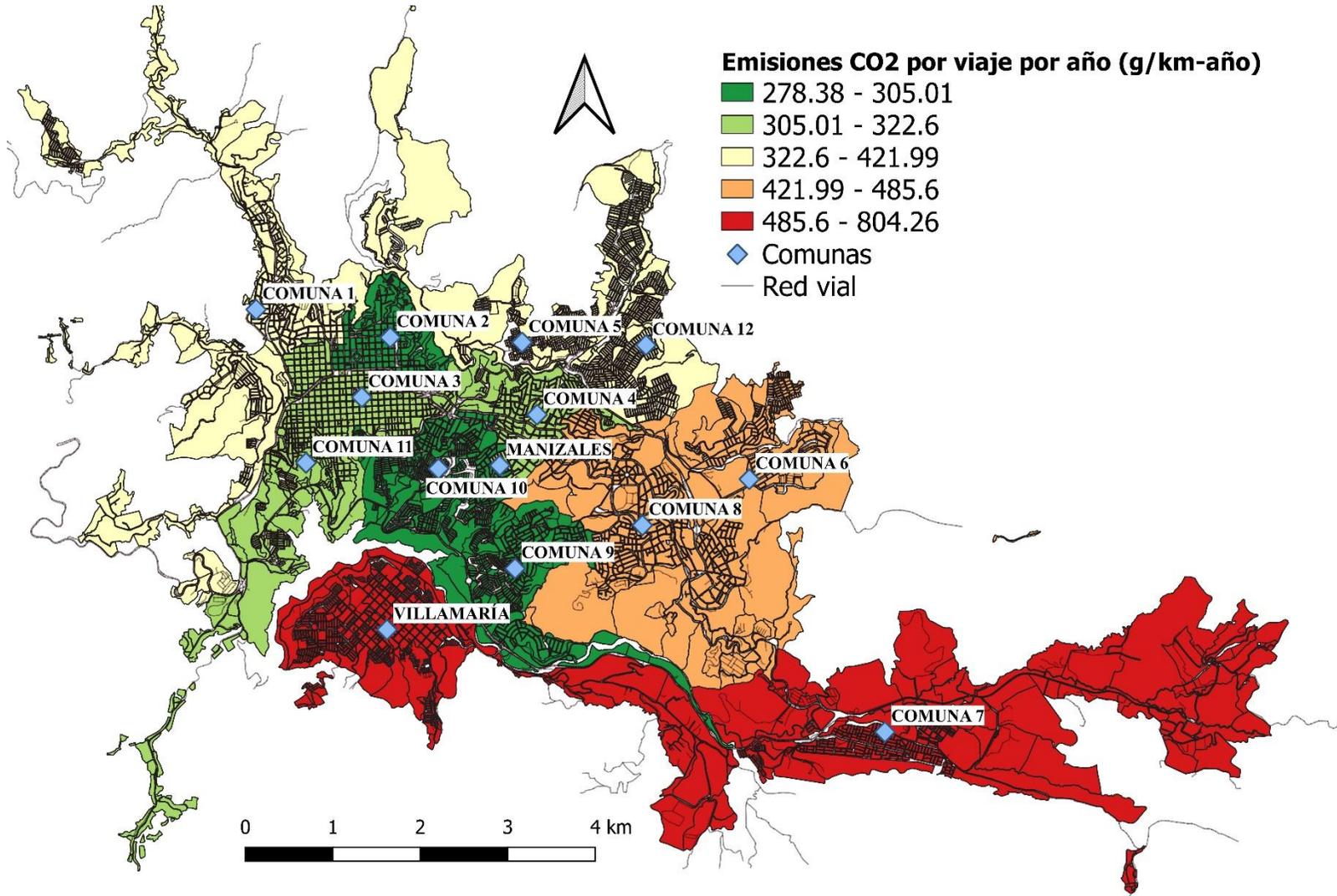


Figura 50 Nivel de emisiones de dióxido de carbono equivalente por viaje.



En la tabla 30 se presentan los “Labels” usados para calcular las pertenencias de las etiquetas lingüísticas de la evaluación comprensiva difusa en el sector de Movilidad Sostenible en Manizales. Los “labels” fueron adecuados a la realidad de la zona de estudio teniendo en cuenta los usados para Ciudad Verde en Bogotá. Es así cómo los indicadores se mantuvo la escala dispuesta por los investigadores en Ciudad Verde para aquellos que podía hacerse y se ajustaron los demás siguiendo los lineamientos dados en la metodología. Por esto, los indicadores de accesibilidad a salud y universidades fueron adecuados teniendo en cuenta un valor máximo del 100% de accesibilidad y definiendo limites según los “quintiles”. Además, el indicador tasa de movilidad fue actualizado teniendo en cuenta los valores indicados en la metodología.

Tabla 30 Etiquetas para evaluación comprensiva difusa en Manizales.

Movilidad Sostenible																						
No.	Min	Máx	Etiquetas (Labels)																			
			Muy Malo				Malo				Regular				Bueno				Muy Bueno			
			a	b	c	d	a	b	c	d	a	b	c	d	a	b	c	d	a	b	c	d
1	0	100,00	-1,00	0,00	10,00	20,00	10,00	20,00	35,00	40,00	35,00	40,00	50,00	60,00	50,00	60,00	70,00	80,00	70,00	80,00	100,00	100,00
2	0	100,00	-1,00	0,00	8,33	10,00	8,33	10,00	19,44	25,00	19,44	25,00	40,74	50,00	40,74	50,00	65,12	75,00	65,12	75,00	101,00	101,00
3	0	100,00	-1,00	0,00	10,00	20,00	10,00	20,00	35,00	40,00	35,00	40,00	50,00	60,00	50,00	60,00	70,00	80,00	70,00	80,00	100,00	100,00
4	0	100,00	-1,00	0,00	6,67	10,00	6,67	10,00	22,78	30,00	22,78	30,00	35,46	40,00	35,46	40,00	63,69	76,67	63,69	76,67	100,00	100,00
5	0,1	2,76	-1,00	0,00	1,50	1,73	1,50	1,73	1,83	1,93	1,83	1,93	2,05	2,11	2,05	2,11	2,15	2,19	2,15	2,19	2,76	2,76
6	0	100,00	-1,00	0,00	20,00	30,00	20,00	30,00	38,33	45,00	38,33	45,00	56,11	63,33	56,11	63,33	74,35	81,67	74,35	81,67	100,00	101,00
7	10	1000,00	400,00	500,00	1000,00	1000,00	175,00	250,00	400,00	500,00	75,00	100,00	175,00	250,00	40,00	50,00	75,00	100,00	-1,00	0,00	40,00	50,00
8	0	100,00	-1,00	0,00	20,00	30,00	25,00	31,67	38,33	45,00	41,67	48,89	56,11	63,33	59,72	67,04	74,35	81,67	78,01	85,34	100,00	100,00
9	0	0,30	0,16	0,21	0,30	0,31	0,09	0,12	0,16	0,20	0,06	0,07	0,09	0,10	0,03	0,05	0,06	0,08	-1,00	0,00	0,03	0,05
10	0	1,00	-1,00	0,00	0,17	0,25	0,17	0,25	0,40	0,50	0,40	0,50	0,55	0,60	0,55	0,60	0,73	0,80	0,73	0,80	1,00	1,00
11	0	2,50	0,12	0,18	0,30	0,30	0,05	0,09	0,12	0,18	0,01	0,03	0,05	0,09	0,00	0,01	0,01	0,03	-1,00	0,00	0,00	0,01
12	0	117,00	77,41	90,60	117,00	117,00	52,22	64,81	77,41	90,60	36,67	44,44	52,22	64,81	20,00	28,33	36,67	44,44	-1,00	0,00	20,00	28,33
13	1	5,00	-1,00	0,00	1,07	1,10	1,07	1,10	1,69	2,00	1,69	2,00	2,62	3,00	2,62	3,00	3,60	4,00	3,60	4,00	5,00	5,00

Movilidad Sostenible																						
No.	Min	Máx	Etiquetas (Labels)																			
			Muy Malo				Malo				Regular				Bueno				Muy Bueno			
			a	b	c	d	a	b	c	d	a	b	c	d	a	b	c	d	a	b	c	d
14	1	5,00	-1,00	0,00	1,07	1,10	1,07	1,10	1,69	2,00	1,69	2,00	2,62	3,00	2,62	3,00	3,60	4,00	3,60	4,00	5,00	5,00
15	0	100,00	-1,00	0,00	5,00	7,50	5,00	7,50	12,08	15,00	12,08	15,00	16,74	18,33	16,74	18,33	20,29	21,67	20,29	21,67	100,00	100,00
16	0	1,00	-1,00	0,00	0,09	0,13	0,09	0,13	0,21	0,26	0,21	0,26	0,34	0,40	0,34	0,40	0,59	0,70	0,59	0,70	1,00	1,00
17	0	429,38	56,65	147,86	430,00	430,00	38,58	47,61	56,65	147,86	21,89	30,24	38,58	47,61	9,38	15,64	21,89	30,24	-1,00	0,00	9,38	15,64
18	0	5390,28	3840,90	4357,36	5390,28	5390,28	1757,70	2799,30	3840,90	4357,36	390,60	1074,15	1757,70	2799,30	156,24	273,42	390,60	1074,15	-1,00	0,00	156,24	273,42

En la tabla 31 se presentan los resultados de la evaluación comprensiva difusa, para los indicadores antes calculados, según su pertinencia más alta entre las etiquetas lingüísticas. En este caso, la escala de color está relacionada de la siguiente manera: “Muy Malo” como Rojo, “Malo” como amarillo, “Regular” como gris, “Bueno” como verde claro y “Muy Bueno” como verde oscuro. Como se puede observar, al realizar la evaluación comprensiva difusa, muchos de los indicadores no alcanzan a tener etiquetas lingüísticas de “Muy Buena”, a pesar de que la comparación entre comunas algunas salían mejor calificadas que otras. Este caso sucede con los indicadores de condición de accesibilidad a nodos salud y nodos universidades, donde 8 Comunas poseen etiquetas lingüísticas “Muy Malo” y tres de ellas, “Malo”. En el caso contrario, se observa cómo algunos indicadores poseen en su gran mayoría etiquetas de “Muy Bueno”, tal como se aprecia en los indicadores de condición de accesibilidad a colegios, condición de accesibilidad al transporte público local (oferta), satisfacción con el transporte público y el entorno urbano.

Tabla 31 Resultados de indicadores por Comuna evaluados por metodología comprensiva difusa.

Indicadores	Comuna												Villamaría	Ciudad
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
Accesibilidad a equipamientos (salud)	Muy Malo	Muy Malo	Malo	Malo	Muy Malo	Malo	Muy Malo	Bueno	Muy Malo	Regular				

Indicadores	Comuna												Villamaría	Ciudad
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
Accesibilidad a equipamientos (colegios)	Bueno	Muy Bueno	Muy Bueno	Muy Bueno	Bueno	Muy Bueno	Muy Bueno	Muy Bueno	Muy Bueno	Muy Bueno	Muy Bueno	Muy Bueno	Muy Bueno	Muy Bueno
Accesibilidad a equipamientos (universidades)	Muy Malo	Muy Malo	Malo	Malo	Muy Malo	Muy Malo	Muy Malo	Regular	Muy Malo	Malo	Muy Malo	Bueno	Muy Malo	Muy Malo
Autocontención	Malo	Malo	Bueno	Malo	Malo	Regular	Malo	Malo	Muy Malo	Muy Malo	Malo	Muy Malo	Malo	Muy Bueno
Tasa de movilidad	Regular	Malo	Regular	Muy Bueno	Malo	Muy Bueno	Muy Bueno	Muy Bueno	Regular	Bueno	Malo	Malo	Muy Bueno	Bueno
Accesibilidad al transporte público local (oferta)	Bueno	Bueno	Muy Bueno	Muy Bueno	Muy Bueno	Muy Bueno	Muy Bueno	Muy Bueno	Muy Bueno	Muy Bueno	Muy Bueno	Muy Bueno	Muy Bueno	Muy Bueno
Accesibilidad al transporte (demanda)	Bueno	Bueno	Bueno	Muy Bueno	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno	Regular	Bueno
Participación del transporte público en los viajes totales	Malo	Malo												
Nivel de emisiones de material particulado fino por viaje	Regular	Bueno	Regular	Regular	Regular	Regular								
Tiempo de viaje en viajes obligatorios	Bueno	Bueno	Muy Bueno	Muy Bueno	Bueno	Bueno	Bueno	Muy Bueno	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno
Calidad del transporte público	Muy Bueno	N.A.	Muy Bueno											
Calidad del entorno urbano	Muy Bueno	Muy Bueno	Bueno	Muy Bueno	Muy Bueno	Muy Bueno	Bueno	Muy Bueno	Muy Bueno	Muy Bueno	Muy Bueno	Muy Bueno	N.A.	Muy Bueno
Infraestructura para uso de bicicleta	Malo	Malo	Muy Bueno	Malo	Muy Malo	Muy Malo	Muy Malo	Muy Bueno	Muy Malo	Muy Malo	Malo	Muy Malo	Muy Malo	Malo
Participación de modos no motorizados en los viajes totales	Regular	Bueno	Regular	Regular	Regular	Regular	Malo	Malo	Regular	Regular	Bueno	Bueno	Regular	Regular

Indicadores	Comuna												Villamaría	Ciudad
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
Exposición personal a material particulado fino en transporte	Malo	Malo	Malo	Malo	Malo	Malo	Muy Malo	Malo	Malo	Malo	Malo	Malo	Malo	Malo
Nivel de emisiones de dióxido de carbono equivalente por viaje	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno

## 6. Evaluación por etapas

Por último, en la tabla 4, se presentan los resultados de la evaluación por etapas de los distintos indicadores evaluados en las comunas de Manizales. En la etapa 1, “Transporte consistente con mitigación y adaptación al cambio climático”, se usaron 8 indicadores (Accesibilidad a salud, universidades, colegios, transporte público local (oferta y demanda), autocontención de empleo, tasa de movilidad y participación del transporte público en los viajes totales), excluyendo los no calculados (Accesibilidad al transporte público masivo y Asequibilidad al transporte), por lo que los pesos de cada indicador se establecieron en 12,5%. Como resultado, la Comuna 4 es la que mejor indicador final obtuvo, seguida por las Comunas 8 y 3. La comuna 3 y 8 son los centros atractores de viajes dado que el centro histórico y el cable se ubican en ellas, mientras que la comuna 4 es vecina de la comuna 3 (centro histórico) y se ubica sobre la Avenida Santander la cual comunica la comuna 3 y 8 directamente. Por otro lado, Villamaría fue la que tuvo el indicador más bajo teniendo en cuenta esta etapa.

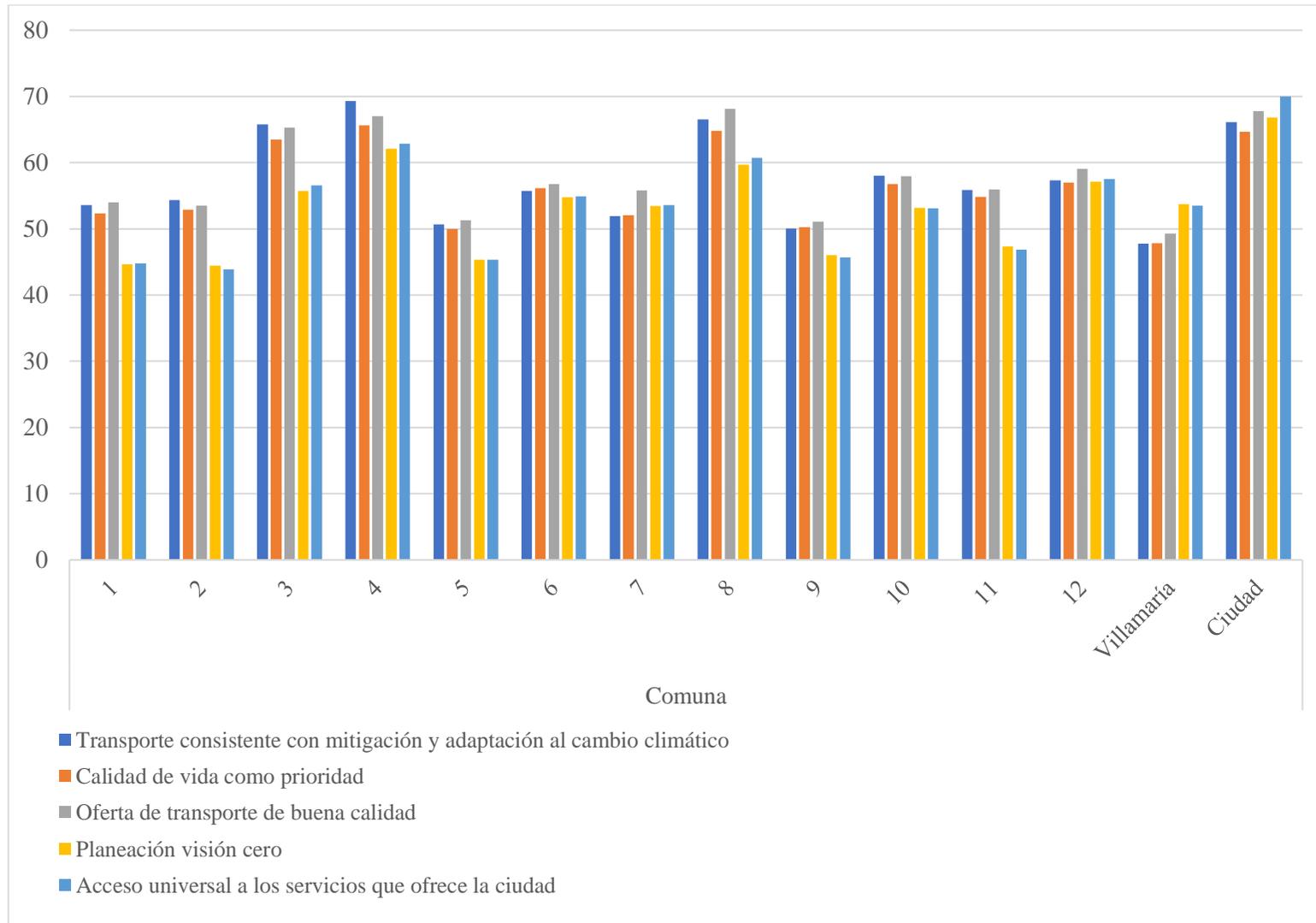
En la etapa 2, “Calidad de vida como prioridad”, se añadió el indicador nivel de emisiones de material particulado fino por viaje, actualizando los pesos a 11,11% por indicador y obteniendo resultados idénticos a los obtenidos en la Etapa 1 respecto a las Comunas que tuvieron mejor y peor comportamiento. En la Etapa 3, “Oferta de transporte de buena calidad”, se añadieron tres indicadores (tiempo de viaje en viajes obligatorios, calidad del transporte público y el entorno urbano (satisfacción en nuestro caso)), actualizando los pesos a 7,67% por indicador. Como resultado, la Comuna 8 obtuvo el mejor comportamiento, mientras que Villamaría continúa con el peor comportamiento. Para la Etapa 4, “Planeación visión cero”, se añaden dos indicadores (Participación de modos no motorizados en los viajes totales y exposición personal a material particulado fino en transporte), actualizando los pesos a 6,67% por indicador. La Comuna con mejor registro volvió a ser la Comuna 4, mientras que la Comuna 2 resultó ser la peor calificada. Es interesante observar cómo Villamaría, a medida que avanzamos en la adición de indicadores se va modificando y sale de los peores puestos. Para la Etapa 5, “Acceso universal a los servicios que ofrece la ciudad”, se añade el indicador de emisiones de dióxido

de carbono equivalente por viaje y se actualizan los pesos a 6,25% por indicador. En este caso, la Comuna 4 continúa siendo la mejor calificada y la Comuna 2 la peor calificada.

Tabla 32 Resultados finales evaluación comprensiva difusa por etapas.

Indicadores	Comuna												Villamaría	Ciudad
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
Transporte consistente con mitigación y adaptación al cambio climático	53,58	54,37	65,76	69,30	50,70	55,74	51,92	66,54	50,05	57,98	55,83	57,32	47,78	66,11
Calidad de vida como prioridad	52,33	52,89	63,46	65,61	49,95	56,14	52,07	64,80	50,22	56,79	54,83	56,99	47,85	64,69
Oferta de transporte de buena calidad	53,96	53,50	65,29	66,98	51,30	56,78	55,79	68,11	51,11	57,97	55,92	59,04	49,26	67,79
Planeación visión cero	44,62	44,45	55,74	62,07	45,31	54,76	53,44	59,65	46,03	53,16	47,35	57,13	53,69	66,78
Acceso universal a los servicios que ofrece la ciudad	44,79	43,85	56,55	62,83	45,31	54,86	53,59	60,69	45,65	53,09	46,89	57,50	53,50	69,98

Figura 51 Resultados finales evaluación comprensiva difusa por etapas.



## 7. Conclusiones

La metodología presentada para el sector “Movilidad Sostenible” es de fácil comprensión, facilitando su replicabilidad en ambientes diferentes al planteado en el caso de estudio de “Ciudad Verde”. Para Manizales se optó por calcular la mayor cantidad de indicadores posibles a partir de información secundaria, alcanzando a calcular 16 de 18 indicadores. De los dos que no se alcanzaron a calcular, uno se descartó debido a que en Manizales no se cuenta con Sistema Integrado de Transporte Masivo y el segundo por falta de información base. A pesar de ello, la metodología cuenta con la bondad de que se adapta a las condiciones de información disponible e indicadores calculados. Por otra parte, las fuentes de información para la replicabilidad de esta metodología en otras ciudades y contextos puede ser enteramente de acceso abierto tal cómo las redes de transporte y equipamientos que pueden ser extraídas de OpenStreetMaps, las zonas de análisis y población se pueden obtener del DANE, los datos de movilidad a partir de la última encuesta origen destino realizada en la ciudad y los datos de percepción a partir de la encuesta de percepción ciudadana de la red de ciudades cómo vamos la cual se hace año a año. Para el caso de Manizales, la única fuente diferente fue la red de transportes y los equipamientos los cuales se obtuvieron a partir de investigaciones previas y con ayuda de la alcaldía municipal.

Para Manizales se optó por calcular teniendo en cuenta las 12 comunas establecidas por el Concejo Municipal y el municipio de Villamaría cómo la “Comuna 13”. Además, Manizales en su conjunto se tomó cómo otra unidad de análisis. Luego de tener la información base, la mayor dificultad era el tiempo que tomaba calcular cada indicador para cada comuna dado que se debían realizar 224 mediciones teniendo en cuenta que teníamos 14 zonas y 16 indicadores. En este momento, la solución encontrada fue programar el cálculo de indicadores en lenguaje “Python” por lo que a partir de cierta información un código permitía obtener cada indicador para las 14 zonas de análisis sin tener que repetir el mismo procedimiento una y otra vez.

Después de tener todos los indicadores calculado para las 12 Comunas, Villamaría y Manizales, se evaluaron a través de la metodología comprensiva difusa. En este caso se consideraron las mismas etiquetas usadas para Ciudad Verde en Bogotá en los casos que los indicadores tuvieran las mismas dimensiones. Si, por el contrario, se debía hacer un cambio en las etiquetas se usó “criterio de experto” o las instrucciones dadas en la metodología. En este punto se hecha en falta una guía definida para el ajuste de las etiquetas con el objetivo que no queden a criterio subjetivo de expertos de la ciudad de origen, sino que vengan a partir de una metodología concreta.

Luego de obtener los resultados a partir de la evaluación comprensiva difusa, el reto principal era la presentación de resultados por lo que en algunos casos se decidió presentar a partir de tablas y en otros a partir de mapas. Se recomienda que se establezca una forma dinámica para la

presentación y comparación de resultados ante los tomadores de decisión y grupos de interés debido a que al ser muchas zonas e indicadores se hace difícil el despliegue de los resultados principales. Al tener datos a nivel ciudad en distintas zonas geográficas e indicadores de variada índole, una forma eficaz de presentar los resultados sería un “dashboard” que permita a las personas navegar de forma dinámica y clara a través de los resultados en distintas zonas e indicadores y que además permita la comparación entre zonas e indicadores.

Teniendo en cuenta la evaluación comprensiva difusa la mayoría de las comunas en Manizales poseen un desempeño “Muy Malo” y “Malo” en lo que se refiere a la accesibilidad a los equipamientos de salud y universidades en 15 minutos o menos a través del transporte público. Sería interesante estudiar este comportamiento en una ciudad que busca establecerse cómo “Campus Universitario” a nivel nacional. Por otro lado, la satisfacción con el transporte público y el entorno urbano se encuentra cómo “Muy Bueno” y “Bueno” en todas las comunas por lo que con la accesibilidad al transporte público local (oferta de paraderos), se convierten en los mejores indicadores en todas las comunas. Es urgente analizar estos resultados adversos en la accesibilidad brindada por el sistema con el acceso a los paraderos.

Finalmente, teniendo en cuenta la evaluación por etapas de la metodología comprensiva difusa, la Comuna 4 es la que mejor desempeño tiene. Esta comuna se encuentra al lado derecho del centro histórico y al lado izquierdo del Cable, dos de los polos atractores de viajes más importantes de la ciudad. Además, se encuentra sobre la arteria principal de la ciudad, la Avenida Santander y sus habitantes son estrato medio y alto. Esta comuna posee 6 indicadores en “Muy Bueno” y 1 en “Bueno”. Por otro lado, la Comuna 2 es la que peor desempeño tuvo. La Comuna 2 se encuentra en la parte norte del centro histórico y posee la menor cantidad de habitantes. Durante los últimos años se ha llevado a cabo sobre ella un proyecto de renovación urbana y social denominado “Macroproyecto San José” el cual ha tenido críticas a nivel local y nacional por múltiples situaciones en ámbitos cómo el social, ambiental, urbano, entre otros. En esta comuna 2 indicadores se consideran “Muy Bueno” y 5 “Bueno”.