

Formular el programa de ascenso tecnológico de la flota de taxis a nivel nacional hacia tecnologías de cero y bajas emisiones



Formular el programa de ascenso tecnológico de la flota de taxis a nivel nacional hacia tecnologías de cero y bajas emisiones

Preparado por:

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

+57 1 322 1470
www.steergroup.com

Preparado para:

Unidad de Planeación Minero-Energética – UPME
Calle 26 #69D-91, Torre 1 Piso 9, Bogotá D.C.
Colombia

Cliente ref: Contrato No 059-2021
Nuestra ref: 24058101

Este documento fue preparado por Steer para Unidad de Planeación Minero-Energética – UPME. La información contenida en este documento debe considerarse confidencial, cada destinatario reconoce la confidencialidad de la información aquí incluida y se compromete a no divulgarla de ninguna manera. Cualquier persona o institución que utilice cualquier parte de este documento sin el consentimiento expreso por escrito de Steer, se considerará que otorga su conformidad a indemnizar a Steer por todas las pérdidas o daños que resulten de dicha utilización. Steer ha llevado a cabo su propio análisis utilizando toda la información disponible en el momento de elaboración del presente documento y señala que la llegada de nuevos datos e información podría alterar la validez de los resultados y conclusiones que aquí se presentan. Por lo tanto, Steer no se responsabiliza de los cambios en la validez de los resultados y conclusiones debido a eventos y circunstancias actualmente imprevisibles.



Contenido

1	Introducción	1
	Metodología	2
2	Caracterización de la flota de taxis.....	6
	Información nacional base - RUNT	6
	Información de referencia – Entidades Territoriales	11
	Información adicional.....	16
	Resultados	17
3	Caracterización operacional	21
	Marco regulatorio nacional	21
	Bogotá	23
	Medellín.....	29
	Cali	30
	Villavicencio.....	31
	Armenia	32
	Montería.....	33
	Tunja	34
	Sincelejo	36
	Soacha	37
	Facatativá	38
	Mosquera	39
	Hallazgos y conclusiones	39
4	Análisis de tendencias de ascenso tecnológico	41
	Estudio de disponibilidad de energéticos e infraestructura de recarga, situación actual	41
	Gas natural	42
	Energía eléctrica	43
	Proyecciones de energéticos en Colombia.....	46
	Gas natural	46
	Energía eléctrica	48

5	Marco Legal	51
	Normativa en términos de transporte	51
	Normativa en términos de electromovilidad	53
	Normativa en términos de energéticos.....	54
6	Organización industrial del segmento de taxis	57
	Cadena de valor del segmento	57
7	Análisis del costo total de propiedad	61
	Esquema de modelación del TCO	62
	Descripción de los insumos y supuestos	64
	Resultados	68
8	Potencialidades y barreras para el ascenso tecnológico de taxis	79
	Caracterización operacional	91
	Análisis de tendencias de ascenso	91
	Marco legal	93
	Organización industrial del segmento de taxis	94
9	Potencial de renovación a vehículos eléctricos en 5 años	97
	Modelo de estimación de potencial de renovación (2022 – 2026).....	97
	Infraestructura de recarga.....	110
10	Cuantificación de beneficios en términos energéticos y de emisiones	123
	Descripción teórica	123
	Esquema de beneficios energéticos y ambientales	127
	Descripción de los insumos y supuestos	128
	Resultados	133
11	Recomendaciones de política pública que promueva el recambio tecnológico	150
	Antecedentes	150
	Principales barreras para el ascenso tecnológico	151
	Introducción al programa.....	151
	Nombre del programa	153

Objetivo del programa	153
Objetivos específicos del programa	153
Principios	154
Componentes de la estrategia	154
Referencias	172

Figuras

Figura 1.1: Energéticos de cero y bajas emisiones	2
Figura 1.2: Políticas y metas nacionales relacionadas con la promoción de vehículos de cero y bajas emisiones	3
Figura 1.3: Etapas de desarrollo del estudio	4
Figura 2.1: Proceso de limpieza de base de taxis - RUNT	7
Figura 2.2: Caracterización flota de taxis Colombia	8
Figura 2.3: Caracterización flota de taxis Colombia – Distribución clase por departamento	9
Figura 2.4: Caracterización flota de taxis Colombia – Distribución energético por departamento ...	9
Figura 2.5: Distribución a nivel departamental de cantidad de taxis y porcentaje de estos convertidos a gas	10
Figura 2.6: Distribución espacial ascenso tecnológico flota de taxis en el país - Municipios.....	19
Figura 2.7: Distribución espacial ascenso tecnológico flota de taxis en el país – Departamentos ..	20
Figura 3.1: Esquema de operación de taxis en Bogotá.....	24
Figura 3.2: Histórico número taxis registrados en Bogotá	25
Figura 3.3: Modelo taxis a gasolina - Bogotá.....	26
Figura 3.4: Modelo taxis a gas-gasolina - Bogotá	26
Figura 3.5: Partición modal flota de taxis - Medellín.....	29
Figura 4.1: Composición de la oferta energética de Colombia durante 2020.....	42
Figura 4.2: Infraestructura de gas natural en Colombia, 2019.....	43
Figura 4.3: Mapa índice de cobertura de energía eléctrica - ICEE de Colombia durante 2018.....	44
Figura 4.4: Distribución geográfica de puntos de carga pública.....	46
Figura 4.5: Consumo de gas natural según tipología vehicular	47
Figura 6.1: Estructura de la organización industrial del segmento de taxis	57

Figura 7.1: Esquema de modelación del TCO	63
Figura 7.2: Incentivos tributarios para la movilidad sostenible.....	65
Figura 7.3: Costo total de propiedad de taxis Bogotá-10 años	69
Figura 7.4: Costo total de propiedad de taxis Medellín-10 años.....	70
Figura 7.5: Costo total de propiedad de taxis Villavicencio-10 años.....	71
Figura 7.6: Costo total de propiedad de taxis Manizales-10 años.....	72
Figura 7.7: Costo total de propiedad de taxis Montería-10 años.....	73
Figura 7.8: Costo total de propiedad de taxis Tunja-10 años.....	74
Figura 7.9: Costo total de propiedad de taxis Facatativá-10 años	75
Figura 7.10: Relación de TCO del eléctrico con respecto al de gasolina para cada ciudad en diferentes años de vida útil	77
Figura 8.1: Distribución espacial de flota de taxis en el país y sus factores de emisión - Municipios	89
Figura 8.2: Puntaje por distribución espacial de flota de taxis en el país según tecnología – Departamentos.....	90
Figura 8.3: Estructura de la organización industrial del segmento de taxis	95
Figura 9.1: Modelo de estimación de potencial de renovación	97
Figura 9.2: Cambio tecnológico para trayectoria 1 – vehículos livianos de servicio público	100
Figura 9.3: Cambio tecnológico para trayectoria 2 – vehículos livianos de servicio público	100
Figura 9.4: Tamaño del parque automotor del segmento taxi considerado.....	101
Figura 9.5: Parque automotor de vehículos de tipo taxi por ciudad empleado en el análisis	102
Figura 9.6: Porcentaje flota renovada por año (todas las tecnologías).....	104
Figura 9.7: Vehículos eléctricos nuevos que entran en operación entre 2022 y 2026: potencial de renovación y flota adicional por aumento de capacidad transportadora del 1%	107
Figura 9.8: Proceso de estimación de infraestructura de soporte para el ascenso tecnológico de taxis.....	110
Figura 10.1: Esquema de modelación para la cuantificación de beneficios ambientales y energéticos	128
Figura 10.2: Ahorros totales de emisiones entre 2022 y 2026 respecto a la línea base, Bogotá...	134
Figura 10.3: Porcentaje de ahorros totales de emisiones entre 2022 y 2026 respecto a la línea base, Bogotá	134
Figura 10.4: Comparación entre trayectorias 1 y 2 para 8 años de vida útil, Bogotá.	134

Figura 10.5: Ahorros totales de emisiones entre 2022 y 2026 respecto a la línea base, Medellín	135
Figura 10.6: Porcentaje de ahorros totales de emisiones entre 2022 y 2026 respecto a la línea base, Medellín	135
Figura 10.7: Comparación entre trayectorias 1 y 2 para 8 años de vida útil, Medellín	135
Figura 10.8: Ahorros totales de emisiones entre 2022 y 2026 respecto a la línea base, Villavicencio	136
Figura 10.9: Porcentaje de ahorros totales de emisiones entre 2022 y 2026 respecto a la línea base, Villavicencio	136
Figura 10.10: Comparación entre trayectorias 1 y 2 para 8 años de vida útil, Villavicencio	136
Figura 10.11: Ahorros totales de emisiones entre 2022 y 2026 respecto a la línea base, Manizales	137
Figura 10.12: Porcentaje de ahorros totales de emisiones entre 2022 y 2026 respecto a la línea base, Manizales	137
Figura 10.13: Comparación entre trayectorias 1 y 2 para 8 años de vida útil, Manizales	137
Figura 10.14: Ahorros totales de emisiones entre 2022 y 2026 respecto a la línea base, Montería	138
Figura 10.15: Porcentaje de ahorros totales de emisiones entre 2022 y 2026 respecto a la línea base, Montería	138
Figura 10.16: Comparación entre trayectorias 1 y 2 para 8 años de vida útil, Montería	138
Figura 10.17: Ahorros totales de emisiones entre 2022 y 2026 respecto a la línea base, Tunja	139
Figura 10.18: Porcentaje de ahorros totales de emisiones entre 2022 y 2026 respecto a la línea base, Tunja	139
Figura 10.19: Comparación entre trayectorias 1 y 2 para 8 años de vida útil, Tunja	139
Figura 10.20: Ahorros totales de emisiones entre 2022 y 2026 respecto a la línea base, Facatativá	140
Figura 10.21: Porcentaje de ahorros totales de emisiones entre 2022 y 2026 respecto a la línea base, Facatativá	140
Figura 10.22: Comparación entre trayectorias 1 y 2 para 8 años de vida útil, Facatativá	140
Figura 10.23: Ahorro total de energía entre 2022 y 2026 respecto a la línea base, Bogotá	142
Figura 10.24: Porcentaje de ahorro de energía entre 2022 y 2026 respecto a la línea base, Bogotá	142
Figura 10.25: Porcentaje de ahorro de energía para cada trayectoria con incremento o no incremento de flota a 8 años de vida útil, Bogotá	142
Figura 10.26: Ahorro total de energía entre 2022 y 2026 respecto a la línea base, Medellín	143

Figura 10.27: Porcentaje de ahorro de energía entre 2022 y 2026 respecto a la línea base, Medellín	143
Figura 10.28: Porcentaje de ahorro de energía para cada trayectoria con incremento o no incremento de flota a 8 años de vida útil, Medellín	143
Figura 10.29: Ahorro total de energía entre 2022 y 2026 respecto a la línea base, Villavicencio .	144
Figura 10.30: Porcentaje de ahorro de energía entre 2022 y 2026 respecto a la línea base, Villavicencio	144
Figura 10.31: Porcentaje de ahorro de energía para cada trayectoria con incremento o no incremento de flota a 8 años de vida útil, Villavicencio	144
Figura 10.32: Ahorro total de energía entre 2022 y 2026 respecto a la línea base, Manizales	145
Figura 10.33: Porcentaje de ahorro de energía entre 2022 y 2026 respecto a la línea base, Manizales	145
Figura 10.34: Porcentaje de ahorro de energía para cada trayectoria con incremento o no incremento de flota a 8 años de vida útil, Manizales	145
Figura 10.35: Ahorro total de energía entre 2022 y 2026 respecto a la línea base, Montería	146
Figura 10.36: Porcentaje de ahorro de energía entre 2022 y 2026 respecto a la línea base, Montería	146
Figura 10.37: Porcentaje de ahorro de energía para cada trayectoria con incremento o no incremento de flota a 8 años de vida útil, Montería	146
Figura 10.38: Ahorro total de energía entre 2022 y 2026 respecto a la línea base, Tunja	147
Figura 10.39: Porcentaje de ahorro de energía entre 2022 y 2026 respecto a la línea base, Tunja	147
Figura 10.40: Porcentaje de ahorro de energía para cada trayectoria con incremento o no incremento de flota a 8 años de vida útil, Tunja	147
Figura 10.41: Ahorro total de energía entre 2022 y 2026 respecto a la línea base, Facatativá	148
Figura 10.42: Porcentaje de ahorro de energía entre 2022 y 2026 respecto a la línea base, Facatativá	148
Figura 10.43: Porcentaje de ahorro de energía para cada trayectoria con incremento o no incremento de flota a 8 años de vida útil, Facatativá	148
Figura 11.1: Principales barreras para el ascenso tecnológico	151
Figura 11.2: Componentes de la estrategia	154
Figura 11.3: Ventajas asociadas a zonas cero emisiones para taxis eléctricos	163

Tablas

Tabla 2.1: Comparación caracterización de la flota de taxis información RUNT vs Entidad Territorial	11
Tabla 2.2: Taxis tipo por clase y energético - Actual	16
Tabla 2.3: Relación número de habitantes, número de taxis y emisión por vehículo por municipio	18
Tabla 3.1: Distribución tipos de día y horarios para la prestación del servicio de taxis - Bogotá	27
Tabla 3.2: Parámetros operacionales flota de taxis - Bogotá.....	27
Tabla 3.3: Estructura de costos de taxis	28
Tabla 3.4: Valores de tarifa a usuario aplicable desde el 2021 - Bogotá.....	28
Tabla 3.5: Valores de tarifa a usuario aplicable desde el 2021 - Medellín	30
Tabla 3.6: Valores de tarifa a usuario aplicable desde el 2021 - Cali	31
Tabla 3.7: Parámetros operacionales flota de taxis - Villavicencio	32
Tabla 3.8: Valores de tarifa a usuario aplicable desde el 2021 - Villavicencio	32
Tabla 3.9: Valores de tarifa a usuario aplicable desde el 2021 - Armenia.....	33
Tabla 3.10: Parámetros operacionales flota de taxis - Montería	34
Tabla 3.11: Valores de tarifa a usuario aplicable desde el 2021 – Montería	34
Tabla 3.12: Parámetros operacionales flota de taxis - Tunja	35
Tabla 3.13: Valores de tarifa a usuario aplicable desde el 2021 – Tunja.....	36
Tabla 3.14: Valores de tarifa a usuario aplicable desde el 2021 – Sincelejo	37
Tabla 3.15: Valores de tarifa a usuario aplicable desde el 2021 – Soacha	37
Tabla 3.16: Parámetros operacionales flota de taxis - Facatativá.....	38
Tabla 3.17: Valores de tarifa a usuario aplicable desde el 2021 – Mosquera	39
Tabla 7.1: Parámetros para el TCO	66
Tabla 8.1: Barreras para el ascenso tecnológico de taxis	79
Tabla 8.2: Oportunidades para el ascenso tecnológico de taxis	84
Tabla 8.3: Relación número de habitantes, número de taxis y emisión por vehículo por municipio	88
Tabla 9.1: Vida útil expresada en kilómetros recorridos por ciudad.....	98
Tabla 9.2: Supuestos para estimación de cambio tecnológico de vehículos livianos de servicio público	99

Tabla 9.3: Distancia recorrida por un taxi en un día y un año	102
Tabla 9.4: Escenarios de estimación de potencial de renovación a vehículos eléctricos en 5 años	103
Tabla 9.5: Escenarios de estimación de número de puntos de recarga requeridos – metodología 1	111
Tabla 9.6: Escenarios de estimación de número de puntos de recarga requeridos – metodología 2	112
Tabla 9.7: Escenarios de estimación de número de puntos de recarga requeridos – metodologías 1 y 2	112
Tabla 9.8: Estimación de infraestructura de recarga - metodologías 1 y 2, Bogotá.....	114
Tabla 9.9: Estimación de infraestructura de recarga - metodologías 1 y 2, Medellín.....	114
Tabla 9.10: Estimación de infraestructura de recarga - metodologías 1 y 2, Villavicencio	115
Tabla 9.11: Estimación de infraestructura de recarga - metodologías 1 y 2, Manizales.....	116
Tabla 9.12: Estimación de infraestructura de recarga - metodologías 1 y 2, Montería	116
Tabla 9.13: Estimación de infraestructura de recarga - metodologías 1 y 2, Tunja	117
Tabla 9.14: Estimación de infraestructura de recarga - metodologías 1 y 2, Facatativá.....	118
Tabla 9.15: Requerimientos mínimos de puntos y estaciones de recarga – Metodología 3	118
Tabla 9.16: Propuesta de oferta de infraestructura de recarga para las 7 ciudades en estudio ...	119
Tabla 9.17: Propuesta de oferta de infraestructura de recarga para las 7 ciudades en estudio y oferta de estaciones de Gas Natural Vehicular – Metodología 4.....	119
Tabla 9.18: Requerimiento mínimo de oferta de infraestructura de recarga para las capitales departamentales – Metodología 3	120
Tabla 9.19: Valor unitario de cargadores	121
Tabla 9.20: Costo de implementación de estaciones de recarga según tipo de cargador para las 7 ciudades analizadas (Miles de USD de 2021)	122
Tabla 9.21: Costo de implementación de estaciones de recarga según tipo de cargador para las 7 ciudades analizadas – Precios con descuento por instalación de más de 1 cargador por estación. (Miles de USD de 2021)	122
Tabla 10.1: Parámetros de clasificación de vehículos en modelo IVE.....	129
Tabla 10.2: Tipo de vehículos de referencia para el modelo de beneficios	130
Tabla 10.3: Ajuste de los factores de emisión por condiciones locales y calidad del combustible	131
Tabla 11.1: Relación componentes de la estrategia con los objetivos específicos	155

1 Introducción

1.1 Este documento corresponde a la compilación de los productos de la consultoría encomendada a Steer Davies & Gleave Limited Sucursal Colombia por la Unidad de Planeación Minero – Energética (UPME) a través del contrato No 059 – 2021, con el objeto de “*Formular el Programa de Acenso Tecnológico de la Flota de Taxis a Nivel Nacional Hacia Tecnologías de Cero y Bajas Emisiones*”, y los siguientes objetivos específicos:

- Caracterizar la flota de taxis a nivel nacional.
- Estimar potenciales de sustitución de taxis hacia vehículos de cero y bajas emisiones en esta categoría vehicular, teniendo en cuenta diferentes condiciones de mercado.
- Identificar las barreras del ascenso tecnológico en esta categoría vehicular, teniendo en cuenta la organización industrial de este segmento vehicular.
- Cuantificar los potenciales beneficios en materia energética y ambiental del recambio tecnológico en esta categoría vehicular.
- Identificar las inversiones de infraestructura de recarga contemplando las condiciones presupuestales, técnicas y espaciales, necesarias para un recambio tecnológico en esta categoría vehicular.

1.2 Durante la ejecución del estudio, se produjeron tres documentos:

- **Entregable 1 Punto de Partida:** Caracterización del parque automotor de taxis identificando modelo, energético, rendimientos, eficiencias (a partir de fichas técnicas).
- **Entregable 2 Organización industrial del transporte público de pasajeros liviano:** Documento en el que se explica cómo funciona el servicio público de pasajeros liviano en centros urbanos - taxis y de allí se identificaron las barreras y potencialidades de ascenso tecnológico. En este documento se analizaron:
 - Marco legal
 - Mapa de actores (organización industrial del segmento de taxis)
 - Análisis del costo total de propiedad (CAPEX – OPEX + Otros)
 - Conclusiones sobre potencialidades y barreras para el ascenso tecnológico
- **Entregable 3 Propuesta de programa:** Documento con el resumen de los resultados más relevantes de los productos 1 y 2. De igual forma, este documento contiene:
 - Potencial de cambio a vehículos eléctricos (# de vehículos) a lo largo de 5 años y beneficios en términos energéticos y de emisiones.
 - Requerimientos de infraestructura de recarga que soporte el potencial de recambio
 - Recomendaciones de política pública para promover el recambio, teniendo en cuenta.
 - Marco legal del servicio
 - Incentivos económicos
 - Esquemas de financiación

1.3 El documento consta de los siguientes capítulos:

- Capítulo 1: Introducción
- Capítulo 2: Caracterización de la flota de taxis a nivel nacional
- Capítulo 3: Caracterización operacional
- Capítulo 4: Análisis de tendencias de ascenso tecnológico
- Capítulo 5: Marco legal
- Capítulo 6: Organización industrial del segmento de taxis
- Capítulo 7: Análisis del costo total de propiedad
- Capítulo 8: Potencialidades y barreras para el ascenso tecnológico
- Capítulo 9: Potencial de renovación a vehículos eléctricos en 5 años
- Capítulo 10: Cuantificación de beneficios en términos energéticos y de emisiones
- Capítulo 11 Recomendaciones de política pública que promueva el recambio tecnológico

Metodología

1.4 La metodología desarrollada en la ejecución del estudio parte de la conceptualización del ascenso tecnológico vehicular y del conocimiento de los esfuerzos en materia de política que ha hecho Colombia entorno a la promoción de tecnologías de cero y bajas emisiones para hacer frente al cambio climático, y para mejorar la calidad del aire y la eficiencia del parque automotor; así como de la definición de los energéticos que se consideran de cero o bajas emisiones establecida en la Resolución 40177 de 2020 expedida por el Ministerio de Minas y Energía y el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

Figura 1.1: Energéticos de cero y bajas emisiones

Energéticos de cero emisiones	Hidrógeno	
	Energía eléctrica para movilización de vehículos	
Energéticos de bajas emisiones	Gas Natural	
	Gas licuado de petróleo	
	Gasolina, alcohol carburante y sus mezclas	<ul style="list-style-type: none">• Hasta el 30 de diciembre del año 2030, el contenido de azufre será de máximo 50 ppm;• Desde el 31 de diciembre del año 2030 en adelante, el contenido de azufre será de máximo 10 ppm.
	Diésel, biodiésel y sus mezclas	<ul style="list-style-type: none">• Hasta el 30 de diciembre de 2020, el contenido de azufre será de máximo 50 ppm;• Desde el 31 de diciembre de 2020 y hasta el 31 de diciembre de 2022, el contenido de azufre será de máximo 20 ppm;• Desde el 1 de enero de 2023, y hasta el 30 de noviembre de 2025, el contenido de azufre será de máximo 15 ppm;• Desde el 1 de diciembre de 2025 en adelante, el contenido de azufre será de máximo 10 ppm.

Fuente: Resolución 40177 de 2020, Ministerio de Minas y Energía y por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

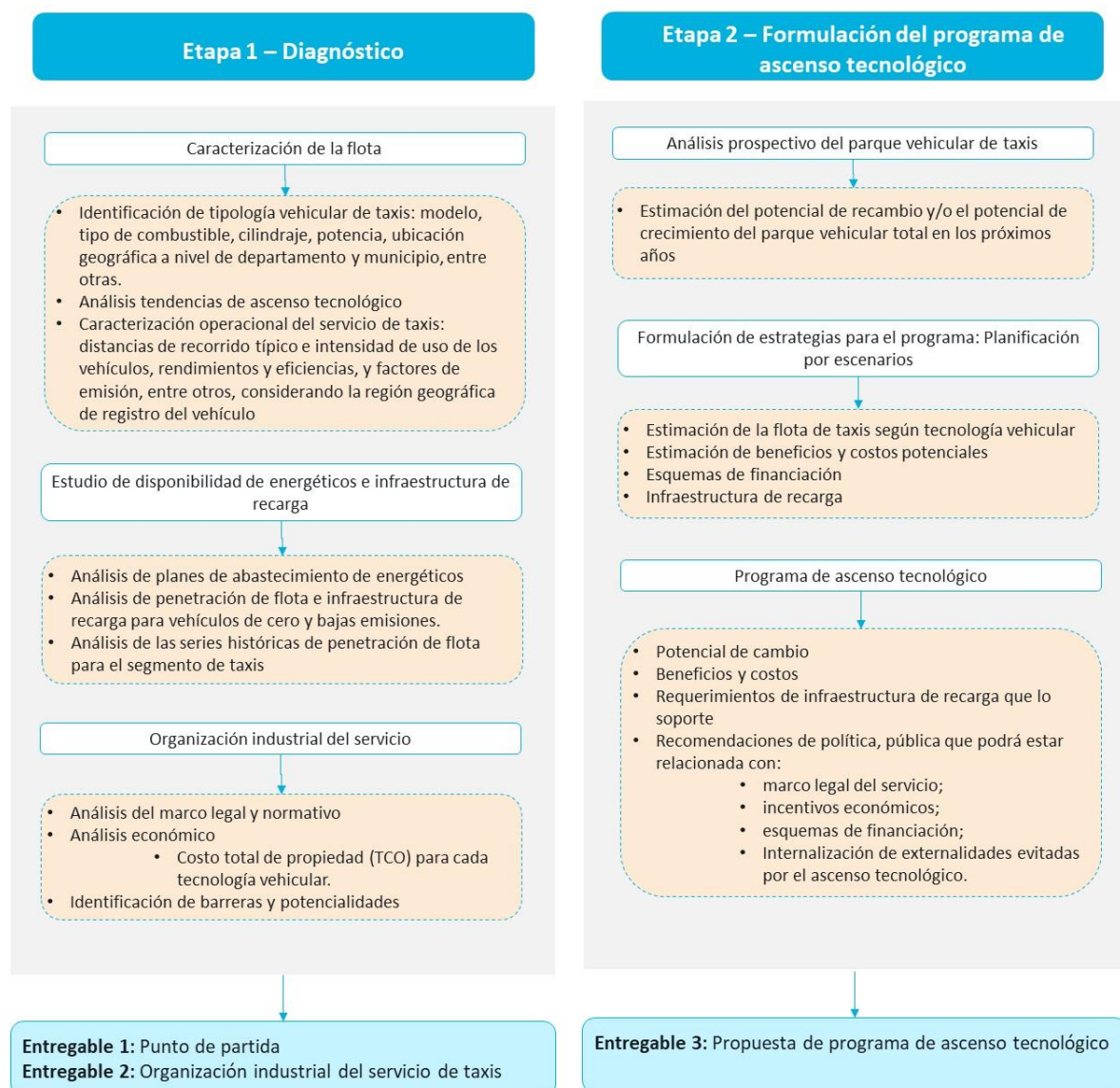
Figura 1.2: Políticas y metas nacionales relacionadas con la promoción de vehículos de cero y bajas emisiones



Fuente: Steer, 2021 a partir de normatividad vigente

- 1.5 Con esto, y considerando los objetivos establecidos por la UPME, se estructuró la metodología del estudio en dos etapas. La primera corresponde a la fase de diagnóstico y construcción de la línea base, que caracterizó la flota de taxis a nivel nacional y generará insumos para la siguiente etapa.
- 1.6 La etapa 2 comprendió la formulación del programa de ascenso tecnológico para la flota de taxis, en esta se determinó el tamaño del parque vehicular de tecnologías de cero y bajas emisiones, se cuantificaron los costos y beneficios obtenidos de la evaluación de escenarios de ascenso tecnológico y se formularon las estrategias para el programa.

Figura 1.3: Etapas de desarrollo del estudio



Fuente: Steer, 2021.

1.7 Como insumos, se contó con la base de datos de la flota de taxis del Registro único Nacional de Tránsito – RUNT, con corte a julio de 2021, las bases de datos de las entidades territoriales, estudios realizados por las administraciones de las ciudades para la definición de la tarifa técnica de la flota de taxis e información complementaria derivada de la aplicación de una estrategia de participación en la que se involucraron a actores relevantes de la organización industrial del servicio analizado. . Se contactaron:

- 32 autoridades de las ciudades capitales
- 48 autoridades de municipio con más de 100.000 habitantes
- 42 autoridades de municipios 50.000 a 100.000 habitantes

1.8 De las anteriores, 18 ciudades compartieron información antes de la elaboración de este documento técnico, relacionada con:

- Base de datos de registro de vehículos que prestan el servicio de taxi en la ciudad al año 2021, o lo más actualizado disponible
- Base de datos de tarjetas de operación de estos taxis al año 2021, o lo más actualizado disponible
- Estudio más reciente del cálculo de la tarifa técnica para el servicio de taxi en la ciudad

2 Caracterización de la flota de taxis

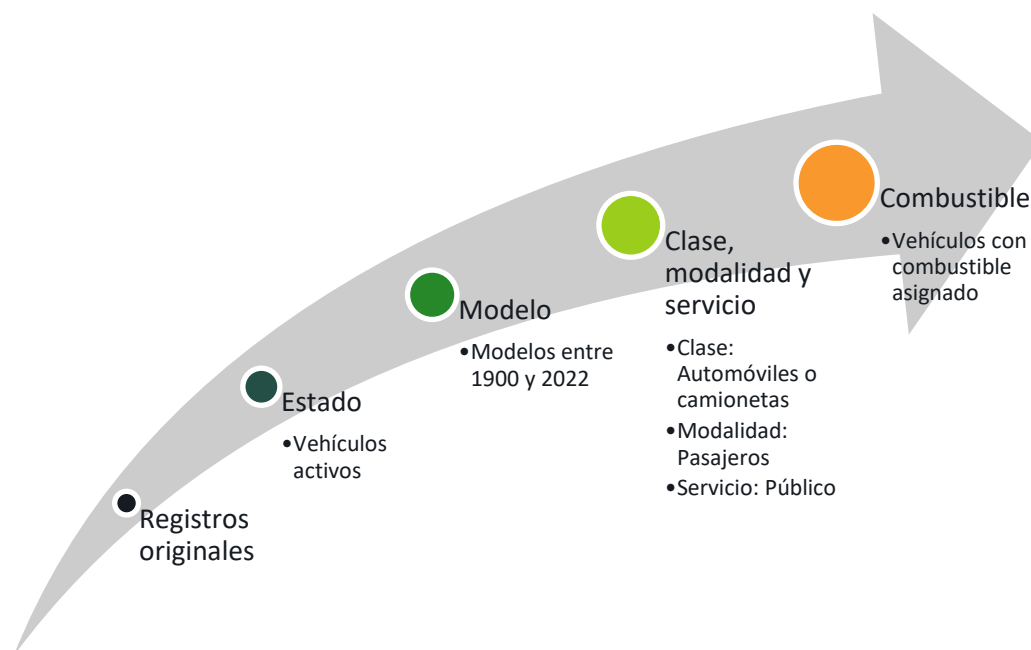
- 2.1 En este capítulo se presenta la caracterización de la flota de taxis de Colombia realizada a partir de la información más reciente del Registro Único Nacional de Tránsito – RUNT con corte a julio 2021, así como la información proveniente de las entidades territoriales correspondientes del manejo y reglamentación de esta modalidad de transporte.
- 2.2 El RUNT es el sistema de información de registros de automotores, conductores, licencias de tránsito, empresas de transporte público, infractores, accidentes de tránsito, seguros, entre otros aspectos del sector (art. 8 y 9 de la Ley 769 de 2002 y la parte pertinente de la Ley 1005 de 2006).
- 2.3 A partir de la base del Registro Nacional de Automotores – RNA suministrada por la UPME con corte de junio de 2021, que hace parte del RUNT, se realizó el análisis que se presentará en este capítulo. La base en cuestión presenta el consolidado de vehículos tipo taxi del RNA (Ministerio de Transporte de Colombia, 2021).
- 2.4 Las secciones posteriores del presente capítulo incluyen la descripción del proceso de limpieza de los datos de la base y la presentación de los principales hallazgos de la flota de taxis a nivel nacional partir de la información analizada. Seguidamente, con el fin de identificar las diferencias entre las bases de los municipios y el RUNT, así como las características de las flotas de taxis a nivel regional, se incluye una descripción y análisis a partir de la información entregada por los entes territoriales a nivel municipal y una breve caracterización de los vehículos más representativos por energético y clase. En el cierre del capítulo se presenta un mapa indicativo del estado de ascenso tecnológico en el país a partir de la información analizada.

Información nacional base - RUNT

Limpieza de datos

- 2.5 Como punto de partida de los cálculos y estimaciones para el análisis de las características de la flota de taxis que actualmente circulan por el país, y para establecer los supuestos que permitan generar una visión del ascenso tecnológico de este segmento vehicular, se realizó el proceso de limpieza de la base recibida del RUNT. Este proceso consistió en la eliminación de registros cuyos atributos impiden un debido procesamiento, debido a la presencia de datos atípicos, incongruentes o ausencia de los mismos. La siguiente figura resume el proceso llevado a cabo en cada etapa del proceso de limpieza mostrando el atributo que se tuvo en cuenta y el criterio utilizado.

Figura 2.1: Proceso de limpieza de base de taxis - RUNT

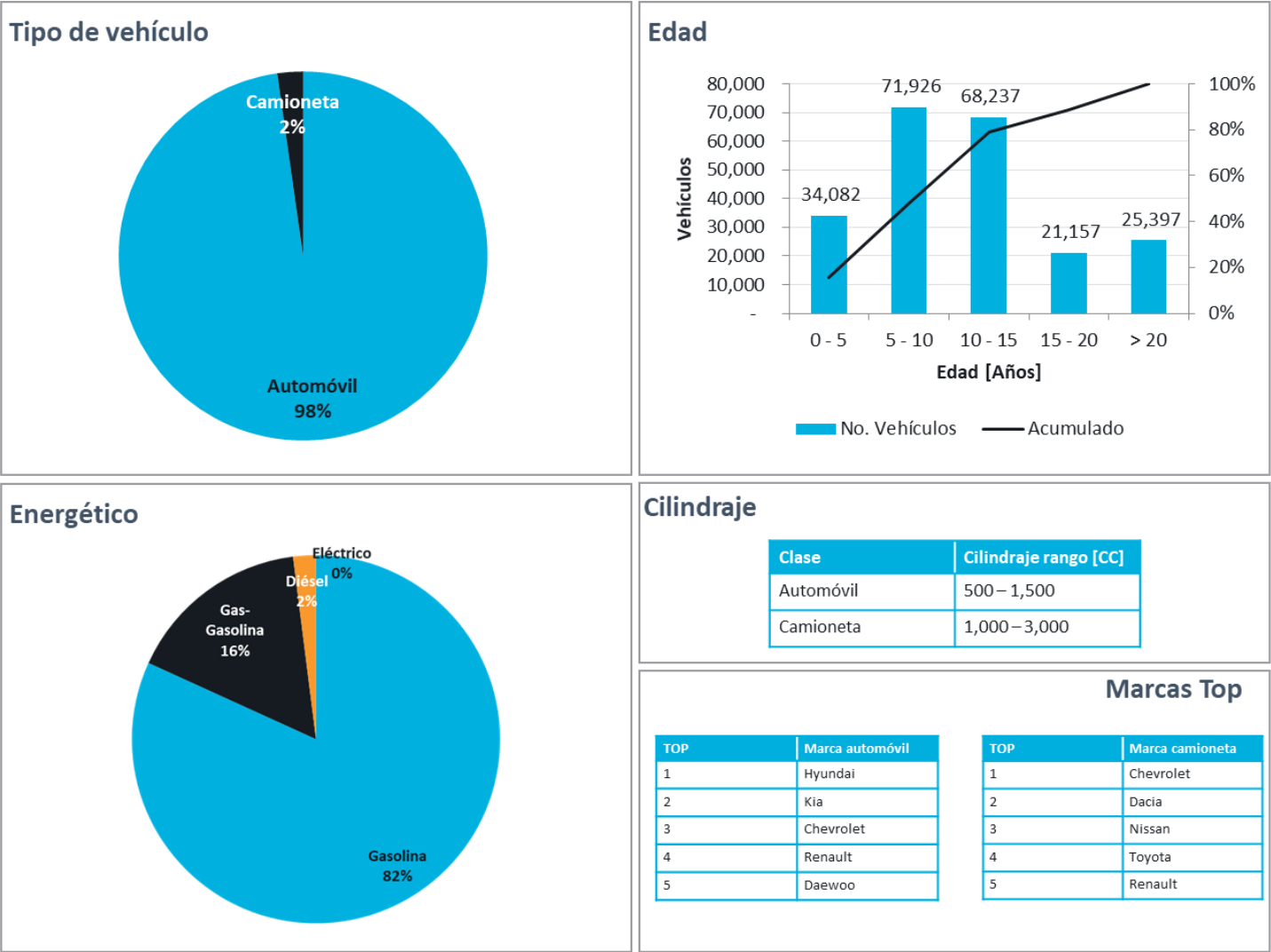


Fuente: Steer (2021)

Hallazgos

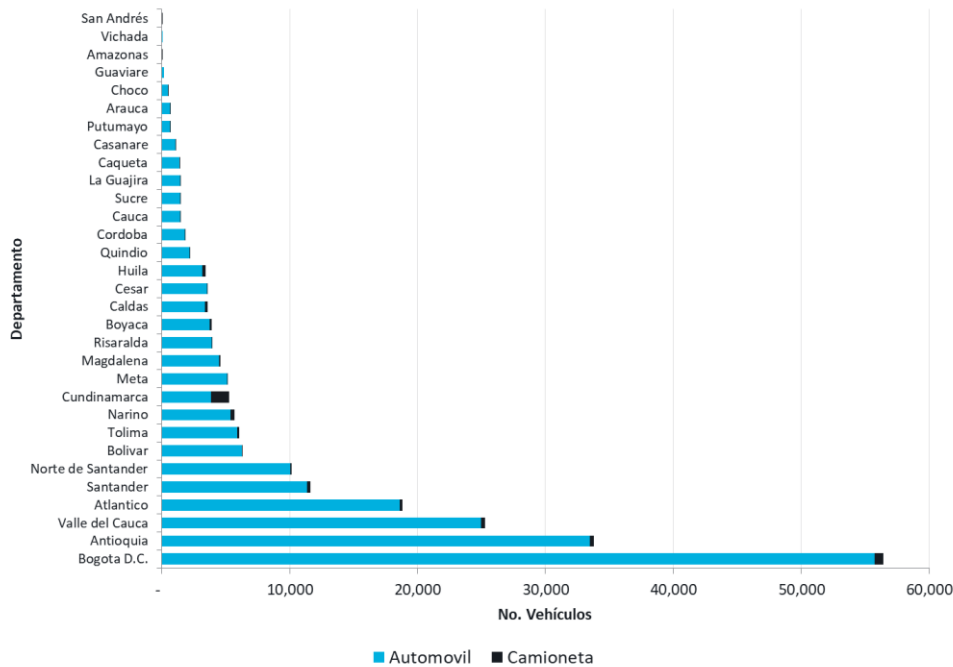
- 2.6 A partir de la base definitiva de la flota de taxis del RUNT se encontró que, posterior al proceso de limpieza, en el país circulan actualmente alrededor de 220,816 taxis, que se divide en automóviles (98%) y camionetas (2%). El 82% de los vehículos de servicio público individual usan gasolina como principal energético, seguido por el gas-gasolina – convertidos – representando el 16%, 2% son a diésel y los que usan electricidad como fuente de energía corresponden a menos del 0.01%.
- 2.7 En su mayoría (48%) los taxis son de menos de 10 años, siendo la edad promedio 11 años. Los automóviles son los vehículos con motores de menor tamaño (500 – 1,500 CC), seguido por las camionetas (1,000 – 3,000 CC).
- 2.8 En cuanto a la localización espacial, la mayoría de los taxis operan en las ciudades principales del país: Bogotá, Medellín, Cali y Barranquilla, las cuales concentran el 48.5% del total de la flota del país. Lo anterior se ve reflejado de manera similar a nivel departamental, donde estas ciudades son capitales. Esto indica una mayor concentración de taxis en las ciudades capitales y municipios de mayor población entre otros parámetros.
- 2.9 Al hacer una revisión de los energéticos empleados a partir de la información consignada en el RUNT, se encuentra que existen regiones con una mayor proporción de vehículos a gas natural convertidos, destacándose los casos de los departamentos del Meta, Huila, Casanare y Caldas, con mención especial para Risaralda con el mayor porcentaje de taxis a diésel de entre todos los departamentos, seguido por Magdalena y Cundinamarca.
- 2.10 Asimismo, se identificó que solo tres departamentos cuentan con taxis eléctricos. Bogotá cuenta con 10 taxis eléctricos, lo que corresponde al 0.018% de los taxis; Antioquia con solamente uno, que representa un 0.003%; y Cundinamarca con cuatro, que representan un 0.075%.

Figura 2.2: Caracterización flota de taxis Colombia



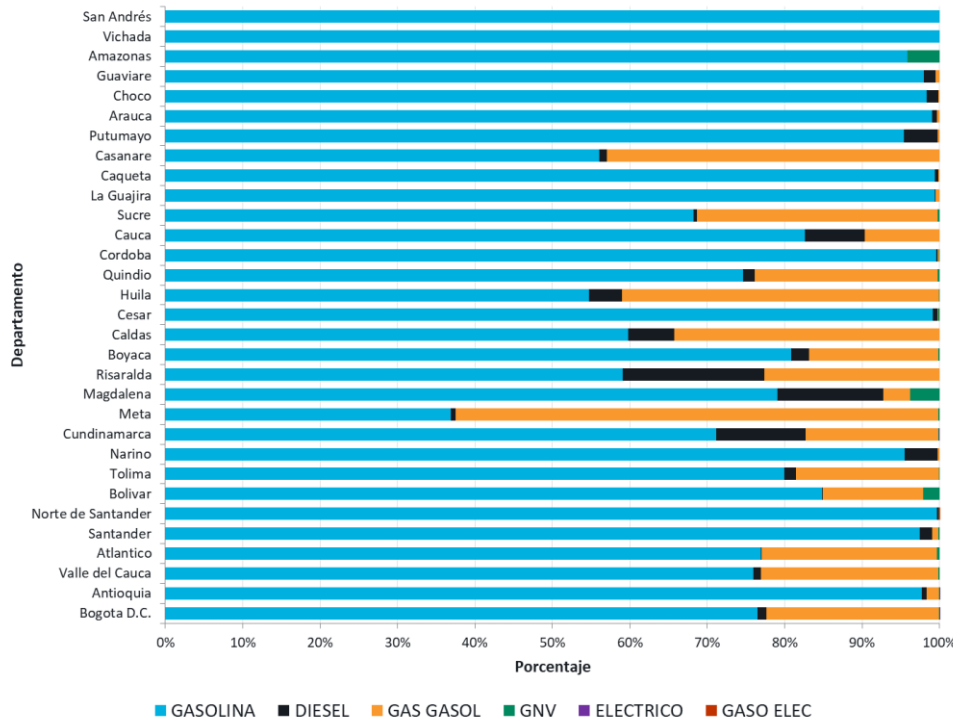
Fuente: Steer (2021) a partir de información del RUNT con corte a julio del presente año (2021)

Figura 2.3: Caracterización flota de taxis Colombia – Distribución clase por departamento



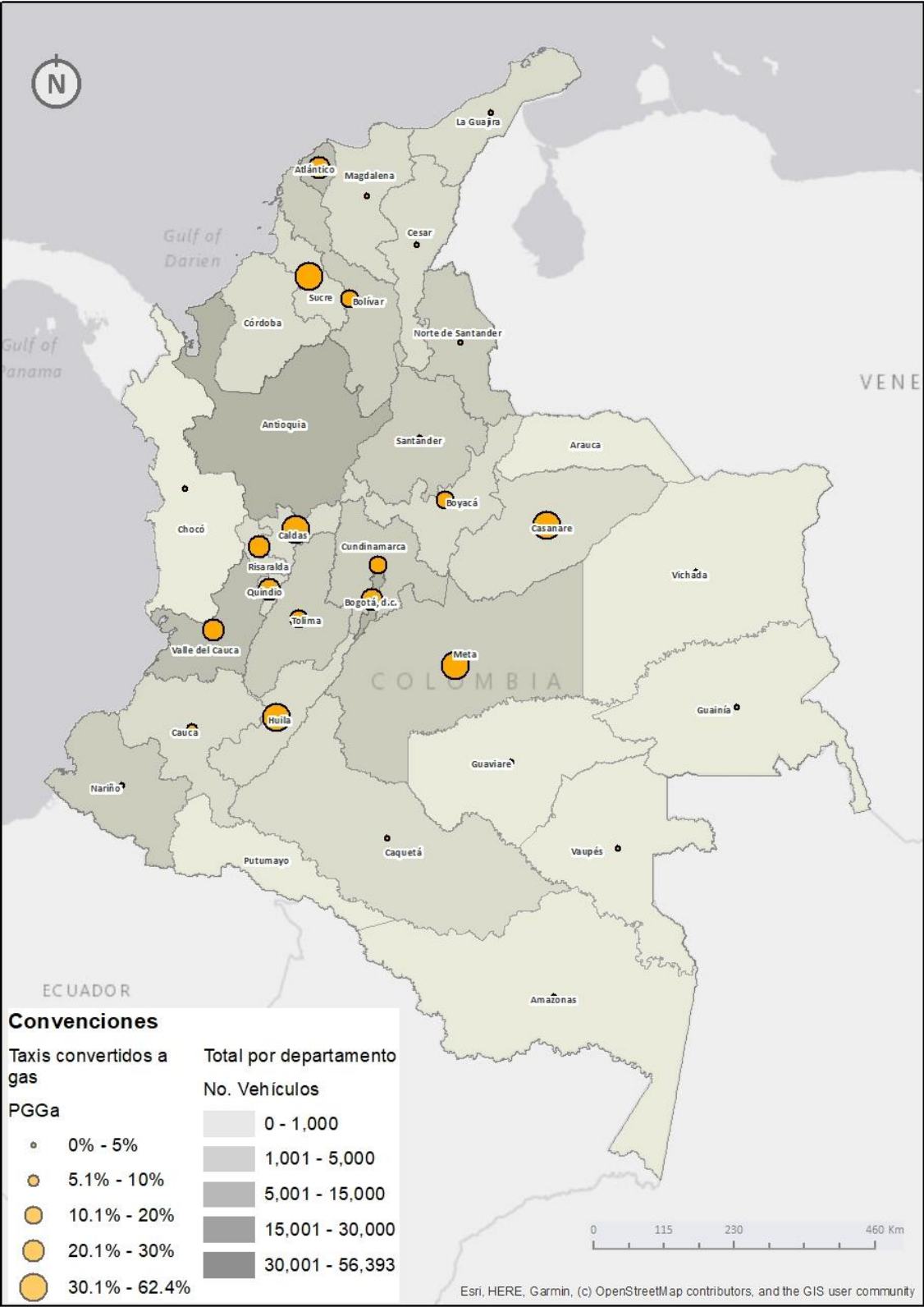
Fuente: Steer (2021) a partir de información del RUNT con corte a julio del presente año (2021)

Figura 2.4: Caracterización flota de taxis Colombia – Distribución energético por departamento



Fuente: Steer (2021) a partir de información del RUNT con corte a julio del presente año (2021)

Figura 2.5: Distribución a nivel departamental de cantidad de taxis y porcentaje de estos convertidos a gas



Fuente: Steer (2021) a partir de información del RUNT (2021)

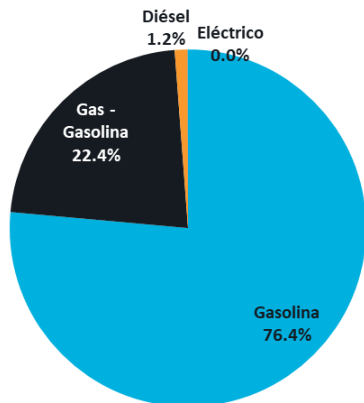
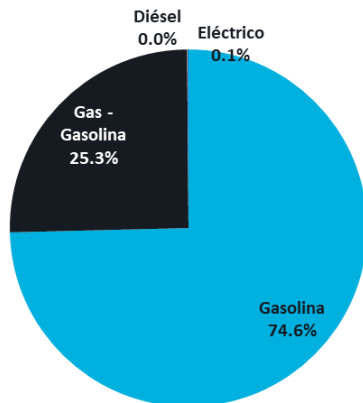
Información de referencia – Entidades Territoriales

- 2.11 En esta sección se presenta la comparación entre la información recibida de los municipios versus la base de información del RUNT. Esta comparación permite identificar las diferencias entre estos dos registros, con el fin de contar con una referencia para extrapolar la situación en las diferentes zonas del país, de las cuales no se recibió información de parte de las Entidades Territoriales.
- 2.12 Como resultado, se encontró que el número de taxis reportados por los municipios y la reportada en la base del RUNT es similar. No obstante, al analizar la distribución por tipo de motor asociado a energético se han encontrado discrepancias en términos de participación de los energéticos como gas natural y eléctricos, siendo estos más representativos en las bases de las Entidades Territoriales.

Comparación información territorial y RUNT

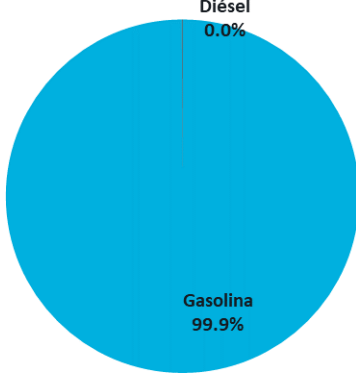
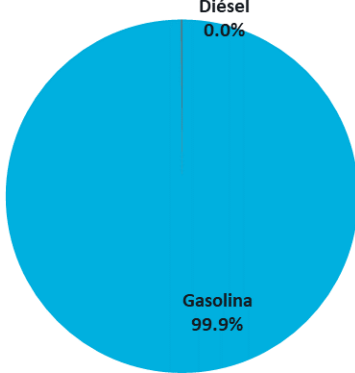
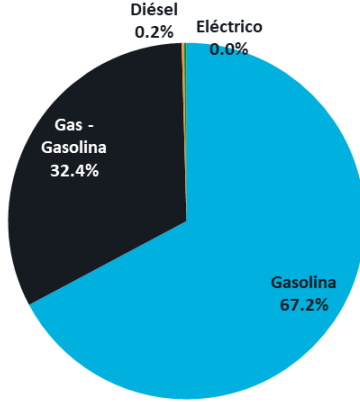
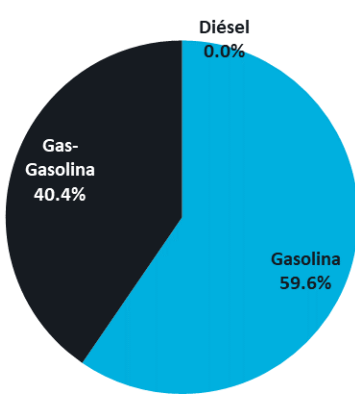
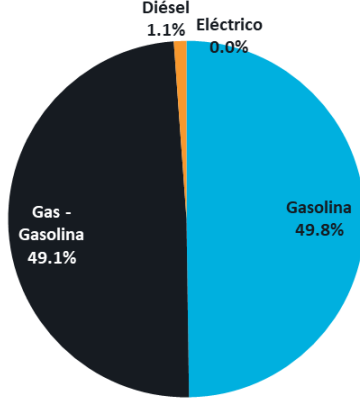
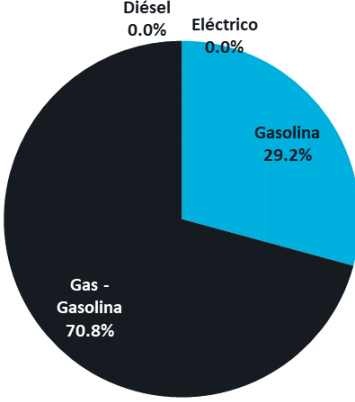
- 2.13 Para el ejercicio de consultoría enmarcado en el presente contrato se solicitó información referente a las características de la flota de taxis a 32 autoridades territoriales de ciudades capitales de cada departamento, 48 de municipios con más de 100,000 habitantes y 42 autoridades de municipios con una población de entre 50,000 y 100,000 habitantes.
- 2.14 A la fecha, agosto 20 de 2021, se ha recibido información de diecinueve (19) municipios de los cuales ocho (8) suministraron información referente al parque automotor desagregado por energético empleado. La siguiente tabla presenta el resumen de la participación por tipo de motor, según energético, de la flota de taxis de los municipios que compartieron sus bases de datos con información suficiente para este análisis comparativo.

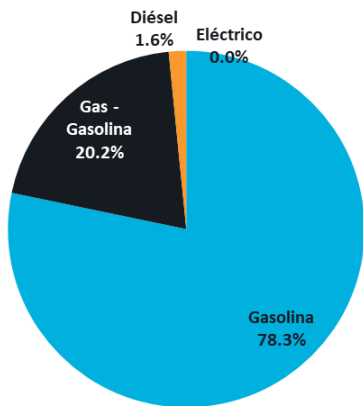
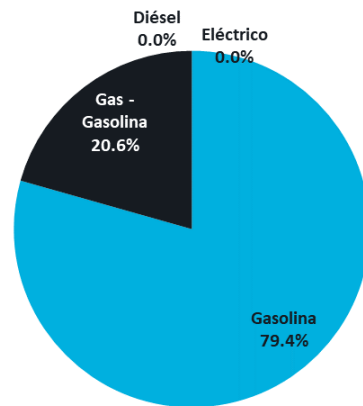
Tabla 2.1: Comparación caracterización de la flota de taxis información RUNT vs Entidad Territorial

Municipio	Información RUNT	Información reportada por la Entidad Territorial																				
Bogotá, D.C.	<p>Total taxis activos: 56,437</p>  <table><thead><tr><th>Energético</th><th>Porcentaje</th></tr></thead><tbody><tr><td>Gasolina</td><td>76.4%</td></tr><tr><td>Gas - Gasolina</td><td>22.4%</td></tr><tr><td>Diésel</td><td>1.2%</td></tr><tr><td>Eléctrico</td><td>0.0%</td></tr></tbody></table>	Energético	Porcentaje	Gasolina	76.4%	Gas - Gasolina	22.4%	Diésel	1.2%	Eléctrico	0.0%	<p>Total taxis activos: 48,271</p>  <table><thead><tr><th>Energético</th><th>Porcentaje</th></tr></thead><tbody><tr><td>Gasolina</td><td>74.6%</td></tr><tr><td>Gas - Gasolina</td><td>25.3%</td></tr><tr><td>Diésel</td><td>0.0%</td></tr><tr><td>Eléctrico</td><td>0.1%</td></tr></tbody></table>	Energético	Porcentaje	Gasolina	74.6%	Gas - Gasolina	25.3%	Diésel	0.0%	Eléctrico	0.1%
Energético	Porcentaje																					
Gasolina	76.4%																					
Gas - Gasolina	22.4%																					
Diésel	1.2%																					
Eléctrico	0.0%																					
Energético	Porcentaje																					
Gasolina	74.6%																					
Gas - Gasolina	25.3%																					
Diésel	0.0%																					
Eléctrico	0.1%																					

Municipio	Información RUNT	Información reportada por la Entidad Territorial																
Cali	<p>Total taxis activos: 17,234</p> <table><thead><tr><th>Combustible</th><th>Porcentaje</th></tr></thead><tbody><tr><td>Gasolina</td><td>81.7%</td></tr><tr><td>Gas-Gasolina</td><td>18.3%</td></tr><tr><td>Eléctrico</td><td>0.0%</td></tr></tbody></table>	Combustible	Porcentaje	Gasolina	81.7%	Gas-Gasolina	18.3%	Eléctrico	0.0%	<p>Total taxis activos: 13,058</p> <table><thead><tr><th>Combustible</th><th>Porcentaje</th></tr></thead><tbody><tr><td>Gasolina</td><td>80.3%</td></tr><tr><td>Gas-Gasolina</td><td>19.7%</td></tr><tr><td>Eléctrico</td><td>0.0%</td></tr></tbody></table>	Combustible	Porcentaje	Gasolina	80.3%	Gas-Gasolina	19.7%	Eléctrico	0.0%
Combustible	Porcentaje																	
Gasolina	81.7%																	
Gas-Gasolina	18.3%																	
Eléctrico	0.0%																	
Combustible	Porcentaje																	
Gasolina	80.3%																	
Gas-Gasolina	19.7%																	
Eléctrico	0.0%																	
Bucaramanga	<p>Total taxis activos: 2,997</p> <table><thead><tr><th>Combustible</th><th>Porcentaje</th></tr></thead><tbody><tr><td>Gasolina</td><td>97.9%</td></tr><tr><td>Gas - Gasolina</td><td>0.6%</td></tr><tr><td>Diésel</td><td>1.5%</td></tr><tr><td>Eléctrico</td><td>0.0%</td></tr></tbody></table>	Combustible	Porcentaje	Gasolina	97.9%	Gas - Gasolina	0.6%	Diésel	1.5%	Eléctrico	0.0%	<p>Total taxis activos: 6,823</p> <table><thead><tr><th>Combustible</th><th>Porcentaje</th></tr></thead><tbody><tr><td>Gasolina</td><td>100.0%</td></tr><tr><td>Gas - Gasolina</td><td>0.0%</td></tr></tbody></table>	Combustible	Porcentaje	Gasolina	100.0%	Gas - Gasolina	0.0%
Combustible	Porcentaje																	
Gasolina	97.9%																	
Gas - Gasolina	0.6%																	
Diésel	1.5%																	
Eléctrico	0.0%																	
Combustible	Porcentaje																	
Gasolina	100.0%																	
Gas - Gasolina	0.0%																	
Floridablanca	<p>Total taxis activos: 4,623</p> <table><thead><tr><th>Combustible</th><th>Porcentaje</th></tr></thead><tbody><tr><td>Gasolina</td><td>98.3%</td></tr><tr><td>Gas - Gasolina</td><td>0.2%</td></tr><tr><td>Diésel</td><td>1.5%</td></tr></tbody></table>	Combustible	Porcentaje	Gasolina	98.3%	Gas - Gasolina	0.2%	Diésel	1.5%	<p>Total taxis activos: 214</p> <table><thead><tr><th>Combustible</th><th>Porcentaje</th></tr></thead><tbody><tr><td>Gasolina</td><td>100.0%</td></tr></tbody></table>	Combustible	Porcentaje	Gasolina	100.0%				
Combustible	Porcentaje																	
Gasolina	98.3%																	
Gas - Gasolina	0.2%																	
Diésel	1.5%																	
Combustible	Porcentaje																	
Gasolina	100.0%																	

Municipio	Información RUNT	Información reportada por la Entidad Territorial																				
Villavicencio	<p>Total taxis activos: 4,235</p> <table><thead><tr><th>Combustible</th><th>Porcentaje</th></tr></thead><tbody><tr><td>Gasolina</td><td>57.4%</td></tr><tr><td>Gas - Gasolina</td><td>38.5%</td></tr><tr><td>Diésel</td><td>4.0%</td></tr><tr><td>Eléctrico</td><td>0.0%</td></tr></tbody></table>	Combustible	Porcentaje	Gasolina	57.4%	Gas - Gasolina	38.5%	Diésel	4.0%	Eléctrico	0.0%	<p>Total taxis activos: 4,203</p> <table><thead><tr><th>Combustible</th><th>Porcentaje</th></tr></thead><tbody><tr><td>Gasolina</td><td>28.6%</td></tr><tr><td>Gas - Gasolina</td><td>71.3%</td></tr><tr><td>Diésel</td><td>0.0%</td></tr><tr><td>Eléctrico</td><td>0.0%</td></tr></tbody></table>	Combustible	Porcentaje	Gasolina	28.6%	Gas - Gasolina	71.3%	Diésel	0.0%	Eléctrico	0.0%
Combustible	Porcentaje																					
Gasolina	57.4%																					
Gas - Gasolina	38.5%																					
Diésel	4.0%																					
Eléctrico	0.0%																					
Combustible	Porcentaje																					
Gasolina	28.6%																					
Gas - Gasolina	71.3%																					
Diésel	0.0%																					
Eléctrico	0.0%																					
Manizales	<p>Total taxis activos: 2,742</p> <table><thead><tr><th>Combustible</th><th>Porcentaje</th></tr></thead><tbody><tr><td>Gasolina</td><td>57.5%</td></tr><tr><td>Gas - Gasolina</td><td>38.4%</td></tr><tr><td>Diésel</td><td>4.1%</td></tr><tr><td>Eléctrico</td><td>0.0%</td></tr></tbody></table>	Combustible	Porcentaje	Gasolina	57.5%	Gas - Gasolina	38.4%	Diésel	4.1%	Eléctrico	0.0%	<p>Total taxis activos: 2,182</p> <table><thead><tr><th>Combustible</th><th>Porcentaje</th></tr></thead><tbody><tr><td>Gasolina</td><td>52.8%</td></tr><tr><td>Gas - Gasolina</td><td>47.1%</td></tr><tr><td>Diésel</td><td>0.0%</td></tr><tr><td>Eléctrico</td><td>0.0%</td></tr></tbody></table>	Combustible	Porcentaje	Gasolina	52.8%	Gas - Gasolina	47.1%	Diésel	0.0%	Eléctrico	0.0%
Combustible	Porcentaje																					
Gasolina	57.5%																					
Gas - Gasolina	38.4%																					
Diésel	4.1%																					
Eléctrico	0.0%																					
Combustible	Porcentaje																					
Gasolina	52.8%																					
Gas - Gasolina	47.1%																					
Diésel	0.0%																					
Eléctrico	0.0%																					
Armenia	<p>Total taxis activos: 1,879</p> <table><thead><tr><th>Combustible</th><th>Porcentaje</th></tr></thead><tbody><tr><td>Gasolina</td><td>74.8%</td></tr><tr><td>Gas - Gasolina</td><td>24.8%</td></tr><tr><td>Diésel</td><td>0.3%</td></tr><tr><td>Eléctrico</td><td>0.0%</td></tr></tbody></table>	Combustible	Porcentaje	Gasolina	74.8%	Gas - Gasolina	24.8%	Diésel	0.3%	Eléctrico	0.0%	<p>Total taxis activos: 1,650</p> <table><thead><tr><th>Combustible</th><th>Porcentaje</th></tr></thead><tbody><tr><td>Gasolina</td><td>72.7%</td></tr><tr><td>Gas - Gasolina</td><td>27.3%</td></tr><tr><td>Diésel</td><td>0.1%</td></tr><tr><td>Eléctrico</td><td>0.0%</td></tr></tbody></table>	Combustible	Porcentaje	Gasolina	72.7%	Gas - Gasolina	27.3%	Diésel	0.1%	Eléctrico	0.0%
Combustible	Porcentaje																					
Gasolina	74.8%																					
Gas - Gasolina	24.8%																					
Diésel	0.3%																					
Eléctrico	0.0%																					
Combustible	Porcentaje																					
Gasolina	72.7%																					
Gas - Gasolina	27.3%																					
Diésel	0.1%																					
Eléctrico	0.0%																					

Municipio	Información RUNT	Información reportada por la Entidad Territorial																				
Montería	<p>Total taxis activos: 1,566</p>  <table><thead><tr><th>Combustible</th><th>Porcentaje</th></tr></thead><tbody><tr><td>Gasolina</td><td>99.9%</td></tr><tr><td>Diésel</td><td>0.0%</td></tr></tbody></table>	Combustible	Porcentaje	Gasolina	99.9%	Diésel	0.0%	<p>Total taxis activos: 1,156</p>  <table><thead><tr><th>Combustible</th><th>Porcentaje</th></tr></thead><tbody><tr><td>Gasolina</td><td>99.9%</td></tr><tr><td>Diésel</td><td>0.0%</td></tr></tbody></table>	Combustible	Porcentaje	Gasolina	99.9%	Diésel	0.0%								
Combustible	Porcentaje																					
Gasolina	99.9%																					
Diésel	0.0%																					
Combustible	Porcentaje																					
Gasolina	99.9%																					
Diésel	0.0%																					
Sincelejo	<p>Total taxis activos: 1,403</p>  <table><thead><tr><th>Combustible</th><th>Porcentaje</th></tr></thead><tbody><tr><td>Gasolina</td><td>67.2%</td></tr><tr><td>Gas - Gasolina</td><td>32.4%</td></tr><tr><td>Diésel</td><td>0.2%</td></tr><tr><td>Eléctrico</td><td>0.0%</td></tr></tbody></table>	Combustible	Porcentaje	Gasolina	67.2%	Gas - Gasolina	32.4%	Diésel	0.2%	Eléctrico	0.0%	<p>Total taxis activos: 663</p>  <table><thead><tr><th>Combustible</th><th>Porcentaje</th></tr></thead><tbody><tr><td>Gasolina</td><td>59.6%</td></tr><tr><td>Gas - Gasolina</td><td>40.4%</td></tr><tr><td>Diésel</td><td>0.0%</td></tr></tbody></table>	Combustible	Porcentaje	Gasolina	59.6%	Gas - Gasolina	40.4%	Diésel	0.0%		
Combustible	Porcentaje																					
Gasolina	67.2%																					
Gas - Gasolina	32.4%																					
Diésel	0.2%																					
Eléctrico	0.0%																					
Combustible	Porcentaje																					
Gasolina	59.6%																					
Gas - Gasolina	40.4%																					
Diésel	0.0%																					
Yopal	<p>Total taxis activos: 878</p>  <table><thead><tr><th>Combustible</th><th>Porcentaje</th></tr></thead><tbody><tr><td>Gasolina</td><td>49.8%</td></tr><tr><td>Gas - Gasolina</td><td>49.1%</td></tr><tr><td>Diésel</td><td>1.1%</td></tr><tr><td>Eléctrico</td><td>0.0%</td></tr></tbody></table>	Combustible	Porcentaje	Gasolina	49.8%	Gas - Gasolina	49.1%	Diésel	1.1%	Eléctrico	0.0%	<p>Total taxis activos: 592</p>  <table><thead><tr><th>Combustible</th><th>Porcentaje</th></tr></thead><tbody><tr><td>Gasolina</td><td>29.2%</td></tr><tr><td>Gas - Gasolina</td><td>70.8%</td></tr><tr><td>Diésel</td><td>0.0%</td></tr><tr><td>Eléctrico</td><td>0.0%</td></tr></tbody></table>	Combustible	Porcentaje	Gasolina	29.2%	Gas - Gasolina	70.8%	Diésel	0.0%	Eléctrico	0.0%
Combustible	Porcentaje																					
Gasolina	49.8%																					
Gas - Gasolina	49.1%																					
Diésel	1.1%																					
Eléctrico	0.0%																					
Combustible	Porcentaje																					
Gasolina	29.2%																					
Gas - Gasolina	70.8%																					
Diésel	0.0%																					
Eléctrico	0.0%																					

Municipio	Información RUNT	Información reportada por la Entidad Territorial																				
Zipaquirá	<p>Total taxis activos: 253</p>  <table><thead><tr><th>Energía</th><th>Porcentaje</th></tr></thead><tbody><tr><td>Gasolina</td><td>78.3%</td></tr><tr><td>Gas - Gasolina</td><td>20.2%</td></tr><tr><td>Diésel</td><td>1.6%</td></tr><tr><td>Eléctrico</td><td>0.0%</td></tr></tbody></table>	Energía	Porcentaje	Gasolina	78.3%	Gas - Gasolina	20.2%	Diésel	1.6%	Eléctrico	0.0%	<p>Total taxis activos: 228</p>  <table><thead><tr><th>Energía</th><th>Porcentaje</th></tr></thead><tbody><tr><td>Gasolina</td><td>79.4%</td></tr><tr><td>Gas - Gasolina</td><td>20.6%</td></tr><tr><td>Diésel</td><td>0.0%</td></tr><tr><td>Eléctrico</td><td>0.0%</td></tr></tbody></table>	Energía	Porcentaje	Gasolina	79.4%	Gas - Gasolina	20.6%	Diésel	0.0%	Eléctrico	0.0%
Energía	Porcentaje																					
Gasolina	78.3%																					
Gas - Gasolina	20.2%																					
Diésel	1.6%																					
Eléctrico	0.0%																					
Energía	Porcentaje																					
Gasolina	79.4%																					
Gas - Gasolina	20.6%																					
Diésel	0.0%																					
Eléctrico	0.0%																					

Fuente: Steer (2021) a partir de información del RUNT (2021) e información suministrada por entidades territoriales (2021)

Hallazgos

- 2.15 Como puede observarse en la tabla anterior, el tamaño de la flota vehicular de taxis en los municipios es similar al registro disponible en el RUNT, sin embargo, se puede observar que en su mayoría el número de vehículos reportados por los municipios es menor respecto a la reportada por el RUNT. Esto supone que la flota de taxis que realmente circula por el país puede ser menor, o que algunos vehículos tipo taxi en la base del RUNT pueden estar operando en otros municipios o funcionar como vehículos particulares.
- 2.16 Se destaca el caso de Bucaramanga donde se registran menos taxis en el RUNT versus el reporte del municipio, caso contrario para el municipio de Floridablanca donde el RUNT registra muchos más vehículos que lo reportado por la entidad territorial. No obstante, teniendo en cuenta la particularidad del Área Metropolitana Centro Occidente, al agregar la información de las dos ciudades, se encuentra diferencia de 7,620 taxis reportados en el RUNT y 7,037 taxis reportados por las entidades territoriales, presentando una diferencia similar a los otros municipios.
- 2.17 Por otro lado, en cuanto al tipo de motor por energético, se observan varias diferencias. Se destaca la relevancia que tienen los vehículos a gasolina como principal energético usado, seguido de los vehículos convertidos a gas natural, así como una baja participación de otros energéticos.
- 2.18 De la comparación entre las bases se identificó una tendencia a reportar más vehículos a diésel en el RUNT que las reportadas por los municipios. Caso contrario sucede en el caso de vehículos convertidos a gas natural, principalmente en ciudades como Villavicencio y Yopal, y vehículos eléctricos registrados en Bogotá y Medellín¹. Estas diferencias indican que, asumiendo que las

¹ De la reunión llevada a cabo con EPM y la Alcaldía Municipal de Medellín se identificó la entrada de siete (7) vehículos eléctricos que no están representados en la base del RUNT.

bases de los municipios puedan ser más precisas al tener la información de primera mano, la base del RUNT presenta un subregistro en vehículos con motores de energéticos de cero y bajas emisiones.

Información adicional

Características de los vehículos

- 2.19 En esta sección se incluye el detalle de caracterización de los vehículos más representativos dentro de la flota de taxis del país, por tipo de motor- energético y clase. Se indican características tales como rendimientos, marca, línea y otros parámetros que permitan establecer una línea base de características que son susceptibles a un reemplazo por vehículos de otras tecnologías.
- 2.20 Según lo evidenciado en las secciones anteriores, tanto en la información del RUNT como en la información de las entidades territoriales, los vehículos a gasolina son predominantes en la flota de taxis del país, seguidos por los vehículos convertidos a gas natural que en algunos municipios pueden superar a los de gasolina. Vehículos que usan otros energéticos se encuentran más relegados dentro de la participación de la flota, siendo entre estos los vehículos a diésel y eléctricos los siguientes más representativos.
- 2.21 Con el fin de identificar los vehículos “moda” dentro de la flota de taxis se revisó la información del RUNT como primera instancia. No obstante, después de revisar la información consignada en esta base en contraposición con lo reportado por los fabricantes y lo disponible en el mercado, se encontraron algunas incongruencias, como la presencia de camiones pequeños y automóviles clasificados como camionetas, o la ausencia de automóviles eléctricos los cuales existen según lo informado en reuniones con entidades de Bogotá y Medellín. Por otro lado, se encontró que los vehículos gas-gasolina son de la misma línea que vehículos a gasolina lo cual se explica porque estos son producto de la conversión de los segundos.
- 2.22 Con base en la revisión y validación anterior, se construyó la siguiente tabla que presenta las líneas de los vehículos, cada configuración clase-energético y el rendimiento del combustible de fábrica a partir de información pública disponible:

Tabla 2.2: Taxis tipo por clase y energético - Actual

Clase	Energético	Línea de vehículo	Cilindraje	Rendimiento de fábrica	Factor de emisión – TTW CO ₂ eq
Automóvil	Gasolina	Hyundai Atos Prime GL	1,100 CC	14.2 km/L	189.01 g/km
Automóvil	Gas-Gasolina	Hyundai Atos Prime GL	1,100 CC	8.6 km/m ³	179.87 g/km
Automóvil	Diésel	Chevrolet Taxi Power	1,700 CC	12.0 km/L	227.56 g/km
Automóvil	Eléctrico	BYD E6	0 CC	3.2 km/kWh	0.00 g/km
Camioneta	Gasolina	Chevrolet Super Carry	1,000 CC	9.4 km/L	238.57 g/km
Camioneta	Gas-Gasolina	Chevrolet Super Carry	1,000 CC	7.4 km/m ³	243.47 g/km
Camioneta	Diésel	Nissan Urvan	2,500 CC	10.8 km/L	300.38 g/km

Clase	Energético	Línea de vehículo	Cilindraje	Rendimiento de fábrica	Factor de emisión – TTW CO _{2eq}
Camioneta	Eléctrico	Renault Kangoo ZE	0 CC	6.0 km/kWh	0.00 g/km

Nota: En esta tabla se presentan los rendimientos de fábrica para las líneas de los vehículos identificados como los más frecuentes. En el capítulo de caracterización operacional se profundizará el análisis de rendimientos durante la operación de los taxis.

Nota 2: Los factores de emisión describen la emisión teórica de la operación de los vehículos, es decir emisión TTW (*Tank-to-Wheel*) puesto que no considera las emisiones de la extracción u obtención del energético. La fuente de los factores de emisión provino del Anexo A del *International Vehicle Emission Model* – IVE (2010)

Fuente: Steer (2021). Con base en información de referencia de Vanti (2021), Renault (2021), la página de Consumo Vehicular del Ministerio de Energía del Gobierno de Chile (2021) y el *International Sustainable System Research Center* (2010)

- 2.23 Adicionalmente, se validó la información del mercado de taxis en los últimos años a partir de la información disponible y pública de la Asociación Nacional de Movilidad Sostenible – Andemos (2021) en la cual se encontró que los vehículos más vendidos para el segmento de taxis entre los años 2019 y 2020 fueron: Hyundai Grand I10, Chevrolet Chevy Taxi, Kia Picando y Renault Logan, para el caso de vehículos a gasolina; también se encontró que hubo una única venta de un taxi a diésel de la línea Chevrolet NHR; y en cuanto a vehículos convertidos y eléctricos, no se encontró una alta participación, pero los Chevrolet Chevy Taxi fueron los más vendidos para el caso de convertidos a gas y BYD E5 para el caso de eléctricos.

Resultados

Distribución espacial del ascenso tecnológico de flota de taxis en el país

- 2.24 A partir de la información del RUNT, se obtuvo la distribución espacial del ascenso tecnológico flota de taxis en el país. La figura que se presenta más adelante consolida la información de la flota de taxis del país a nivel departamental y municipal y es presentada mediante tres simbologías diferentes:
- Tamaño de la flota expresado en el número de vehículos por municipio y representado por medio del tamaño del círculo. Todos los municipios con taxis registrados se encuentran representados.
 - Factor de emisión de CO_{2eq} por vehículo por kilómetro, obtenido a partir de las características de los vehículos y la selección de factores de emisión TTW (*Tank-to-wheel*) disponibles en el Anexo A del *International Vehicle Emission Model* – IVE (International Sustainable Systems Research Center, 2010).
 - Puntaje de ascenso tecnológico, el cual describe la participación de vehículos de bajas y cero emisiones dentro de las flotas de taxis. Se asignó un valor a cada tipo de tecnología o uso de energético siendo de 1 para vehículos convertidos a gas natural y 10 para vehículos eléctricos. En la medida que el puntaje aumenta mayor es la presencia proporcional de vehículos de bajas y cero emisiones.
- 2.25 En la figura se puede observar que departamentos como Guainía y Vaupés no registran ningún vehículo tipo taxi en su jurisdicción. Además, se destaca que aun con la probable subestimación de vehículos de bajas y cero emisiones provenientes de la información del RUNT, los departamentos

del Meta y Casanare, seguidos por Huila, Caldas y Sucre presentan un mayor puntaje de ascenso tecnológico.

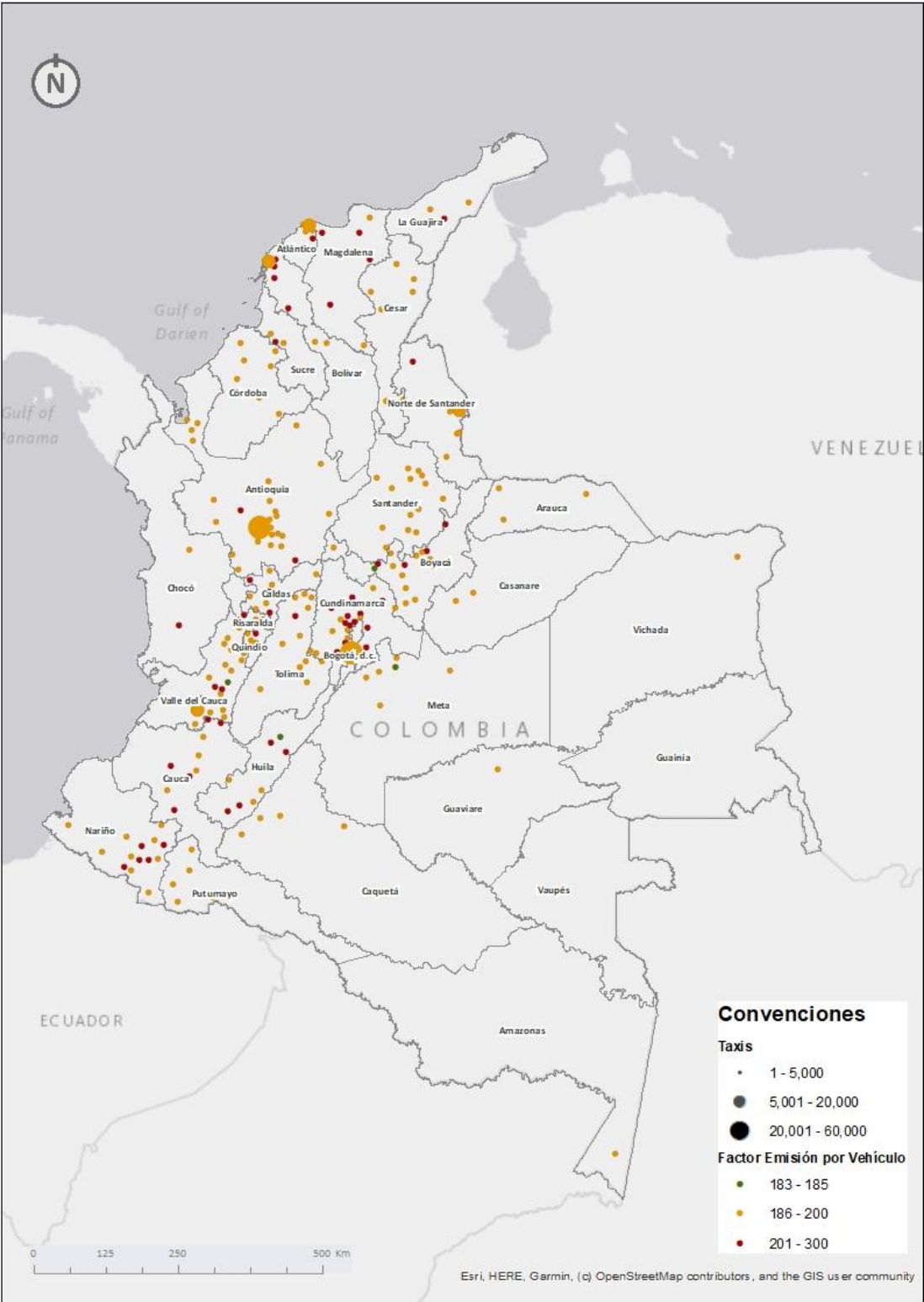
- 2.26 Por otro lado, analizando los factores de emisión por vehículo, los cuales están directamente relacionados con el energético empleado, se encuentra que los municipios más pequeños y normalmente no capitales presentan vehículos de mayor emisión promedio. En ciudades más grandes con flotas más numerosas, debido a la dificultad de aumentar la participación de tecnologías de bajas y cero emisiones, los factores de emisión siguen siendo elevados por vehículo.
- 2.27 Se observa que en las ciudades que presentan mayores indicadores de ascenso tecnológico se registra una mayor participación de vehículos convertidos a gas natural. Por otra parte, se evidencia participación mínima de taxis eléctricos en el país y las ciudades que están empezando a incluir estos vehículos en sus flotas registran una alta participación de vehículos con motor a gasolina. En cuanto a los municipios con menos de 100,000 habitantes, con un bajo número de taxis, se caracterizan por contar con vehículos a combustión interna y una muy baja participación de energías alternativas de bajo o cero emisiones.
- 2.28 La siguiente tabla presenta la relación del tamaño de las ciudades, expresado en número de habitantes según el Censo de 2019 (DANE, 2019), el tamaño de la flota y el factor de emisión de CO₂eq por vehículo. Se destaca que en el país las ciudades de menos de 100,000 habitantes presentan flotas menos numerosas, pero factores de emisión superior al promedio de ciudades más grandes.

Tabla 2.3: Relación número de habitantes, número de taxis y emisión por vehículo por municipio

Habitantes	Número de municipios	Número de taxis registrados promedio	Emisión por vehículo promedio [gCO ₂ eq/km]
< 100,000	172	121.26	201.38
100,000 - 500,000	53	998.28	192.18
> 500,000	14	10,504.93	188.44

Fuente: Steer (2021) a partir de información del RUNT (2021) y DANE (2019)

Figura 2.6: Distribución espacial ascenso tecnológico flota de taxis en el país - Municipios



Nota: Taxis es el número de vehículos por municipio; Factor de emisión por vehículo en gCO₂eq/km.

Fuente: Steer (2021) a partir de información del RUNT (2021)

3 Caracterización operacional

- 3.1 En este capítulo se presenta la caracterización operacional de las flotas de taxis a partir de la información de los Estudios Tarifarios provistos por las Entidades Territoriales.
- 3.2 A la fecha de edición de este informe, agosto 20 de 2021, de los 122 municipios a los cuales se les solicitó información, 19 han enviado una respuesta; de estos 11 brindaron información referente a la operación de la flota de taxis. La información disponible varía de un municipio a otro, contando en algunos casos con estudios de tarifa con aspectos operacionales de actividad y otros casos donde solo se cuenta con información de las tarifas vigentes.
- 3.3 Las siguientes secciones incluyen el marco regulatorio de la prestación de servicio de taxi y la caracterización operacional de las flotas municipales a partir de la información disponible. La información presentada de las ciudades comprende 4 aspectos:
- Mapa de actores
 - Oferta de transporte disponible
 - Demanda del servicio
 - Costos de operación y tarifa a usuario
- 3.4 La ciudad de Bogotá cuenta con el mayor volumen de información disponible, así como la existencia de estudios de investigación académica, además, al concentrar cerca del 25% del total de taxis de la flota nacional, es la ciudad con mayor complejidad operativa, por lo cual fue el punto de partida y el principal referente del análisis llevado a cabo.

Marco regulatorio nacional

- 3.5 El derecho a la libre circulación es un derecho constitucional en Colombia. El Estado colombiano debe garantizar la movilización de personas en el territorio nacional y, por tanto, es este el que se encarga de ejercer el control y vigilancia para una adecuada prestación en condiciones de calidad, oportunidad y seguridad del transporte. Existen tres leyes principales sobre las cuales se enmarca el transporte del país:
- Ley 105 de 1993 (Congreso de Colombia, 1993): Por medio de la cual se reglamenta la planeación en el sector transporte y se dictan otras disposiciones, conocida también como Ley de Transporte.
 - Ley 336 de 1996 (Congreso de Colombia, 1996): Por medio de la cual se adopta el estatuto nacional de transporte. En esta se unifican los criterios para la regulación y reglamentación del transporte público en todos los modos.
 - Ley 769 de 2002 (Poder Público - Rama Legislativa, 2002): Por la cual se expide el Código Nacional de Tránsito Terrestre y se dictan otras disposiciones. Se establecen las disposiciones generales sobre el tránsito e incluye el régimen nacional de tránsito, el cual se trata del

registro de vehículos, matrículas, licencias y revisiones de los vehículos y centros de enseñanza.

- 3.6 El servicio de transporte público puede ser prestado por particulares bajo el principio de libertad de empresa, siempre en todo caso bajo la regulación y control del Estado. Según Rodríguez y Acevedo (2012), aunque no es explícito, en la ley la participación de actores privados en la prestación en el transporte público tiene por objetivo delegar en ellos la operación del servicio de transporte. El privado ve en la actividad un negocio y en esta medida optimiza el proceso para maximizar su beneficio. Y como consecuencia del negocio, son los privados los encargados de realizar las inversiones en el capital privado para la prestación del servicio, lo que se desencadena en la compra de vehículos y contratación de conductores y otros actores y elementos complementarios.
- 3.7 El Ministerio de Transporte de Colombia es la autoridad en materia de transporte y tiene funciones enmarcadas en: la regulación dentro de los principios de libertad económica, definición de políticas generales del transporte, planificación del sector transporte, y la tutela de los organismos adscritos y vinculados con el Ministerio (Congreso de Colombia, 1993). La regulación de la tarifa, de la flota, del estado mecánico de los vehículos, de la competencia dentro del mercado, la seguridad en el transporte público y el cumplimiento de las condiciones básicas de calidad en la prestación del servicio, comodidad y confiabilidad, recaen sobre el Ministerio de Transporte y las demás autoridades a nivel departamental y municipal. Por su parte, la Superintendencia Transporte es la encargada de inspeccionar, vigilar y controlar el servicio del transporte (Congreso de Colombia, 1993).
- 3.8 La habilitación de una empresa privada para prestar el servicio se da después de que esta cumple una serie de requisitos y es otorgada por la autoridad de tránsito y transporte. El cumplimiento del estado de los vehículos, así como el cumplimiento de las condiciones de prevención y seguridad en el tráfico están establecidas en el Código Nacional de Tránsito (Poder Público - Rama Legislativa, 2002), es importante destacar en este ámbito para fines del estudio que en esta Ley se exalta la obligatoriedad de la certificación técnico-mecánica cada año de los vehículos de servicio público, la revisión debe realizarse en centros de diagnóstico automotor certificados.
- 3.9 La vigencia de las licencias de conducción para conductores de vehículos de servicio público es de tres (3) años, incluyendo el certificado de aptitud física y mental y el registro de información de infracciones de tránsito en el periodo vencido. Los centros de enseñanza son los que brindan la capacitación requerida para que las personas puedan conducir los vehículos automotores.
- 3.10 En lo referente al servicio de transporte público individual en vehículo taxi, el Decreto Nacional 172 de 2001 (Ministerio de Transporte de Colombia, 2001) reglamenta su operación y dicta otras disposiciones. El servicio individual debe prestarse en automóviles y se descartan otros vehículos como motos, camperos u otros tipos.
- 3.11 Por otro lado, la habilitación de las empresas es indefinida y gratuita mientras cumplan las condiciones exigidas por las autoridades, normalmente se hace relación al mínimo de capital o patrimonio de las empresas. Todos los vehículos que presten este servicio deben estar afiliados a una empresa de transporte público o ser parte de la misma. Para que un vehículo pueda operar además de la afiliación con la empresa debe tener una tarjeta de operación, la cual es un

documento que autoriza a un vehículo tipo taxi para prestar el servicio público y es expedida por la autoridad local, este trámite debe realizarlo la empresa prestadora del servicio.

- 3.12 La normatividad vigente limita el ingreso de nuevos vehículos a la definición de necesidades por parte de la autoridad de transporte, requiriendo la realización de un estudio técnico que justifique el aumento de la flota de taxis, en el entretanto pueden ingresar vehículos únicamente por reposición.
- 3.13 Mediante el Decreto Único Reglamentario 1079 de 2015 expedido por el Ministerio de Transporte de Colombia, “Las autoridades de transporte competentes no podrán autorizar el ingreso de taxis al servicio público de transporte, por incremento, hasta tanto no se determinen las necesidades del equipo mediante el estudio técnico previamente realizado y siguiendo los parámetros señalados en este decreto” (Ministerio de Transporte de Colombia, 2015).
- 3.14 En el contexto de este marco regulatorio, se concluye que el ascenso tecnológico de la flota de taxis en Colombia tiene un mayor potencial a realizarse por reposición de los vehículos y no por la introducción de nueva flota. Sin embargo, dado que la normatividad no define una vida útil específica para los vehículos que prestan el servicio de transporte público individual, las ciudades se enfrentan al reto de incentivar el recambio de una flota vehicular de taxis con edad promedio de 11 años, por una más sustentable sin contar con una ley que lo promueva.

Bogotá

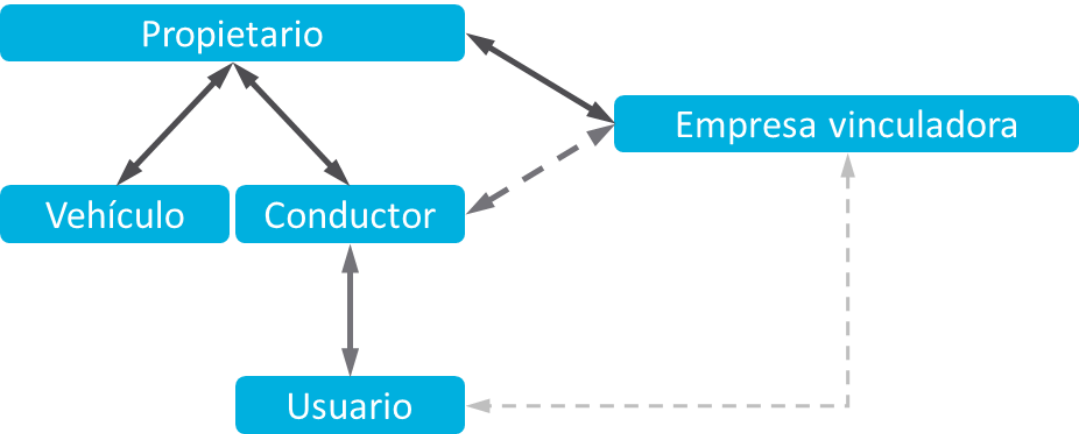
Mapa de actores

- 3.15 La operación de la flota de taxis de una ciudad involucra a una serie de actores que se relacionan entre sí. Los actores principales que se relacionan directamente en la prestación del servicio son el usuario y el conductor del vehículo. No obstante, el conductor no es siempre el propietario de este y, para la operación del taxi, en la mayoría de los casos se requieren equipos de telecomunicación que son determinantes en este proceso, implicando el involucramiento de otros actores.
- 3.16 De acuerdo con lo expresado por (Rodríguez Valencia & Acevedo Bohórquez, 2012), ya que las leyes relacionadas con el transporte han generado un aumento en la cantidad de actores particulares que prestan el servicio público de transporte, existen varios esquemas de organización para la industria de taxis. La principal relación para Bogotá, y posiblemente para el resto del país, es la vinculación de paquetes de vehículos:
- Los propietarios de los vehículos seleccionan y contratan al conductor bajo la modalidad de arriendo. En ocasiones un tercero realiza la contratación por el propietario.
 - El propietario del vehículo decide a qué empresa afiliar el vehículo con el conductor para poder operar y decide cuando retirarlo.
 - El propietario del vehículo gana una fracción del recaudo por medio de la tarifa.
 - El conductor es el responsable del cargo de mantenimiento del vehículo y de la prestación real del servicio (Rodríguez Valencia & Acevedo Bohórquez, 2012)
- 3.17 En este esquema de vinculación de “paquetes” el conductor tiene un vínculo débil con la empresa. El único vínculo consiste en expedir y renovar el tarjetón o tarjeta de control. Las empresas no tienen obligación de contratar laboralmente a los conductores, simplemente son intermediarias

entre el propietario del vehículo y el usuario, y se limitan a verificar que los conductores cumplan los requisitos mínimos para expedir la tarjeta de control. El incentivo de este esquema de vinculación no es prestar un buen servicio (conductor y vehículo) ni optimizar el servicio al cliente y la demanda. El incentivo principal es conseguir el mayor número de afiliados (Rodríguez Valencia & Acevedo Bohórquez, 2012).

- 3.18 Adicionalmente, los usuarios se encuentran en desventaja ante la presentación del servicio como consecuencia de que las empresas no tienen incentivos para sancionar las faltas de los vehículos afiliados y sus conductores; y tampoco tiene medios efectivos para presentar quejas a la autoridad. La autoridad, a su vez, está a cargo de la habilitación de empresas de transporte, para lo cual expide derecho a prestar el servicio de forma indefinida y sin costo. Sin embargo, como se mencionó, este derecho se usa para tercerizar la prestación del servicio a personas que pagan a la empresa por realizar el trámite de forma no regulada (Rodríguez Valencia & Acevedo Bohórquez, 2012).
- 3.19 En la ciudad de Bogotá, y posiblemente en varias ciudades del país, la estructura de la industria puede describirse de la siguiente manera:

Figura 3.1: Esquema de operación de taxis en Bogotá



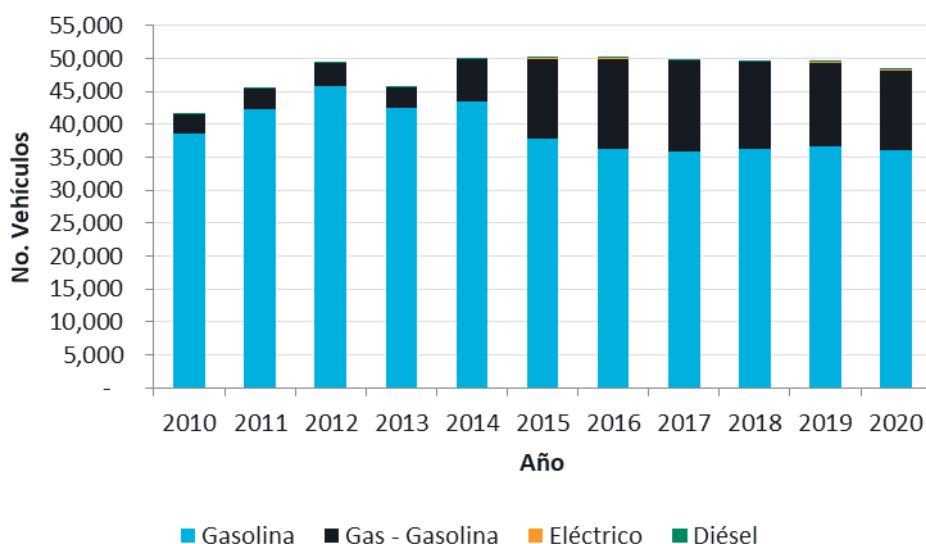
Fuente: Steer (2021). A partir de Rodríguez & Acevedo (¡Taxi! El modo olvidado de la movilidad en Bogotá, 2012)

Oferta de transporte disponible

- 3.20 Como se presentó en el capítulo anterior y complementado con la información disponible, en Bogotá, según la Secretaría Distrital de Movilidad en la Caracterización del servicio público de transporte terrestre automotor individual en Bogotá (2020), se encuentran registrados 50,867 taxis de los cuales cuentan con tarjeta de operación vigente cerca de 48,270 vehículos en 53 empresas reguladas. Es decir, el 94.7% de los taxis registrados en la ciudad cuentan con Tarjeta de Operación Vigente, adicionalmente, el 99.9% cuentan con SOAT vigente y la totalidad cuenta con la RTM vigente (Secretaría Distrital de Movilidad, 2020).
- 3.21 Teniendo en cuenta la información histórica de la flota de taxis de la ciudad se encuentra que el tamaño de esta se mantenido próximo a las 50,000 unidades en los últimos 10 años, tal como se puede apreciar en la siguiente figura (Secretaría Distrital de Movilidad, 2020).

- 3.22 Complementando al Marco Regulatorio Nacional, el tamaño de la flota de la ciudad está determinada por el Decreto 613 de 1993 en la cual se suspende el ingreso de nuevos vehículos al sistema por incremento de la flota y lo restringe solo a reposición (Alcaldía Mayor de Bogotá, D.C., 1993). Esta medida fue ratificada y prorrogada mediante los decretos 944 de 1999, 1029 del 2000 y 519 del 2003, este último prorroga indefinidamente la restricción (Alcaldía Mayor de Bogotá, D.C., 2003). Posteriormente, como se presentó en el Marco Regulatorio, esta decisión fue extrapolada a nivel Nacional mediante el Decreto Único Reglamentario 1079 de 2015 a nivel Nacional (Ministerio de Transporte de Colombia, 2015).
- 3.23 Adicionalmente, el Decreto 260 del 2006 permite el cambio de vehículo tipo taxi a particular, previamente prohibido, perdiendo el derecho a reponer el vehículo para ser usado como taxi (Alcaldía Mayor de Bogotá, D.C., 2006). Se aclara que no es permitido que un vehículo particular se habilite como taxi.

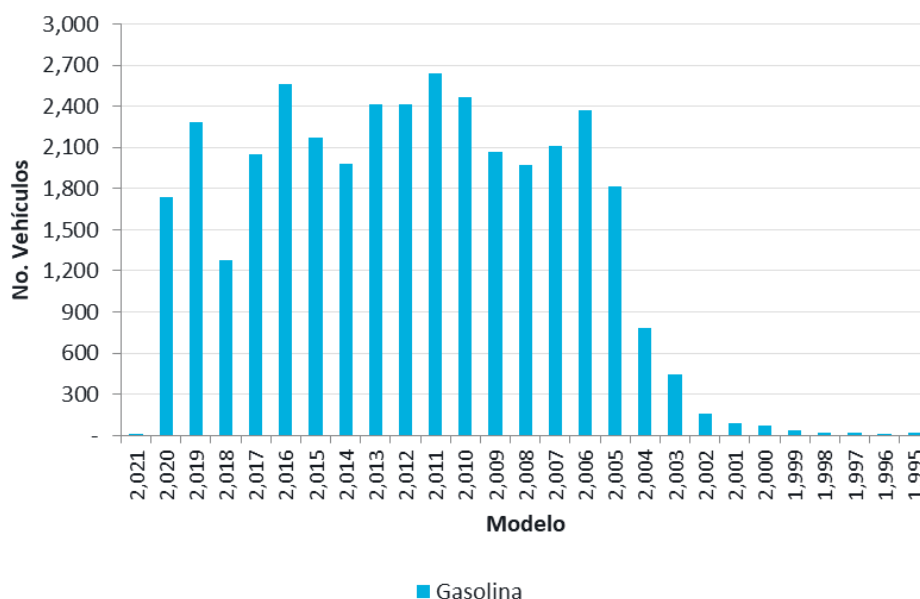
Figura 3.2: Histórico número taxis registrados en Bogotá



Fuente: Steer (2021) a partir de información del SIM de la Secretaría Distrital de Movilidad (2020)

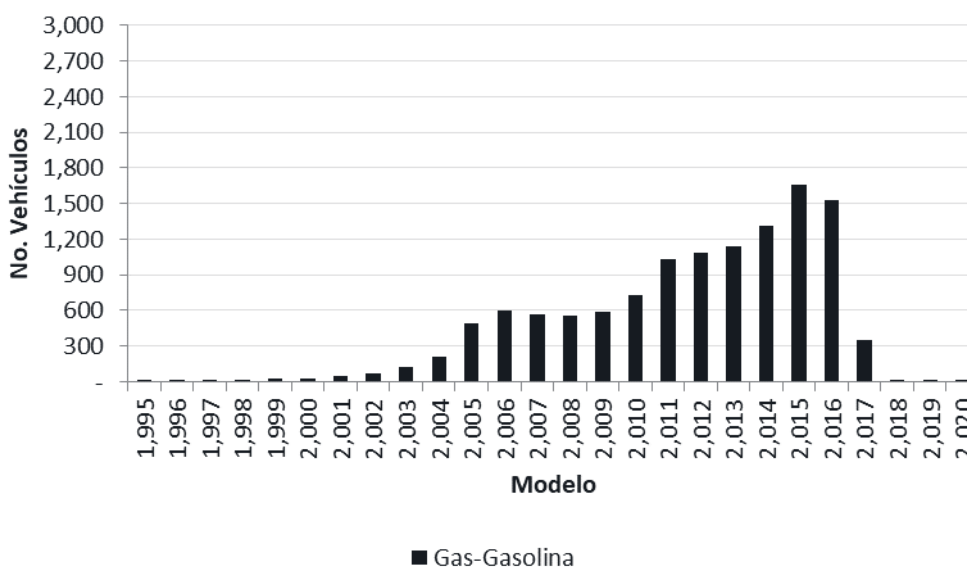
- 3.24 Se destaca el año 2013 como un punto de inflexión donde los vehículos a gas-gasolina empiezan a ganar más protagonismo, aunque al evaluar por el modelo de los vehículos se encuentra que estos vehículos han podido operar en la ciudad desde el año 2000, ver Figura 3.4. De igual manera, en este año se presenta la entrada en operación de los 40 taxis eléctricos que siguen operando en la ciudad. La edad promedio de los vehículos, tomando como variable el modelo del vehículo (año), es de 9.18 años aunque se encuentran registros de vehículos con más de 25 años.

Figura 3.3: Modelo taxis a gasolina - Bogotá



Fuente: Steer (2021) a partir de información del SIM de la Secretaría Distrital de Movilidad (2020)

Figura 3.4: Modelo taxis a gas-gasolina - Bogotá



Fuente: Steer (2021) a partir de información del SIM de la Secretaría Distrital de Movilidad (2020)

- 3.25 Como se evidenció en el capítulo 2, el 74% de los taxis que circulan en la ciudad usan gasolina como principal energético, seguido con un 25% de vehículos convertidos a gas natural.
- 3.26 Según el análisis de la base SIM de Bogotá presentado en el Estudio de Tarifas (Secretaría Distrital de Movilidad, 2020), el 73% de los vehículos tienen carrocería tipo hatchback, mientras que por

marca se registra que la mayoría (64.3%) son de marca Hyundai. De acuerdo con el Informe actualizado a mayo de 2021 de Andemos (2021) las marcas más vendidas de taxis en el 2021 han sido: Kia, Hyundai, Chevrolet, Faw y Renault. No obstante, el vehículo más representativo de este segmento vehicular es el Hyundai Atos Prime GL con una participación del 57% del total de taxis Hyundai que circulan por la ciudad y del total de taxis representan el 37%. El rendimiento del combustible de este vehículo es de 13.4 km/L (Secretaría Distrital de Movilidad, 2020).

Demanda del servicio

- 3.27 La demanda del servicio, según Rodríguez y Acevedo, nace del deseo o necesidad de los ciudadanos de llevar a cabo actividades en distintos lugares. La distribución horaria de los viajes es similar a otros viajes en transporte privado, con la diferencia que en el mediodía no se reducen tanto comparativamente. Los principales picos de viajes se presentan en los horarios de entrada y salida de trabajo o estudio (Secretaría Distrital de Movilidad, 2019).
- 3.28 En Bogotá, de acuerdo con Rodríguez y Acevedo (2012), la demanda del servicio de taxis presenta una variación diaria dependiendo el día de la semana, así como variación en las horas del día. Dentro de la jerga del gremio de taxistas se considera un día bueno como un día que permite obtener un buen ingreso debido al aumento de la demanda y un día malo como el caso contrario. La siguiente tabla describe la clasificación por día de la semana y horario para la ciudad de Bogotá según estos autores:

Tabla 3.1: Distribución tipos de día y horarios para la prestación del servicio de taxis - Bogotá

Turno\Día	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
Día	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno	Malo	Malo
Noche	Malo	Malo	Malo	Bueno	Muy bueno	Muy bueno	Malo

Nota: Día hace referencia al periodo comprendido entre las 06:00 a.m. y las 06:00 p.m. y noche al periodo complementario.

Fuente: Steer (2021) a partir de (Rodríguez Valencia & Acevedo Bohórquez, 2012)

Costos de operación y tarifa a usuario

- 3.29 De acuerdo con el estudio de tarifa del servicio de taxi de la Secretaría Distrital de Movilidad (Secretaría Distrital de Movilidad, 2020) los factores de actividad de la flota de taxis se pueden resumir de la siguiente manera:

Tabla 3.2: Parámetros operacionales flota de taxis - Bogotá

Parámetro operacional	Valor promedio
Kilómetros recorridos diarios por vehículo	247.3 km
Kilómetros recorridos diarios por vehículo sin pasajero	65.6 km
Número de carreras diarias por vehículo	23.6
Distancia promedio de la carrera	7.7 km
Número de días trabajados al mes	26
Kilómetros mensuales recorridos	6,429.8 km

Fuente: Steer (2021) a partir de información del estudio de Tarifas de Bogotá (Secretaría Distrital de Movilidad, 2020)

- 3.30 Relacionado con estos parámetros se tiene que los costos principales asociados a la operación de los taxis tenidos en cuenta para el cálculo de la tarifa a usuario son:

Tabla 3.3: Estructura de costos de taxis

Costos variables	Costos fijos	Costos de capital
<ul style="list-style-type: none"> • Combustible (17.2%) • Lubricantes (2.9%) • Llantas (2.1%) • Mantenimiento (12.2%) • Salarios (26.5%) y prestaciones (19.5%) • Servicios de estación (6.3%) 	<ul style="list-style-type: none"> • Garaje (4.4%) • Gastos de administración y telecomunicaciones (3.1%) • Impuestos (0.7%) • Seguros (3.5%) 	<ul style="list-style-type: none"> • Recuperación de capital (0.9%) • Rentabilidad (0.6%)

Fuente: Steer (2021) a partir de información del estudio de Tarifas de Bogotá (Secretaría Distrital de Movilidad, 2020)

- 3.31 En el estudio citado, para el cálculo del costo por kilómetro de combustible se determinó la eficiencia energética de la flota y el precio por unidad. Para los vehículos a gasolina, que conforman la mayoría de la flota de la ciudad, el rendimiento promedio reportado ronda los 12.2 km/L, para el caso de vehículos a gas natural se reportó un rendimiento de 15 km/m³.
- 3.32 Con estos parámetros de actividad y rendimiento de los vehículos, junto con los costos asociados a la operación de los taxis en el documento citado se obtuvo como resultado del cálculo la tarifa a usuario lo siguiente:

Tabla 3.4: Valores de tarifa a usuario aplicable desde el 2021 - Bogotá

Ítem	Unidades	Valor
Valor unidad cada 100 metros	1	\$85.00
Banderazo o arranque	28	\$2,400.00
Valor por cada 24 segundos de espera	1	\$85.00
Recargo hacia y desde el Aeropuerto o Puente Aéreo	50	\$4,200.00
Recargo nocturno (20:00 – 05:00), dominical y/o festivo	24	\$2,000.00
Carrera mínima	50	\$4,200.00
Recargo por servicio Puerta a Puerta	9	\$800.00
Recargo del Terminal de Transporte S.A., zona Ciudad Salitre	6	\$500.00

Fuente: Steer (2021) a partir de información del estudio de Tarifas de Bogotá (Secretaría Distrital de Movilidad, 2020)

Medellín²

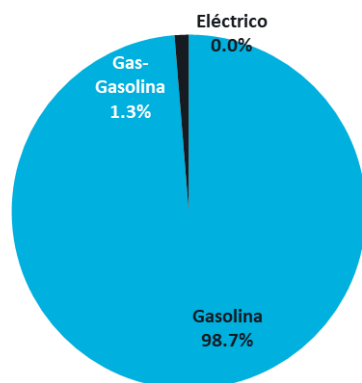
Mapa de actores

- 3.33 A partir de la información disponible no se puede establecer un mapa de actores clave para la ciudad de Medellín. Aun así, a partir de la entrevista y reunión que se tuvo con la alcaldía local se pudo constatar la relación que tienen las empresas de taxis con esta autoridad de transporte, así como la relación que pueden tener las empresas operadoras en los municipios que hacen parte del Área Metropolitana. Es por este motivo que se supone un comportamiento y relación entre los actores similar al caso de Bogotá con la diferenciación de la entrada al municipio de vehículos registrados en los municipios del Área Metropolitana del valle de Aburrá.

Oferta de transporte disponible

- 3.34 A partir de la información disponible, principalmente la información del RUNT, se tiene constancia de una flota de alrededor de los 20,000 vehículos, que de acuerdo con los hallazgos del capítulo 2, podrían ser menos sin considerar la entrada en circulación de vehículos de otros municipios conurbados.
- 3.35 De estos vehículos el 98.5% son vehículos impulsados a gasolina y en menor medida se presentan vehículos convertidos a gas natural y en mucha menor medida diésel. Se tiene conocimiento del programa de electrificación de la flota, con la entrada en operación de 7 vehículos eléctricos que no se encuentran reportados en el RUNT y los cuales se encuentran operando con matrícula provisional bajo la autorización del Ministerio de Transporte.

Figura 3.5: Partición modal flota de taxis - Medellín



Fuente: Steer (2021) a partir de información del RUNT (Ministerio de Transporte de Colombia, 2021)

² En agosto 20, 2021 fue allegada información complementaria para el estudio de la ciudad de Medellín. Por esto, la caracterización de la operación del servicio de transporte público individual de la ciudad será actualizado en el siguiente Entregable del proyecto.

- 3.36 De acuerdo con la información de Andemos (Andemos, 2021), referente a los vehículos vendidos en los años anteriores se encontró que el modelo Hyundai Grand I10 es el más adquirido en este municipio.

Demanda del servicio

- 3.37 En Medellín, según la Encuesta de Origen – Destino del Área Metropolitana del Valle de Aburrá – AMVA (2017), se realizan diariamente 281,344 viajes en taxi. El tiempo promedio de viaje es de 29 minutos y el principal motivo es el regreso a casa (46%), seguido por trabajo (16%) y salud (9%). Este modo de transporte tiene una mayor afluencia de clientes mujeres (58%) que hombres (42%). En promedio los viajes son de 4.9 km de distancia. El perfil horario indica una demanda constante a lo largo del día entre las 6:00 a.m. y las 6:00 p.m., con picos ligeramente más altos a las 9:00 a.m. y 5:00 p.m.

Costos de operación y tarifa a usuario

- 3.38 La información suministrada por la Entidad Territorial, hasta la fecha, no presenta información de la actividad de los vehículos que operan por el municipio, ni de los rendimientos de estos. No obstante, la tarifa al usuario vigente se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 3.5: Valores de tarifa a usuario aplicable desde el 2021 - Medellín

Ítem	Valor
Valor unidad cada 78 metros	\$110.00
Banderazo o arranque	\$3,600.00
Valor por cada 60 segundos de espera	\$200.00
Carrera mínima	\$5,600.00
Recargo hacia y desde el Aeropuerto José María Córdova	\$80,000.00
Valor hora contratada	\$25,200.00

Fuente: Steer (2021), a partir de Resolución 201950103953 de 2019 (Alcaldía de Medellín, 2021)

Cali

Oferta de transporte disponible

- 3.39 Tal y como se presentó en el capítulo 2, el municipio de Cali cuenta con una flota de cerca de 13,000 vehículos operando, con la tarjeta de operación vigente. En su mayoría los vehículos usan gasolina como principal energético (80.3%), seguido por vehículos convertidos a gas natural (19.7%). En el municipio se tienen registradas 23 empresas habilitadas para operar el servicio de taxis en la ciudad, de las cuales cinco (5) no cuentan con vehículos con la tarjeta de operación vigente. La edad promedio de los vehículos de la flota es de 9 años. El vehículo más vendido en los últimos años para este segmento vial fue el Kia Picanto (Andemos, 2021).

Demanda del servicio

- 3.40 Según el documento de soporte para la adopción de medidas de ordenamiento del tránsito (Secretaría de Movilidad del Municipio de Santiago de Cali, 2015), el 5.5% de los viajes se realizan en taxi, lo cual representa cerca de 240,000 viajes diarios. No se cuenta con información

desagregada sobre el perfil horario de los viajes para taxis, pero la información agregada indica que en la ciudad hay tres picos principales de viajes: el de la mañana entre las 6:30 a.m. y 7:30 a.m., el del mediodía entre las 11:00 a.m. 12:00 p.m. y otro en la tarde más extendido desde las 05:00 p.m. Los tiempos promedio de viaje son de 29 minutos, encontrándose los viajes en taxi un poco por debajo de este valor siendo el valor promedio 26 minutos. De acuerdo con la información histórica de las otras encuestas de movilidad, los viajes en taxi desde el 2005 al 2015 presentaron un aumento del 11.9%

Costos de operación y tarifa a usuario

- 3.41 La información suministrada por la Entidad Territorial, hasta la fecha, no presenta información de la actividad de los vehículos que operan por el municipio, ni de los rendimientos de estos. No obstante, la tarifa a usuario vigente se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 3.6: Valores de tarifa a usuario aplicable desde el 2021 - Cali

Ítem	Unidades	Valor
Valor unidad cada 80 metros	1	\$100.00
Banderazo o arranque	25	\$2,500.00
Carrera mínima	47	\$4,700.00
Valor por cada 50 segundos de espera	1	\$100.00
Recargo por servicio puerta a puerta	5	\$500.00
Recargo nocturno, domingo y festivos	12	\$1,200.00

Fuente: Steer (2021), a partir del Decreto 4112010200176 de 2018 (Alcaldía de Santiago de Cali, 2021)

Villavicencio

Oferta de transporte disponible

- 3.42 De acuerdo con lo presentado en el capítulo 2, el municipio de Villavicencio cuenta con una flota de cerca de 4,200 vehículos operando, con la tarjeta de operación vigente. A diferencia de otras ciudades, la mayoría (71.3%) de los vehículos que circulan por el municipio operan con gas natural y son vehículos convertidos, el porcentaje restante (28.7%) usan gasolina.
- 3.43 A partir de la información suministrada por la Entidad Territorial, en total se presenta registro de 17 empresas habilitadas para presar el servicio de taxis en la ciudad, de las cuales dos (2) no cuentan con vehículos con tarjeta de operación vigente y la empresa con mayor número de vehículos cuenta con más de 1,600 vehículos afiliados y operando.
- 3.44 La edad promedio de los vehículos es de 14 años. El vehículo más vendido entre el 2019 y 2020 para este segmento vehicular fue el Kia Picanto (Andemos, 2021).

Costos de operación y tarifa a usuario

- 3.45 De acuerdo con el estudio de tarifas de taxis del municipio los factores de actividad tenidos en cuenta para el cálculo de la tarifa a usuario fueron:

Tabla 3.7: Parámetros operacionales flota de taxis - Villavicencio

Parámetro operacional	Valor promedio
Kilómetros recorridos diarios por vehículo	240 km
Kilómetros recorridos diarios por vehículo sin pasajero	79.2 km
Número de carreras diarias por vehículo	24
Distancia promedio de la carrera	6.7 km
Número de días trabajados al mes	24
Kilómetros mensuales recorridos	5,760 km

Fuente: Steer (2021) a partir de información del estudio de Tarifas de Villavicencio (Secretaría de Movilidad - Dirección de Planeación y Prospectiva, 2021)

- 3.46 El rendimiento tenido en cuenta para los gastos de consumo de combustible fue de 35 km/galón, sin especificar el energético, pero asimilándose el valor del mismo al de la gasolina. Con ello, los valores de la tarifa a usuario están dados por:

Tabla 3.8: Valores de tarifa a usuario aplicable desde el 2021 - Villavicencio

Ítem	Valor
Valor unidad cada 100 metros	\$92.00
Valor por cada 30 segundos de espera	\$92.00
Banderazo o arranque	\$2,150.00
Carrera mínima	\$5,400.00
Recargo nocturno, dominical y/o festivo	\$700.00
Recargo con radio operador o aplicación móvil	\$500.00
Servicio hora contratada	\$20,500.00
Recargo servicio del terminal de transporte	\$500.00
Recargo servicio al y del aeropuerto	\$2,600.00
Recargo fuera del perímetro urbano	\$2,400.00

Fuente: Steer (2021) a partir de información del estudio de Tarifas de Villavicencio (Secretaría de Movilidad - Dirección de Planeación y Prospectiva, 2021)

Armenia

Oferta de transporte disponible

- 3.47 De acuerdo con lo presentado en el capítulo 2, el municipio de Armenia cuenta con una flota de cerca de 1,600 vehículos operando, con la tarjeta de operación vigente. Cerca del 72% de los vehículos operan usando gasolina como principal energético y el restante 28% usan principalmente gas natural, siendo vehículos convertidos.
- 3.48 A partir de la información suministrada por la Entidad Territorial, en total se presenta registro de 6 empresas habilitadas para presar el servicio de taxis en la ciudad, donde la empresa con mayor

número de vehículos cuenta con más de 537 vehículos afiliados y operando y las otras empresas cuentan con cerca de 300 vehículos cada una.

- 3.49 La edad promedio de los vehículos es de 8 años. El vehículo más vendido entre el 2019 y 2020 para este segmento vehicular fue el Hyundai Grand I10 (Andemos, 2021).

Costos de operación y tarifa a usuario

- 3.50 El estudio técnico de la tarifa no incluye información sobre la actividad de los vehículos y tampoco es claro respecto al rendimiento de los mismos. En este caso se usó como parámetro de referencia el valor del metro cúbico de gas natural. La siguiente tabla resume los valores de la tarifa a usuario adoptada.

Tabla 3.9: Valores de tarifa a usuario aplicable desde el 2021 - Armenia

Ítem	Valor
Banderazo o arranque	\$1,600.00
Carrera mínima	\$4,700.00
Recargo nocturno, dominical y/o festivo	\$1,000.00
Recargo a sitios periféricos	\$2,600.00
Recargo a sitios fuera del municipio y al aeropuerto	\$3,800.00
Recargo a sitio periférico después del perímetro urbano vía al Aeropuerto, retorno 1: Murillo	\$1,300.00

Fuente: Steer (2021) a partir de información del estudio de Tarifas de Armenia (Secretaría de Tránsito y Transporte, 2020)

Montería

Oferta de transporte disponible

- 3.51 De acuerdo con lo presentado en el capítulo 2, el municipio de Armenia cuenta con una flota de cerca de 1,156 vehículos operando, con la tarjeta de operación vigente. Casi la totalidad (99.9%) de esta flota opera usando gasolina como principal energético.
- 3.52 A partir de la información suministrada por la Entidad Territorial, en total se presenta registro de 9 empresas habilitadas para presar el servicio de taxis en la ciudad, donde la empresa con mayor número de vehículos cuenta con más de 400 vehículos afiliados y operando y las otras empresas cuentan con una mayor variabilidad en un rango de 1 vehículos a máximo 263.
- 3.53 La edad promedio de los vehículos es de 10 años. El vehículo más vendido entre el 2019 y 2020 para este segmento vehicular fue el Chevrolet Chevy Taxi (Andemos, 2021).

Demanda del servicio

- 3.54 Los viajes en taxi representan cerca del 4% del total de viajes diarios de la ciudad, el cual en día con restricción de parrillero aumenta el 5% (Secretaría de Tránsito y Transporte del Municipio de Montería, 2019). No se cuenta con información adicional sobre la demanda del servicio de transporte en taxi.

Costos de operación y tarifa a usuario

- 3.55 De acuerdo con el estudio de tarifa, los parámetros de operación, en cuanto al factor de actividad son:

Tabla 3.10: Parámetros operacionales flota de taxis - Montería

Parámetro operacional	Valor promedio
Kilómetros recorridos diarios por vehículo	283 km
Kilómetros recorridos diarios por vehículo sin pasajero	28.3 km
Número de carreras diarias por vehículo	36
Distancia promedio de la carrera	7.9 km
Número de días trabajados al mes	30
Kilómetros mensuales recorridos	8,490.0 km

Fuente: Steer (2021) a partir de información del estudio de Tarifas de Montería (Secretaría de Tránsito y Transporte del Municipio de Montería, 2019)

- 3.56 En cuanto a la relación de costos asociados a esta variación, se asumió un rendimiento de 37.5 km/galón asumiendo una reducción por uso de aire acondicionado, para el caso de vehículos a gasolina. Para el caso de vehículos a gas natural, se asumió un rendimiento de 12.5 km/m³, bajo el mismo supuesto de aire acondicionado.
- 3.57 Con estos costos y los otros asociados al mantenimiento, reparación, estacionamiento, telecomunicaciones y costos fijos se obtuvieron los siguientes valores para la tarifa a usuario:

Tabla 3.11: Valores de tarifa a usuario aplicable desde el 2021 – Montería

Ítem	Valor
Banderazo o arranque	\$800.00
Carrera mínima	\$6,500.00
Recargo nocturno	\$7,300.00
Recargo dominical	\$8,200.00

Fuente: Steer (2021) a partir de información del estudio de Tarifas de Montería (Secretaría de Tránsito y Transporte del Municipio de Montería, 2019)

Tunja

Oferta de transporte disponible

- 3.58 Según la información oficial del municipio (Secretaría de Tránsito y Transporte de Tunja, 2021), la flota de taxis de la ciudad cuenta con cerca de 1,100 vehículos con tarjeta de operación vigente afiliados a tres empresas reguladas. Las dos empresas con mayor número de vehículos cuentan cada una con cerca de 500, mientras que el 5% son operados por personas naturales habilitadas para prestar el servicio. La edad promedio de los vehículos es de 10 años.

- 3.59 La información oficial del municipio no permite diferenciar el energético empleado, pero según la información del RUNT el 91% de los vehículos operan usando gasolina, y el restante se divide en gas natural, para vehículos convertidos, y diésel (Ministerio de Transporte de Colombia, 2021).
- 3.60 Según el estudio de tarifas (Secretaría de Tránsito y Transporte de Tunja, 2018), el 35% de los vehículos tipo taxi son de marca Hyundai, seguidos por Chevrolet (28%), Renault (13%) y Kia (14%). La información de los vehículos más vendidos en los últimos dos años (Andemos, 2021) indica que el modelo Hyundai Grand I10 es el vehículo más frecuente de adquisición reciente.

Demanda del servicio

- 3.61 En 2012 se realizó la Encuesta de Movilidad de la ciudad (Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, 2012), según el informe de Caracterización de la Movilidad el 3.7% de los viajes se realizan en taxi, lo cual representan cerca de 13,607 viajes diarios. El motivo principal de estos viajes es el regreso a casa, seguido por trabajo y estudio. Según el perfil horario de los viajes en taxi se encontró que existe una demanda de este servicio todo el día, siendo los picos a las 6:00 a.m., 11:00 a.m. y en la tarde de forma más dispersa desde las 04:00 p.m. Adicionalmente, los tiempos de viaje promedio en este modo de transporte son de cerca de 19 minutos siendo de uno de los tres modos más eficientes en el tiempo de viaje, después de la motocicleta y vehículo privado.

Costos de operación y tarifa a usuario

- 3.62 A partir de la información consignada en el Estudio de Tarifas de Tunja (Secretaría de Tránsito y Transporte de Tunja, 2018) se establecieron los siguientes parámetros de actividad de la operación de la flota de taxis:

Tabla 3.12: Parámetros operacionales flota de taxis - Tunja

Parámetro operacional	Valor promedio
Kilómetros recorridos diarios por vehículo	164.7 km
Kilómetros recorridos diarios por vehículo sin pasajero	0 km
Número de carreras diarias por vehículo	27
Distancia promedio de la carrera	6.1 km
Número de días trabajados al mes	25
Kilómetros mensuales recorridos	4,117.5 km

Fuente: Steer (2021) a partir de información del estudio de Tarifas de Tunja (Secretaría de Tránsito y Transporte de Tunja, 2018)

- 3.63 El vehículo tipo usado para la estimación de costos de operación del vehículo fue un vehículo estándar a gasolina con un rendimiento del consumo de combustible de 34.97 km/galón, o lo que es lo mismo 9.25 km/L.
- 3.64 Con estos parámetros además de los demás costos fijos y variables relacionados con la operación del vehículo y de la prestación del servicio de taxi se plantearon los siguientes valores de tarifas adoptadas mediante el Decreto 68 de 2018 (Alcaldía Mayor de Tunja, 2018):

Tabla 3.13: Valores de tarifa a usuario aplicable desde el 2021 – Tunja

Ítem	Valor
Banderazo o arranque	\$2,200.00
Carrera mínima	\$4,000.00
Valor por unidad o valor caída (cada 100 metros)	\$78.00
Costo por tiempo detenido (30 segundos detenido)	\$69.00
Recargo nocturno, dominical y/o festivos	\$400.00
Recargo por llamada	\$500.00

Fuente: Steer (2021) a partir de información del Decreto 68 de 2018 de Tunja (Secretaría de Tránsito y Transporte de Tunja, 2018)

Sincelejo

Oferta de transporte disponible

- 3.65 El municipio de Sincelejo es uno de los que presenta mayor diferencia en la magnitud de la flota en lo reportado por el RUNT y lo reportado por la Entidad Territorial (Ministerio de Transporte de Colombia, 2021; Secretaría de Movilidad de Sincelejo, 2021). Según el RUNT la flota cuenta con cerca de 1,400 vehículos con tarjeta de operación vigente, mientras que la información de oficial del municipio indica que gran parte de esta flota se encuentra con la tarjeta vencida y 660 de los vehículos pueden operar con la tarjeta vigente. El 60% de la flota de taxis usan gasolina como principal energético y el restante 40% usan gas natural en vehículos convertidos.
- 3.66 Existen 12 empresas habilitadas para prestar el servicio de taxis en la ciudad, de las cuales 3 no cuentan con vehículos con tarjeta de operación vigente y las empresas con más vehículos afiliados cuentan con 186 vehículos con tarjeta de operación vigente. La edad promedio de los vehículos es de 10 años (Secretaría de Movilidad de Sincelejo, 2021).

Demanda del servicio

- 3.67 En el estudio de oferta y demanda de taxis de Sincelejo se reconoce la importancia de la variación horaria de la demanda para la prestación del servicio en la ciudad. El perfil horario del servicio de taxis indica que el mayor pico del servicio se da a la 1:00 p.m. El motivo de viaje principal es ir al médico, seguido por ir de compras (Alcaldía Municipal de Sincelejo, 2015).

Costos de operación y tarifa a usuario

- 3.68 El estudio sobre la oferta y la demanda del servicio de taxis de la ciudad indica que la distancia promedio recorrida por estos vehículos al día es de 57 km con un máximo de 185 km (Alcaldía Municipal de Sincelejo, 2015). No se presenta información sobre el vehículo de referencia usado para el cálculo de la tarifa a usuario ni el rendimiento de consumo de combustible del mismo. Por otro lado, mediante el Decreto 409 de 2018 se adoptaron las siguientes tarifas (Alcaldía Municipal de Sincelejo, 2018):

Tabla 3.14: Valores de tarifa a usuario aplicable desde el 2021 – Sincelejo

Ítem	Valor
Carrera mínima	\$5,700.00
Carrera nocturna	\$6,800.00
Carrera dominical y festivo día	\$7,300.00
Carrera dominical y festivo nocturna	\$8,700.00
Servicio por zonas del perímetro urbano y corregimientos	Dado por relación origen-destino

Fuente: Steer (2021) a partir de información de las tarifas adoptadas en el Decreto 409 de 2018 (Alcaldía Municipal de Sincelejo, 2018)

Soacha

Oferta de transporte disponible

- 3.69 Según la información oficial de la Entidad Territorial (Secretaría de Movilidad de Soacha, 2021) la flota de taxis de la ciudad cuenta con cerca de 260 vehículos con tarjeta de operación vigente afiliados a dos empresas habilitadas para prestar el servicio. No se tiene información oficial referente a la partición por energético. No obstante, según la información del RUNT (Ministerio de Transporte de Colombia, 2021) el 68% de estos vehículos son impulsados por gasolina y el restante por gas natural y en menor medida diésel.
- 3.70 Según la información de Andemos (Andemos, 2021), el vehículo tipo taxi más vendido entre el 2019 y 2020 fue el Renault Logan.

Demanda del servicio

- 3.71 Según la encuesta de movilidad de Bogotá (Secretaría Distrital de Movilidad, 2019), en Soacha se realizan diariamente más de 800,000 viajes de los cuales el 0.4% se hacen en taxi, es decir, cerca de 3,200 viajes diarios se realizan en taxi en la ciudad. Las horas pico de viajes en este modo son a las 9:00 a.m. y 7:00 p.m. El motivo principal de viaje para este servicio es el regreso a casa (67%) y seguido por trámites (13%).

Costos de operación y tarifa a usuario

- 3.72 Teniendo en cuenta lo referido en el Decreto 74 de 2014 (Alcaldía de Soacha, 2021), a continuación se presentan las tarifas vigentes en el municipio:

Tabla 3.15: Valores de tarifa a usuario aplicable desde el 2021 – Soacha

Ítem	Valor
Arranque o banderazo	\$1,800.00
Carrera mínima	\$3,600.00
Recargo nocturno, dominical y festivo	\$1,700.00
Valor por unidad, 100 metros	\$72.00
Valor por cada 30 segundos de espera	\$72.00
Puerta a puerta	\$600.00

Ítem	Valor
Servicio por hora	\$16,200.00

Fuente: Steer (2021) a partir de información de las tarifas adoptadas en el Decreto 74 de 2014 (Alcaldía de Soacha, 2021)

Facatativá

Oferta de transporte disponible

- 3.73 No se tiene información oficial del municipio de la flota de taxis. No obstante, según la información del RUNT (Ministerio de Transporte de Colombia, 2021) en Facatativá hay más de 200 taxis con tarjeta de operación vigente, de los cuales el 93% usan gasolina como principal energético, el 6% usan gas natural siendo vehículos convertidos y el restante usan diésel.
- 3.74 Según la información de Andemos (Andemos, 2021), el vehículo tipo taxi más vendido entre el 2019 y 2020 fue el Hyundai Grand I10.

Demanda del servicio

- 3.75 Según la encuesta de movilidad de Bogotá (Secretaría Distrital de Movilidad, 2019), en Facatativá se realizan diariamente más de 180,000 viajes de los cuales el 0.9% se hacen en taxi, es decir, cerca de 1,700 viajes diarios se realizan en taxi en la ciudad. Las horas pico de viajes en este modo son a las 6:00 a.m., 11:00 a.m. y 7:00 p.m. El motivo principal de viaje para este servicio es el recibir atención médica (34%) y seguido por volver a casa (31%).

Costos de operación y tarifa a usuario

- 3.76 Según el estudio de costos del servicio de taxis del municipio (Secretaría de Tránsito y Transporte Municipal de Facatativá, 2018), los parámetros de actividad son los siguientes:

Tabla 3.16: Parámetros operacionales flota de taxis - Facatativá

Parámetro operacional	Valor promedio
Kilómetros recorridos diarios por vehículo	119.0 km
Kilómetros recorridos diarios por vehículo sin pasajero	41 km
Número de carreras diarias por vehículo	21
Distancia promedio de la carrera	3.8 km
Número de días trabajados al mes	29
Kilómetros mensuales recorridos	3,451.0 km

Fuente: Steer (2021) a partir de información del estudio de Estudio de Costos del Servicio de Taxis (Secretaría de Tránsito y Transporte Municipal de Facatativá, 2018)

- 3.77 Para la estimación de las tarifas se tomó como vehículo de referencia un automóvil a gasolina cuyo rendimiento del combustible es de 30 km/galón, o lo que es lo mismo 7.9 km/L. Con esta información y los supuestos de gastos típicos al año se calculó como tarifa a usuario \$4,200.00 por el servicio de taxi en la ciudad (Secretaría de Tránsito y Transporte Municipal de Facatativá, 2018).

Mosquera

Oferta de transporte disponible

- 3.78 Según la información del RUNT (Ministerio de Transporte de Colombia, 2021) en Mosquera hay cerca de 80 taxis con tarjeta de operación vigente, de los cuales el 88% usan gasolina como principal energético, el 11% usan gas natural siendo vehículos convertidos y el restante usan diésel.

Demanda del servicio

- 3.79 Según la encuesta de movilidad de Bogotá (Secretaría Distrital de Movilidad, 2019), en Mosquera se realizan diariamente más de 120,000 viajes de los cuales el 0.2% se hacen en taxi, es decir, cerca de 200 viajes diarios se realizan en taxi en la ciudad. Las horas pico de viajes en este modo son a las 11:00 a.m. El motivo principal de viaje para este servicio es el buscar o dejar algo.

Costos de operación y tarifa a usuario

- 3.80 No se tiene información de los parámetros de actividad o del vehículo representativo tenido en cuenta para el cálculo de la tarifa a usuario. Sin embargo, según el Decreto 002 de 2019 (Alcaldía de Mosquera, 2021) los valores de la tarifa al usuario son:

Tabla 3.17: Valores de tarifa a usuario aplicable desde el 2021 – Mosquera

Ítem	Valor
Arranque o banderazo	\$2,761.00
Carrera mínima	\$4,300.00
Costo por kilómetro	\$974.46
Recargo nocturno	\$1,000.00
Servicio puerta a puerta	\$100.00
Servicio por hora	\$13,100

Fuente: Steer (2021) a partir de información de las tarifas adoptadas en el Decreto 002 de 2019 (Alcaldía de Mosquera, 2021)

Hallazgos y conclusiones

- 3.81 De acuerdo con la información presentada previamente se puede concluir lo siguiente:
- El esquema de operación de la ciudad de Bogotá, y de acuerdo con la información disponible a nivel nacional, consiste en un esquema por paquetes donde el propietario del vehículo afilia el taxi en una empresa habilitada que se encarga de tramitar las tarjetas de operación y garantizar el cumplimiento de los requisitos básicos y este mismo o la empresa se hacen carga de conseguir el conductor del vehículo.
 - Bajo este esquema la empresa de transporte suele ser un intermediario para tramitar la tarjeta de operación del vehículo y expedir la tarjeta de control de los conductores. Su principal incentivo es tener el mayor número de afiliados.
 - La capacidad transportadora es controlada en primera instancia por la autoridad local. No obstante, mediante el Decreto Único Reglamentario 1079 de 2015 del Ministerio de

Transporte se prohibió el aumento de esta capacidad transportadora sin un estudio que lo justifique.

- Se han identificado diferencias en el tamaño de las flotas y la proporción de energéticos empleados por esta en diferentes zonas del país. El capítulo 2 constata la relación de las regiones en el empleo en mayor o menor medida de energéticos de cero y bajas emisiones. El tamaño de la flota está relacionado con el tamaño de la población y el tamaño de esta determina a la demanda (ver Tabla 2.3).
- La demanda del servicio se encuentra en mayor o menor medida estudiada en las diferentes ciudades presentadas. El servicio de taxis no es un servicio esencial para la movilidad de las personas en las ciudades. En algunas ciudades los motivos de viaje se asocian con el regreso al hogar o ir al trabajo o al estudio, por lo que el perfil horario se relaciona con estos motivos. En otras ciudades los motivos se asocian a otras actividades menos frecuentes.
- Los vehículos de las flotas de taxi presentan parámetros de actividad proporcional al tamaño de las mismas. Se encontró que los vehículos pasan cerca del 10% - 40% del tiempo sin pasajero.
- Las tarifas a usuario del servicio de taxis se relacionan con la operación de los vehículos. Se encontró que no siempre el vehículo de referencia para el cálculo corresponde al que presentan las características más representativas en cuanto al energético. No todos los municipios presentaron un estudio para establecer las tarifas sino que fueron establecidas por mandato de la alcaldía o consejo municipal.

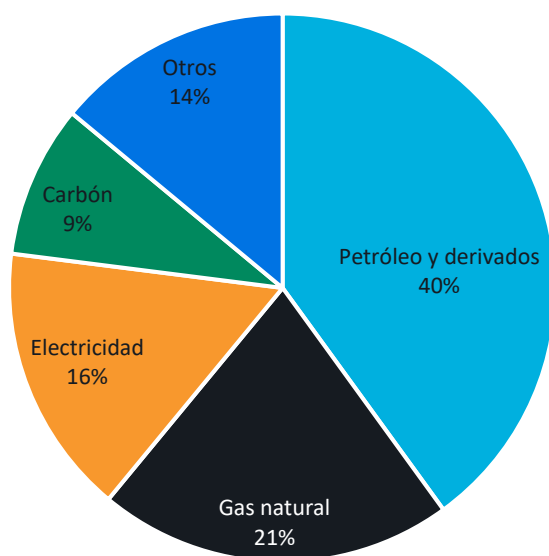
4 Análisis de tendencias de ascenso tecnológico

- 4.1 En Colombia, el ascenso tecnológico de la flota de taxis ha estado ligado a los esfuerzos del gobierno y la empresa privada en la implementación de fuentes energéticas de bajas y cero emisiones, y su promoción mediante la implementación de incentivos. Como ha sido documentado en los capítulos anteriores, la conversión de la flota de taxis a gas natural vehicular es fuerte en algunas zonas del país, siendo ésta significativa en términos de la partición de la flota según el tipo de energético, logrando porcentajes de flota mayores del 50% en algunos casos.
- 4.2 Por otro lado, al respecto de la electrificación de los taxis, Bogotá y Medellín cuentan con experiencias piloto que permiten vislumbrar los retos y oportunidades de las ciudades en esta materia.
- 4.3 A partir de entrevistas con actores relevantes, y de la información secundaria recopilada en este estudio, se puede entender que el ascenso tecnológico de la flota de taxis colombiana está ligado estrechamente con la disponibilidad de los energéticos y su infraestructura de carga, así como de los incentivos que han sido ofrecidos a los dueños de los vehículos.
- 4.4 A continuación, se presenta un análisis de la disponibilidad de energéticos e infraestructura de recarga en el territorio nacional y sus proyecciones.

Estudio de disponibilidad de energéticos e infraestructura de recarga, situación actual

- 4.5 Actualmente, el sector transporte emplea cerca del 40% de la energía del país, de la cual el 96% está vinculada al consumo de combustibles fósiles (Banco Interamericano de Desarrollo). Esta cifra ofrece una clara indicación del impacto ambiental ocasionado por las actividades de transporte (12% del total de las emisiones de gases de efecto invernadero del país, equivalente a 28 millones de toneladas de CO₂, según indican datos del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM), y la necesidad de generar cambios a nivel de tecnología vehicular y eficiencia energética.
- 4.6 Dicho esto, la movilidad sostenible juega un rol primordial para mitigar los impactos ambientales, sociales y económicos que la situación actual antepone. No obstante, esta nueva movilidad requiere de ajustes en la matriz energética nacional – la generación y explotación de energía a partir de fuentes alternativas y más limpias, así como el ascenso tecnológico vehicular.
- 4.7 La siguiente gráfica muestra la composición de la oferta energética de Colombia:

Figura 4.1: Composición de la oferta energética de Colombia durante 2020



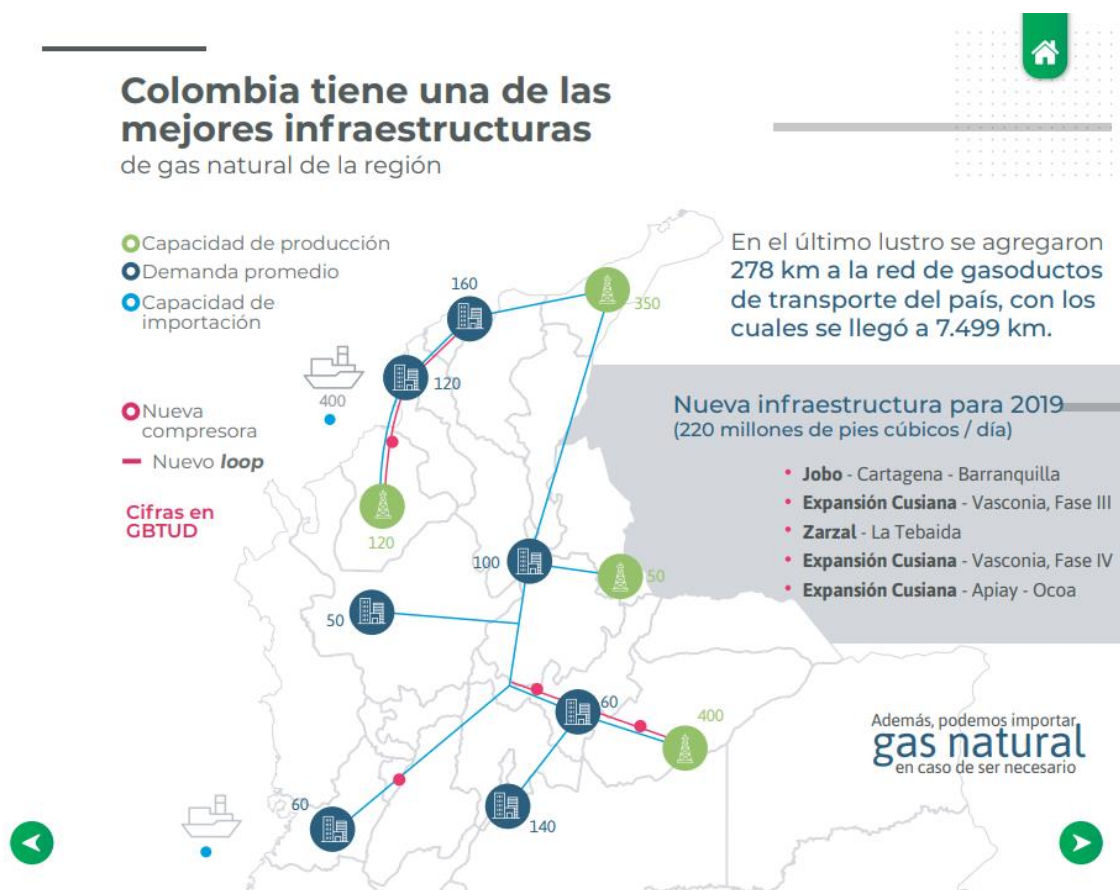
Fuente: Steer (2021) a partir de información de (Unidad de Planeación Minero Energética - UPME, 2019)

- 4.8 Con base en estas cifras, el gas natural se convierte en una de las principales opciones en la evolución de la matriz energética colombiana, no sólo debido a que es el combustible fósil de menor impacto ambiental, sino también a su disponibilidad y costo. La versatilidad del gas natural permite su explotación a nivel industrial (como alternativa al carbón y el diésel), a nivel residencial y en el sector transporte, presentándose como gas natural vehicular – GNV.

Gas natural

- 4.9 En 2019 Colombia contó con 70 campos activos de gas natural, que en conjunto alcanzaron una producción de 1,374 GBTUD (Gigas de unidades térmicas británicas por día). Por su parte, la red de transporte de este energético se extiende por 7,639 km, lo que permitió alcanzar un aproximado de 10 millones de usuarios residenciales para el último año (Unidad de Planeación Minero Energética - UPME, 2019).
- 4.10 Respecto a la empleabilidad de gas natural en el transporte, su demanda aumentó rápidamente desde finales de los años 90 hasta 2014, período en el que pasó de 6 a 89 MPCD (millones de pies cúbicos diarios). Ya para 2016, la demanda se ubicó sobre 73 MPCD, equivalente al 6% del consumo energético total del país en este sector.
- 4.11 En el caso de la flota de taxis, se observa que esta mayor parte de los vehículos a GNV se encuentran en las regiones del caribe y los llanos orientales, coherentemente con la infraestructura ofertada.

Figura 4.2: Infraestructura de gas natural en Colombia, 2019



Fuente: Naturgas, 2019.

Energía eléctrica

- 4.12 A partir de la introducción de las Leyes 142 y 143 de 1994, se instauró un nuevo marco regulatorio para impulsar la competitividad del país en materia de cobertura, confiabilidad y calidad en la prestación de servicios públicos. Esta, junto con otras medidas como el Cargo por Confiabilidad (2006) o las subastas de energías renovables no convencionales (2019) ha incrementado la capacidad de generación de energía en Colombia (Consejo Privado de Competitividad., 2019).

Cobertura

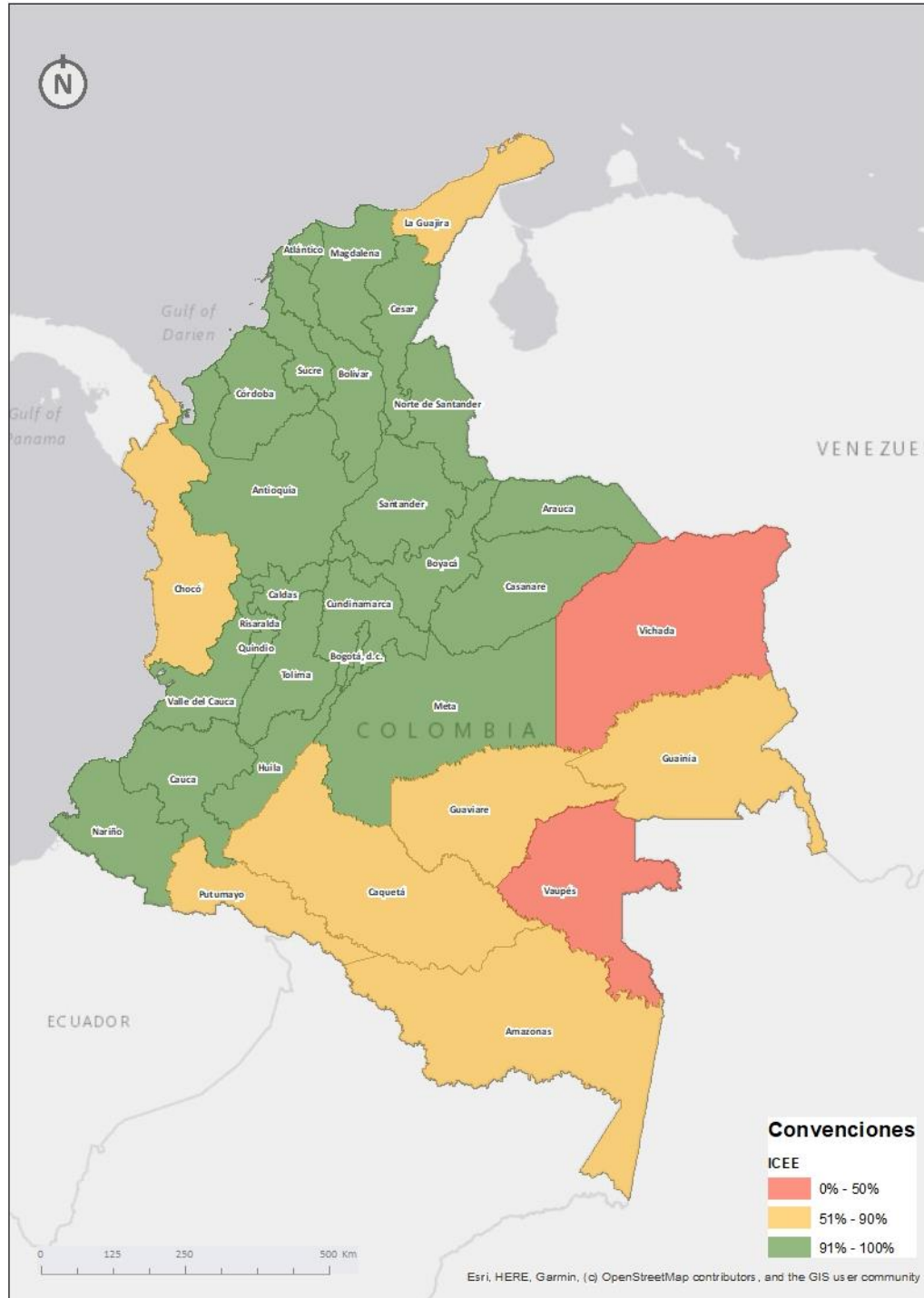
- 4.13 Pese a estas medidas, algunas regiones del país aún presentan dificultades de acceso a la energía eléctrica, así como de calidad del servicio, especialmente en las zonas más alejadas. Según indica el Sistema de Información Eléctrico (SIEL³), para el año 2018 el índice de cobertura de energía eléctrica (ICEE) nacional alcanzó el 96.53%. No obstante, algunos departamentos muestran un ICEE menor al 70%, entre ellos: Guainía (66.93%), La Guajira (58.81%), Vaupés (49.90%) y Vichada

³ Sistema de Información Eléctrico Colombiano. Disponible en <http://www.siel.gov.co/Inicio/CoberturaDelSistemaInterconectadoNacional/ConsultasEstadisticas/tabid/81/Default.aspx>

(47.33%). Por otra parte, los departamentos de La Guajira, Nariño, Cauca y Chocó presentan los números más elevados de viviendas que no tienen conexión a la red eléctrica.

4.14 El siguiente mapa muestra el ICCE departamental de Colombia durante 2018:

Figura 4.3: Mapa índice de cobertura de energía eléctrica - ICCE de Colombia durante 2018



Fuente: Steer (2021) a partir de información del SIEL³

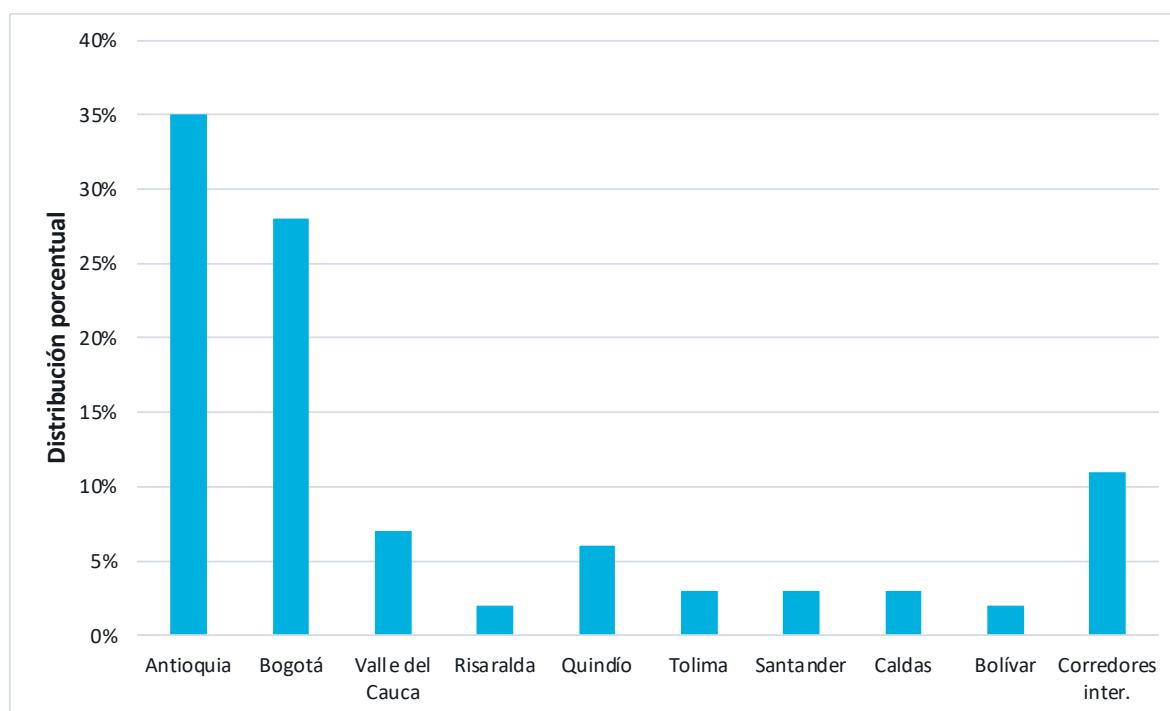
Confiabilidad

- 4.15 La confiabilidad del sistema eléctrico nacional se evalúa por medio de su capacidad para satisfacer la demanda en cualquier momento dado. En este aspecto, la capacidad efectiva neta del Sistema Interconectado Nacional (SIN) ha aumentado 3.1% en los últimos 10 años, con un incremento de 0.9% durante 2019 (Consejo Privado de Competitividad., 2019).
- 4.16 En este punto, según muestran los datos de 2020, la oferta de energía eléctrica del país cuenta con una capacidad instalada de 17,749 MW, de los cuales 68% se deben a la generación hidráulica y 30% a la generación térmica, en la que el gas natural desempeña un papel fundamental (Unidad de Planeación Minero Energética - UPME, 2019). Así pues, aunque Colombia se distingue por contar con una matriz energética de bajas emisiones, es susceptible a eventos climáticos como el fenómeno del Niño, que limita la disponibilidad del principal recurso para la generación hidráulica y, por tanto, del suministro de energía.
- 4.17 A partir de la situación anterior, se encuentra la necesidad de diversificar y ampliar las fuentes de generación de energía eléctrica del país, con el objetivo de asegurar un suministro eficiente que pueda satisfacer una demanda en constante crecimiento, y cuyos riesgos frente a las condiciones climáticas sean cada vez menores.

Infraestructura de carga

- 4.18 Con base en un estudio realizado para la UPME por el consorcio USANE a finales de 2019, se encontró que en el territorio nacional están acondicionadas alrededor de 74 estaciones de carga pública para vehículos eléctricos, las cuales ofrecen en conjunto cerca de 202 puntos de carga rápida y semi-rápida (Consortio Usane, 2019).
- 4.19 El siguiente gráfico presenta la distribución geográfica de los puntos de carga, donde se puede observar que el 63% de ellos están dispuestos en Antioquia y la capital del país, mientras que departamentos como Valle del Cauca y Quindío disponen del 7% y 6% de este total disponible, respectivamente, mientras que un 11% se encuentran ubicados en corredores intermunicipales (Consortio Usane, 2019).

Figura 4.4: Distribución geográfica de puntos de carga pública



Fuente: Steer (2021) a partir de información del (Banco Interamericano de Desarrollo).

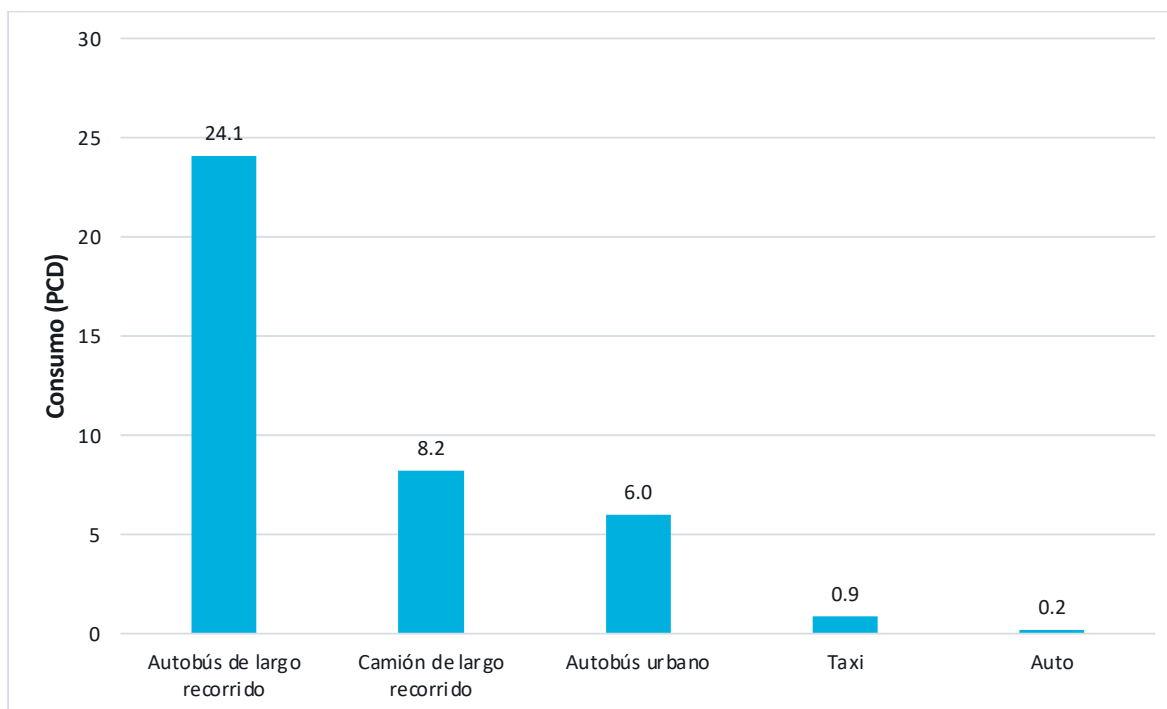
- 4.20 En general, los datos denotan que gran parte de la infraestructura de carga pública para vehículos eléctricos está contenida en la zona centro – occidental del país. Esta situación se presenta como una barrera importante para el ascenso tecnológico vehicular en general, dada la escasez y distribución de esta infraestructura.

Proyecciones de energéticos en Colombia

Gas natural

- 4.21 Estudios realizados por UPME proyectan que la demanda de GNV para 2031 se localizará en el rango de 76 a 81 MPCD (Naturgas). Esta aproximación supone que el transporte privado de carga hará uso del gas natural para su operación y asume que éste será el energético de transición de la movilidad basada en combustibles derivados del petróleo hacia una movilidad eléctrica.
- 4.22 Una aproximación del consumo de gas natural segmentado por tipología vehicular se muestra en la gráfica a continuación:

Figura 4.5: Consumo de gas natural según tipología vehicular



Fuente: Steer (2021) a partir de información de Naturgas

- 4.23 Bajo la suposición de que el número de vehículos que operan con GNV registrados entre 2017 y 2031 se mantiene constante al comportamiento mostrado en 2016 (178,715 vehículos, de los cuales el 6.31% fueron taxis), y considerando que el consumo medio de gas natural de esta tipología es de 0.9 PCD (pies cúbicos diarios), se estima que el potencial máximo de demanda adicional debido a la circulación de taxis con GNV será de 0.16 MPCD para 2031.

Disponibilidad a futuro

- 4.24 Con base en Naturgas, las fuentes actuales de gas natural en Colombia serán insuficientes para satisfacer la creciente demanda de este energético. En el escenario en que no se encuentren o generen nuevas fuentes de suministro, el país presentará escasez moderada a partir 2022, que podría extenderse a escasez estructural desde 2025.
- 4.25 Para evitar esta situación de déficit en la oferta, se considera una base de cuatro (4) fuentes para ampliar la provisión nacional (todas ellas deben ser viabilizadas por el gobierno colombiano) (Naturgas):
- **Gas onshore:** Constituye la principal fuente de abastecimiento de gas natural en el país. En el corto plazo su disponibilidad es suficiente para satisfacer la demanda a precios competitivos, sin embargo, su desabastecimiento es inevitable si no se incorporan reservas o nuevas fuentes de producción en los próximos años. Para promover el suministro de gas onshore es primordial facilitar su desarrollo y acceso a la red de transporte. A pesar ello, no sería suficiente para suplir la demanda a partir de 2022 si no se descubren nuevos campos de gas.

- **Gas offshore:** La explotación de gas natural offshore en Colombia es altamente incierta. Dicho esto, se establecen cuatro (4) potenciales escenarios al respecto: abastecimiento comprometido, abastecimiento local hasta 2028, potencial pleno local y potencial pleno para exportaciones. Cada uno de estos escenarios exhibe necesidades en términos de infraestructura (puesta en marcha de nuevas plantas de regasificación y desarrollo de redes de transporte), precios, regulación (establecer las condiciones de contratación y precios, y garantías para la expansión de proyectos offshore de largo plazo) y desarrollo de la demanda (estímulos que promuevan la demanda local y la apertura de mercados de exportación).
- **Gas no convencional:** Colombia tiene gran potencial para la explotación de gas no convencional al contar con las condiciones naturales para ello. No obstante, factores como demoras en la obtención de permisos, infraestructura limitada, capacidad técnica insuficiente, aumento de la competencia en países como Brasil o México, limitan el desarrollo de este mercado y las oportunidades de inversión en este rubro. Teniendo en cuenta esto, el país deberá trabajar en materia de regulación (competitividad de precios, marco ambiental y accesibilidad), desarrollo tecnológico y promover el establecimiento de una cadena de suministro eficiente, entre otros, a fin de hacer viable el uso del gas natural no convencional en el país.
- **Importaciones de gas natural licuado (GNL):** Debido a la creciente oferta de gas natural licuado a nivel mundial, se espera que este mercado ofrezca precios bajos para su adquisición. Bajo esta situación, considerando condiciones más favorables del mercado spot y empleando la máxima capacidad de la planta de regasificación de Cartagena, podría cubrirse el déficit de la oferta hasta 2026. Este horizonte temporal puede extenderse si se habilitan otras fuentes de gas natural como onshore, offshore, importaciones desde Venezuela y la explotación de gas no convencional.
- **Importaciones de gas desde Venezuela:** Venezuela cuenta con suficientes fuentes de gas natural, lo que permite considerar la importación de este energético a costos competitivos desde allí. Sin embargo, existe gran incertidumbre sobre la capacidad de exportación venezolana sin generar alteraciones importantes en los niveles de precios, desarrollo de la infraestructura y cumplimiento contractual.
- **Gas renovable o biogás:** Se produce gracias a la fermentación de la materia orgánica (estiércol, aguas residuales, residuos agrícolas y desechos orgánicos residenciales e industriales). Para sacar mayor provecho de esta alternativa, la Comisión de Regulación de Energía y Gas (CREG) de Colombia publicó en 2016 un proyecto de resolución para la regulación de este mercado, estableciendo condiciones de calidad, seguridad y aspectos tarifarios.

Energía eléctrica

- 4.1 La visión del Plan Energético Nacional (PEN) 2020-2050 elaborado por la Unidad de Planeación Minero-Energética (UPME, 2019) busca la consolidación de un esquema energético que a mitad de este siglo permita el desarrollo sostenible del país.
- 4.2 Para dar cumplimiento a esta visión, se plantean 4 escenarios de largo plazo, los cuales se integran sobre análisis de oferta y demanda de energía en los 30 años del PEN y se expresan mediante resultados de tipo energético, ambiental y económico. Cada uno de estos escenarios se construye

a partir de diferentes supuestos en la adopción de las mejores tecnologías disponibles y tasas de crecimiento de largo plazo del PIB:

- **Actualización:** Sintonía con tendencias actuales en la reducción de emisiones de CO₂ y producción sostenible de energía.
- **Modernización:** Actualización tecnológica para impulsar la gasificación (punto de partida hacia la descarbonización).
- **Inflexión:** Acciones para estimular y poner en marcha la electrificación de la economía.
- **Disrupción:** Innovación como base fundamental hacia la carbono-neutralidad.

4.3 Los resultados de la simulación de estos escenarios son evaluados desde una perspectiva energética y otra económica:

- **Resultados energéticos:** La demanda energética del país continuará crecimiento de forma sostenida. En el escenario de actualización, el consumo es 48% mayor al de 2019. Por su parte, el incremento mostrado en los escenarios de modernización e inflexión es del 28%, mientras que el gasto energético en el escenario de disrupción es 21% más elevado. Así mismo, se prevé que el petróleo y sus derivados mantendrán una participación mayor al 34% en la composición de la canasta energética colombiana (esto, en el escenario más ambicioso: disrupción).
- **Resultados económicos:** Las mayores inversiones están vinculadas al recambio de flota del sector transporte, siendo en todos los escenarios superior al 80%. Dicho esto, la competitividad de la movilidad eléctrica y de gas natural frente al esquema tradicional depende principalmente de los costos asociados a la actualización/transformación de la tecnología vehicular.

Disponibilidad futura

- 4.4 En el corto plazo, el abastecimiento de energía eléctrica se encuentra resguardado por el Cargo por Confiabilidad hasta el año 2023. Cabe destacar que sobre esta línea temporal se espera la incorporación de 1,398 MW a la capacidad energética nacional producto de la generación eléctrica basada en energía solar y eólica.
- 4.5 No obstante, la provisión futura de energía eléctrica dependerá, entre otros aspectos, de la incorporación de grandes proyectos de generación, la estructuración de un marco sólido para facilitar el uso del agua en la producción hidráulica (que minimice los posibles impactos ambientales y sociales) y la renovación de los equipos e infraestructura que intervienen en este mercado, permitiendo garantizar altos niveles de servicio y el cumplimiento de estándares internacionales de calidad.
- 4.6 En este mismo orden de ideas, la eficiencia energética tiene un impacto considerablemente fuerte en el aprovechamiento de los recursos disponibles. Ejemplo de ello es el balance energético útil (BEU), indicador que cuantifica las pérdidas energéticas en los usos finales a través de un ejercicio comparativo del consumo causado con la tecnología actual respecto a si se emplearán las mejores tecnologías disponibles (BAT, en inglés). Según datos consignados en el PEN 2020-2050, Colombia podría reducir su consumo final de energía entre 38% y 50% con el cambio de todas las tecnologías a las BATs de referencia local.

- 4.7 El BEU de Colombia indica que el transporte es el sector con mayor potencial de eficiencia energética. Según esto, del total de la energía que se consume por concepto de transporte, sólo el 24% es energía útil, lo que supone un potencial de mejora del 50% si se emplearan las BAT nacionales (UPME, 2019). Así pues, el ascenso de la tecnología vehicular y la consecuente mejora en la eficiencia energética es un punto clave para la consecución de los objetivos del PEN 2020-2050.

5 Marco Legal

Normativa en términos de transporte

- 5.1 El servicio público de transporte individual está reglamentado desde el orden nacional y las disposiciones establecidas aplican integralmente en todo el territorio nacional, de acuerdo con los lineamientos de las Leyes 105 de 1993 y 336 de 1996. Cuenta con reglamentación local en cada una de las ciudades del territorio colombiano, atendiendo lo establecido en el Decreto 172 de 2001 en donde se establece las autoridades competentes en cada jurisdicción.
- 5.2 Para comenzar, es importante considerar que la Constitución Política de Colombia reconoce el derecho a la libre circulación como un derecho fundamental, lo cual genera un marco legal importante para el funcionamiento de los taxis en el país. El derecho a la libre circulación impone al Estado colombiano la obligación de garantizar la movilización de personas en el territorio nacional. Por lo tanto, el Estado debe garantizar la existencia de medios de transporte en condiciones de calidad, oportunidad y seguridad, como es el modo taxi.
- 5.3 Este derecho constitucional se materializa por medio de leyes y decretos que permiten la implementación efectiva de este derecho. A continuación, se presentan algunas de las leyes principales que generan un marco normativo y una línea jurídica específica en este tema.
- Ley 105 de 1993 por medio de la cual se reglamenta la planeación en el sector transporte y se dictan otras disposiciones, conocida también como Ley de Transporte. Algunos de los puntos más importantes de esta ley son:
 - El Ministerio de Transporte de Colombia es la autoridad en materia de transporte y tiene funciones de regulación y planificación del transporte en el país.
 - La regulación realizada por el Ministerio de transporte recae sobre la tarifa, la flota, el estado mecánico de los vehículos, competencia dentro del mercado y cumplimiento de las condiciones básicas de la prestación del servicio (comodidad y confiabilidad)
 - La Superintendencia de Transporte es la encargada de inspeccionar, vigilar y controlar el servicio del transporte
 - Ley 336 de 1996 por medio de la cual se adopta el estatuto nacional de transporte. En esta se unifican los criterios para la regulación y reglamentación del transporte público en todos los modos.
 - Decreto 172 de 2001 por el cual se reglamenta el servicio público de transporte terrestre automotor individual de pasajeros en vehículos taxi. Este decreto es uno de los más relevantes respecto al objeto de este estudio y sus puntos más importantes serán discutidos más adelante.
 - Ley 769 de 2002 por la cual se expide el Código Nacional de Tránsito Terrestre y se dictan otras disposiciones. Se establecen las disposiciones generales sobre el tránsito e incluye el régimen nacional de tránsito, el cual reglamenta el registro de vehículos, matrículas, licencias

y revisiones de los vehículos y centros de enseñanza, así como el régimen sancionatorio para la prestación del servicio de transporte en Colombia y el tránsito en las vías nacionales.

- 5.4 Los anteriores documentos han sido recopilados mediante el Decreto Único Reglamentario 1079 de 2015 del sector transporte. Este decreto pretende agrupar todas las leyes y decretos del sector y generar una línea jurídica única que pueda evitar la generación de contradicciones entre los documentos normativos.
- 5.5 A septiembre de 2021, el Ministerio de Transporte se encontraba trabajando en un proyecto de Decreto que pretende modificar el Capítulo 3 del Título 1 de la Parte 2 del Libro 2 del Decreto 1079 de 2015, el cual desarrolla toda la reglamentación correspondiente al servicio público de transporte terrestre automotor individual de pasajeros en vehículos taxi⁴. Este proyecto de decreto planea modificar algunos puntos importantes de este modo de transporte, por medio de modernizar el servicio y entender las dinámicas actuales de la movilidad y el transporte.
- 5.6 Por ejemplo, el proyecto incluye niveles de servicio básico y ecológico que permite a los conductores prestar un servicio de bajas emisiones a los usuarios. De igual manera, facilita, desde un punto de vista legal, el uso de tecnología para usar taxis. Dicho proyecto de Decreto permitiría aumentar por una única vez la capacidad transportadora en un 1% sin necesidad de realizar los estudios necesarios, siempre y cuando esta capacidad transportadora sea suplida por vehículos eléctricos.
- 5.7 En general, los taxis⁵ en Colombia deben contar con registro y tarjeta de operación vigente, expedida por la autoridad de transporte local, para lo cual debe estar afiliado a una empresa habilitada para la prestación del servicio público individual, que se encarga la organización, expedición de tarjetas de operación y en general hacer cumplir las condiciones y requisitos de prestación del servicio de transporte por parte de conductores y propietarios.
- 5.8 Dichas empresas de constitución privada deben contar con habilitación por parte de la autoridad de tránsito y transporte competente, la cual, en la mayoría de grandes ciudades suele ser la Alcaldía o la Secretaría de tránsito, movilidad o quien cumpla sus funciones. La habilitación de las empresas privadas es indefinida y gratuita siempre que se cumplan con las condiciones exigidas (generalmente en relación con el mínimo capital y patrimonio de las empresas).
- 5.9 Algunos de los requisitos que deben cumplir cada uno de los vehículos son:
- Certificación técnico-mecánica cada año de los vehículos de servicio público, la revisión debe realizarse en centros de diagnóstico automotor certificados.
 - Contar con una licencia de conducción para conductores de vehículos de servicio público, la cual tiene una vigencia de 3 años, incluyendo el certificado de aptitud física y mental y el registro de información de infracciones de tránsito

⁴ Este Decreto fue publicado para comentarios entre el 4 de marzo de 2021 y el 19 de marzo de 2021 en la página web del Ministerio de Transporte (<https://mintransporte.gov.co/publicaciones/9182/proyectos-actos-administrativos/#>) sin embargo, el Decreto no ha sido publicado y los cambios todavía no se reflejan en el Decreto 1079 de 2015

⁵ El servicio individual debe prestarse en automóviles y se descartan otros vehículos como motos, camperos y otros tipos. Decreto 172 de 2001.

- Contar con la tarjeta de operación: documento que autoriza a un vehículo tipo taxi para prestar el servicio público y es expedida por la autoridad de tránsito y transporte. Esta tarjeta debe ser tramitada por la empresa privada en la cual se encuentre afiliado el vehículo.

5.10 En este momento, todos los vehículos taxis deben encontrarse registrados dentro de una empresa privada habilitada, además de cumplir con todos los requisitos de ley. Por lo tanto, las políticas públicas relacionadas con taxis deben ser canalizadas por medio de las empresas que representan a los vehículos. Como establecen (Rodríguez Valencia & Acevedo Bohórquez, 2012), aunque no es explícito en la ley, la participación de actores privados en la prestación en el transporte público tiene por objetivo delegar en ellos la operación del servicio de transporte.

5.11 El Decreto 172 de 2001⁶ también establece una limitación para el ingreso de nuevos vehículos para prestar el servicio de transporte. Para poder ingresar vehículos nuevos es necesario que la autoridad de transporte realice un estudio técnico que defina cuál es la necesidad de este modo de transporte y justifique el ingreso de nueva flota. Por lo tanto, hasta tanto no se realice este estudio, la manera de cambiar los vehículos es por medio de la reposición de los vehículos ya existentes. Sin embargo, la normativa todavía no ha establecido cuál es la vida útil máxima de un vehículo tipo taxi para ser reemplazada.

Normativa en términos de electromovilidad

5.12 En el año 2019, el Gobierno de Colombia expidió la Ley 1964 de 2019 por medio de la cual se promueve el uso de vehículos eléctricos en Colombia y se dictan otras disposiciones que tiene como objeto generar esquemas de promoción al uso de vehículos eléctricos y de cero emisiones para lograr una reducción de contaminación atmosférica. La Ley realiza definiciones clave respecto a temas de electromovilidad que sirven de base para futura legislación relacionada. Si bien no es el primer esfuerzo del país en incluir temas de electromovilidad esta es la primera iniciativa legislativa que rige en el territorio. Adicionalmente establece algunos incentivos a la movilidad eléctrica como son:

- El impuesto a los vehículos eléctricos no podrá ser mayores a 1% del valor comercial del vehículo
- Descuento en la revisión técnico-mecánica y de emisiones contaminantes, el cual debe ser definido por el Ministerio de Transporte. Actualmente 30% de acuerdo con lo reportado en la Resolución 20213040039485 de los Ministerios de Ambiente y Transporte
- Faculta a las entidades territoriales a generar sus propios incentivos económicos de movilidad para promover el uso de vehículos eléctricos.
- Exención de restricciones vehiculares a los vehículos eléctricos (por ejemplo, pico y placa) salvo por razones de seguridad.
- Obligación de destinar 2% del total de parqueaderos para el uso preferencial de vehículos eléctricos

⁶ Artículo 35, Decreto 172 de 2001, también compilado en el Decreto 1079 de 2015 en el artículo 2.2.1.3.7.1.

- Iniciativa pública de vehículos eléctricos: Los municipios categoría 1 y Especial⁷, en los siguientes 6 años de publicación de la Ley⁸ deben contar con un 30% de la flota eléctrica que sea contratada o comprada a partir de ese momento. La Ley establece unas metas específicas para los sistemas de transporte masivo de las ciudades.
- Las ciudades categoría 1 y Especial⁹ deberán contar con al menos cinco estaciones de carga rápida en los siguientes 3 años¹⁰. Esta disposición impone la responsabilidad a los municipios de poner a disposición de la ciudadanía las estaciones de carga rápida en los territorios.
 - Bogotá tiene la obligación específica de contar con al menos 20 estaciones de carga rápida en el mismo tiempo.
 - Las ciudades categoría 0 a 3 y Especial¹¹ deberán establecer lineamientos para que los edificios nuevos cuenten con infraestructura de carga.

5.13 Adicionalmente, el Gobierno Nacional recientemente expidió la Ley 2099 de 2021 por medio de la cual se dictan disposiciones para la transición energética, la dinamización del mercado energético, y la reactivación económica del país. Esta Ley establece que el Gobierno Nacional debe adoptar programas que promuevan la masificación del uso de vehículos de bajas y ceros emisiones en transporte terrestre individual, cuando se requiera el reemplazo de vehículos o se aumente el número de unidades de acuerdo con la capacidad transportadora establecida.

5.14 El servicio de energía eléctrica en las estaciones de servicio queda exento de la contribución de solidaridad del 20%. Este cambio está en línea con las recomendaciones del trabajo realizado para la Upme cuyo objeto era “realizar un estudio que permita identificar las clases de vehículos y modalidades de transporte susceptibles de realizar el ascenso tecnológico hacia tecnologías de cero y bajas emisiones a nivel nacional”.

Normativa en términos de energéticos

5.15 El Gobierno de Colombia, por medio del documento Conpes 3934 “Política de Crecimiento Verde” estableció la necesidad de tomar acciones para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y de contaminantes que genera el sector transporte. Por esta razón, se desarrolló la Estrategia Nacional de Movilidad Eléctrica que establece metas concretas y articula diferentes iniciativas que se pretenden ejecutar en el corto, mediano y largo plazo para cumplir con los objetivos propuestos. A continuación, se presentan cuáles son las normas más importantes que enmarcan esta estrategia y que son relevantes para el presente trabajo de consultoría.

- Ley 1083 de 2006 por medio de la cual se establecen algunas normas sobre planeación urbana sostenible y se dictan otras disposiciones. Esta ley estableció la necesidad de incluir vehículos con combustibles limpios en los sistemas de transporte de las ciudades y

⁷ Excepto Buenaventura y Tumaco

⁸ La Ley fue expedida el 11 de julio de 2019, por lo cual el plazo se cumple el 11 de julio de 2025.

⁹ Excepto Buenaventura y Tumaco

¹⁰ El límite se establece para el 11 de julio de 2022.

¹¹ Excepto Buenaventura y Tumaco

municipios, especialmente aquellos que sean contratados para transporte masivo que sean contratados posterior al año 2010.

- La Resolución 2604 de 2009 expedida por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible reglamenta lo señalado en la Ley 1803 de 2006 sobre la definición de combustibles limpios. El artículo 5 de la resolución establece que se consideran energéticos limpios los siguientes:
 - Hidrógeno
 - Gas natural (GM)
 - Gas licuado de petróleo (GLP)
 - Diésel hasta de 50 ppm de azufre y sus mezclas con biodiésel
 - Gasolina hasta de 50 ppm de azufre y sus mezclas de gasolina con alcohol carburante o etanol anhidro desnaturalizado. La mezcla no debe superar 50 ppm de azufre
- La Resolución 910 de 2008, modificada por la Resolución 1111 de 2013, expedidas ambas por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible determina niveles permisibles de emisión de contaminantes que deberán cumplir las fuentes móviles terrestres. Dentro de estos niveles exige que los límites máximos de emisión por prueba dinámica cumplan con un estándar equivalente a EURO IV para los vehículos que utilicen Diesel y exceptúa de estas normas a los vehículos que funcionan con gas natural.
- Reforma tributaria realizada en 2016 generó incentivos para el transporte eléctrico en el cual incluyó a los vehículos para transporte de 10 o más personas, taxis, transporte de mercancías, entre otros para que sean bienes gravados con tarifa del 5% del IVA.
- Resolución 41286 de 2016 expedida por el Ministerio de Minas y Energía estableció unas metas indicativas de ahorro 2017-2022 para cuatro sectores. El sector transporte es el que debe aportar mayores ahorros con una meta de reducción del 5.49 % de consumo de energía (424.408 Tera Julios). Para lograrlo, el sector transporte debe:
 - Usar electricidad en: flota del sector oficial, taxis en las principales ciudades del país, motos y automóviles y transporte público de pasajeros de las principales ciudades del país
 - Establecer estándares de eficiencia energética en el sector y etiquetado para los vehículos
 - Evaluar otros energéticos con potencial disponibilidad para impulsar la diversificación de la canasta energética del sector.
- Resolución 1988 de 2017 expedida por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible adoptó las metas del plan de acción en las cuales se establecen dos grandes acciones para el sector transporte:
 - Conversión a Gas Natural Vehicular (GNV) en transporte público de pasajeros
 - Uso de electricidad en las categorías: flota sector oficial, taxis en las principales del país, motos y automóviles y transporte público de pasajeros en las principales ciudades.

5.16 Ahora bien, se presenta la normativa específica expedida por de cada una de las ciudades principales que han avanzado con planes para este segmento.

Medellín

5.17 La alcaldía de Medellín, considerando las disposiciones del Gobierno Nacional, ha expedido diferentes normas que permiten el impulso de vehículos eléctricos en la ciudad, especialmente de taxis. Algunas de estas normas son:

- Decreto 1601 de 2019 por medio del cual estableció que las motos y vehículos eléctricos serían exentos de pico y placa, siempre y cuando dichos vehículos estén matriculados en Medellín.
- La Resolución 2019500009417 expedida el 11 de febrero de 2019 por la Secretaría de Movilidad establece una tarifa para el transporte público terrestre automotor individual en vehículos eléctricos (carrera mínima \$6.800)

5.18 Adicionalmente, el municipio de Medellín firmó un convenio marco de cooperación interinstitucional con EPM para hacer la ejecución del proyecto de taxis eléctricos en la ciudad. Por medio de este convenio se espera que, en tres años, el primer año fue en 2019, la flota de taxis deberá contar con 1500 taxis eléctricos. De igual forma, la alcaldía otorga, por medio de EPM, un incentivo económico de \$18.300.000 COP para la compra de vehículos eléctricos.

Bogotá

5.19 El Decreto distrital 677 de 2011 por medio del cual se adoptan medidas para incentivar el uso del vehículo eléctrico en el Distrito Capital, autorizó una operación piloto y estableció algunas consideraciones sobre el uso de vehículos eléctricos en Bogotá. Algunas de las disposiciones son las siguientes:

- Los vehículos eléctricos no tienen restricciones de circulación (pico y placa)
- Las zonas de estacionamiento en vía deben contar con una asignación específica para este tipo de vehículos.
- Realizar un proceso piloto de 50 vehículos tipo taxi (transporte público individual) por un periodo de tres años.

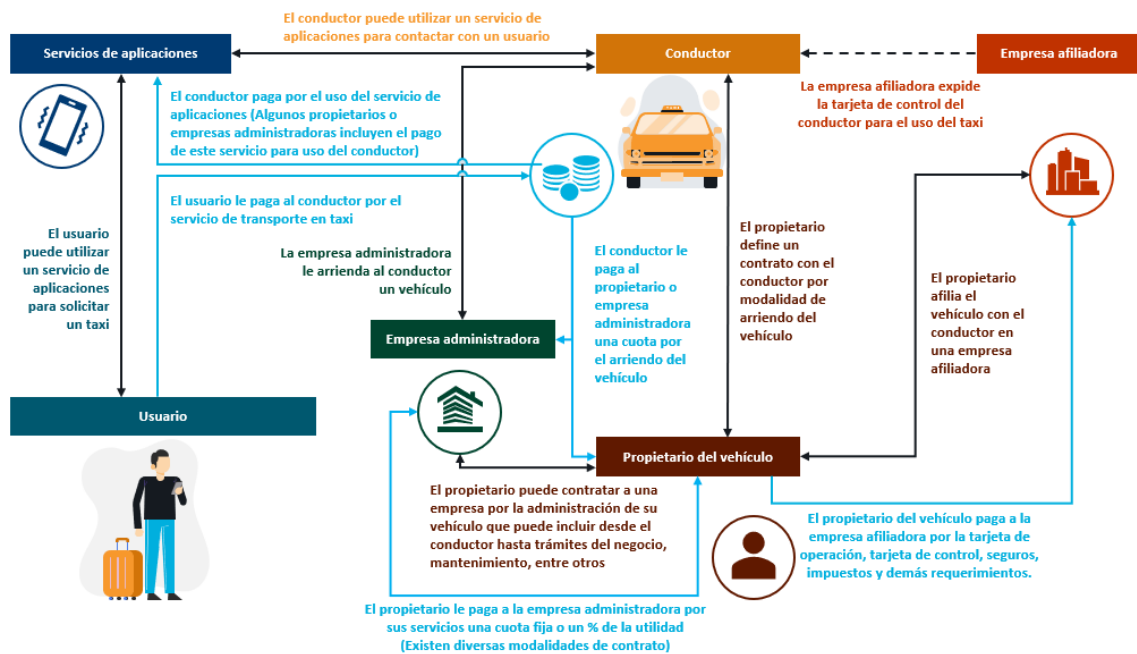
5.20 Esta fue la primera iniciativa que se materializó y de la cual en agosto de 2020 se obtuvieron resultados que han sido un punto de partida para otras ciudades del país.

6 Organización industrial del segmento de taxis

Cadena de valor del segmento

- 6.1 La operación de la flota de taxis de una ciudad involucra a una serie de actores que se relacionan entre sí. Los actores principales que están involucrados directamente en la prestación del servicio son el usuario, el conductor del vehículo y la empresa afiliadora. No obstante, el conductor no es siempre el propietario de este y, para la operación del taxi, en la mayoría de los casos se requieren equipos de telecomunicación, aplicaciones y procesos operativos y administrativos que son determinantes e implican el involucramiento de otros actores. A continuación, se presenta de manera esquemática la forma en que se organizan y relacionan los agentes que hacen parte este sector:

Figura 6.1: Estructura de la organización industrial del segmento de taxis



Fuente: Steer a partir de Rodríguez & Acevedo (¡Taxi! El modo olvidado de la movilidad en Bogotá, 2012) y entrevistas con los diferentes actores

6.2 De acuerdo con lo expresado por (Rodríguez Valencia & Acevedo Bohórquez, 2012), ya que las leyes relacionadas con el transporte han generado un aumento en la cantidad de actores particulares que prestan el servicio público de transporte, existen varios esquemas de organización para la industria de taxis. En el desarrollo de este estudio se realizaron entrevistas con diferentes actores de la cadena, con el objetivo de obtener de primera mano información que permitiera caracterizar a cada agente. Es así como, la principal relación encontrada a partir de entrevistas con los diferentes actores en las diferentes ciudades, y que posiblemente funcionan para el resto del país, es la vinculación o afiliación de vehículos, la cual se puede dar bajo las siguientes modalidades:

- Los **propietarios** tienen un acuerdo verbal o un contrato escrito con un **conductor** para el uso de su vehículo bajo la modalidad de arriendo, es decir, el conductor puede utilizar el vehículo por la duración del turno acordado y en correspondencia le paga un monto diario al propietario. Comúnmente se encuentran las siguientes posibilidades de uso del vehículo por turnos:
 - “Turno corto”: Corresponde a un turno de 12 horas en el que el conductor arrienda el vehículo al propietario por una cuota diaria establecida, al final del turno le debe entregar al propietario su vehículo en las condiciones iniciales de combustible y limpieza.
 - “Doble turno”: Modalidad en la que el propietario arrienda su vehículo a dos conductores que trabajan cada uno un turno corto, es decir, un conductor trabaja 12 horas y otro las restantes 12 horas del día, por lo que el propietario asegura que su vehículo trabaja tiempo completo y tiene la ganancia de dos arriendos. Algunas veces entre los dos conductores se comparten gastos operacionales del vehículo.
 - “Turno largo”: El conductor arrienda el vehículo para trabajar por más de 12 horas y hasta 16 horas, aproximadamente. Al final del turno le debe entregar al propietario su vehículo en las condiciones iniciales de combustible y limpieza.
 - “Turno loco”: El conductor acuerda con el propietario un valor fijo diario por el arriendo del vehículo para que trabaje más de 16 horas. Por lo tanto, en esta modalidad es común que el propietario le deje el vehículo al conductor para que pueda trabajar en el horario que desee. En esta modalidad, además de los costos de operación de combustible y limpieza, el conductor debe pagar parqueadero en caso de no tener uno propio.
- El **propietario del vehículo** decide a qué **empresa afiliar** el vehículo con el **conductor** para poder operar y decide cuando retirarlo. La empresa afiliadora expide la tarjeta de operación del vehículo, la tarjeta de control que sustenta la operación del vehículo y acredita al conductor como autorizado para desarrollar esta actividad, además de prestar otros servicios como la expedición de planillas de viaje, seguros, impuestos, entre otros.
- Según el Decreto 1079 de 2015, las empresas, personas naturales o jurídicas, legalmente constituidas, interesadas en prestar el servicio público de transporte terrestre automotor individual de pasajeros en vehículos taxi deben solicitar y obtener habilitación para operar. El vínculo entre el propietario del vehículo y la empresa se formaliza con la celebración del respectivo contrato que incorpora el vehículo al parque automotor de dicha empresa y se oficializa con la expedición de la tarjeta de operación por parte de la autoridad de transporte. La habilitación lleva implícita la autorización para la prestación del servicio público de transporte en esta modalidad.
Las principales obligaciones de las **empresas afiliadoras** son:

- Gestionar las tarjetas de operación de la totalidad de sus equipos y entregarlas oportunamente a sus propietarios, además de solicitar la renovación de las tarjetas de operación luego de verificar el cumplimiento de la documentación requerida de los propietarios de vehículo. La tarjeta de operación es el “documento único que autoriza a un vehículo automotor para prestar el servicio público bajo la responsabilidad de una empresa de transporte, de acuerdo con el radio de acción autorizado” (Ministerio de Transporte de Colombia, 2015).
- Expedir la tarjeta de control que tiene una vigencia mensual, luego de verificar que el conductor se encuentre afiliado y cotice en el Sistema de Seguridad Social, tenga la licencia de conducción vigente y que corresponda a la categoría del vehículo que se va a conducir, además de garantizar que el vehículo tenga todos los documentos requeridos.
- En ocasiones un tercero, una **empresa administradora**, realiza la contratación del conductor por el propietario, además de incluir algunos servicios operacionales y administrativos como encargarse de los trámites del negocio, el mantenimiento del vehículo, afiliaciones a salud de los conductores, acompañamiento en accidentes, entre otros. Sin embargo, existe una amplia diversidad de estas empresas y cada una puede definir diferentes servicios y modalidades de funcionamiento, las cuales generalmente se resumen en las siguientes:
 - Valor fijo mensual: Los propietarios dejan sus vehículos bajo la administración de la empresa para que se encargue de su mantenimiento y uso. La empresa arrienda el vehículo a uno o varios conductores por una cuota diaria que corresponde a la utilidad del negocio, con la cual la empresa paga todos los servicios del vehículo y le entrega al propietario un valor fijo mensual. En este caso es fundamental que el vehículo se encuentre trabajando la mayor cantidad de horas o turnos posibles.
 - Por productividad fija: De la misma manera que en la anterior modalidad, los propietarios dejan sus vehículos bajo la administración de la empresa para que se encargue de su mantenimiento y uso; sin embargo, en este caso toda la utilidad que produzca el vehículo es del dueño y este le debe pagar a la empresa una cuota fija. En ese contrato la empresa se compromete a prestar ciertos servicios a cambio de esa cuota fija como conductores profesionales, GPS, cuidado de los vehículos, entre otros que varían según la empresa.
 - Por productividad en un porcentaje: Esta modalidad es similar a la anterior, pero en lugar de que el propietario deba pagar una cuota fija a la empresa, se define un porcentaje sobre la ganancia total del vehículo.
- Es común que el propietario o la empresa le solicite al conductor un valor adicional de “ahorro”, el cual al final del año puede ser retornado al conductor en su totalidad. Sin embargo, el propietario o la empresa puede realizar descuentos a ese ahorro por daños, accidentes, multas y demás imprevistos; por lo que en la práctica se utiliza como un seguro.
- Según el Decreto 1079 de 2015, los **vehículos** destinados al Servicio Público de Transporte Terrestre Automotor Individual de Pasajeros en Vehículos Taxi, que deberán permanecer en este servicio por un término no menor de cinco (5) años contados a partir de la fecha de expedición de la respectiva licencia de tránsito, fecha a partir de la cual, podrán solicitar el cambio de servicio, el cual se tramitará conforme a las disposiciones vigentes sobre la materia y su reposición deberá efectuarse con un vehículo nuevo o no usado (Ministerio de Transporte de Colombia, 2015). Se entiende por vehículo nuevo como aquel cuyo modelo corresponde como mínimo al año en que se efectúa el registro de este.

- 6.3 En este esquema de vinculación de “paquetes” el conductor tiene un vínculo débil con la empresa afiliadora. El único vínculo consiste en expedir y renovar el tarjetón o tarjeta de control. Las empresas no tienen obligación de contratar laboralmente a los conductores, simplemente son intermediarias entre el propietario del vehículo y el usuario, y se limitan a verificar que los conductores cumplan los requisitos mínimos para expedir la tarjeta de control. El incentivo de este esquema de vinculación no es prestar un buen servicio (conductor y vehículo) ni optimizar el servicio al cliente y la demanda. El incentivo principal es conseguir el mayor número de afiliados (Rodríguez Valencia & Acevedo Bohórquez, 2012).
- 6.4 Adicionalmente, los **usuarios** se encuentran en desventaja ante la presentación del servicio como consecuencia de que las empresas no tienen incentivos para sancionar las faltas de los vehículos afiliados y sus conductores; y tampoco tiene medios efectivos para presentar quejas a la autoridad. La autoridad, a su vez, está a cargo de la habilitación de empresas de transporte, para lo cual expide derecho a prestar el servicio de forma indefinida y sin costo. Sin embargo, como se mencionó, este derecho se usa para tercerizar la prestación del servicio a personas que pagan a la empresa por realizar el trámite de forma no regulada (Rodríguez Valencia & Acevedo Bohórquez, 2012).

El rol de las aplicaciones o plataformas tecnológicas

- 6.5 Actualmente algunos conductores utilizan **plataformas tecnológicas o aplicaciones** como una nueva alternativa que conecta con mayor facilidad a los conductores con los usuarios y que ofrecen al conductor aumento de las carreras y mejor desempeño al no tener que recorrer largas distancias buscando un cliente, identificación y calificación del usuario, y, en resumen, mayores utilidades y seguridad en el servicio. Por su parte, al usuario le ofrecen un sistema de rastreo en tiempo real e identificación del conductor que permite dar mayor seguridad y tranquilidad, utilizar métodos de pago diferente al efectivo, conocer la tarifa anticipadamente y posibilidades de calificar al conductor.
- 6.6 Existe una gran variedad de aplicaciones que puede utilizar el conductor, algunas pertenecientes a las empresas afiliadoras, que comúnmente cobran un valor mensual para su uso; mientras que otras aplicaciones son independientes de estas empresas y ofrecen servicios de transporte individual tanto en taxi como en vehículos privados. La modalidad de cobro de la comisión depende de las condiciones definida por cada aplicación; sin embargo, comúnmente pueden ser cobro fijo mensual, cobro fijo por carrera o un porcentaje del cobro por carrera.
- 6.7 Según el Decreto 2297 de 2015, “las plataformas tecnológicas que empleen las empresas de transporte debidamente habilitadas, para la gestión y prestación del servicio público de transporte terrestre automotor individual de pasajeros, deben obtener la habilitación del Ministerio de Transporte. Para ello, demostrarán el cumplimiento de las condiciones de servicio que establezca el Ministerio de Transporte, como la posibilidad de calificar al conductor y al usuario, identifica el vehículo que prestará el servicio e individualizar el conductor” (Ministerio de Transporte de Colombia, 2015).

7 Análisis del costo total de propiedad

- 7.1 El Costo Total de Propiedad¹² (o Total Cost of Ownership – TCO por sus siglas en inglés) se refiere al costo total de adquirir, operar y mantener un vehículo y la infraestructura de abastecimiento de combustible/carga asociada a su operación. El TCO busca analizar los costos en el ciclo de vida de los vehículos considerando que algunas tecnologías pueden tener mayores costos de capital y menores costos de operación que sus alternativas.
- 7.2 El TCO generalmente se reporta como un costo de operación y mantenimiento por kilómetro. Al normalizar los costos por el número de kilómetros recorridos, los resultados de distintos sistemas son directamente comparables. El TCO¹³ incluye las siguientes categorías de costos a lo largo del ciclo de vida de los vehículos:
- Costos de inversión, incluyendo pagos iniciales, servicio de la deuda tanto para vehículos como infraestructura de carga (en caso de aplicar).
 - Costo de reventa o chatarrización del vehículo.
 - Costos de combustible/carga, definidos por las eficiencias de las diferentes tecnologías y los parámetros de servicio.
 - Mantenimiento rutinario para garantizar un buen nivel de servicio.
 - Mantenimiento mayor en función de los parámetros de servicio y los requerimientos tecnológicos (por ejemplo, es común que los vehículos eléctricos a batería necesiten una intervención mayor cada 7-8 años en la cual se reemplaza la batería).
 - Mantenimiento de infraestructura para la eficiente operación de los servicios.
 - Servicios administrativos
 - Impuestos y seguros
 - Personal y demás costos implicados en la operación del vehículo.
- 7.3 Existen diversas metodologías para calcular el TCO de un vehículo (Nurhadi, et.al, 2014, Graham, 2020), estas difieren principalmente en el tratamiento que se le da a la temporalidad de los costos en el ciclo de vida operativo (i.e., si se debe descontar el valor futuro de los costos y a qué tasa de

¹² Los denominados costos de propiedad incluyen todos los costos de asociados a la adquisición, operación y mantenimiento de los vehículos, independiente de si son asumidos por el propietario del taxi, por el conductor o por otro agente.

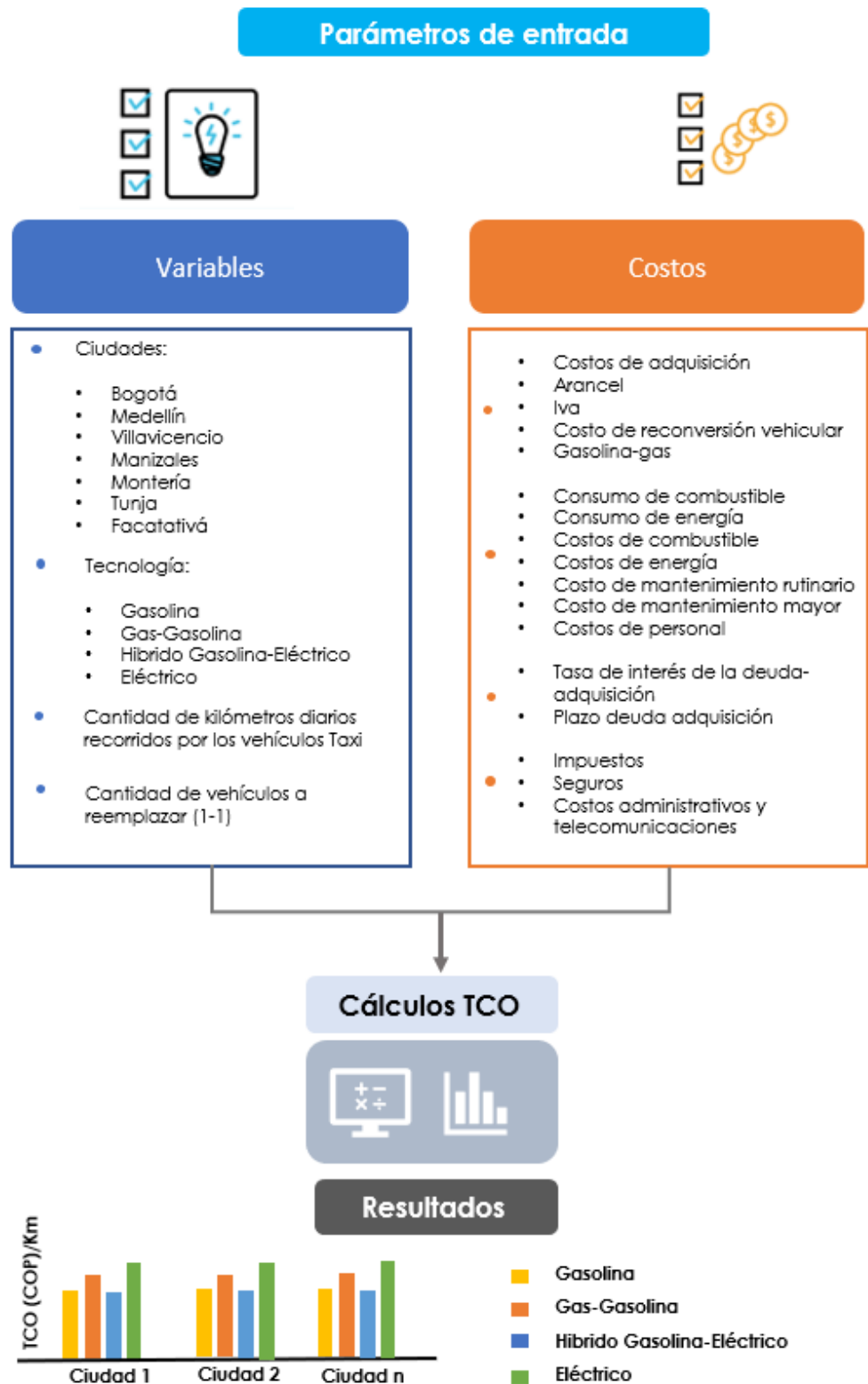
¹³ Aquí se hace referencia a lo que comúnmente incorporan este tipo de modelos desde la teoría. Más adelante se aclaran los parámetros que fueron utilizados como parte de este ejercicio.

descuento). El desarrollo del TCO para este proyecto se enfocará en los costos de propiedad de los vehículos en su ciclo de vida sin uso de tasas de descuento.

Esquema de modelación del TCO

- 7.4 Para el desarrollo del TCO se ha construido una herramienta en Excel (Ver Anexo A) que integra el análisis de los supuestos e información utilizados para el cálculo del costo de propiedad asociados a cada tecnología vehicular comparable.
- 7.5 Es importante aclarar que las fuentes de la información responden principalmente a los análisis de tarifa entregados por las diferentes ciudades y las entrevistas realizadas en el marco de este estudio, junto con información pública disponible, cotizaciones e información secundaria.
- 7.6 La figura siguiente ilustra la estructura de la herramienta, con la descripción de las diferentes ciudades analizadas y con los parámetros de costos asociados a las alternativas tecnológicas identificadas. Considerando los fundamentos teóricos descritos en la sección anterior, la herramienta arroja resultados del costo por kilómetro para cada ciudad analizada y por alternativa de tecnología evaluada.

Figura 7.1: Esquema de modelación del TCO



Fuente: Steer, 2021.

Descripción de los insumos y supuestos

7.7 A continuación, se describen cada uno de los parámetros de entrada usados en el modelo de costo de propiedad.

Parámetros de insumo del modelo

7.8 Entre los parámetros que definen cada proyecto se encuentra:

- Se seleccionaron 7 ciudades para incluir el análisis de diferentes tamaños y complejidades: Bogotá, Medellín, Villavicencio, Manizales, Montería, Tunja y Facatativá.¹⁴
- El tipo de vehículo a reemplazar: Taxi.
- La tecnología utilizada, incluye las siguientes opciones:
 - Gasolina: Tecnología utilizada comúnmente en la actualidad en los taxis en las ciudades analizadas.
 - Gasolina-Gas Natural (convertidos)
 - Híbrido gasolina – eléctrico
 - Eléctrico

Se identificó con el análisis de caracterización de la flota que los vehículos taxi dedicados a gas representan alrededor de cero en la distribución de las tecnologías actuales. Por tanto para la comparación con tecnología en escenario base se tomó gasolina y gasolina-gas natural (convertidos) que representan 82% y 16% respectivamente en la distribución de energético de la flota de taxis nacional.

Por otro lado, en la actualidad no hay desarrollo suficiente de la tecnología de hidrógeno para incluirlo en el ejercicio. Sin embargo, las condiciones ambientales y la velocidad de los avances tecnológicos de este energético obligan a una revisión permanente de la regulación para facilitar su entrada en todos los segmentos de movilidad sostenible incluido el segmento de taxis.

- La edad promedio de la flota de los vehículos fue tomada de los estudios de tarifas que enviaron las diferentes ciudades analizadas.
- La cantidad de vehículos a reemplazar, en este caso el análisis se hace uno a uno para determinar la comparación entre tecnologías.
- Los kilómetros promedio diarios recorridos por vehículo en cada ciudad. Este parámetro depende de los esquemas operacionales de los taxis en las ciudades de estudio. Esta información se obtuvo a partir de lo reportado en los estudios de tarifas que enviaron las ciudades y de algunas entrevistas desarrolladas.

Principales supuestos

7.9 Entre los supuestos del modelo se encuentra que:

- En este ejercicio el análisis es uno a uno para determinar la comparación entre tecnologías e identificar las diferencias.
- El análisis de TCO se realiza para un periodo de 10 años

¹⁴ Estas ciudades en el marco de este estudio compartieron sus estudios de tarifa para el servicio de transporte público individual.

- Se asumen las condiciones y beneficios tributarios actuales que permite las leyes que promueven la movilidad sostenible.

Figura 7.2: Incentivos tributarios para la movilidad sostenible

	Impuesto	Arancel	IVA	Revisión TM	Soat
Dedicado a Gas	1%	5%	5%	-	-
Híbrido	-	5%	5%	-	-
Eléctrico	1%	0%	5%	30% descuento	10% descuento

Fuente: Steer 2021, a partir de Ley 1964 de 2020 Ley de movilidad eléctrica, Ley 2128 de 2021 y Resolución 20213040039485 de los Ministerios de Ambiente y Transporte.

- Los costos de operación y mantenimiento obtenidos de los estudios de tarifas de las ciudades fueron indexados según la variación del IPC dependiendo del año del estudio.
- En el caso del costo del personal, se indexó según la variación del salario mínimo.
- Se asume que los vehículos eléctricos no tendrán restricciones de pico y placa y por eso trabajarán 30 días al mes.
- Los vehículos tipo de gasolina utilizados fueron los más adquiridos recientemente en cada una de las ciudades, el de gasolina-gas fue el vehículo que más frecuentemente se convierte a gas.
- Se analizaron dos tipos de vehículos híbridos gasolina-eléctrico, uno ligero y otro 100% híbrido. El híbrido ligero es una tecnología donde la batería eléctrica funciona como apoyo al motor de gasolina en momentos puntuales, sin embargo, no es capaz de ofrecer una conducción 100% eléctrica como lo hace el híbrido. Ambas tecnologías híbridas fueron evaluadas ya que ofrecen beneficios al medio ambiente ahorrando gasolina, esto para el híbrido ligero en menor medida que el híbrido.
- Para el híbrido se consideró el Hyundai Ioniq por la importancia de la marca en el segmento de taxis¹⁵, y para el híbrido ligero se utilizó el Suzuki Swift, dada su similitud con vehículos taxis a gasolina con un precio competitivo y la oferta actual en el mercado local. Es importante aclarar que aunque actualmente estos modelos no se encuentran disponibles para el segmento de taxis, son tecnologías de bajas emisiones potenciales que se consideran importantes para tener en cuenta dentro de este estudio.
- El vehículo eléctrico seleccionado fue el que se ha utilizado en los pilotos de taxis eléctricos de Bogotá (BYD E5).
- El análisis principal se realizó con 10 años de vida útil del vehículo, considerando no deseable que un taxi supere esta edad. Sin embargo, en las gráficas de resultados se incluye un análisis de sensibilidad variando este parámetro frente al resultado de TCO (COP/Km).
- No se incluyen costos adicionales necesarios para la masificación de vehículos de tecnologías de bajas o cero emisiones que no son asumidos por el propietario. Este es el caso de los costos de generar la infraestructura de carga necesaria para garantizar la disponibilidad de

¹⁵ En el desarrollo de la caracterización actual de la flota nacional de taxis en Colombia se encontró que la marca Hyundai representa el 60% de los vehículos registrados en los últimos 10 años.

energéticos y los costos de adecuación técnica de los sistemas de distribución energética en cada ciudad.

- Estos costos se requieren para hacer viable la política de movilidad sostenible y los compromisos ambientales asumidos por el país.

Parámetros de costos

7.10 En cuanto a los parámetros para el cálculo del TCO, estos se clasificaron en técnicos, de operación y mantenimiento, financieros, administrativos y telecomunicaciones, impuestos y seguros como se muestra en la siguiente tabla. Los valores para cada tecnología y tipología fueron obtenidos a partir de la información secundaria y complementada con fichas técnicas y datos operacionales de tecnologías similares en Colombia principalmente para la tecnología híbrida. Del mismo modo, se utilizó la información reportada por las diferentes ciudades mediante los estudios de tarifas, entregados en el marco de este estudio y las entrevistas a los diferentes actores de este sector. El Anexo A presenta los valores de los parámetros establecidos para el TCO junto con las fuentes que se tuvieron en cuenta para cada uno.

Tabla 7.1: Parámetros para el TCO

Tipo de parámetro	Parámetro	Descripción	Unidad
Parámetros Técnicos	Consumo combustible gasolina	Rendimiento del vehículo en galones por kilómetro.	Gal/km
	Consumo combustible gas	Rendimiento del vehículo en metros cúbicos por kilómetro.	m3/km
	Consumo energía eléctrica	Rendimiento del vehículo en kilovatios hora por kilómetro.	kWh/km
	Kilómetros recorridos	Promedio de kilómetros recorridos en un día.	Km/día
Costos de energético	Costo combustible (galón)	Costo por galón de la gasolina.	COP/Gal
	Costo combustible (m3)	Costo por m3 de gas.	COP/m3
	Costo energía	Precio de la energía en las ciudades analizadas.	COP/kWh
Costos de mantenimiento	Costo mantenimiento vehicular rutinario	Costo del mantenimiento preventivo.	COP/km
Costos de personal y otros operativos	Costo de personal	Costo del personal necesario para la operación (conductor/es)	COP/veh
	Servicios de limpieza	Corresponde a la actividad de lavado y limpieza del vehículo.	COP/año/veh
	Garaje	Costo de lugar de parqueo del vehículo.	COP/año/veh
Financiación	Tasa de interés de la deuda - adquisición	Tasa de interés promedio exigida por prestamistas para la adquisición de vehículos de servicio público individual.	%

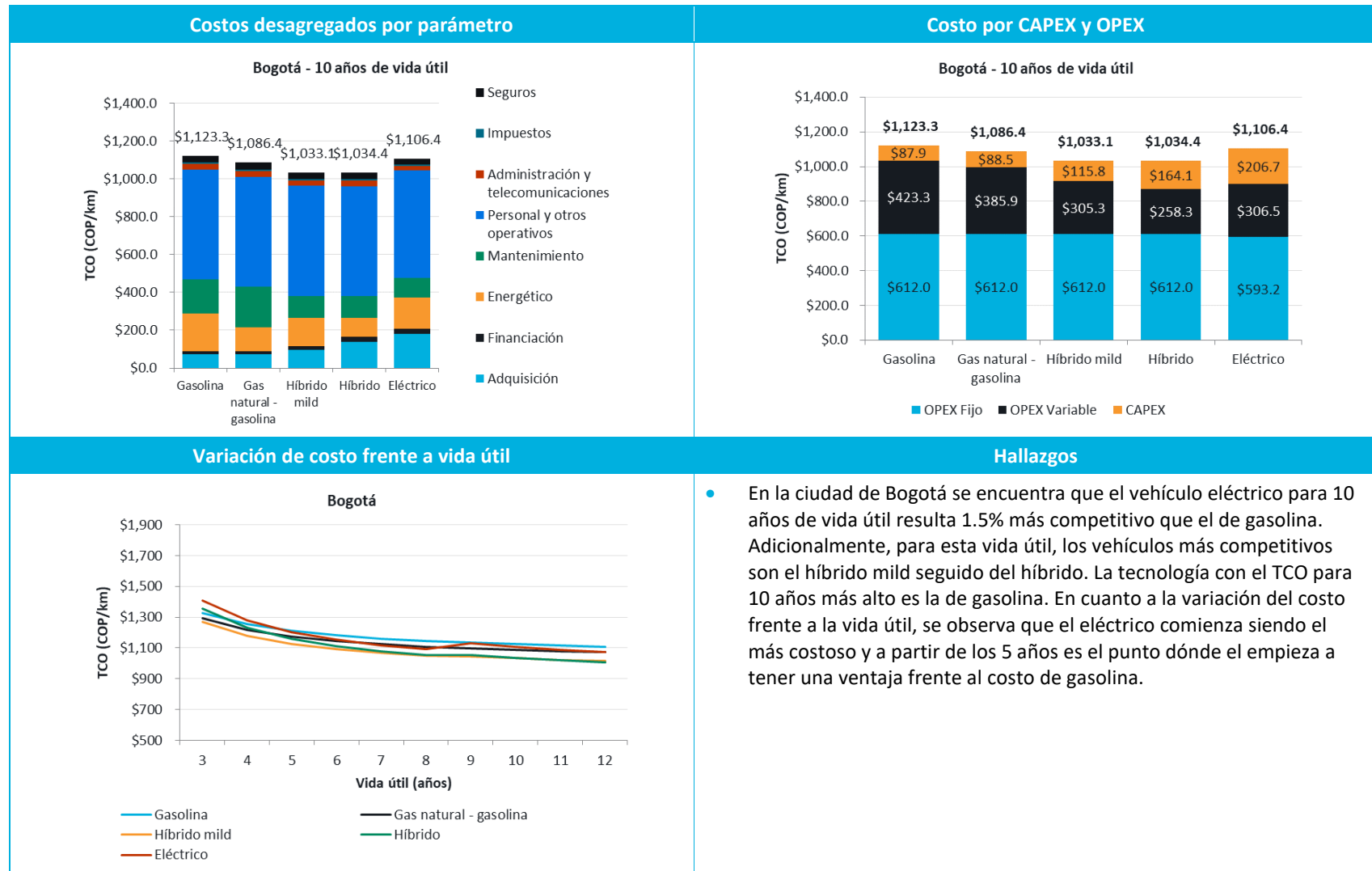
Tipo de parámetro	Parámetro	Descripción	Unidad
	Plazo deuda adquisición	Plazo de deuda promedio para la adquisición de vehículos de servicio público individual de transporte.	Años
Costos de adquisición	Costo de adquisición	Costo de adquisición del vehículo en los países de estudio.	COP
	Arancel	Costo del impuesto a la importación.	%
	IVA	Impuesto al valor agregado.	%
	Registro inicial	Impuesto de registro inicial o matrícula del vehículo	COP
	Costo del cargador	Costo del cargador para el vehículo eléctrico	COP
	Costo de baterías	Costo de adquisición y reemplazo de las baterías de los vehículos eléctricos e híbridos.	COP
	Costo de conversión a gas	Costo de conversión de vehículos dedicados a gasolina a gas natural.	COP/veh
Administración y telecomunicaciones	Costo de afiliación	Costo de afiliación a la empresa.	COP/año/veh
	Aplicativos	Costo de suscripción a las aplicaciones para obtener servicios.	COP/año/veh
	Plan de datos/radiofrecuencia	Plan de datos de Internet.	COP/año/veh
	Hardware	Dispositivos para recibir servicios.	COP/año/veh
Impuestos	Impuesto sobre vehículos.		COP/año/veh
	Revisión técnico-mecánica obligatoria.		COP/año/veh
	Revisión técnico-mecánica preventiva.		COP/año/veh
	Renovación de tarjeta de operación.		COP/año/veh
Seguros	SOAT		COP/año/veh
	Seguro contractual y extracontractual.		COP/año/veh
	Seguro todo riesgo.		COP/año/veh

Fuente: Steer, 2021

Resultados

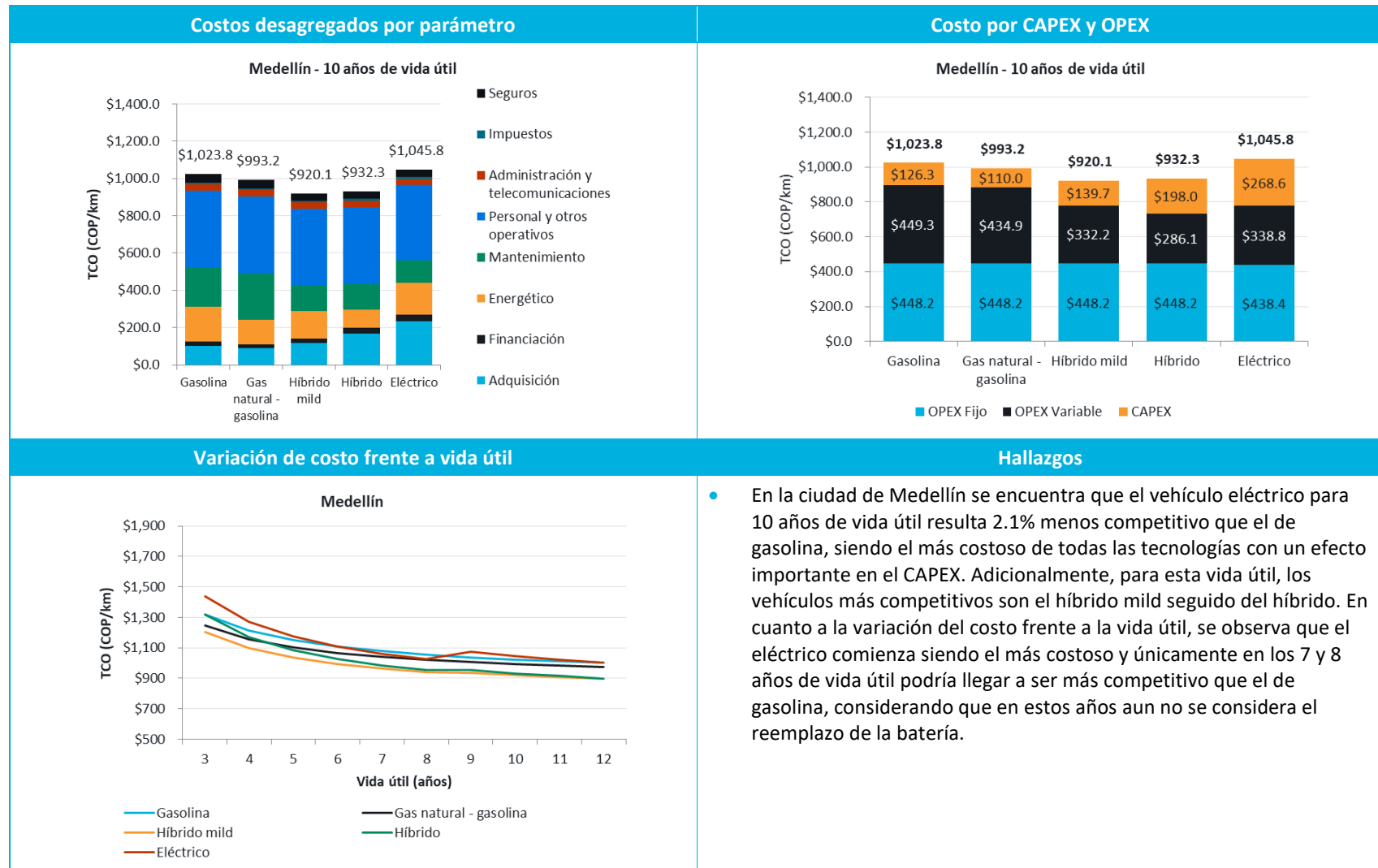
- 7.11 A partir de la herramienta construida que se describió anteriormente, se evaluó el costo de propiedad para las diferentes tecnologías, obteniendo como resultados para cada una de las ciudades analizadas los costos por kilómetro.
- 7.12 Para facilitar el análisis se agrupan los parámetros en tres componentes:
- CAPEX: incluye el costo de adquisición del vehículo, IVA, arancel, costos financieros, conversión a gas natural, registro inicial del vehículo, cargador del vehículo eléctrico y adquisición de baterías. Para obtener el CAPEX por kilómetro se utiliza la distancia recorrida en cada ciudad de acuerdo con el estudio tarifario de cada ciudad. En aquellas ciudades donde los vehículos por tecnología tengan menor recorrido el peso del CAPEX sobre el TCO será mayor.
 - OPEX fijo: incluye costo del personal, garaje, servicios de limpieza, administración y telecomunicaciones. Estos costos son fijos ya que son independientes de la tecnología usada.
 - OPEX variable: incluye los costos de mantenimiento, energético, impuestos y seguros. Los dos últimos se consideran variables ya que existen incentivos que aplican a éstos en vehículos eléctricos e híbridos.
- 7.13 A continuación, se presentan los resultados:

Figura 7.3: Costo total de propiedad de taxis Bogotá-10 años



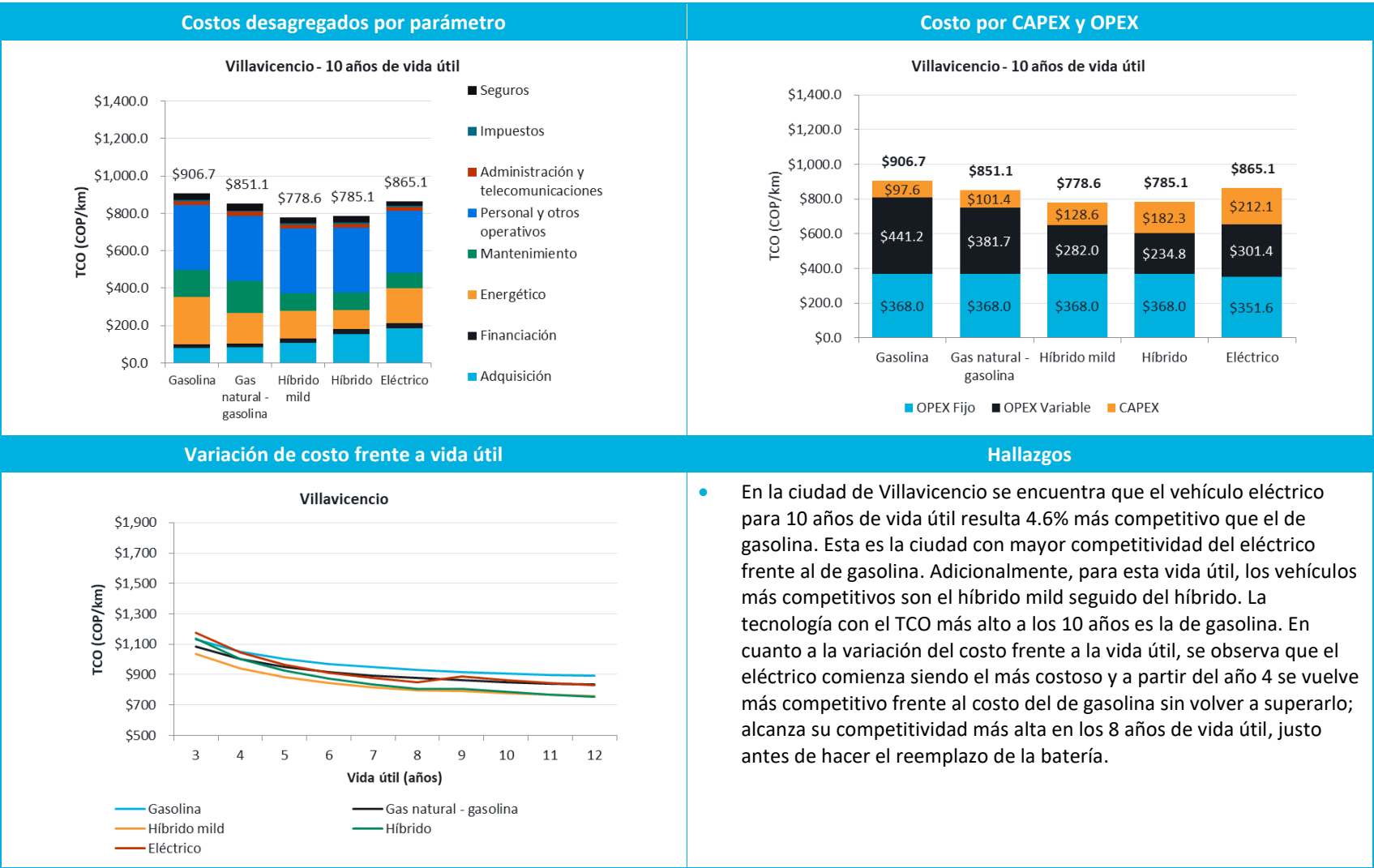
Fuente: Steer, 2021

Figura 7.4: Costo total de propiedad de taxis Medellín-10 años



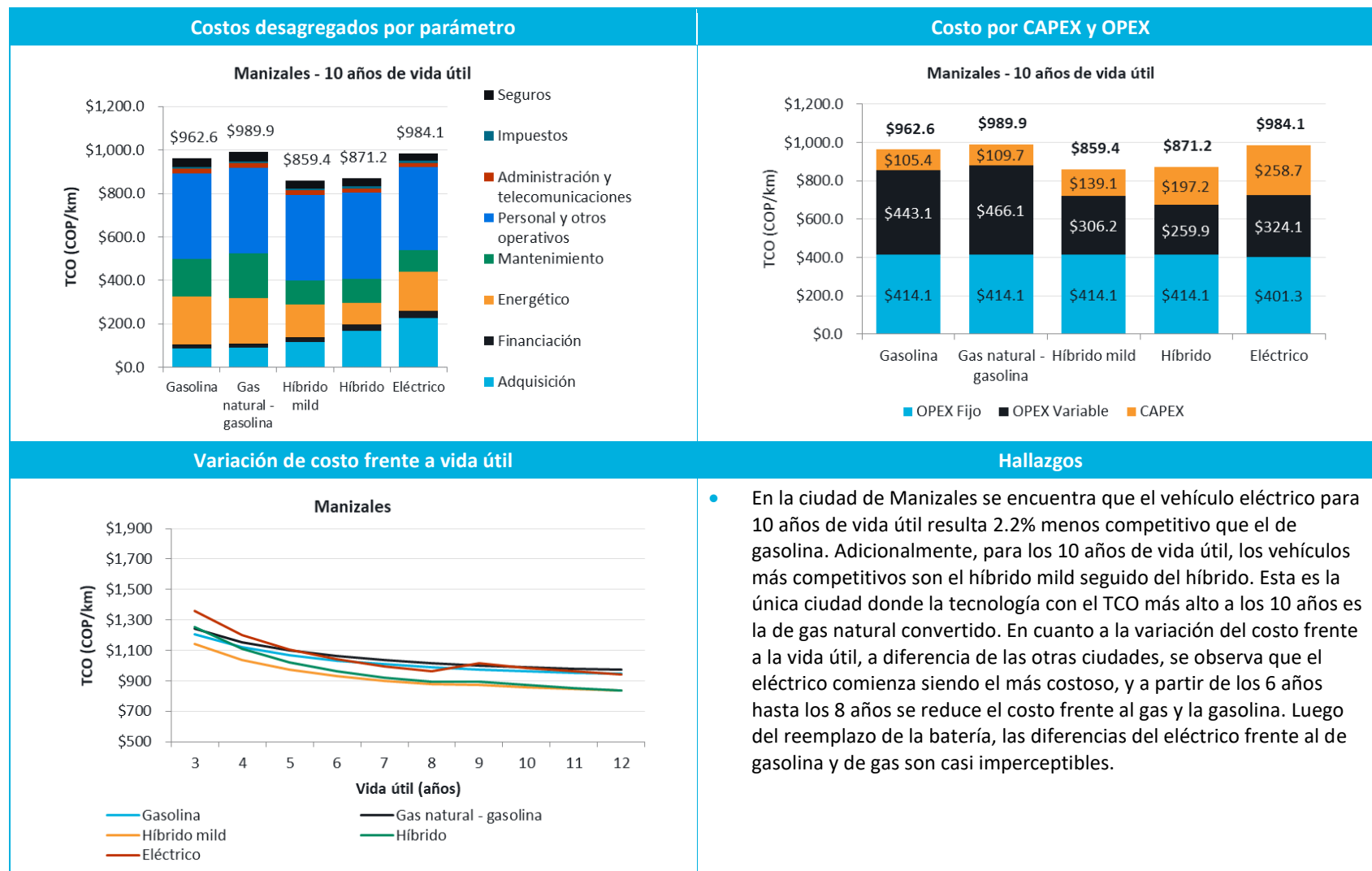
Fuente: Steer, 2021

Figura 7.5: Costo total de propiedad de taxis Villavicencio-10 años



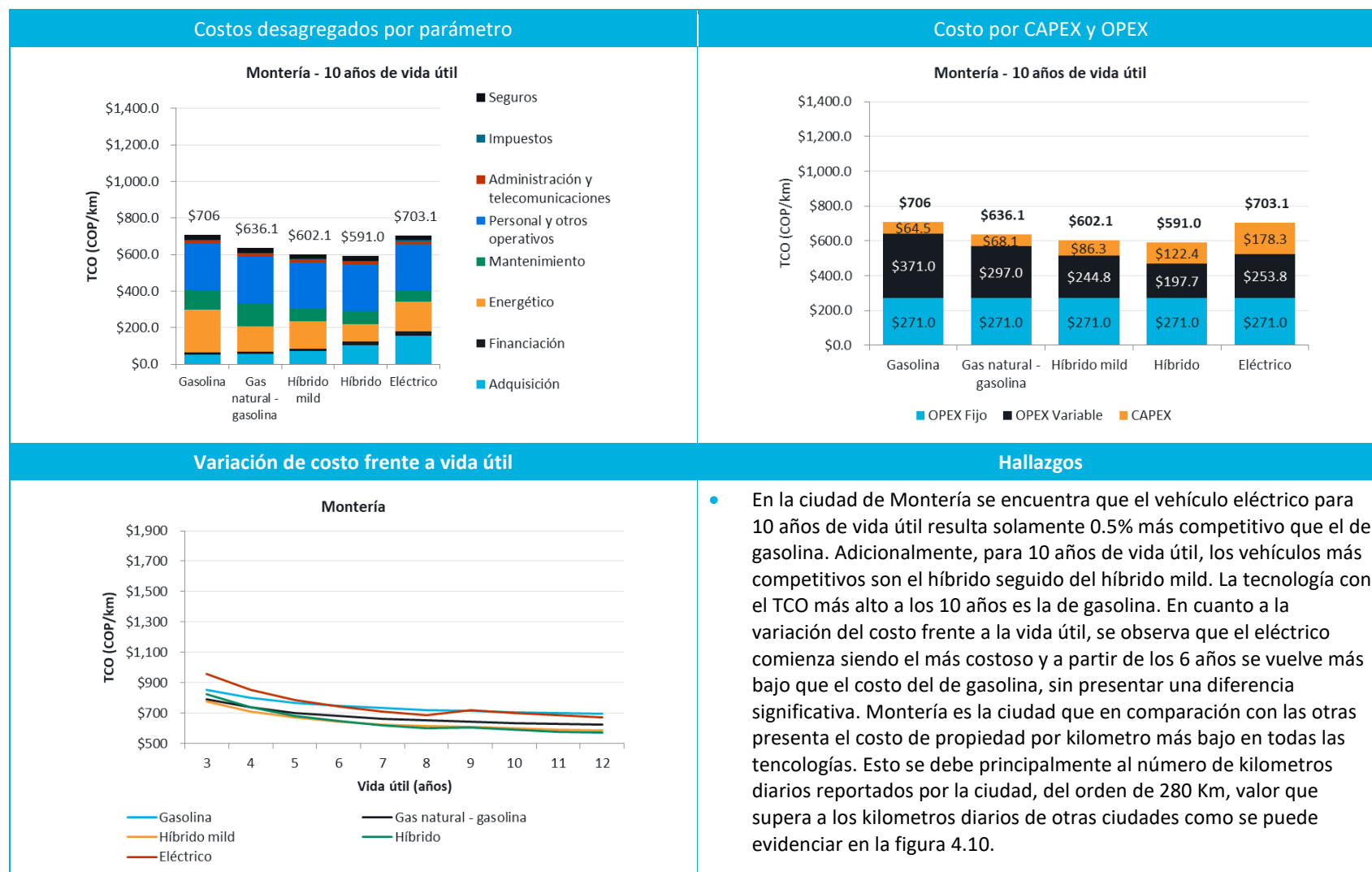
Fuente: Steer, 2021.

Figura 7.6: Costo total de propiedad de taxis Manizales-10 años



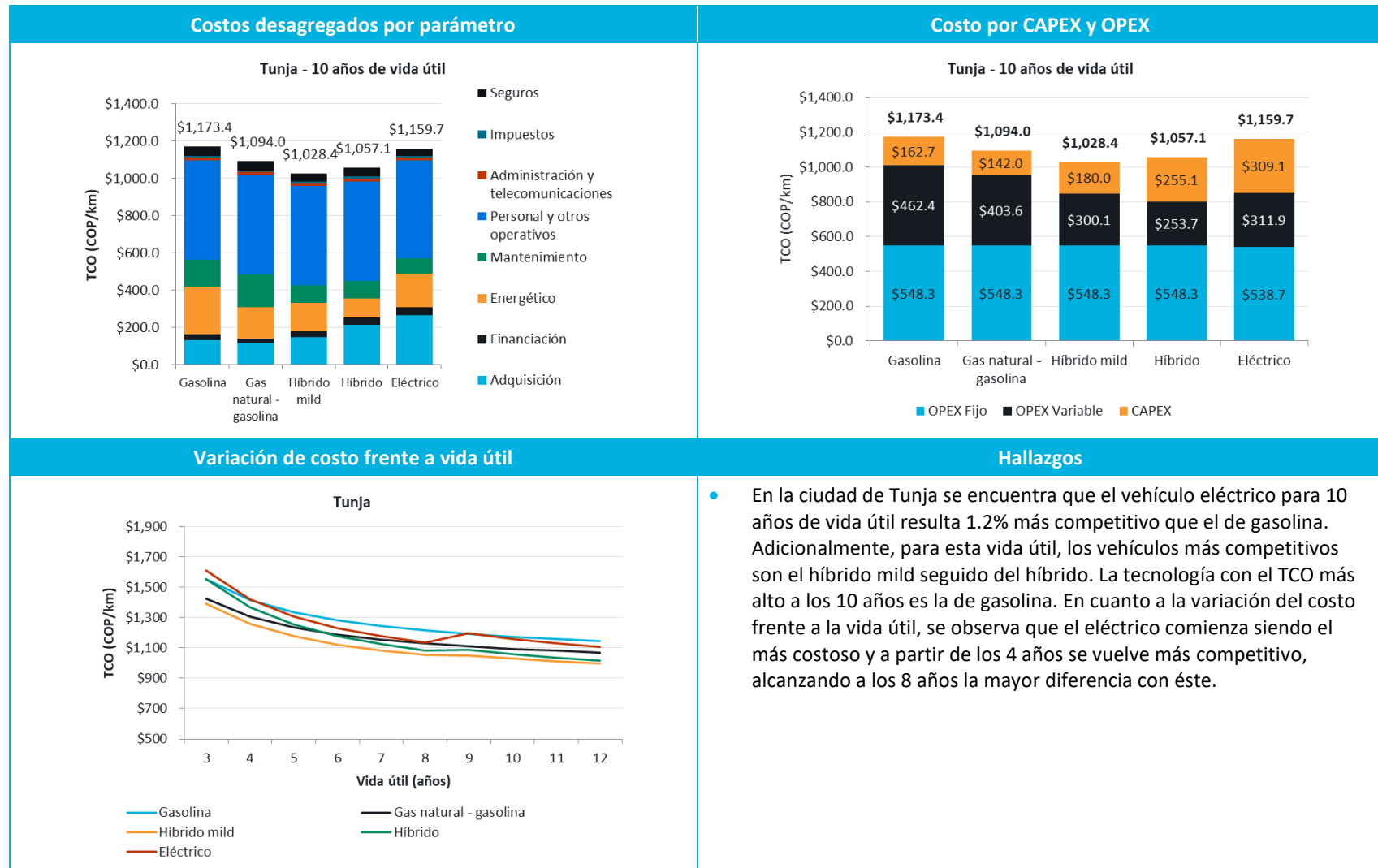
Fuente: Steer, 2021

Figura 7.7: Costo total de propiedad de taxis Montería-10 años

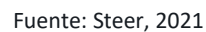


Fuente: Steer, 2021

Figura 7.8: Costo total de propiedad de taxis Tunja-10 años



Fuente: Steer, 2021



7.14 De acuerdo con lo anterior se puede concluir:

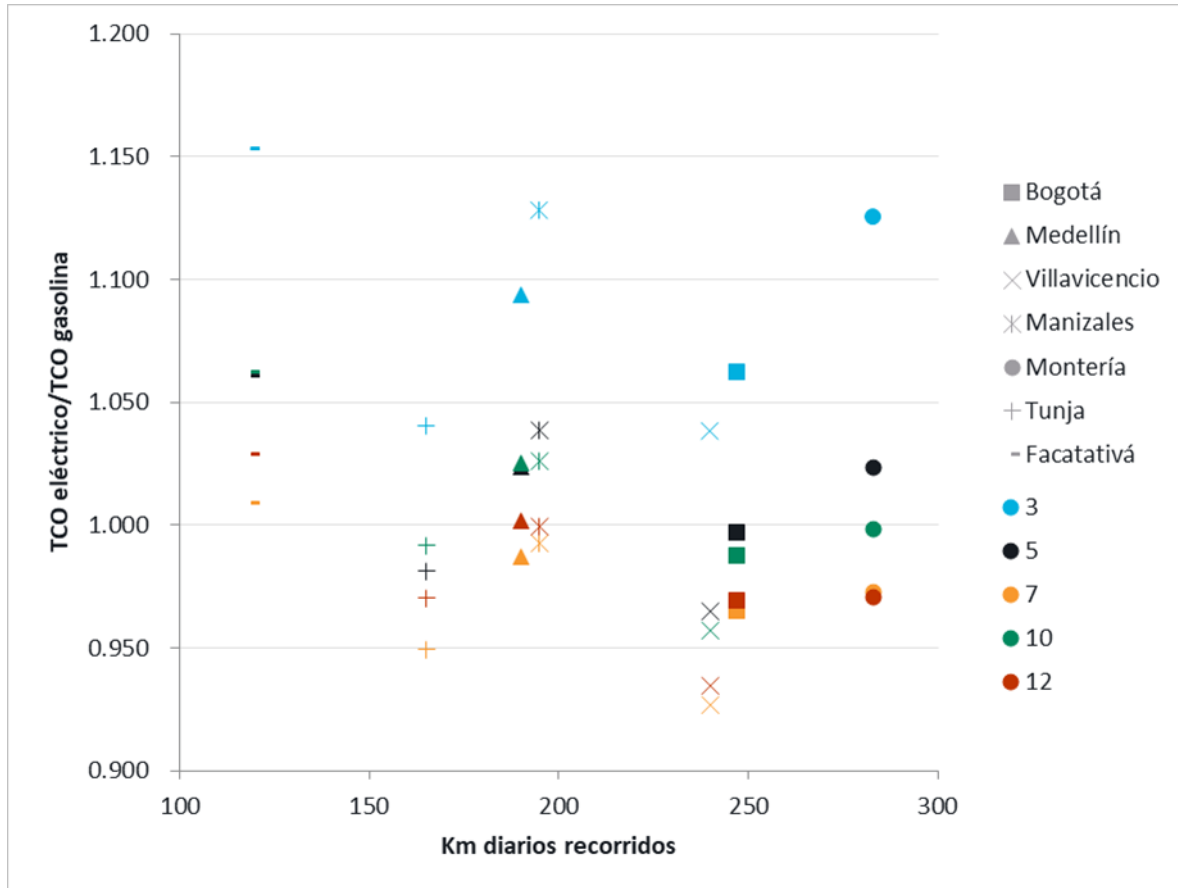
Resultados comunes en las ciudades analizadas

- Se observan resultados disímiles por ciudad, esto muestra la importancia de políticas diferenciadas por regiones y del uso de instrumentos locales.
- En cuanto al CAPEX las diferencias por ciudad se explican principalmente por los kilómetros recorridos por día. Entre más kilómetros recorre un taxi, menor resulta el costo del CAPEX por kilómetro. Por esta razón, las ciudades donde los taxis recorren menos kilómetros podrían tener más retos a la hora de implementar tecnologías de cero y bajas emisiones que impliquen altos costos de inversión.
- Los costos de financiación representan en promedio el 20% del CAPEX, por lo que una política orientada a abaratar este componente tendría un impacto significativo en la viabilidad de la transformación tecnológica.
- Para todas las ciudades el menor costo total de propiedad es el de los **vehículos híbridos**, a pesar de que el CAPEX es mayor que el de las tecnologías a gasolina y convertidos a gas. El OPEX variable es mucho menor que las tecnologías mencionadas. Esto se explica por los beneficios tributarios y de SOAT que tienen los híbridos. A pesar de que el vehículo híbrido actualmente no se comercializa en el segmento de taxis, es una alternativa a revisar por los resultados presentados del TCO.
- La tecnología de **eléctricos** sigue siendo más costosa que las demás, aunque tiene potencial para registrar recorridos más largos disminuyendo el CAPEX, en la actualidad sigue superando a las demás tecnologías.
- Los vehículos eléctricos también tienen beneficios tributarios y de SOAT. Los impuestos y seguros están asociados al valor del vehículo por lo que el OPEX variable es más alto que el de los híbridos pese a que en la mayoría de los casos analizados el mantenimiento y el energético son más económicos.
- Frente a los resultados de la sensibilidad de acuerdo con la variabilidad de los años de vida útil de los vehículos, la primera observación que se realiza es el salto del TCO que ocurre entre los 8 y 9 años de vida útil en el vehículo eléctrico y, en menor medida, en el híbrido. Este salto ocurre por el costo de la batería que se estima se tendrá que reemplazar después de los 8 años. A pesar de este gran costo en los vehículos eléctricos e híbridos, es importante resaltar que, en tendencia general, a medida que van aumentando los años de vida útil, el eléctrico se va volviendo más competitivo y puede superar a las demás tipologías vehiculares. En cuanto a los vehículos de gasolina, convertidos a gas natural e híbrido, se observa que los tres tienden a tener la misma tendencia de reducción del TCO a medida que incrementa la vida útil.
- La competitividad de los vehículos eléctricos todos los incentivos tributarios y de circulación existentes para los vehículos eléctricos, los resultados encontrados indican que aún sería necesario implementar más incentivos o aumentar la tarifa para ver una diferencia substancial en cuanto a la competitividad del taxi eléctrico que haga que los propietarios lo elijan a la hora de comprar un taxi.
- En cuanto a los vehículos **convertidos a gas natural**, se puede observar que en todas las ciudades excepto Manizales resulta el segundo más económico en términos de TCO. Este tipo de vehículos implican el costo de conversión y presentan mayores costos de mantenimiento, costos que son compensados por los costos del energético.

Datos relevantes para ciudades:

- Bogotá es la ciudad con el mayor peso relativo de OPEX fijo. En promedio los costos fijos de operación y mantenimiento representan el 56% para los taxis, esto sumado al déficit tarifario que argumentan los taxistas precariza las condiciones financieras de los agentes y reduce la viabilidad financiera del ascenso tecnológico de este segmento.
- Facatativá es la ciudad con menos kilómetros recorridos diarios menor y Montería la que tiene más kilómetros recorridos diarios, determinando esto importantes diferencias en los resultados del TCO.
- En Manizales (18%) y Bogotá (19%) se presenta el menor peso del CAPEX sobre el total del TCO. Las ciudades con mayor peso en este componente son Facatativá (35%) y Tunja (27%).
- A continuación, se presenta una gráfica donde se puede analizar la relación entre el TCO del vehículo eléctrico con respecto al de gasolina para cada ciudad (representado en figuras) en diferentes años de vida útil (representado en colores)

Figura 7.10: Relación de TCO del eléctrico con respecto al de gasolina para cada ciudad en diferentes años de vida útil



Fuente: Steer, 2021

7.15 De la gráfica anterior se puede concluir que para las diferentes ciudades en una estimación de vida útil de siete años, la relación de costos por kilómetro de la tecnología eléctrica frente a

gasolina es menor. No obstante lo anterior, en el escenario de siete años aún no se contempla el reemplazo de baterías lo que representa un aumento de CAPEX que se debe dar en el año nueve. Es así que al analizar los escenarios para 10 y 12 años, se encontró que en 12 años de vida útil, en la gran mayoría de ciudades, se alcanzaría aproximadamente los mismos niveles de relación de TCO alcanzados para el año siete. Lo anterior da un indicador de vida útil de referencia que permita darle al vehículo eléctrico un nivel de competitividad mayor frente a las tecnologías convencionales.

- 7.16 Los resultados obtenidos solo tienen en consideración los costos del propietario, es decir, las variables económicas que inciden en la decisión individual de cambiar un vehículo por uno de tecnología de baja o cero emisiones. No incluyen por lo tanto los beneficios relacionados con el efecto ambiental al reducir gases efecto invernadero ni su efecto en los costos de salud para el Estado y la sociedad.

Estos beneficios para la sociedad pueden compensarse de manera que el tomador de decisión (propietario) pueda recibir el beneficio mejorando las condiciones de viabilidad financiera de pasar a un vehículo de bajas o cero emisiones. Algunos mecanismos son:

- Incentivos directos vía transferencia o subsidios a la adquisición.
- Pago de tarifa diferencial para reconocer el beneficio ambiental.
- Reconocimiento económico por el vehículo objeto de reposición el marco de una política de renovación del parque automotor en modalidad de taxis.

- 7.17 Las decisiones de política pública para avanzar en movilidad sostenible y en los compromisos ambientales del país deben considerar que los vehículos que se adquieren ahora estarán en servicio entre 10 y 12 años.

- 7.18 Con base en lo anterior, los resultados del TOC nos permiten establecer los retos que implica impulsar las tecnologías con mayor rédito ambiental, los componentes que específicos por tecnología y por ciudad que representan mayores dificultades para hacer cierre financiero de la renovación y el nivel de incentivos que requiere el ascenso tecnológico.

8 Potencialidades y barreras para el ascenso tecnológico de taxis

- 8.1 A partir del conocimiento de los principales actores en la estructura del segmento taxi, se realizaron entrevistas semiestructuradas dirigidas a representantes de cada uno de los grupos de interés con el fin de identificar las potencialidades y barreras para el ascenso tecnológico hacia tecnologías más eficientes y de bajas o cero emisiones.
- 8.2 La entrevista semiestructurada es una herramienta de investigación en la que se tiene un esquema de preguntas fijas y planeadas que responden a los objetivos, el tipo de información que se desea recolectar y el tipo de actores que se van a entrevistar. Sin embargo, a diferencia de una entrevista estructurada, en esta metodología existe cierta flexibilidad y ofrece un margen de maniobra respecto a adicionar o eliminar algunas preguntas en el momento de la entrevista e incluso aprovechar de manera creativa el espacio y generar discusiones valiosas para el proyecto.
- 8.3 Las entrevistas recopilaron la visión desde los siguientes grupos:
- Propietarios de vehículos
 - Conductores de vehículos en Bogotá y Villavicencio
 - Líderes de los conductores de vehículos con la Secretaría de Movilidad de Bogotá
 - Representantes del Sindicato Nacional de Taxistas (SINALTAX)
 - Empresas administradoras
- 8.4 Adicional a los hallazgos encontrados en las entrevistas realizadas, estas fueron complementadas a partir de una revisión bibliográfica de estudios representativos sobre el tema enfocado al sector de taxis en el país.
- 8.5 Las barreras para el ascenso tecnológico de taxis identificadas de este análisis se resumen en la siguiente tabla:

Tabla 8.1: Barreras para el ascenso tecnológico de taxis

Barrera identificada	
Inversión inicial y asegurabilidad (pólizas)	El vehículo eléctrico puede costar, en algunos casos, más del doble del costo que uno tradicional (de gas o gasolina), esto reduce el interés y la capacidad financiera de los propietarios para pasar a un taxi eléctrico. De otro lado, las pólizas de seguros para estas tecnologías tienen un costo superior.

Barrera identificada	
<p>Barreras identificadas en el piloto de Bogotá, 2014.</p>	<p>En Bogotá se tiene como referencia la experiencia del piloto desarrollado en el año 2014 a partir del cual 43 vehículos eléctricos se introdujeron en la flota de taxis de la ciudad. A pesar de que esta experiencia ha aportado a que haya mayor confianza respecto a su desempeño técnico, ya que resaltan que sus características en la velocidad y potencia son similares a las de un vehículo a gasolina, se identificaron algunas barreras que aumentan la incertidumbre en un proceso de ascenso tecnológico como:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Derecho a reposición: Los vehículos eléctricos del piloto no tienen derecho a reposición, una vez finalizan su operación deben salir de la flota de servicio público individual taxi. Según los propietarios de esta flota, esto representa una desventaja, reconocen en el cupo un activo intangible, un “valor de salvamento” al final de la vida útil del taxi. • Color inidentificable: Los vehículos eléctricos del piloto no son reconocidos por los usuarios como taxi debido a que son de otro color (azul y blanco), por lo que la mayoría de estos trabaja actualmente en el aeropuerto para poder conseguir pasajeros. • Infraestructura de carga: No todos los puntos de recarga que se habían definido inicialmente para el piloto funcionan actualmente y la percepción general es que para un proceso de ascenso tecnológico la infraestructura es deficiente. • Tiempo de carga: Los vehículos que hicieron parte del piloto tardan entre dos y tres horas para una recarga completa, por lo que se reduce el tiempo en el que los vehículos están trabajando. • Repuestos: Al inicio del piloto no era fácil conseguir un repuesto para estos vehículos, fue necesario mandar a hacer algunos repuestos y otros vehículos dejaron de funcionar por daños en la batería, considerando que su reposición es muy costosa. • Seguros: Fue difícil el proceso de asegurar los vehículos debido a su alto valor y el precio de los seguros fue mayor comparado al de un vehículo convencional. • Costo de la carga: Hay incertidumbre respecto al costo de la carga que no permite dar confianza en la competitividad económica de un vehículo eléctrico respecto a uno convencional.
<p>Desconocimiento de sus características técnicas y posibles beneficios económicos de vehículos de tecnologías alternativas</p>	<p>A pesar de que los actores son conscientes de los beneficios ambientales que trae un ascenso tecnológico, existe un amplio desconocimiento respecto a sus características técnicas y desconfianza sobre el desempeño en la topografía y estado de las vías de las ciudades colombianas.</p> <p>En general hay desconocimiento de cómo funcionan estos vehículos, precios, costos operativos y de mantenimiento, autonomía, tiempos de carga, entre otros aspectos que son relevantes en la comparación de beneficios económicos que determinan la decisión de compra de un vehículo para servicio de taxi.</p>

<p>Condiciones actuales del negocio</p>	<p>Los propietarios han visto reducidos sus ingresos, afectando la capacidad de renovación de los vehículos y más de cambios tecnológicos. También los ingresos de los conductores se han visto afectados. Los actores manifiestan que desde la entrada de servicios particulares a través de las aplicaciones, se han reducido significativamente los ingresos.</p> <p>La afectación al propietario se caracteriza por los siguientes aspectos:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Han tenido que mantener e incluso reducir el valor de las cuotas de arrendamiento de los vehículos – Deben arrendar a un mismo conductor en turnos más largos para que pueda conseguir una ganancia que le permita el pago de la cuota y demás gastos operacionales – No tienen ganancias suficientes para reemplazar los vehículos, por lo que la flota cada vez es más vieja y, por lo tanto, sus gastos de mantenimiento son más altos. – Por el desgaste y la edad de los vehículos salen con mayor frecuencia de circulación y deben usarse en turnos de menos horas, debido a que presentan fallas recurrentes. – Los costos de los repuestos y llantas aumentaron, especialmente después de la pandemia. – Pérdida de confianza crediticia por incertidumbre. <p>Se evidencia que antes los propietarios tenían una ganancia superior al poder arrendar bajo la modalidad de “doble turno”, en el que obtenían ganancias por dos arriendos. Actualmente, la edad de los vehículos y la necesidad de los conductores de tener turnos más largos para obtener ganancias ha hecho que los propietarios arrienden mayoritariamente por “turno largo” o “turno loco” que da menores utilidades y genera mayor desgaste al vehículo.</p> <p>La afectación del conductor se caracteriza por los siguientes aspectos:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Los conductores deben recorrer mayor cantidad de kilómetros para conseguir un pasajero, por lo que los gastos de operación aumentan. – Al tener menos pasajeros se reduce sus ingresos y utilidades. – Esta situación reduce las probabilidades de que se convierta en propietario y aún más de que adquiera un vehículo de baja o cero emisiones. <ul style="list-style-type: none"> • En el caso de Bogotá, algunos actores manifiestan que presenta un déficit tarifario. Esta ciudad tiene una de las tarifas más bajas en el país debido a que en los últimos seis (6) años no ha tenido aumentos significativos. • La tarifa regulada en el país no permite incorporar variaciones propias de la operación, como condiciones especiales de tráfico, clima u horario. • Otro factor a tener en cuenta es el costo de intermediación impuesto por la regulación. La figura de empresa afiliadora no parece generar valor agregado a los demás agentes: propietarios, conductores y usuarios. Los costos de su operación se trasladan plenos a los demás actores.
---	--

Barrera identificada	
Falta de posibilidades para el financiamiento de un vehículo nuevo	<p>Anteriormente los propietarios tenían ganancias que les permitían pagar, en el caso de Bogotá, un taxi nuevo entre 2 o 3 años, por lo que era común en el sector que la flota se renovara continuamente con el fin de evitar el aumento de gastos de mantenimiento y operación y se aseguraba tener vehículos nuevos. Actualmente, las utilidades del negocio se han reducido significativamente y no permiten pagar las cuotas de amortización para reemplazar los vehículos dentro de este periodo de tiempo. Como resultado de esta situación se encuentran mayoritariamente vehículos con edades entre 5 y 10 años.</p> <p>Anteriormente existían líneas de financiamiento dedicadas a vehículos de servicio público individual que brindaban facilidades a los propietarios como crédito sin cuota inicial, cuotas moderadas e intereses bajos. Ahora, hay muy pocas opciones de financiamiento exclusivo para taxis y, en general, no tienen facilidades especiales, por lo que las condiciones de cuota inicial e instalamentos resultan muy altas para los niveles de ingreso actuales de propietarios.</p> <p>Para propietarios y aún más para los conductores, existe una barrera importante para acceder a crédito para compra de vehículo, debido a la incertidumbre que caracteriza el negocio, a sus ganancias variables y la falta de estabilidad económica.</p> <p>En esa medida, se percibe que las posibilidades para financiamiento de un vehículo eléctrico van a ser menores, considerando que el valor del vehículo es considerablemente mayor que el de uno convencional.</p>
Percepción de riesgo de uso de nuevas tecnologías y suministro de combustible/energético	<p>Aunque la alternativa más utilizada son los vehículos a gasolina, dados los costos de este combustible varios vehículos se han modificado para que funcionen con gas vehicular (convertidos). Para algunos de los conductores y propietarios esta tecnología funciona bien y reduce costos de operación, mientras que para otros, estos vehículos presentan daños graves, mayores gastos en mantenimiento, y riesgo de abastecimiento de gas.</p> <p>Por lo tanto, aun cuando varias personas manifiestan que estarían dispuestos a prestar el servicio con nuevas tecnologías, existe en el sector reservas sobre la confiabilidad del equipo y más aún respecto al suministro del energético.</p>
Déficit de infraestructura de carga y estado de las vías	<p>Los diferentes actores del sector de transporte público individual taxi consideran que existe un déficit en la infraestructura de carga disponible en el país, además de que el estado de las vías no se presta para un funcionamiento y cuidado adecuado de un vehículo eléctrico.</p>

Barrera identificada	
Autonomía del vehículo y tiempo de recarga	<p>Los actores tienen desconfianza respecto a la autonomía del vehículo eléctrico considerando que las fichas técnicas definen una autonomía de 12 o 15 horas en condiciones de laboratorio, tiempo inferior al turno largo o turno loco. A esto se suma la probabilidad de que los problemas de movilidad de las ciudades colombianas reduzcan este tiempo.</p> <p>Adicionalmente, se encuentra como desventaja los altos tiempos de carga de los vehículos eléctricos. Este tiempo representa una reducción en las horas de trabajo de los taxis y por lo tanto en los ingresos. La indisponibilidad del vehículo afecta a conductores y propietarios que usan como modalidad los turnos cortos de 12 horas.</p>
El mecanismo de cupo	<p>Por un lado, la figura del cupo es un instrumento de control del número de taxis en servicio, por lo que la incorporación de una flota de taxis eléctricos debería entrar a sustituir vehículos más antiguos y contaminantes. En caso de tener que comprar el cupo, se encarecería la migración a nuevas tecnologías reduciendo la viabilidad de la renovación.</p> <p>Si, por el contrario, se elimina la condición del cupo para vehículos eléctricos, para los conductores que hoy tienen cupo, no habría incentivo para adquirir la nueva tecnología sin un “valor de reposición”, como se evidenció en el piloto de Bogotá. En adición, la coexistencia de manera permanente de vehículos con y sin cupo puede generar mayores problemas de movilidad y sensibilidad social.</p>
Postventa y mantenimiento	<p>Existe la percepción de que los vehículos no cuentan con el respaldo de repuestos y servicio técnico adecuado. En el piloto de Bogotá hubo dificultades para conseguir repuestos, incluso algunos debieron mandarlos a hacer y se presentaron daños en la batería que sacaron de circulación los vehículos.</p> <p>Adicionalmente, hay reservas sobre la disponibilidad de recurso humano capacitado suficiente para prestar el servicio de mantenimiento de vehículos eléctricos. No obstante, esta situación se espera que supere en la medida que la penetración de la tecnología se dé.</p>
Barreras relacionadas con la emergencia debido a la pandemia del COVID-19	<p>La baja movilidad durante el asilamiento preventivo obligatorio impactó los ingresos del sector, que ya se había deteriorado en los últimos años por la entrada del servicio de transporte no regulado. La recuperación ha sido lenta y reportan que aún no han llegado a los niveles pre-pandemia.</p> <p>En la pandemia las pérdidas aumentaron el déficit del negocio al punto que, según los actores consultados, algunos propietarios perdieron su taxi por la imposibilidad de pagar las cuotas de los préstamos.</p>

Fuente: Entrevistas con actores del sector de taxis y proyecto de Soporte NAMA, para construir un entorno regulatorio y de mercado que permita desarrollar la movilidad eléctrica en Colombia. (WWF, 2020).

8.6 Por su parte, respecto a las oportunidades se identificaron las siguientes:

Tabla 8.2: Oportunidades para el ascenso tecnológico de taxis

Oportunidad identificada	
Mejorar la organización del segmento de taxis como un gremio profesional y capacitado	<p>Las empresas afiliadoras y las administradoras pueden jugar un rol importante en transmitir conocimiento, desmitificar y promover las tecnologías de baja y cero emisiones; generando capacidades en sus conductores y propietarios en ecoconducción, servicio al cliente, y finanzas para profesionalizar el gremio.</p> <p>Estos agentes pueden ser determinantes para impulsar el Programa de formación para el desarrollo de competencias para conductores del Ministerio de Transporte en coordinación con el SENA y las instituciones de educación para el trabajo y el desarrollo humano. El programa promueve la formación basada en competencias laborales para conductores de servicio público de transporte terrestre automotor individual de pasajeros en vehículos taxi, con el fin de que este servicio se brinde con los mejores estándares de calidad y seguridad.</p> <p>Algunos concesionarios ofrecen capacitaciones tanto a conductores como al sector de mantenimiento que pueden aprovecharse. En esa línea, el servicio posventa puede contribuir a superar barreras en conocimiento y respaldo técnico para estas tecnologías.</p>
Mejorar conocimiento sobre los beneficios de adquirir vehículos de bajas o cero emisiones	<p>Se requiere una estrategia de divulgación sobre las condiciones de rendimiento, autonomía, costos de mantenimiento y carga de los vehículos de baja y cero emisiones para todos los agentes: empresas afiliadoras, administradoras, propietarios, conductores y usuarios. Y reforzar el impacto ambiental de estas tecnologías y su impacto en la salud.</p>
Crear capacidades nacionales para adelantar los procesos de ensamblaje de vehículos, mantenimiento especializado de vehículos, e infraestructura de carga.	<p>Conformar alianzas entre la industria, la academia y el Estado a través de las entidades que promueven la formación técnica y tecnológica, la masificación de movilidad sostenible y los avances en tecnología e innovación. Lo anterior para formar el capital humano e industrial que desarrolle las competencias técnicas que se requieren para el encadenamiento productivo que genera este segmento.</p> <p>Promover el desarrollo nacional de las actividades de ensamblaje, mantenimiento especializado y rutinario de vehículos, y su infraestructura de carga, contribuye a mejorar varias restricciones: los precios de los vehículos, costos de mantenimiento, oferta de servicios y la confianza al respaldo técnico. A esto se suman los beneficios en productividad, empleo, e impulso a la actividad económica.</p>

Oportunidad identificada	
Elasticidad de la demanda	<p>Tener una tarifa más alta mejoraría el ingreso por kilómetro para los taxistas, pero puede generar la reducción en el número de carreras debido a que un alza significativa en el servicio puede generar una fuerte reducción de demanda, con un balance neto desfavorable.</p> <p>Por tanto, un ajuste de tarifa para renovación de taxis o una tarifa diferencial para servicios en vehículos ambientalmente amigables puede sensibilizar y atraer a usuarios con conciencia ambiental, como se ha visto en otro tipo de servicios. Funciona mejor el incentivo ambiental si va acompañado de habilidades en ecoconducción y servicio al cliente.</p>
Instrumentos de política pública territorial	<p>El impulso que desde las entidades gubernamentales se ha dado en temas de movilidad sostenible, representa una ventaja y una oportunidad. Las autoridades locales tienen la facultad de imponer reglas de movilidad en sus territorios relacionadas con los siguientes aspectos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Registro e impuesto vehicular. - Control permanente del número vehículos, por ejemplo, vía cupo. - Restricciones de circulación por pico y placa, días sin carro, zonas ambientales especiales u otras figuras. - Exenciones tributarias. - Generar programas de modernización de taxis con fuentes de financiación en condiciones blandas. <p>Adicionalmente, la ley de movilidad estableció para municipios de categoría especial la construcción infraestructura mínima de carga rápida al servicio público, y en los nuevos edificios de uso residencial o comercial (en este caso es importante establecer el mecanismo de cobro y pago de la energía consumida).</p>
Condiciones económicas del negocio	<p>Respecto al fenómeno de servicios ilegales, la prohibición no ha logrado los resultados esperados. Por lo anterior, se deben resolver las condiciones de funcionamiento y circulación de los servicios particulares de transporte individual, mediante una regulación realista que equilibre las condiciones para todos los involucrados.</p> <p>Por otro lado, se debe definir la tarifa en condiciones de suficiencia en aquellas ciudades donde se presenta un rezago.</p>

Oportunidad identificada	
Facilidades para financiar el reemplazo de vehículos	<p>Existe la oportunidad de brindar líneas de crédito destinadas al financiamiento del reemplazo de taxis convencionales por vehículos a bajas y cero emisiones. Para ello existen varias alternativas, entre las que se encuentran:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Crear líneas especiales con apoyo nacional como se ha hecho con alianzas entre Bancóldex y el Ministerio de Transporte para otros segmentos. Esto permite flexibilizar acceso y disminuir costos. - Hacer programas de pedagogía al sector financiero convencional y al sector de cooperativo sobre el negocio para aumentar el acceso al crédito de sus agentes, facilitar el análisis de riesgo para el segmento y reducir los costos financieros. - Promover a través de las empresas afiliadoras, las administradoras, los grupos organizados o sindicatos de taxistas mecanismos de financiación cooperativo o solidario con facilidades de pago acordes al flujo de ingresos del negocio. - Disponer recursos locales de financiación para establecer créditos sin cuota inicial y tasas compensadas. - Revisar el diseño del cupo para que no constituya una barrera al ascenso tecnológico.
Incentivos para la modernización	<p>Los vehículos eléctricos tienen un descuento de ley del 10% en el seguro obligatorio de accidentes de tránsito-SOAT. Respecto a los demás seguros, se requiere hacer una campaña pedagógica con el sector asegurador para reducir los costos de las pólizas asociado a la incertidumbre o desconocimiento de las tecnologías de baja o cero emisiones.</p>
Reducir costos de aseguramiento del vehículo.	<p>Los vehículos eléctricos tienen un descuento de ley del 10% en el seguro obligatorio de accidentes de tránsito. Respecto a los demás seguros, se requiere hacer una campaña pedagógica con el sector asegurador para reducir los costos de las pólizas asociado a la incertidumbre o desconocimiento de las tecnologías de baja o cero emisiones.</p>

Oportunidad identificada	
Infraestructura de carga	<p>Las empresas de energía han jugado un rol protagónico en el desarrollo de la infraestructura de carga pública al aumentar la cobertura y disponibilidad de puntos estratégicamente ubicados para los servicios de taxi. Por su parte el Ministerio de Minas y Energía ha ido avanzando en la estandarización de las condiciones técnicas y de mercado para la infraestructura de carga de vehículos eléctricos e híbridos enchufables. Es necesario continuar con la ampliación de infraestructura de carga en grandes superficies, centros comerciales, centros de operación de taxis, parqueaderos, bahías y sitios de interés que se encuentren dentro de las rutas y puntos de concentración de los vehículos de transporte público individual, por medio de estaciones de servicio públicas o convenios con empresas privadas.</p>
Política de disposición final de vehículos, partes e infraestructura de carga	<p>Para garantizar el impacto ambiental que se busca con la movilidad sostenible, las autoridades competentes deben trabajar en la disposición final de los vehículos que serán reemplazados para evitar que sigan operando en otras jurisdicciones.</p> <p>Así mismo, se debe plantear desde ahora, la política de aprovechamiento y disposición final de vehículos, partes e infraestructura de carga asociada a las nuevas tecnologías.</p>
Articulación con el sistema eléctrico	<p>El fortalecimiento de la red de carga debe ir de la mano con la adecuación de la infraestructura de distribución de energía eléctrica de cada ciudad para garantizar condiciones de confiabilidad, seguridad y calidad.</p>
Mesa Interinstitucional de Transporte Sostenible para discutir tecnologías de cero y bajas emisiones	<p>Dada la velocidad de la innovación en materia de movilidad la mesa se debe mantener y en lo que sea susceptible fortalecer. Este espacio permite coordinar a las diferentes autoridades y proponer de manera ágil la incorporación de ajustes normativos, reglamentarios y regulatorios. De esta manera el marco legal del sector puede adaptarse más fácilmente a la entrada de nuevas tecnologías ambientalmente sostenibles como el hidrógeno.</p>

Fuente: Steer, 2021

Automóvil	Diésel	Chevrolet Taxi Power	1,700 CC	12.0 km/L	227.56 g/km
Automóvil	Eléctrico	BYD E6	0 CC	3.2 km/kWh	0.00 g/km
Camioneta	Gasolina	Chevrolet Super Carry	1,000 CC	9.4 km/L	238.57 g/km
Camioneta	Gas-Gasolina	Chevrolet Super Carry	1,000 CC	7.4 km/m ³	243.47 g/km

Camioneta	Diésel	Nissan Urvan	2,500 CC	10.8 km/L	300.38 g/km
Camioneta	Eléctrico	Renault Kangoo ZE	0 CC	6.0 km/kWh	0.00 g/km

Nota: En esta tabla se presentan los rendimientos de fábrica para las líneas de los vehículos identificados como los más frecuentes. En el capítulo de caracterización operacional se profundizará el análisis de rendimientos durante la operación de los taxis.

Nota 2: Los factores de emisión describen la emisión teórica de la operación de los vehículos, es decir emisión TTW (*Tank-to-Wheel*) puesto que no considera las emisiones de la extracción u obtención del energético. La fuente de los factores de emisión provino del Anexo A del *International Vehicle Emission Model* – IVE (2010)

Fuente: Steer (2021). Con base en información de referencia de Vanti (2021), Renault (2021), la página de Consumo Vehicular del Ministerio de Energía del Gobierno de Chile (2021) y el *International Sustainable System Research Center* (2010)

8.8 En materia de ascenso vehicular, se observó que en las ciudades con mayor número de vehículos de bajas o cero emisiones se registra una mayor participación de vehículos convertidos a gas natural, mientras que, y como mencionado anteriormente, la participación de los vehículos eléctricos es ínfima dentro del total.

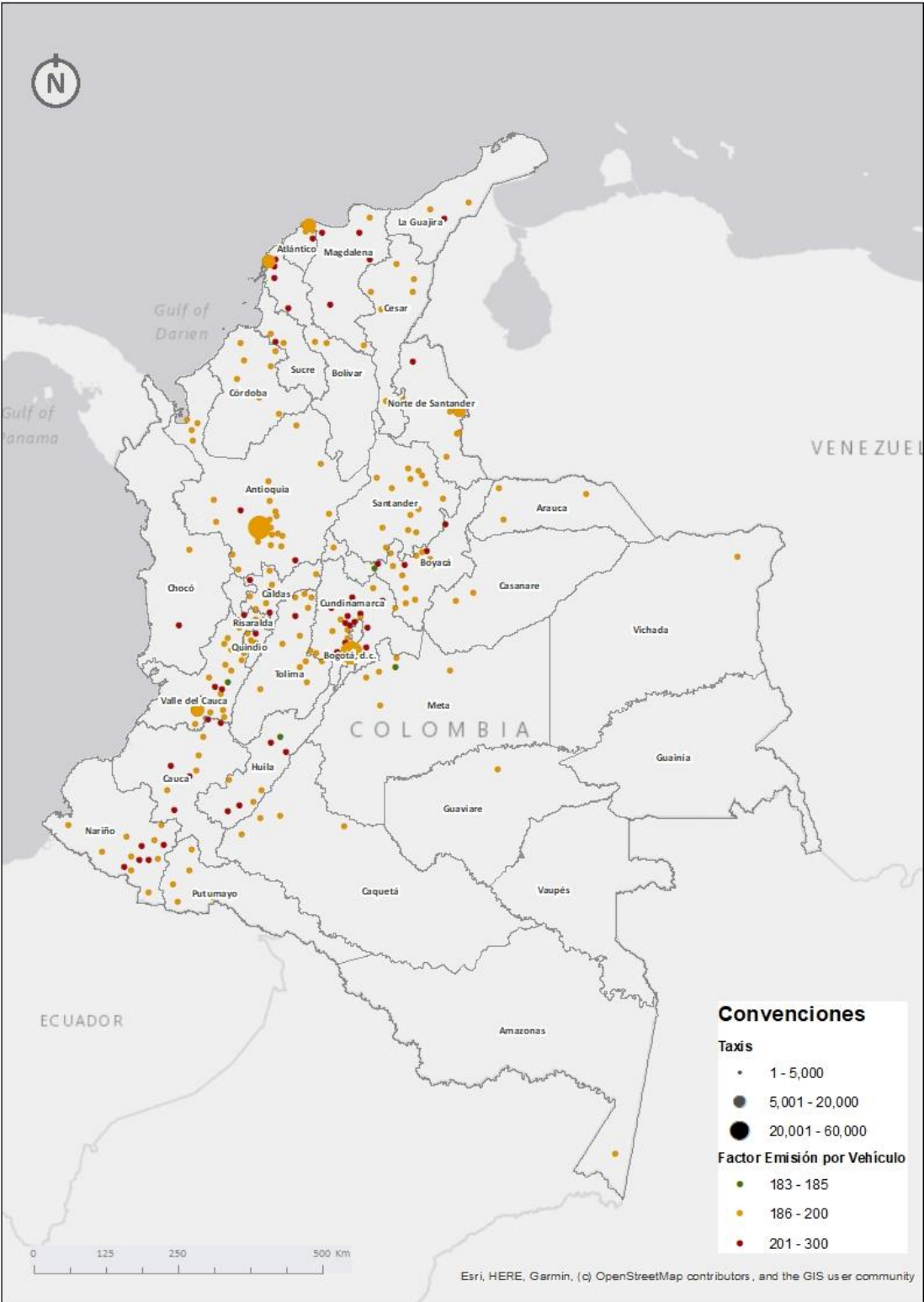
8.9 La condición actual de la flota, considerando el tamaño de las ciudades en términos de población según el número de habitantes indicado por el Censo de 2019 (DANE, 2019), revela que las ciudades con menor número de habitantes son las que generan mayores emisiones por vehículo en promedio.

Tabla 8.3: Relación número de habitantes, número de taxis y emisión por vehículo por municipio

Habitantes	Número de municipios	Número de taxis registrados promedio	Emisión por vehículo promedio [gCO ₂ eq/km]
< 100,000	172	121.26	201.38
100,000 - 500,000	53	998.28	192.18
> 500,000	14	10,504.93	188.44

Fuente: Steer (2021) a partir de información del RUNT (2021) y DANE (2019)

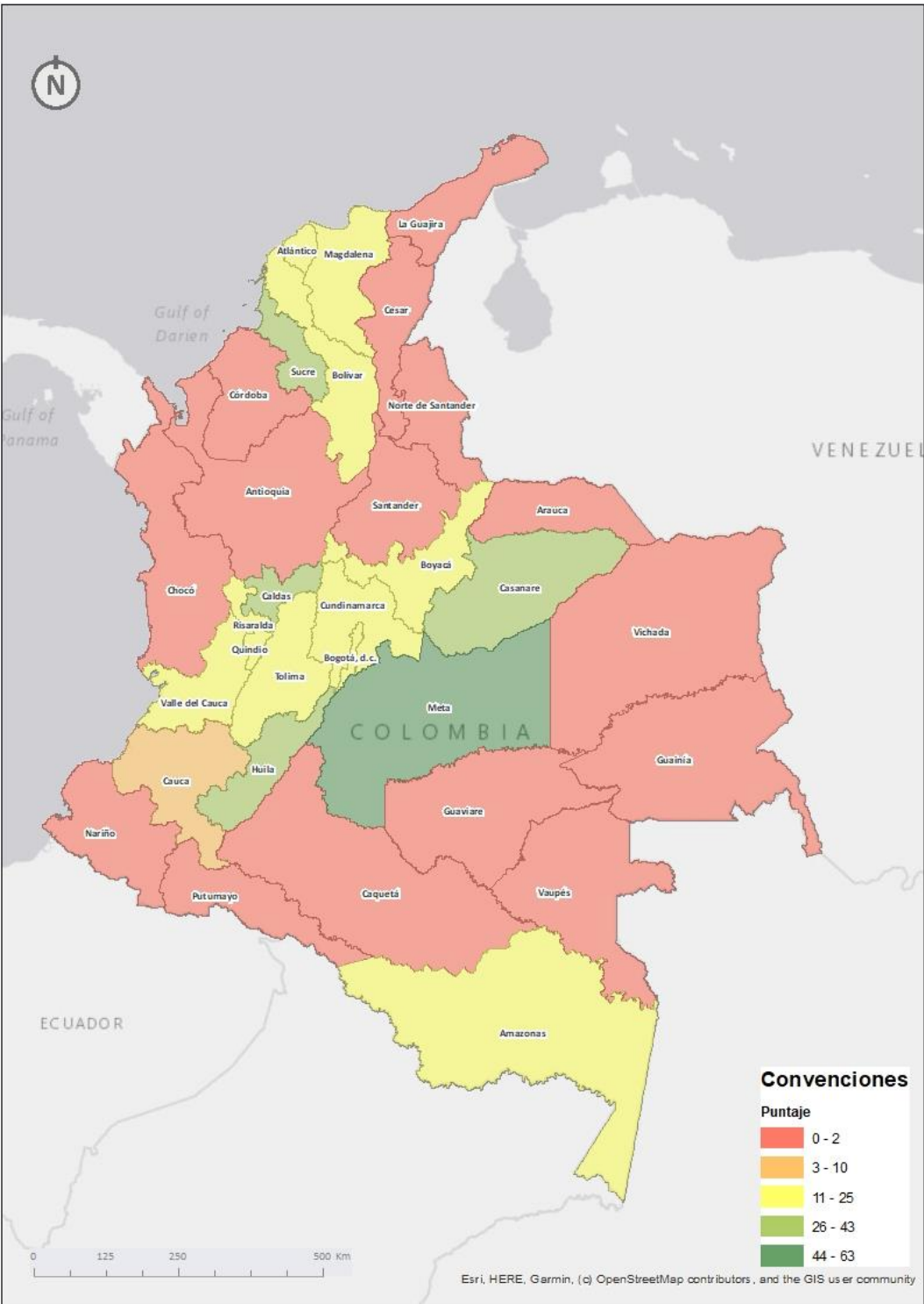
Figura 8.1: Distribución espacial de flota de taxis en el país y sus factores de emisión - Municipios



Nota: Taxis es el número de vehículos por municipio; Factor de emisión por vehículo en gCO₂eq/km.

Fuente: Steer (2021) a partir de información del RUNT (2021)

Figura 8.2: Puntaje por distribución espacial de flota de taxis en el país según tecnología – Departamentos



Nota: Puntaje hace relación a la proporción de vehículos de cero y bajas emisiones, siendo para cada punto porcentual un puntaje de 1 para vehículos convertidos a gas natural, 2 para vehículos de fábrica de GNV y 10 para vehículos eléctricos.

Fuente: Steer (2021) a partir de información del RUNT (2021)

Caracterización operacional

- 8.10 La caracterización operacional de la flota de taxis se realizó a partir de la información de los estudios de tarifa provistos por las Entidades Territoriales¹⁶, así como la revisión de la normatividad que reglamenta la operación del servicio de taxi en el país.
- 8.11 De acuerdo con la información recibida, se concluyó que:
- El esquema de operación de la ciudad de Bogotá, y de acuerdo con la información disponible a nivel nacional, consiste en un esquema por paquetes donde el propietario del vehículo afilia el taxi en una empresa habilitada que se encarga de tramitar las tarjetas de operación y garantizar el cumplimiento de los requisitos básicos y este mismo o la empresa se hacen cargo de conseguir el conductor del vehículo.
 - Bajo este esquema la empresa de transporte suele ser un intermediario para tramitar la tarjeta de operación del vehículo y expedir la tarjeta de control de los conductores. Su principal incentivo es tener el mayor número de afiliados.
 - La capacidad transportadora es controlada en primera instancia por la autoridad local. No obstante, mediante el Decreto Único Reglamentario 1079 de 2015 del Ministerio de Transporte se prohibió el aumento de esta capacidad transportadora sin un estudio que lo justifique.
 - Se han identificado diferencias la distribución del tamaño de las flotas y la proporción de energéticos empleados presente en el territorio nacional. Se encontró una relación positiva entre el tamaño de la flota con el tamaño de la población, es decir, cuando la población aumenta, la flota de taxis también.
 - La demanda del servicio se encuentra en mayor o menor medida estudiada en las diferentes ciudades presentadas.
 - Los vehículos de las flotas de taxi presentan parámetros de actividad proporcional al tamaño de las mismas. Se encontró que los vehículos pasan cerca del 10% - 40% del tiempo sin pasajero.
 - Las tarifas a usuario del servicio de taxis se relacionan con la operación de los vehículos. Se encontró que no siempre el vehículo de referencia para el cálculo corresponde al que presentan las características más representativas en cuanto al energético.

Análisis de tendencias de ascenso

- 8.12 En Colombia, el ascenso tecnológico de la flota de taxis ha estado ligado a los esfuerzos del gobierno y la empresa privada en la implementación de fuentes energéticas de bajas y cero emisiones, y su promoción mediante la implementación de incentivos, así como con la disponibilidad de los energéticos y su infraestructura de recarga.
- 8.13 Actualmente, el sector transporte emplea cerca del 40% de la energía del país, de la cual el 96% está vinculada al consumo de combustibles fósiles (Ministerio de Minas y Energía, 2021). Esta cifra ofrece una clara indicación del impacto ambiental ocasionado por las actividades de

¹⁶ Para el desarrollo del estudio se solicitó a 122 autoridades de transporte del país los estudios para la definición de la tarifa técnica de la flota de taxis de las cuales se obtuvo respuesta de siete, los cuales son la base del análisis operacional presentado en este capítulo.

transporte (12% del total de las emisiones de gases de efecto invernadero del país, equivalente a 28 millones de toneladas de CO₂, según indican datos del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM), y la necesidad de generar cambios a nivel de tecnología vehicular y eficiencia energética (Ministerio de Minas y Energía, 2021).

- 8.14 Dicho esto, la movilidad sostenible juega un rol primordial para mitigar los impactos ambientales, sociales y económicos que la situación actual antepone. No obstante, esta nueva movilidad requiere de ajustes en la matriz energética nacional – la generación y explotación de energía a partir de fuentes alternativas y más limpias, así como el ascenso tecnológico vehicular.
- 8.15 En lo que respecta a la energía eléctrica como energético, a partir de la introducción de las Leyes 142 y 143 de 1994, se instauró un nuevo marco regulatorio para impulsar la competitividad del país en materia de cobertura, confiabilidad y calidad en la prestación de servicios públicos. Esta, junto con otras medidas como el Cargo por Confiabilidad (2006) o las subastas de energías renovables no convencionales (2019) ha incrementado la capacidad de generación de energía en Colombia (Consejo Privado de Competitividad., 2019).
- 8.16 Pese lo anterior, algunas regiones del país aún presentan dificultades de acceso a la energía eléctrica, así como de calidad del servicio, especialmente en las zonas más alejadas. Según datos del SIEL¹⁷, en 2018 existían departamentos con Índice de Cobertura de Energía Eléctrica inferiores al 70% (UPME, 2018).
- 8.17 Por otro lado, en cuanto a confiabilidad del sistema eléctrico nacional, se encontró que el 68% de la oferta de energía eléctrica depende en un 68% de la generación hidráulica y 30% de la generación térmica (UPME, 2019), por lo que Colombia se distingue por contar con una matriz energética de bajas emisiones, pero susceptible a eventos climáticos como el fenómeno del niño. Esto supone la necesidad de diversificación y ampliación de las fuentes de generación de energía eléctrica del país con el objetivo de asegurar un suministro eficiente para satisfacer una demanda en constante crecimiento, y con una menor vulnerabilidad a los cambios climáticos.
- 8.18 La infraestructura de recarga para vehículos eléctricos en Colombia es aún insipiente. En el territorio nacional, para finales de 2019, se contaban con alrededor de 74 estaciones de carga pública para vehículos eléctricos, con una oferta cercana a los 202 puntos de carga rápida y semi-rápida (Consorcio Usane, 2019). El 63% de esta oferta se concentra en el departamento de Antioquia y Bogotá. En octubre de 2021, de acuerdo con la información publicada en el sitio web de Electromaps, Colombia cuenta con 167 estaciones y 382 conectores (Electromaps, 2021).
- 8.19 A futuro, Colombia persigue la consolidación de un esquema energético que para mediados del siglo XXI permita el desarrollo sostenible del país. Para esto, se plantearon 4 escenarios de largo plazo que integran los análisis de oferta y demanda de energía en los 30 años del Plan Energético Nacional (PEN) 2020 – 2050, arrojando como resultados:
- **Resultados energéticos:** La demanda energética del país continuará crecimiento de forma sostenida. En el escenario de actualización, el consumo es 48% mayor al de 2019. Por su

¹⁷ ¹⁷ Sistema de Información Eléctrico Colombiano. Disponible en <http://www.siel.gov.co/Inicio/CoberturadelSistemaInterconectadoNacional/ConsultasEstadisticas/tabid/81/Default.aspx>

parte, el incremento mostrado en los escenarios de modernización e inflexión es del 28%, mientras que el gasto energético en el escenario de disrupción es 21% más elevado. Así mismo, se prevé que el petróleo y sus derivados mantendrán una participación mayor al 34% en la composición de la canasta energética colombiana (esto, en el escenario más ambicioso: disrupción).

- **Resultados económicos:** Las mayores inversiones están vinculadas al recambio de flota del sector transporte, siendo en todos los escenarios superior al 80%. Dicho esto, la competitividad de la movilidad eléctrica y de gas natural frente al esquema tradicional depende principalmente de los costos asociados a la actualización/transformación de la tecnología vehicular.

Marco legal

8.20 En Colombia, se reconoce constitucionalmente el derecho a la libre circulación como un derecho fundamental. Por lo anterior, el país cuenta con un marco legal importante para el funcionamiento de los taxis en el territorio nacional, materializándose por medio de leyes y decretos que permiten la implementación efectiva de este derecho:

- Ley 105 de 1993 por medio de la cual se reglamenta la planeación en el sector transporte y se dictan otras disposiciones, conocida también como Ley de Transporte. Algunos de los puntos más importantes de esta ley son:
 - El Ministerio de Transporte de Colombia es la autoridad en materia de transporte y tiene funciones de regulación y planificación del transporte en el país.
 - La regulación realizada por el Ministerio de transporte recae sobre la tarifa, la flota, el estado mecánico de los vehículos, competencia dentro del mercado y cumplimiento de las condiciones básicas de la prestación del servicio (comodidad y confiabilidad)
 - La Superintendencia de Transporte es la encargada de inspeccionar, vigilar y controlar el servicio del transporte
- Ley 336 de 1996 por medio de la cual se adopta el estatuto nacional de transporte. En esta se unifican los criterios para la regulación y reglamentación del transporte público en todos los modos.
- Decreto 172 de 2001 por el cual se reglamenta el servicio público de transporte terrestre automotor individual de pasajeros en vehículos taxi. Este decreto es uno de los más relevantes respecto al objeto de este estudio y sus puntos más importantes serán discutidos más adelante.
- Ley 769 de 2002 por la cual se expide el Código Nacional de Tránsito Terrestre y se dictan otras disposiciones. Se establecen las disposiciones generales sobre el tránsito e incluye el régimen nacional de tránsito, el cual reglamenta el registro de vehículos, matrículas, licencias y revisiones de los vehículos y centros de enseñanza, así como el régimen sancionatorio para la prestación del servicio de transporte en Colombia y el tránsito en las vías nacionales.

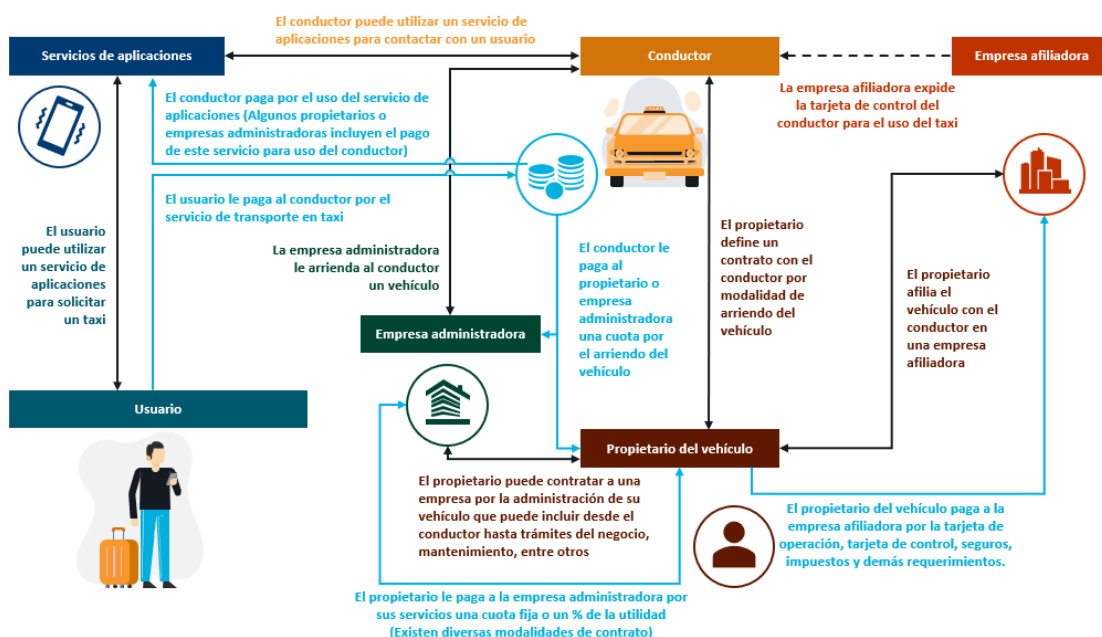
Los anteriores documentos han sido recopilados mediante el Decreto Único Reglamentario 1079 de 2015 del sector transporte.

- 8.21 Al respecto de la promoción de la movilidad eléctrica en el país, en los últimos años el Gobierno de Colombia ha producido dos leyes que definen temas clave respecto a la electromovilidad y sirven de base para legislación futura en esta materia:
- **Ley 1964 de 2019:** por medio de la cual se promueve el uso de vehículos eléctricos en Colombia y se dictan otras disposiciones que tiene como objeto generar esquemas de promoción al uso de vehículos eléctricos y de cero emisiones para lograr una reducción de contaminación atmosférica.
 - **Ley 2099 de 2021:** por medio de la cual se dictan disposiciones para la transición energética, la dinamización del mercado energético, y la reactivación económica del país. Esta Ley establece que el Gobierno Nacional debe adoptar programas que promuevan la masificación del uso de vehículos de bajas y cero emisiones en transporte terrestre individual, cuando se requiera el reemplazo de vehículos o se aumente el número de unidades de acuerdo con la capacidad transportadora establecida.
- 8.22 En términos energéticos, el documento Conpes 3934 “Política de Crecimiento Verde” estableció la necesidad de tomar acciones para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y de contaminantes que genera el sector transporte, derivando en la Estrategia Nacional de Movilidad Eléctrica que establece metas concretas y articula diferentes iniciativas que se pretenden ejecutar en el corto, mediano y largo plazo para cumplir con los objetivos propuestos.
- 8.23 Con lo anterior, el marco legal que encuadra al ascenso tecnológico de los vehículos que prestan el servicio público de transporte individual involucra temas del derecho a la libre circulación, condiciones para la prestación del servicio, el camino hacia la electromovilidad y temas energéticos.

Organización industrial del segmento de taxis

- 8.24 La operación de la flota de taxis de una ciudad involucra a una serie de actores que se relacionan entre sí. Los actores principales que están involucrados directamente en la prestación del servicio son el usuario, el conductor del vehículo y la empresa afiliadora. No obstante, el conductor no es siempre el propietario de este y, para la operación del taxi, en la mayoría de los casos se requieren equipos de telecomunicación, aplicaciones y procesos operativos y administrativos que son determinantes e implican el involucramiento de otros actores.
- 8.25 A continuación, se presenta de manera esquemática la forma en que se organizan y relacionan los agentes que hacen parte este sector:

Figura 8.3: Estructura de la organización industrial del segmento de taxis



Fuente: Steer a partir de Rodríguez & Acevedo (¡Taxi! El modo olvidado de la movilidad en Bogotá, 2012) y entrevistas con los diferentes actores

8.26 En este estudio se encontró que la principal relación encontrada entre actores en las diferentes ciudades es la vinculación o afiliación de vehículos, la cual se puede dar bajo las siguientes modalidades:

- Propietarios que tienen un acuerdo verbal o contrato con un conductor y operan bajo un esquema de turnos, que tiene como contraprestación el pago de un monto diario al propietario.
- El propietario del vehículo decide a qué empresa afiliar el vehículo con el conductor para poder operar y decide cuando retirarlo. La empresa afiliadora expide la tarjeta de operación del vehículo, la tarjeta de control que sustenta la operación del vehículo y acredita al conductor como autorizado para desarrollar esta actividad, además de prestar otros servicios como la expedición de planillas de viaje, seguros, impuestos, entre otros.
- Una empresa administradora, realiza la contratación del conductor por el propietario, además de incluir algunos servicios operacionales y administrativos como encargarse de los trámites del negocio, el mantenimiento del vehículo, afiliaciones a salud de los conductores, acompañamiento en accidentes, entre otros. Sin embargo, existe una amplia diversidad de estas empresas y cada una puede definir diferentes servicios y modalidades de funcionamiento.

8.27 Con la implementación de los teléfonos inteligentes, algunos conductores utilizan plataformas tecnológicas o aplicaciones como una nueva alternativa que conecta con mayor facilidad a los conductores con los usuarios y que ofrecen al conductor aumento de las carreras y mejor desempeño al no tener que recorrer largas distancias buscando un cliente, identificación y calificación del usuario, y, en resumen, mayores utilidades y seguridad en el servicio. Por su parte,

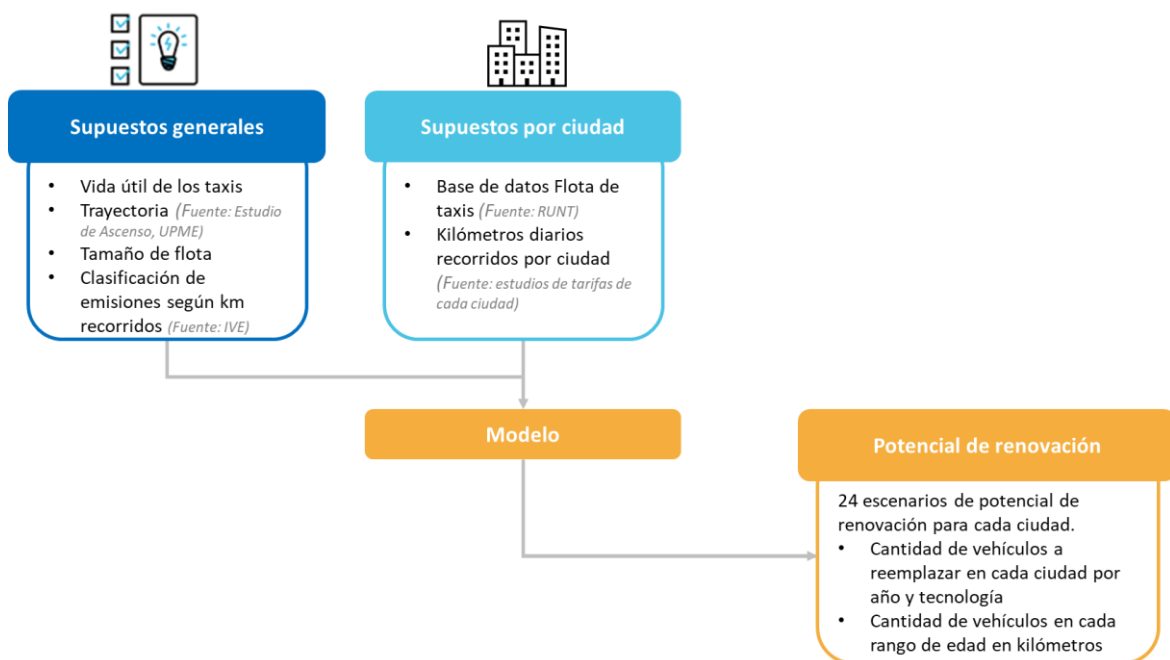
al usuario le ofrecen un sistema de rastreo en tiempo real e identificación del conductor que permite dar mayor seguridad y tranquilidad, utilizar métodos de pago diferente al efectivo, conocer la tarifa anticipadamente y posibilidades de calificar al conductor.

9 Potencial de renovación a vehículos eléctricos en 5 años

Modelo de estimación de potencial de renovación (2022 – 2026)

- 9.1 Para la estimación del potencial de renovación se construyó un modelo para cada una de las 7 ciudades analizadas de manera independiente, para el periodo de 5 años comprendido entre 2022 y 2026. Este modelo tomó como insumo la base de datos de la flota de taxis proporcionada por el RUNT y el estudio para el cálculo de la tarifa técnica para el servicio público de transporte individual más reciente, proporcionado por las ciudades. Esto se constituye en el punto de partida del análisis, ya que brinda información por vehículo sobre el año de inicio de su operación y su edad a 2021, así como el número promedio de kilómetros recorridos según ciudad.
- 9.2 El modelo realizado permite estimar la cantidad de taxis nuevos, en un horizonte temporal de 5 años y en 24 escenarios, así como calcular cuántos de éstos serán vehículos eléctricos. Estos resultados son insumo de un segundo modelo desarrollado para la cuantificación de beneficios en términos energéticos y de emisiones que está descrito en el capítulo siguiente de este documento.

Figura 9.1: Modelo de estimación de potencial de renovación



Fuente: Steer, 2021.

- 9.3 En el modelo se consideraron dos tipos de supuestos: [i] supuestos generales que se aplicaron para todas las ciudades, [ii] supuestos específicos de cada ciudad. A continuación se describe cada uno de ellos.

Supuestos generales

Vida útil

- 9.4 En Colombia actualmente no está definida la vida útil de un vehículo de servicio público de transporte individual. Sin embargo, a partir de los resultados obtenidos en la aplicación de la estrategia de participación de actores relevantes en este proyecto, se identificó que la limitación de una edad vehicular, en términos de años o de kilómetros recorridos, facilitaría la renovación vehicular y ofrecería una oportunidad para el ascenso tecnológico a vehículos eléctricos en este segmento.
- 9.5 Tomando en cuenta la opinión de los taxistas entrevistados y la vida útil de los taxis determinada en la investigación realizada por (Espinoza Sibri, Ortega Lema, & Sancho Carchipulla, 2012), en la cual se concluye que la vida promedio de un vehículo tipo taxi es 5 años por ser el momento en el cual se igualan los costos de operación y mantenimiento al costo de reposición de un vehículo; y, por otro lado, que la edad del parque automotor de taxis en Colombia es de 11 años y que el 90% del parque automotor de taxis en Colombia tiene hasta 16 años, se definieron 4 escenarios de vida útil para incluir en el modelo:
- 5 años
 - 8 años
 - 12 años
 - 16 años
- 9.6 Esta vida útil se determinó en años, pero en su evaluación se expresa en kilómetros recorridos en el periodo de vida útil y se especifica de acuerdo con los supuestos de distancia recorrida en cada ciudad de acuerdo con el estudio para el cálculo de la tarifa del servicio de transporte público individual. No obstante, se aclara que la vida útil de un vehículo también puede ser definida en términos de kilómetros recorridos totales pero esta opción dificulta el control de la misma por parte de las autoridades de transporte.
- 9.7 Para este análisis, se utiliza la equivalencia de años en kilómetros recorridos por vida útil con el fin de apreciar las particularidades operativas de las ciudades analizadas. A continuación, se muestra las opciones de vida útil evaluadas en años y su equivalencia en kilómetros recorridos para las 7 ciudades analizadas.

Tabla 9.1: Vida útil expresada en kilómetros recorridos por ciudad

Ciudad	Vida útil 5 años (km /vida útil)	Vida útil 8 años (km /vida útil)	Vida útil 12 años (km /vida útil)	Vida útil 16 años (km /vida útil)
Bogotá	385,320	616,512	924,768	1,233,024
Medellín	319,200	510,720	766,080	1,021,440
Villavicencio	345,600	552,960	829,440	1,105,920
Manizales	315,900	505,440	758,160	1,010,880

Ciudad	Vida útil 5 años (km /vida útil)	Vida útil 8 años (km /vida útil)	Vida útil 12 años (km /vida útil)	Vida útil 16 años (km /vida útil)
Montería	509,400	815,040	1,222,560	1,630,080
Tunja	247,500	396,000	594,000	792,000
Facatativá	207,060	331,296	496,944	662,592

Fuente: Steer, 2021.

- 9.8 Evaluar la vida útil de esta manera apuesta a la reducción de la edad promedio del parque automotor de taxis en las ciudades evaluadas, lo cual también sería extrapolable al resto del territorio colombiano.

Trayectoria de penetración de vehículos eléctricos

- 9.9 Para la estimación del número de vehículos a gasolina que son sustituidos por vehículos eléctricos, se emplearon los porcentajes de penetración determinados durante la ejecución del proyecto realizado por Steer para la Unidad de Planeación Minero-Energética en 2020 cuyo objeto fue “Realizar un estudio que permita identificar las clases de vehículos y modalidades de transporte susceptibles de realizar el ascenso tecnológico hacia tecnologías de cero y bajas emisiones a nivel nacional” (Steer, 2020) .
- 9.10 Dicho estudio construyó 2 trayectorias diferentes para el modelo de distribución tecnológica para vehículos livianos de servicio público, analizando la disponibilidad vehicular, el mercado actual y potencial del país, evaluando en el segmento:
- Vehículos eléctricos
 - Vehículos híbridos (gasolina/eléctrico)
 - Vehículos dedicados a GNV
 - Vehículos de GLP
 - Vehículos de celda de combustible de hidrógeno
- 9.11 Los supuestos en las estimaciones de cambio tecnológico se describen en la tabla siguiente.

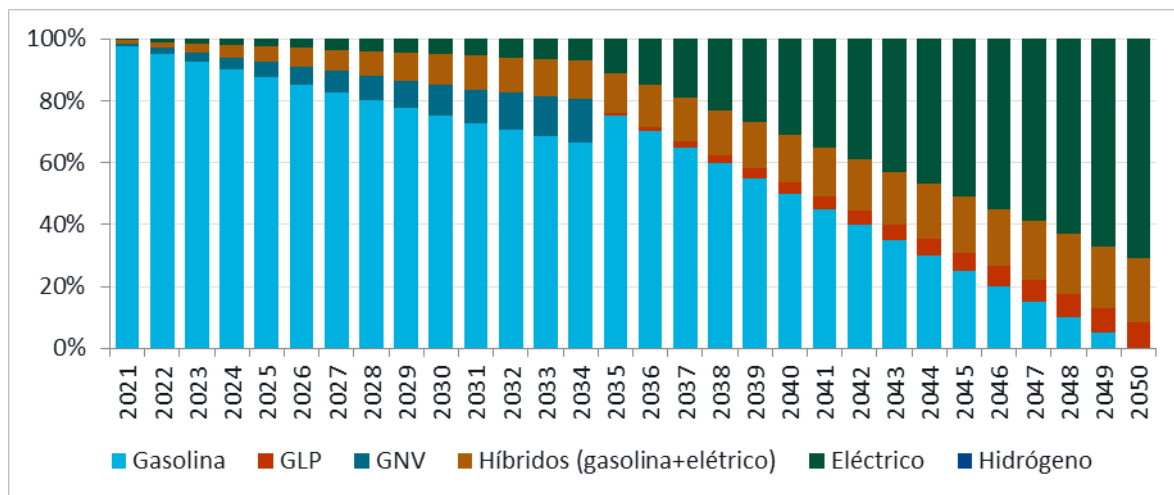
Tabla 9.2: Supuestos para estimación de cambio tecnológico de vehículos livianos de servicio público

Tecnología vehicular	Trayectoria 1	Trayectoria 2
Eléctrico	En 2035 los precios de vehículos eléctricos se igualan a los vehículos de combustión interna	En 2030 los precios de vehículos eléctricos se igualan a los vehículos de combustión interna
GNV	Como combustible de transición tiene espacio en el mercado hasta 2035	Como combustible de transición tiene espacio en el mercado hasta 2030
Híbridos (Gasolina + eléctrico)	Tasa de crecimiento mayor que vehículos eléctricos hasta 2035	Tasa de crecimiento mayor que vehículos eléctricos hasta 2030
GLP	Entra al mercado en 2035	Entra al mercado en 2030
Hidrógeno	-	Entra al mercado en 2040

Fuente: (Steer, 2020).

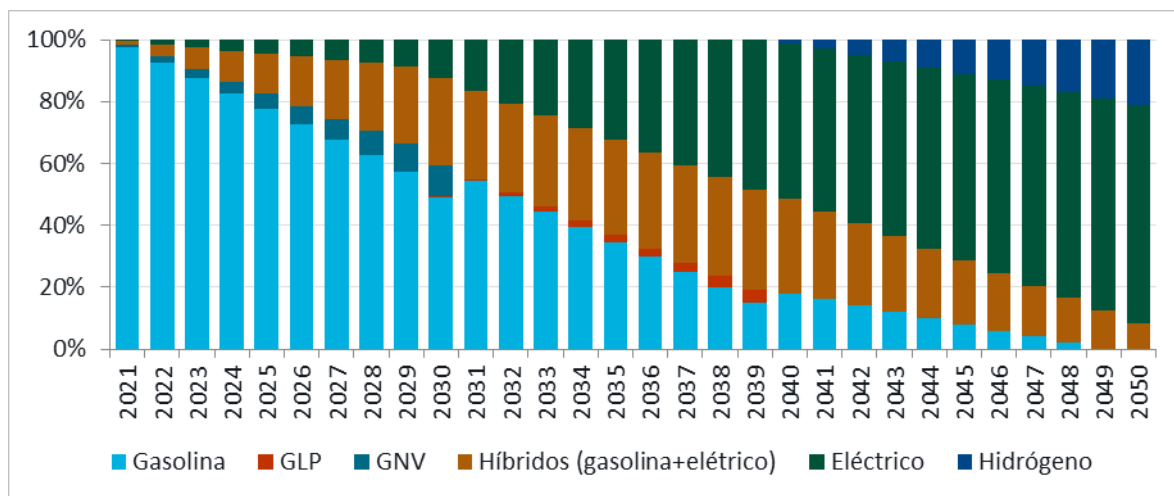
- 9.12 Las trayectorias se traducen en porcentajes de penetración de los vehículos eléctricos dentro de la flota de vehículos tipo taxi que son renovados anualmente. En el periodo analizado, comprendido entre 2022 y 2026, se obtienen las siguientes curvas de penetración para ambas trayectorias.

Figura 9.2: Cambio tecnológico para trayectoria 1 – vehículos livianos de servicio público



Fuente: (Steer, 2020).

Figura 9.3: Cambio tecnológico para trayectoria 2 – vehículos livianos de servicio público



Fuente: (Steer, 2020).

- 9.13 Con fines comparativos, también se consideró una tercera trayectoria de evaluación, denominada Línea Base, en la cual se toma en cuenta que, dependiendo de los años de vida útil considerados en cada escenario, se realizará una renovación con vehículos de las mismas características técnicas y tipo de combustible utilizado, pero más modernos.

Tamaño de flota

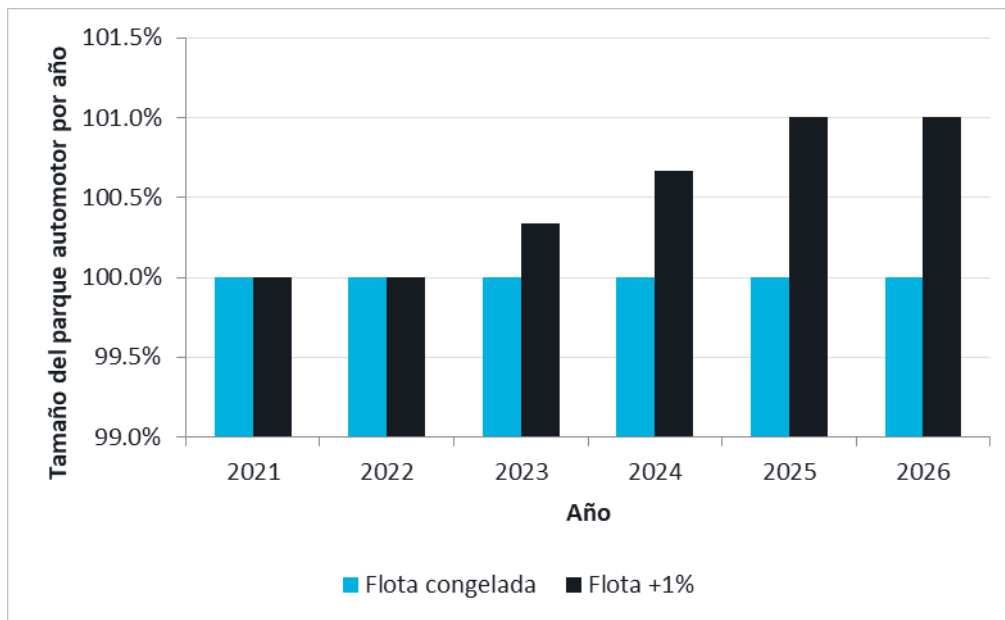
- 9.14 En relación con el tamaño de flota o de parque automotor de taxis, dado el proyecto del Ministerio de Transporte de la modificación del Capítulo 3 del Título 1 de la Parte 2 del Libro 2 del

Decreto 1079 de 2015, en el cual se desarrolla la reglamentación correspondiente al servicio público de transporte terrestre automotor individual de pasajeros en vehículos taxi, por el cual se permitiría aumentar por única vez la capacidad transportadora en un 1% sin necesidad de realizar estudios necesarios, siempre y cuando esta capacidad transportadora sea suplida por vehículos eléctricos; se definen 2 escenarios:

- Flota congelada: Tamaño del parque automotor congelado:
- Flota + 1%: Tamaño del parque automotor adicionando un 1% más de vehículos

9.15 El escenario Flota + 1%, supone un crecimiento lineal del tamaño del parque vehicular, que se dará entre los años 2023 y 2025.

Figura 9.4: Tamaño del parque automotor del segmento taxi considerado



Fuente: Steer, 2021.

Clasificación de emisiones según km recorridos

9.16 En concordancia con el modelo para la cuantificación de beneficios en términos energéticos y de emisiones, se utilizó la misma clasificación para la asignación de los coeficientes de emisión por tecnología y edad vehicular expresada en kilómetros recorridos, provenientes del Anexo A del International Vehicle Emission Model – IVE (2010).

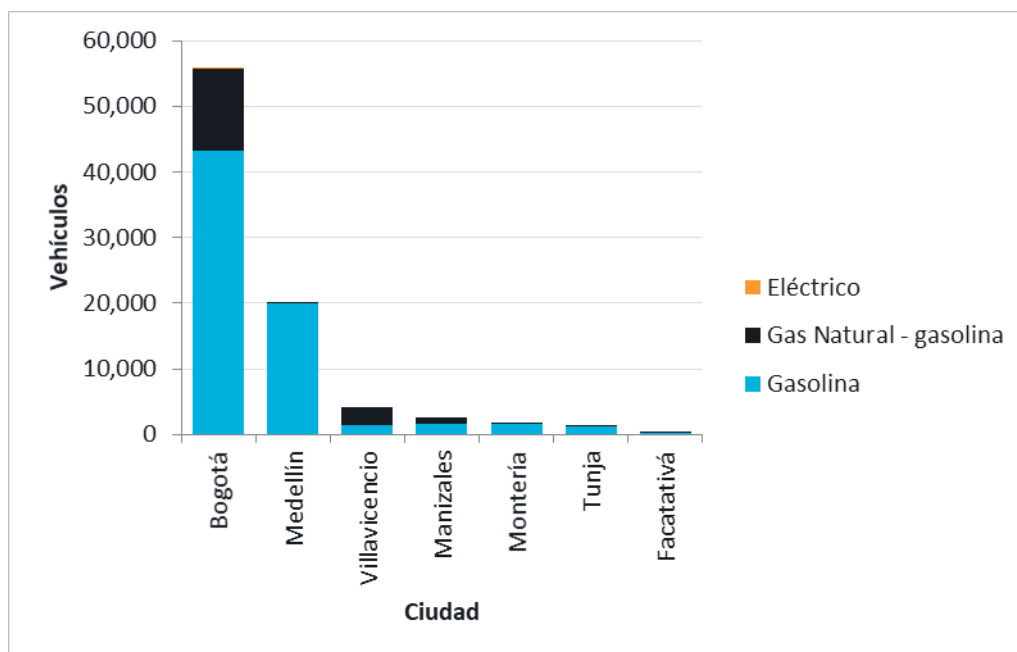
- Clasificación 1: vehículos que han recorrido hasta 79,000 km
- Clasificación 2: vehículos que han recorrido más de 79,000 y hasta 161,000 km
- Clasificación 3: vehículos que han recorrido más de 161,000 km

Supuestos por ciudad

Parque automotor

9.17 El parque automotor de vehículos de tipo taxi empleado en el análisis corresponde a los registrados en el RUNT.

Figura 9.5: Parque automotor de vehículos de tipo taxi por ciudad empleado en el análisis



Fuente: Steer a partir de base de datos del RUNT, 2021.

Kilómetros diarios recorridos por ciudad

- 9.18 De acuerdo con lo mencionado al inicio de este capítulo, de los estudios para el cálculo de la tarifa técnica se extrajo el supuesto de kilómetros recorridos por un taxi en 1 día, lo cual, considerando el número de días trabajados al mes, se expandió a kilómetros recorridos en 1 año.

Tabla 9.3: Distancia recorrida por un taxi en un día y un año

Ciudad	Km recorridos/día	Días trabajados/mes	Km recorridos/año
Bogotá	247	26	77,064
Medellín	190	28	63,840
Villavicencio	240	24	69,120
Manizales	195	27	63,180
Montería	283	30	101,880
Tunja	165	25	49,500
Facatativá	119	29	41,412

Fuente: Estudios para el cálculo de la tarifa técnica para el servicio público de transporte individual de cada ciudad.

Aplicación del modelo y resultados

- 9.19 A partir de la combinación de los supuestos presentados, se definieron 24 escenarios de estimación de potencial de renovación vehicular. En la tabla siguiente se presenta el resumen de estos. El nombre dado a los escenarios combina la vida útil en años, la trayectoria que define la penetración de los vehículos eléctricos sobre los nuevos, y el tamaño de la flota, por ejemplo: el

escenario 1, denominado 5.LB.Cong, el escenario de vida útil de 5 años, con la sustitución tecnológica de la línea base, y con el tamaño de flota congelada.

Tabla 9.4: Escenarios de estimación de potencial de renovación a vehículos eléctricos en 5 años

Escenario	Nombre	Vida útil (años)	Trayectoria	Tamaño de Flota
1	5.LB.Cong	5	Línea Base	Congelada
2	5.LB.+1%	5	Línea Base	+1%
3	5.Tr1.Cong	5	1	Congelada
4	5.Tr1.+1%	5	1	+1%
5	5.Tr2.Cong	5	2	Congelada
6	5.Tr2.+1%	5	2	+1%
7	8.LB.Cong	8	Línea Base	Congelada
8	8.LB.+1%	8	Línea Base	+1%
9	8.Tr1.Cong	8	1	Congelada
10	8.Tr1.+1%	8	1	+1%
11	8.Tr2.Cong	8	2	Congelada
12	8.Tr2.+1%	8	2	+1%
13	12.LB.Cong	12	Línea Base	Congelada
14	12.LB.+1%	12	Línea Base	+1%
15	12.Tr1.Cong	12	1	Congelada
16	12.Tr1.+1%	12	1	+1%
17	12.Tr2.Cong	12	2	Congelada
18	12.Tr2.+1%	12	2	+1%
19	16.LB.Cong	16	Línea Base	Congelada
20	16.LB.+1%	16	Línea Base	+1%
21	16.Tr1.Cong	16	1	Congelada
22	16.Tr1.+1%	16	1	+1%
23	16.Tr2.Cong	16	2	Congelada
24	16.Tr2.+1%	16	2	+1%

Fuente: Steer, 2021.

- 9.20 Con respecto a la aplicación del modelo, en todos los escenarios, la estimación de la renovación de vehículos asume que hay un reemplazo de los vehículos 1 a 1, es decir, que cada vez que sale un vehículo de operación, inicia la operación de otro vehículo nuevo que lo sustituye. Adicionalmente, se ocupa también que los vehículos que funcionan a gasolina son sustituidos por otros de mejor tecnología, es decir, con estándares de emisiones más limpias.
- 9.21 Respecto a los vehículos a gas – gasolina, se supone que éstos no cambiarán de tecnología, sino que su renovación se hará con la introducción de otro vehículo nuevo de la misma tecnología.

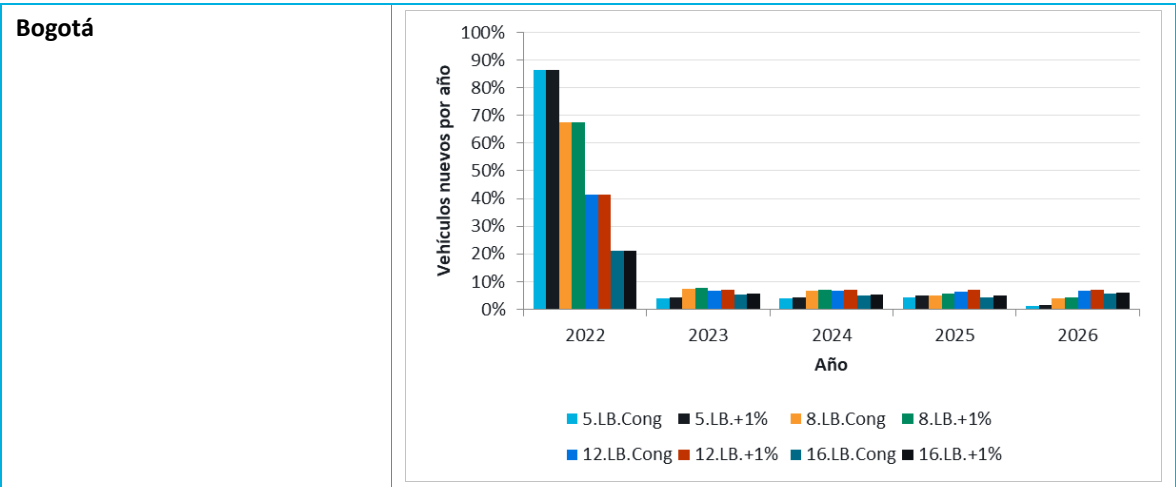
9.22 A partir de lo anterior, se obtienen los siguientes resultados.

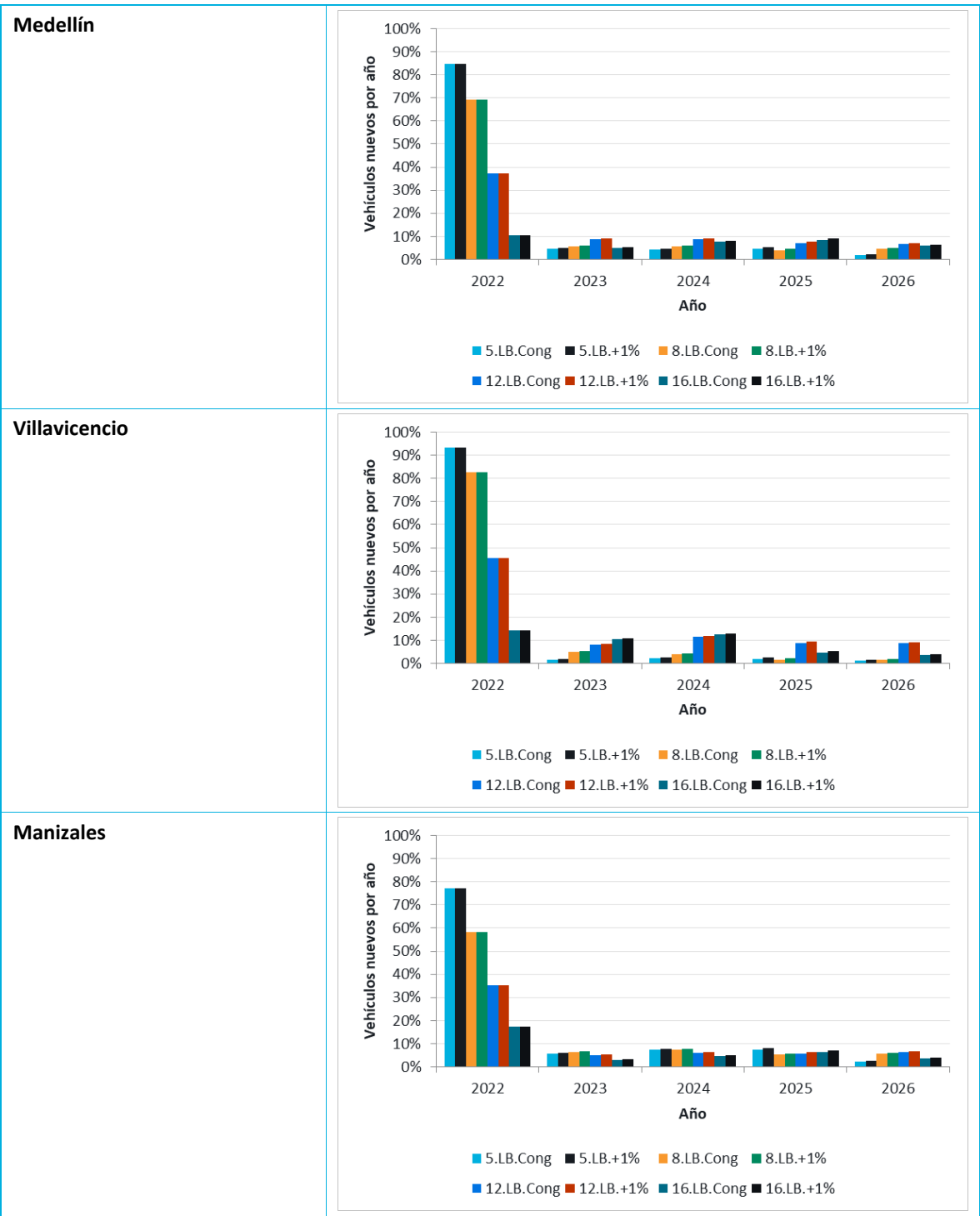
Dependiendo del número de años que se defina como vida útil, en el primer año de adopción de la medida se pueden tener potenciales de renovación total, es decir, de todas las tecnologías vehiculares, incluso superiores al 85% del tamaño total del parque vehicular en las 7 ciudades analizadas.

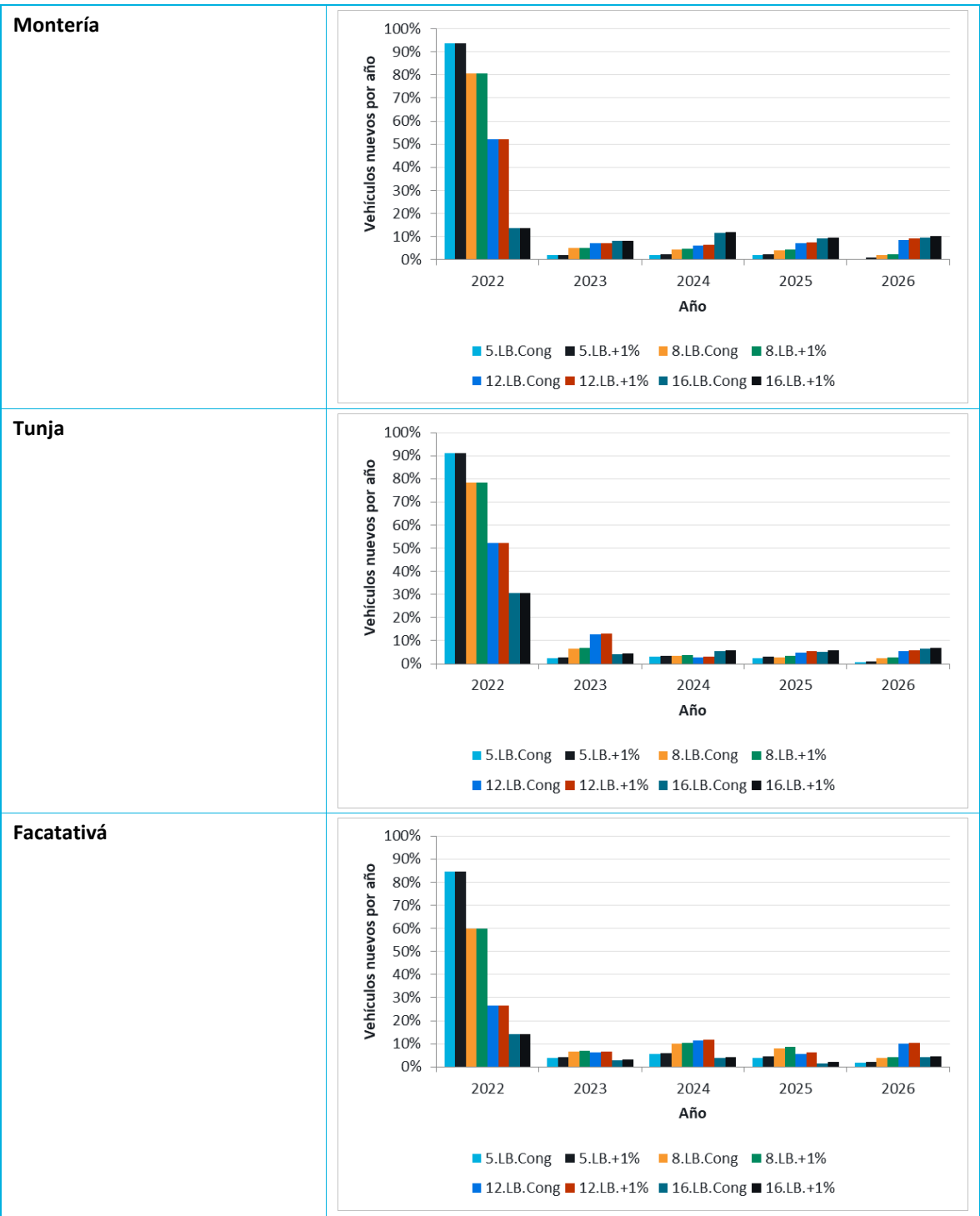
9.23 Si bien el potencial de renovación de cada ciudad varía respecto a las otras, en el caso de Montería, se encuentra que éste asciende hasta el 94% del tamaño del parque automotor de taxis, en el primer año de aplicación de la restricción y cuando la vida útil se limita a 5 años. En las 7 ciudades estudiadas, se observa que en el escenario de vida útil de 16 años, se obtienen potenciales de renovación total que oscilan entre 10% y 31% de la cantidad total de taxis en el primer año de análisis y de entrada en rigor del límite de vida útil.

9.24 Los resultados por ciudad del potencial de renovación total por ciudad se presentan a continuación. En los gráficos se incluyen únicamente 8 de los 24 escenarios, dado que éstos presentan el número total de vehículos a renovar en todas las tecnologías y son iguales respecto a los demás.

Figura 9.6: Porcentaje flota renovada por año (todas las tecnologías)







Fuente: Steer, 2021.

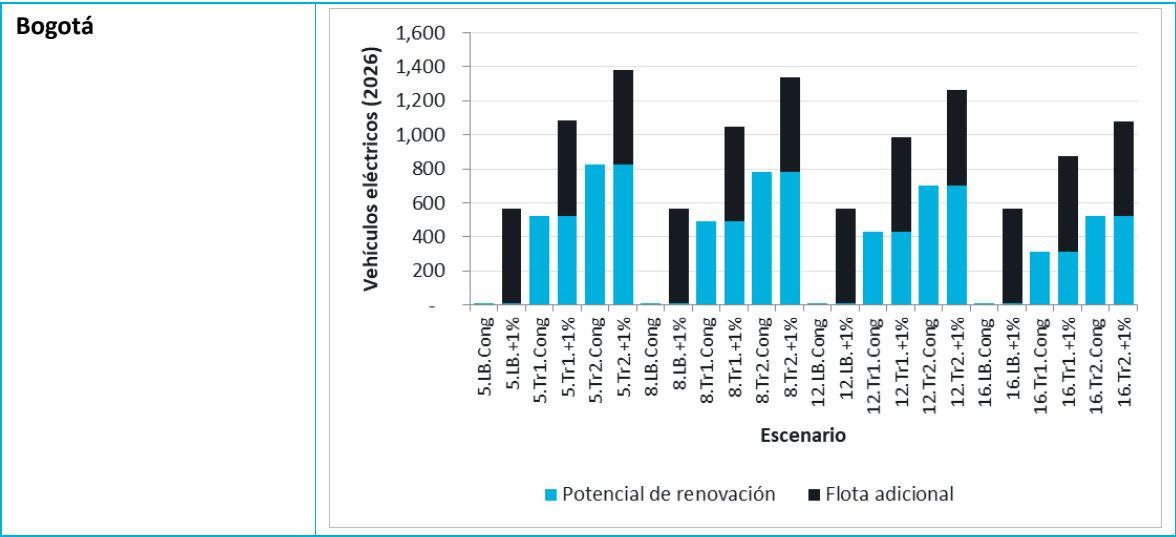
Los esfuerzos en materia de ascenso tecnológico para taxis deben orientarse en la superación de los retos que suponen las trayectorias de penetración de los vehículos eléctricos, y no en el aumento de la capacidad transportadora de las ciudades.

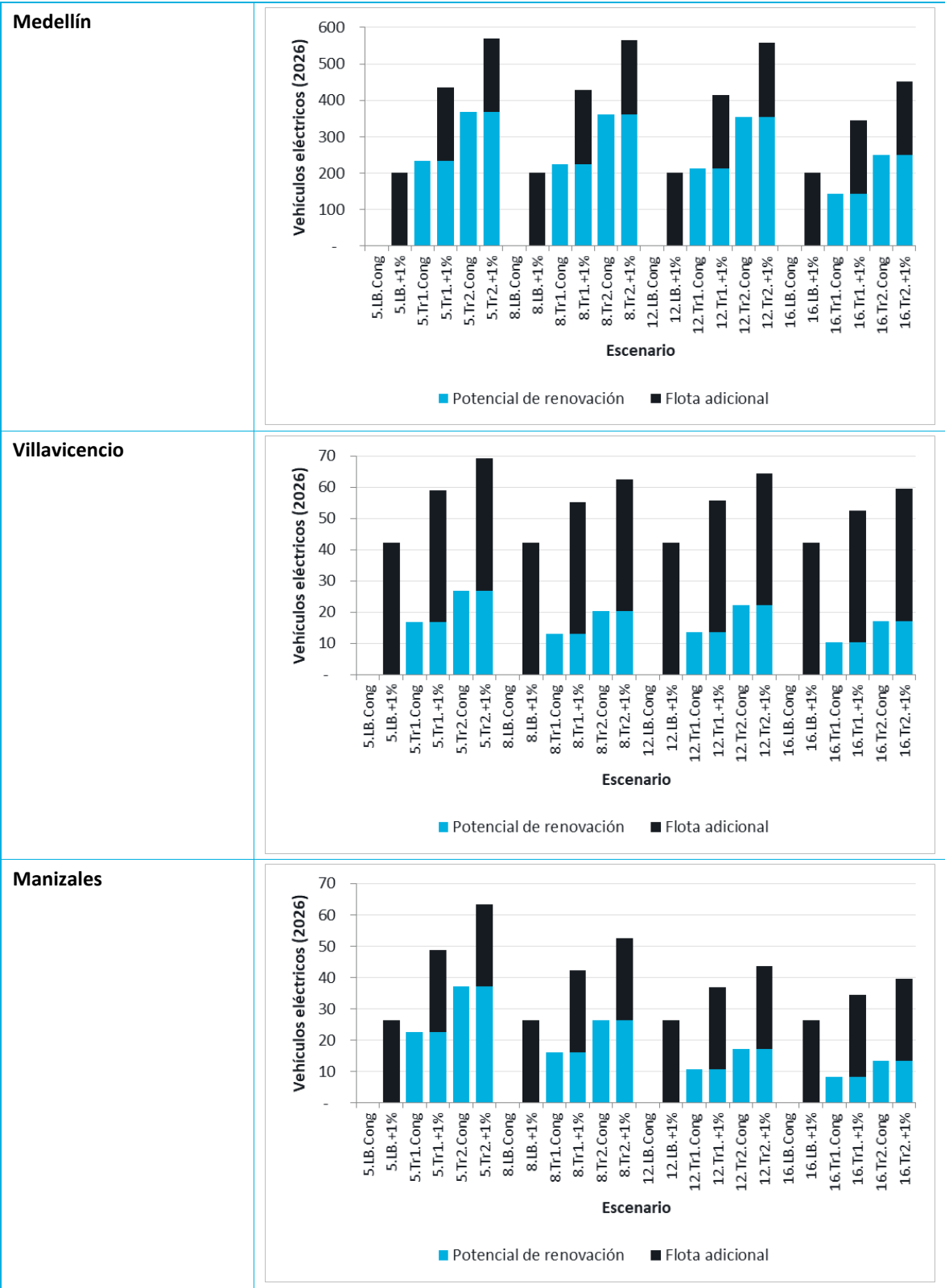
9.25 La evaluación de los 24 escenarios evidencia que las trayectorias aumentan en aproximadamente 1.6 veces en promedio el número de vehículos nuevos eléctricos en 2026, en las 7 ciudades analizadas.

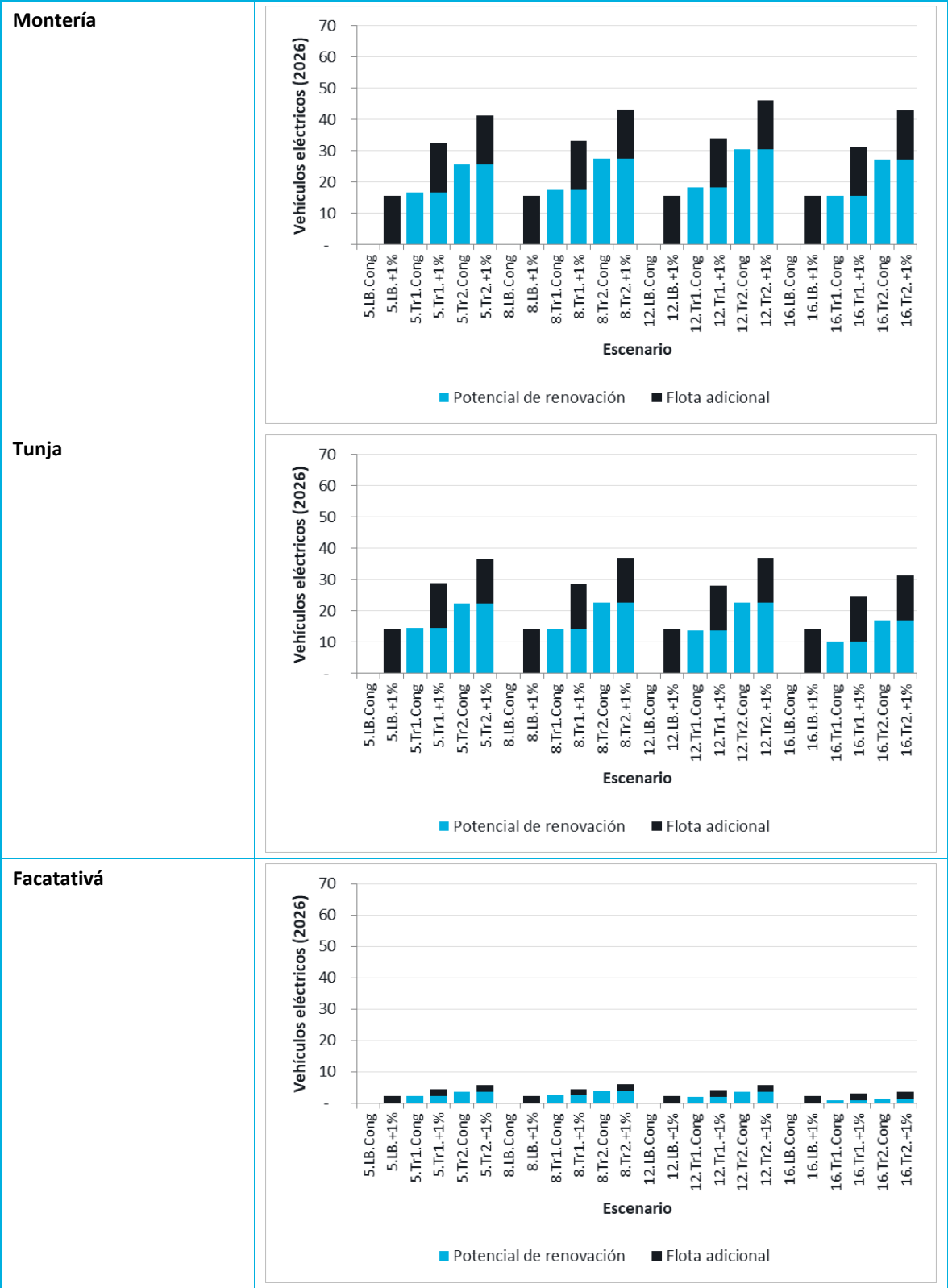
Al observar los resultados en número de vehículos eléctricos circulando al final del periodo analizado de 5 años, podría intuirse que el aumento de la capacidad transportadora para este segmento vehicular, derivado de aprobación de la modificación mencionada del Decreto 1079 de 2015, favorecería el ascenso tecnológico a eléctricos. Sin embargo, no se logran reducir emisiones y se aumenta el consumo energético del segmento.

9.26 En otras palabras, si bien a través de esta medida se lograría un aumento de la flota eléctrica de los taxis, contrastan con los beneficios en términos energéticos y de emisiones, explicado en el capítulo siguiente de este documento.

Figura 9.7: Vehículos eléctricos nuevos que entran en operación entre 2022 y 2026: potencial de renovación y flota adicional por aumento de capacidad transportadora del 1%







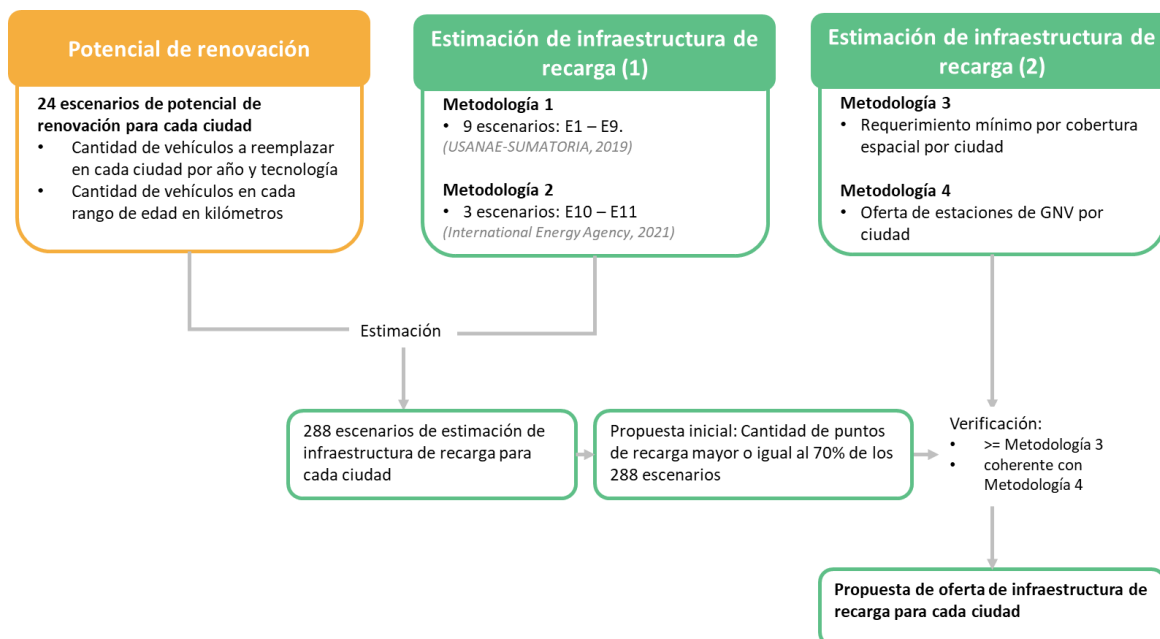
Fuente: Steer, 2021.

- 9.27 Con las gráficas anteriores se evidencia también la influencia de la composición del parque automotor según tecnología vehicular, sobre el potencial de renovación a vehículos eléctricos estimado en este estudio. Las ciudades con una composición de flota que funciona predominantemente a gasolina, se obtuvieron mayores porcentajes de potencial de renovación de flota respecto a su tamaño de parque automotor.

Infraestructura de recarga

- 9.28 La estimación de la mínima infraestructura de recarga de soporte requerida para el ascenso tecnológico del segmento de taxis emplea 4 metodologías diferentes para su cálculo. La primera de ellas sigue la metodología propuesta por Viswanathan et al (2008), en el estudio “Development of an assessment model for predicting public electric vehicle charging stations” citado por USAENE y Sumatoria en el estudio “Establecer Recomendaciones en Materia de Infraestructura de Recarga para la Movilidad Eléctrica en Colombia para los Diferentes Segmentos: Buses, motos, taxis, BRT.” para la UPME (USAENE-SUMATORIA, 2019). La segunda, se atiende las recomendaciones de relación de oferta de cargadores y número de vehículos eléctricos en las ciudades con base en lo expuesto por la International Energy Agency en su documento Global EV Outlook 2021. La tercera y cuarta metodología cambian el enfoque de estimación con el objetivo de ofrecer una infraestructura de recarga que brinde una cobertura mínima espacial en las ciudades de operación de taxis y, por otro lado, usar como referencia la oferta actual de estaciones de gas natural vehicular en relación con la oferta de gasolineras en las ciudades.
- 9.29 A continuación se presenta un esquema que ilustra el proceso de estimación de infraestructura de recarga de soporte para el ascenso tecnológico de taxis en las ciudades analizadas.

Figura 9.8: Proceso de estimación de infraestructura de soporte para el ascenso tecnológico de taxis



Fuente: Steer, 2021.

Metodología 1

- 9.30 Esta metodología estima el número de cargadores requeridos para la recarga pública en función de su demanda potencial y las características de las estaciones de recarga, de acuerdo con la siguiente formulación:

$$\frac{N}{L} = \frac{P_L * T_L}{\frac{B}{L} * D}$$

- 9.31 Dónde:

- **N: Cantidad de vehículos eléctricos.** Se utilizan los resultados del análisis de la estimación de potencial de renovación a vehículos eléctricos en los 24 escenarios descritos anteriormente en este capítulo.
- **L: Cantidad de puntos de recarga.** Puntos de recarga necesarios para abastecer la demanda en cada uno de los escenarios de análisis
- **PL: Potencia promedio de las estaciones.** Se mantuvieron los supuestos de potencia promedio de las estaciones definidas por USAENE-SUMATORIA (2019) con tres opciones:
 - carga semirápida: 11 KW
 - carga semirápida: 22 KW
 - carga rápida: 55 kW
- **TL: Tiempo de uso efectivo de la estación de recarga (horas).** Se mantuvieron los supuestos de USAENE-SUMATORIA (2019) con tres opciones:
 - 4 horas
 - 6 horas
 - 8 horas
- **B: Capacidad de la batería (KWh).** La capacidad de la batería considerada es la del vehículo BYD E5, vehículo empleado en el piloto de Bogotá, y utilizado en el análisis de costos total de propiedad de este estudio.
- **E: Autonomía del vehículo eléctrico (km).** Se consideró una autonomía media de 260 km, aplicando un factor de 0.65 a la autonomía reportada por el fabricante del vehículo eléctrico BYD E5, 400 km, suponiendo que la carga del vehículo no se realiza una vez se haya descargado la batería por completo sino que éste se recargaría luego de haber completado el recorrido diario.
- **D: Distancia promedio recorrida por el conductor (km).** Toma como supuesto la distancia recorrida por ciudad reportada en los estudios para el cálculo de la tarifa técnica del servicio de taxi de cada ciudad.

- 9.32 En la tabla a continuación se listan los 9 escenarios de estimación de puntos de recarga definidos por la metodología 1.

Tabla 9.5: Escenarios de estimación de número de puntos de recarga requeridos – metodología 1

Escenario	Descripción	
E1	PL1*TL1	11 kW* 4 h
E2	PL1*TL2	11 kW * 6 h
E3	PL1*TL3	11 kW * 8 h
E4	PL2*TL1	22 kW * 4 h

Escenario	Descripción	
E5	PL2*TL2	22 kW * 6 h
E6	PL2*TL3	22 kW * 8 h
E7	PL3*TL1	55 kW * 4 h
E8	PL3*TL2	55 kW * 6 h
E9	PL3*TL3	55 kW * 8 h

Fuente: Steer, 2021.

- 9.33 Con esta metodología, se definen 216 escenarios de estimación de infraestructura de recarga necesaria, considerando que se tendrían 9 combinaciones diferentes de P_L y T_L y los 24 escenarios de estimación de vehículos eléctricos.

Metodología 2

- 9.34 Al igual que la metodología anterior, la metodología 2 parte de la estimación del número de vehículos eléctricos esperados en los 24 escenarios de estimación del potencial de renovación, pero considerando 3 escenarios de oferta de puntos de recarga presentados por la International Energy Agency – IEA en su reporte anual Global EV Outlook 2021 (Ver tabla 3.6). El primer escenario establece una oferta de 0.1 cargadores por vehículo eléctrico derivada de la recomendación de la Comisión Europea en 2020 para los estados miembros, mientras que el segundo y tercero establece una oferta de 0.03 y 0.05 cargadores por vehículo respectivamente, consecuentemente con la oferta de cargadores de los países con las mayores tasas de penetración de vehículos eléctricos como lo son Noruega (0.03), Islandia (0.03), y Dinamarca (0.05) (International Energy Agency, 2021).
- 9.35 En la tabla a continuación se listan los 3 escenarios de estimación de puntos de recarga definidos por la metodología 2.

Tabla 9.6: Escenarios de estimación de número de puntos de recarga requeridos – metodología 2

Escenario	Descripción
E10	0.10 cargadores / 1 vehículo eléctrico
E11	0.03 cargadores / 1 vehículo eléctrico
E12	0.05 cargadores / 1 vehículo eléctrico

Fuente: Steer, 2021.

- 9.36 Según lo anterior, con esta metodología se calcularon 72 escenarios de estimación de infraestructura de recarga para soportar el ascenso tecnológico de taxis.
- 9.37 En resumen, con las metodologías 1 y 2 se calcularon en total 288 escenarios de estimación de infraestructura de recarga, considerando los 12 definidos por las metodologías mencionadas (ver tabla 3.7) y los 24 escenarios de estimación de potencial de renovación de taxis.

Tabla 9.7: Escenarios de estimación de número de puntos de recarga requeridos – metodologías 1 y 2

Escenario	Descripción		Referencia
E1	PL1*TL1	11 kW * 4 h	(USAENE-SUMATORIA, 2019).
E2	PL1*TL2	11 kW * 6 h	(USAENE-SUMATORIA, 2019).

Escenario	Descripción		Referencia
E3	PL1*TL3	11 kW * 8 h	(USAENE-SUMATORIA, 2019).
E4	PL2*TL1	22 kW * 4 h	(USAENE-SUMATORIA, 2019).
E5	PL2*TL2	22 kW * 6 h	(USAENE-SUMATORIA, 2019).
E6	PL2*TL3	22 kW * 8 h	(USAENE-SUMATORIA, 2019).
E7	PL3*TL1	55 kW * 4 h	(USAENE-SUMATORIA, 2019).
E8	PL3*TL2	55 kW * 6 h	(USAENE-SUMATORIA, 2019).
E9	PL3*TL3	55 kW * 8 h	(USAENE-SUMATORIA, 2019).
E10	0.10 cargadores / 1 vehículo eléctrico		(International Energy Agency, 2021)
E11	0.03 cargadores / 1 vehículo eléctrico		(International Energy Agency, 2021)
E12	0.05 cargadores / 1 vehículo eléctrico		(International Energy Agency, 2021)

Fuente: Steer, 2021.

Metodología 3

- 9.38 La metodología 3 propone que en las ciudades se brinde una cobertura mínima espacial de estaciones de recarga de acuerdo con la división administrativa de las ciudades. Se determina que por cada unidad territorial debe haber disponible por lo menos 1 estación de servicio para la recarga, con una configuración básica de 4 cargadores. Así, un municipio que cuente con 10 unidades territoriales, que pueden ser ejemplo: 10 comunas, contaría con al menos 10 estaciones en total, y una oferta de 40 cargadores.

Metodología 4

- 9.39 Esta cuarta metodología sirve como punto de comparación de la oferta de cargadores propuesta por las 3 metodologías, entendiendo la relación de número de estaciones de gasolina versus estaciones para recarga de gas natural vehicular.
- 9.40 Con lo anterior, la propuesta de número de cargadores para cada ciudad toma en consideración los resultados de los 288 escenarios de estimación producto de la aplicación de las metodologías 1 y 2, proponiendo una cantidad de cargadores que cumple con el requerimiento de al menos el 70% de esos escenarios, y que adicionalmente es mayor o igual requerido por la metodología 3, que establece el criterio mínimo de estaciones de recarga y cargadores para brindar la cobertura mínima en las ciudades de análisis. Por último, se compara la propuesta con los resultados de la metodología 4.

Estimación y propuesta de infraestructura de recarga

- 9.41 A continuación, se presentan los resultados de la estimación de la infraestructura de recarga requerida para soportar el ascenso tecnológico a taxis eléctricos en las 7 ciudades estudiadas. En la tabla correspondiente a los resultados de la aplicación de la metodología 1 y 2 se resaltan en verde los escenarios que se satisfacen con la propuesta para cada ciudad que se presenta más adelante.

Tabla 9.8: Estimación de infraestructura de recarga - metodologías 1 y 2, Bogotá

Escenario	Nombre	Escenario de estimación de infraestructura de recarga											
		E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11	E12
1	5.LB.Cong	13	9	7	7	5	4	3	2	2	1	1	1
2	5.LB.+1%	736	491	368	368	246	184	148	99	74	57	18	29
3	5.Tr1.Cong	679	453	340	340	227	170	136	91	68	53	16	27
4	5.Tr1.+1%	1,402	935	701	701	468	351	281	187	141	109	33	55
5	5.Tr2.Cong	1,067	711	534	534	356	267	214	143	107	83	25	42
6	5.Tr2.+1%	1,788	1,192	894	894	596	447	358	239	179	138	42	69
7	8.LB.Cong	13	9	7	7	5	4	3	2	2	1	1	1
8	8.LB.+1%	736	491	368	368	246	184	148	99	74	57	18	29
9	8.Tr1.Cong	635	424	318	318	212	159	127	85	64	49	15	25
10	8.Tr1.+1%	1,357	905	679	679	453	340	272	181	136	105	32	53
11	8.Tr2.Cong	1,011	674	506	506	337	253	203	135	102	78	24	39
12	8.Tr2.+1%	1,733	1,155	867	867	578	434	347	231	174	134	41	67
13	12.LB.Cong	13	9	7	7	5	4	3	2	2	1	1	1
14	12.LB.+1%	736	491	368	368	246	184	148	99	74	57	18	29
15	12.Tr1.Cong	559	373	280	280	187	140	112	75	56	44	13	22
16	12.Tr1.+1%	1,280	854	640	640	427	320	256	171	128	99	30	50
17	12.Tr2.Cong	912	608	456	456	304	228	183	122	92	71	22	36
18	12.Tr2.+1%	1,634	1,090	817	817	545	409	327	218	164	127	38	64
19	16.LB.Cong	13	9	7	7	5	4	3	2	2	1	1	1
20	16.LB.+1%	736	491	368	368	246	184	148	99	74	57	18	29
21	16.Tr1.Cong	409	273	205	205	137	103	82	55	41	32	10	16
22	16.Tr1.+1%	1,130	754	565	565	377	283	226	151	113	88	27	44
23	16.Tr2.Cong	678	452	339	339	226	170	136	91	68	53	16	27
24	16.Tr2.+1%	1,401	934	701	701	467	351	281	187	141	109	33	55

Fuente: Steer, 2021.

Tabla 9.9: Estimación de infraestructura de recarga - metodologías 1 y 2, Medellín

Escenario	Nombre	Escenario de estimación de infraestructura de recarga											
		E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11	E12
1	5.LB.Cong	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	5.LB.+1%	208	139	104	104	70	52	42	28	21	21	7	11
3	5.Tr1.Cong	240	160	120	120	80	60	48	32	24	24	8	12
4	5.Tr1.+1%	446	298	223	223	149	112	90	60	45	44	14	22
5	5.Tr2.Cong	378	252	189	189	126	95	76	51	38	37	12	19
6	5.Tr2.+1%	584	390	292	292	195	146	117	78	59	58	18	29
7	8.LB.Cong	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	8.LB.+1%	208	139	104	104	70	52	42	28	21	21	7	11
9	8.Tr1.Cong	232	155	116	116	78	58	47	31	24	23	7	12
10	8.Tr1.+1%	438	292	219	219	146	110	88	59	44	43	13	22
11	8.Tr2.Cong	372	248	186	186	124	93	75	50	38	37	11	19
12	8.Tr2.+1%	578	386	289	289	193	145	116	78	58	57	17	29
13	12.LB.Cong	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14	12.LB.+1%	208	139	104	104	70	52	42	28	21	21	7	11

Escenario	Nombre	Escenario de estimación de infraestructura de recarga											
		E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11	E12
15	12.Tr1.Cong	217	145	109	109	73	55	44	29	22	22	7	11
16	12.Tr1.+1%	424	283	212	212	142	106	85	57	43	42	13	21
17	12.Tr2.Cong	365	243	183	183	122	92	73	49	37	36	11	18
18	12.Tr2.+1%	571	381	286	286	191	143	115	77	58	56	17	28
19	16.LB.Cong	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20	16.LB.+1%	208	139	104	104	70	52	42	28	21	21	7	11
21	16.Tr1.Cong	148	99	74	74	50	37	30	20	15	15	5	8
22	16.Tr1.+1%	354	236	177	177	118	89	71	48	36	35	11	18
23	16.Tr2.Cong	257	172	129	129	86	65	52	35	26	26	8	13
24	16.Tr2.+1%	464	309	232	232	155	116	93	62	47	46	14	23

Fuente: Steer, 2021.

Tabla 9.10: Estimación de infraestructura de recarga - metodologías 1 y 2, Villavicencio

Escenario	Nombre	Escenario de estimación de infraestructura de recarga											
		E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11	E12
1	5.LB.Cong	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	5.LB.+1%	27	18	14	14	9	7	6	4	3	5	2	3
3	5.Tr1.Cong	11	8	6	6	4	3	3	2	2	2	1	1
4	5.Tr1.+1%	38	25	19	19	13	10	8	5	4	6	2	3
5	5.Tr2.Cong	17	12	9	9	6	5	4	3	2	3	1	2
6	5.Tr2.+1%	44	30	22	22	15	11	9	6	5	7	3	4
7	8.LB.Cong	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	8.LB.+1%	27	18	14	14	9	7	6	4	3	5	2	3
9	8.Tr1.Cong	9	6	5	5	3	3	2	2	1	2	1	1
10	8.Tr1.+1%	35	24	18	18	12	9	7	5	4	6	2	3
11	8.Tr2.Cong	14	9	7	7	5	4	3	2	2	3	1	2
12	8.Tr2.+1%	40	27	20	20	14	10	8	6	4	7	2	4
13	12.LB.Cong	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14	12.LB.+1%	27	18	14	14	9	7	6	4	3	5	2	3
15	12.Tr1.Cong	9	6	5	5	3	3	2	2	1	2	1	1
16	12.Tr1.+1%	35	24	18	18	12	9	7	5	4	6	2	3
17	12.Tr2.Cong	15	10	8	8	5	4	3	2	2	3	1	2
18	12.Tr2.+1%	41	28	21	21	14	11	9	6	5	7	2	4
19	16.LB.Cong	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20	16.LB.+1%	27	18	14	14	9	7	6	4	3	5	2	3
21	16.Tr1.Cong	7	5	4	4	3	2	2	1	1	2	1	1
22	16.Tr1.+1%	34	23	17	17	12	9	7	5	4	6	2	3
23	16.Tr2.Cong	12	8	6	6	4	3	3	2	2	2	1	1
24	16.Tr2.+1%	38	25	19	19	13	10	8	5	4	6	2	3

Fuente: Steer, 2021.

Tabla 9.11: Estimación de infraestructura de recarga - metodologías 1 y 2, Manizales

Escenario	Nombre	Escenario de estimación de infraestructura de recarga											
		E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11	E12
1	5.LB.Cong	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	5.LB.+1%	28	19	14	14	10	7	6	4	3	3	1	2
3	5.Tr1.Cong	24	16	12	12	8	6	5	4	3	3	1	2
4	5.Tr1.+1%	51	34	26	26	17	13	11	7	6	5	2	3
5	5.Tr2.Cong	39	26	20	20	13	10	8	6	4	4	2	2
6	5.Tr2.+1%	66	44	33	33	22	17	14	9	7	7	2	4
7	8.LB.Cong	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	8.LB.+1%	28	19	14	14	10	7	6	4	3	3	1	2
9	8.Tr1.Cong	17	11	9	9	6	5	4	3	2	2	1	1
10	8.Tr1.+1%	44	30	22	22	15	11	9	6	5	5	2	3
11	8.Tr2.Cong	28	19	14	14	10	7	6	4	3	3	1	2
12	8.Tr2.+1%	55	37	28	28	19	14	11	8	6	6	2	3
13	12.LB.Cong	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14	12.LB.+1%	28	19	14	14	10	7	6	4	3	3	1	2
15	12.Tr1.Cong	12	8	6	6	4	3	3	2	2	2	1	1
16	12.Tr1.+1%	38	26	19	19	13	10	8	6	4	4	2	2
17	12.Tr2.Cong	19	13	10	10	7	5	4	3	2	2	1	1
18	12.Tr2.+1%	45	30	23	23	15	12	9	6	5	5	2	3
19	16.LB.Cong	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20	16.LB.+1%	28	19	14	14	10	7	6	4	3	3	1	2
21	16.Tr1.Cong	10	7	5	5	4	3	2	2	1	1	1	1
22	16.Tr1.+1%	36	24	18	18	12	9	8	5	4	4	2	2
23	16.Tr2.Cong	15	10	8	8	5	4	3	2	2	2	1	1
24	16.Tr2.+1%	41	28	21	21	14	11	9	6	5	4	2	2

Fuente: Steer, 2021.

Tabla 9.12: Estimación de infraestructura de recarga - metodologías 1 y 2, Montería

Escenario	Nombre	Escenario de estimación de infraestructura de recarga											
		E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11	E12
1	5.LB.Cong	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	5.LB.+1%	24	16	12	12	8	6	5	4	3	2	1	1
3	5.Tr1.Cong	26	17	13	13	9	7	6	4	3	2	1	1
4	5.Tr1.+1%	49	33	25	25	17	13	10	7	5	4	1	2
5	5.Tr2.Cong	39	26	20	20	13	10	8	6	4	3	1	2
6	5.Tr2.+1%	63	42	32	32	21	16	13	9	7	5	2	3
7	8.LB.Cong	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	8.LB.+1%	24	16	12	12	8	6	5	4	3	2	1	1
9	8.Tr1.Cong	27	18	14	14	9	7	6	4	3	2	1	1
10	8.Tr1.+1%	51	34	26	26	17	13	11	7	6	4	2	2
11	8.Tr2.Cong	42	28	21	21	14	11	9	6	5	3	1	2
12	8.Tr2.+1%	66	44	33	33	22	17	14	9	7	5	2	3
13	12.LB.Cong	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14	12.LB.+1%	24	16	12	12	8	6	5	4	3	2	1	1

Escenario	Nombre	Escenario de estimación de infraestructura de recarga											
		E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11	E12
15	12.Tr1.Cong	29	19	15	15	10	8	6	4	3	2	1	1
16	12.Tr1.+1%	52	35	26	26	18	13	11	7	6	4	2	2
17	12.Tr2.Cong	47	31	24	24	16	12	10	7	5	4	1	2
18	12.Tr2.+1%	70	47	35	35	24	18	14	10	7	5	2	3
19	16.LB.Cong	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20	16.LB.+1%	24	16	12	12	8	6	5	4	3	2	1	1
21	16.Tr1.Cong	24	16	12	12	8	6	5	4	3	2	1	1
22	16.Tr1.+1%	48	32	24	24	16	12	10	7	5	4	1	2
23	16.Tr2.Cong	42	28	21	21	14	11	9	6	5	3	1	2
24	16.Tr2.+1%	64	43	32	32	22	16	13	9	7	5	2	3

Fuente: Steer, 2021.

Tabla 9.13: Estimación de infraestructura de recarga - metodologías 1 y 2, Tunja

Escenario	Nombre	Escenario de estimación de infraestructura de recarga											
		E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11	E12
1	5.LB.Cong	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	5.LB.+1%	13	9	7	7	5	4	3	2	2	2	1	1
3	5.Tr1.Cong	13	9	7	7	5	4	3	2	2	2	1	1
4	5.Tr1.+1%	26	17	13	13	9	7	6	4	3	3	1	2
5	5.Tr2.Cong	20	14	10	10	7	5	4	3	2	3	1	2
6	5.Tr2.+1%	33	22	17	17	11	9	7	5	4	4	2	2
7	8.LB.Cong	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	8.LB.+1%	13	9	7	7	5	4	3	2	2	2	1	1
9	8.Tr1.Cong	13	9	7	7	5	4	3	2	2	2	1	1
10	8.Tr1.+1%	26	17	13	13	9	7	6	4	3	3	1	2
11	8.Tr2.Cong	20	14	10	10	7	5	4	3	2	3	1	2
12	8.Tr2.+1%	33	22	17	17	11	9	7	5	4	4	2	2
13	12.LB.Cong	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14	12.LB.+1%	13	9	7	7	5	4	3	2	2	2	1	1
15	12.Tr1.Cong	13	9	7	7	5	4	3	2	2	2	1	1
16	12.Tr1.+1%	26	17	13	13	9	7	6	4	3	3	1	2
17	12.Tr2.Cong	20	14	10	10	7	5	4	3	2	3	1	2
18	12.Tr2.+1%	33	22	17	17	11	9	7	5	4	4	2	2
19	16.LB.Cong	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20	16.LB.+1%	13	9	7	7	5	4	3	2	2	2	1	1
21	16.Tr1.Cong	10	7	5	5	4	3	2	2	1	2	1	1
22	16.Tr1.+1%	22	15	11	11	8	6	5	3	3	3	1	2
23	16.Tr2.Cong	16	11	8	8	6	4	4	3	2	2	1	1
24	16.Tr2.+1%	28	19	14	14	10	7	6	4	3	4	1	2

Fuente: Steer, 2021.

Tabla 9.14: Estimación de infraestructura de recarga - metodologías 1 y 2, Facatativá

Escenario	Nombre	Escenario de estimación de infraestructura de recarga											
		E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11	E12
1	5.LB.Cong	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	5.LB.+1%	4	3	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1
3	5.Tr1.Cong	4	3	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1
4	5.Tr1.+1%	7	5	4	4	3	2	2	1	1	1	1	1
5	5.Tr2.Cong	6	4	3	3	2	2	2	1	1	1	1	1
6	5.Tr2.+1%	8	6	4	4	3	2	2	2	1	1	1	1
7	8.LB.Cong	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	8.LB.+1%	4	3	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1
9	8.Tr1.Cong	4	3	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1
10	8.Tr1.+1%	7	5	4	4	3	2	2	1	1	1	1	1
11	8.Tr2.Cong	6	4	3	3	2	2	2	1	1	1	1	1
12	8.Tr2.+1%	8	6	4	4	3	2	2	2	1	1	1	1
13	12.LB.Cong	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14	12.LB.+1%	4	3	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1
15	12.Tr1.Cong	4	3	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1
16	12.Tr1.+1%	7	5	4	4	3	2	2	1	1	1	1	1
17	12.Tr2.Cong	6	4	3	3	2	2	2	1	1	1	1	1
18	12.Tr2.+1%	8	6	4	4	3	2	2	2	1	1	1	1
19	16.LB.Cong	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20	16.LB.+1%	4	3	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1
21	16.Tr1.Cong	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
22	16.Tr1.+1%	4	3	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1
23	16.Tr2.Cong	3	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1
24	16.Tr2.+1%	6	4	3	3	2	2	2	1	1	1	1	1

Fuente: Steer, 2021.

9.42 En la tabla siguiente, se presentan la cantidad mínima de estaciones de recarga y puntos de recarga requeridos por cada una de las ciudades analizadas de acuerdo con la metodología 3.

Tabla 9.15: Requerimientos mínimos de puntos y estaciones de recarga – Metodología 3

Ciudad	Unidad territorial	Cantidad	Puntos de recarga	Estaciones de recarga
Bogotá	UPZ	92	368	92
Medellín	Comuna	16	64	16
Villavicencio	Comuna	10	40	10
Manizales	Comuna	11	44	11
Montería	Comuna	9	36	9
Tunja	Comuna	8	32	8
Facatativá	Comuna	2	8	2

Fuente: Steer, 2021.

- 9.43 Con base en las estimaciones de las metodologías 1 y 2, así como la verificación del cumplimiento mínimo de la metodología 3, a continuación se presenta el número de estaciones y puntos de recarga propuestos para las 7 ciudades de análisis.

Tabla 9.16: Propuesta de oferta de infraestructura de recarga para las 7 ciudades en estudio

Ciudad	Puntos públicos de recarga para vehículos eléctricos	Estaciones públicas de recarga para vehículos eléctricos
Bogotá	368	92
Medellín	110	28
Villavicencio	40	10
Manizales	44	11
Montería	36	9
Tunja	32	8
Facatativá	8	2

Fuente: Steer, 2021.

- 9.44 Al comparar la propuesta de infraestructura obtenida (Tabla 9.16) con la oferta actual de infraestructura para el gas natural vehicular disponible en las ciudades analizadas, se encuentra que en magnitud son semejantes, validando la propuesta presentada. Ver tabla siguiente.

Tabla 9.17: Propuesta de oferta de infraestructura de recarga para las 7 ciudades en estudio y oferta de estaciones de Gas Natural Vehicular – Metodología 4

Ciudad	Estaciones públicas de recarga propuestas para vehículos eléctricos	Estaciones de Gas Natural Vehicular
Bogotá	92	180
Medellín	28	52
Villavicencio	10	22
Manizales	11	16
Montería	9	10
Tunja	8	6
Facatativá	2	1

Fuente: Steer, 2021.

- 9.45 Dado que la información disponible para hacer la estimación detallada de la infraestructura de recarga necesaria en el resto del país no fue suficiente para hacer las estimaciones por las metodologías 1 y 2, a continuación se presenta una propuesta de oferta de infraestructura de recarga para las ciudades capitales de Colombia de acuerdo con la metodología 3, estableciendo la cantidad mínima de estaciones y puntos de recarga.

Tabla 9.18: Requerimiento mínimo de oferta de infraestructura de recarga para las capitales departamentales – Metodología 3

Ciudad	Unidad territorial (UT)	Cantidad de UT	Estaciones mínimas	Puntos de carga mínimos
Leticia	-	1	1	4
Arauca	Comunas	5	5	20
Barranquilla	Localidades*	5	25	100
Cartagena de Indias	Comunas	15	60	240
Florencia	Comunas	4	4	16
Yopal	Comunas	7	7	28
Popayán	Comunas	9	9	36
Valledupar	Comunas	6	6	24
Quibdó	Comunas	6	6	24
Inírida	-	1	1	4
San José del Guaviare	-	1	1	4
Neiva	Comunas	10	10	40
Riohacha	Comunas	10	10	40
Santa Marta	Comunas	9	9	36
Pasto	Comunas	12	12	48
San José de Cúcuta	Comunas	10	10	40
Mocoa	Comunas	3	3	12
Armenia	Comunas	11	11	44
Pereira	Comunas	19**	19	76
San Andrés	-	1	1	4
Bucaramanga	Comunas	15	15	60
Sincelejo	Comunas	10	10	40
Ibagué	Comunas	13	13	52
Cali	Comunas	22	22	88
Mitú	-	1	1	4
Puerto Carreño	-	1	1	4

*Se utiliza la relación de Bogotá 4.6 estaciones ofrecidas por cada localidad.

**Se eliminan las comunas pertenecientes a Aeropuerto y Batallón

Fuente: Steer, 2021.

Costos

- 9.46 Teniendo en cuenta el carácter estratégico del programa formulado, se realiza la estimación del costo de la implementación de la infraestructura de recarga, la cual no considera costos asociados a adquisición de predios, instalación de redes, mano de obra, y otros. La estimación de costos toma como base los precios unitarios y por grupo de cargadores del informe del International Council on Clean Transportation - ICCT (Nicholas, EV Charging Cost in US, 2019) citado por USAENE-SUMATORIA (2019), así como precios de referencia recopilados en el desarrollo de proyectos de similar naturaleza adelantados por Steer en el Reino Unido.
- 9.47 En la tabla a continuación se muestra el valor unitario en USD de cada uno de los cargadores usados en la estimación de los costos de la infraestructura para cada ciudad analizada.

Tabla 9.19: Valor unitario de cargadores

Tipo	Nivel	Descripción	Cargadores por pedestal	Precio por cargador (USD 2019)	Precio por cargador (USD 2021)	Fuente
1	Nivel 2	Sistema de comunicación básico	Uno	\$ 1,182	\$ 1,277	USAENE-SUMATORIA (2019)
2	Nivel 2	Sistema de comunicación básico	Dos	\$ 938	\$ 1,013	USAENE-SUMATORIA (2019)
3	Nivel 2	Sistema de comunicación complejo (Comunicación con sistema de cobro)	Uno	\$ 3,127	\$ 3,377	USAENE-SUMATORIA (2019)
4	Nivel 2	Sistema de comunicación complejo (Comunicación con sistema de cobro)	Dos	\$ 2,793	\$ 3,016	USAENE-SUMATORIA (2019)
5	Carga rápida DC	Sistema de comunicación complejo (Comunicación con sistema de cobro)	Uno	\$ 28,401	\$ 30,673	USAENE-SUMATORIA (2019)
6	Punto de carga de 7 – 22 KW		Uno		\$ 1,200	Steer
7	Punto de carga de 7 – 22 KW		Dos		\$ 2,660	Steer
8	Punto de carga de 50KW		Uno		\$ 26,602	Steer

Fuente: Steer, 2021

- 9.48 Dado que no se encontró información actual para el contexto colombiano del precio de este tipo de infraestructura, se realiza una sensibilidad para la estimación del costo tomando en consideración que la implementación de los puntos de recarga en la ciudad se haría potencialmente en configuraciones de 4 o más cargadores. Adicionalmente, en el estudio referenciado de USAENE-SUMATORIA (2019), presentan que hay una reducción del precio unitario total de la implementación cuando se implementan más de 1 cargador por sitio, de esta forma, cuando la instalación comprende de 3 a 5 cargadores por sitio se esperaría una diferencia de precio total de cerca del -41% por unidad para puntos de carga rápida de 50KW y de -34% de

cargadores nivel 2. A continuación, se presenta la estimación del costo de implementación de la infraestructura de recarga propuesta para las siete ciudades analizadas.

Tabla 9.20: Costo de implementación de estaciones de recarga según tipo de cargador para las 7 ciudades analizadas (Miles de USD de 2021)

Tipo de cargador /# cargadores	Bogotá	Medellín	Villavicencio	Manizales	Montería	Tunja	Facatativá
	368	110	40	44	36	32	8
1	\$470	\$140	\$51	\$56	\$46	\$41	\$10
2	\$373	\$111	\$41	\$45	\$36	\$32	\$8
3	\$1,243	\$371	\$135	\$149	\$122	\$108	\$27
4	\$1,110	\$332	\$121	\$133	\$109	\$97	\$24
5	\$11,288	\$3,374	\$1,227	\$1,350	\$1,104	\$982	\$245
6	\$442	\$132	\$48	\$53	\$43	\$38	\$10
7	\$979	\$293	\$106	\$117	\$96	\$85	\$21
8	\$9,790	\$2,926	\$1,064	\$1,170	\$958	\$851	\$213

Fuente: Steer, 2021.

Tabla 9.21: Costo de implementación de estaciones de recarga según tipo de cargador para las 7 ciudades analizadas – Precios con descuento por instalación de más de 1 cargador por estación. (Miles de USD de 2021)

Tipo de cargador /# cargadores	Bogotá	Medellín	Villavicencio	Manizales	Montería	Tunja	Facatativá
	368	110	40	44	36	32	8
1	\$309	\$92	\$34	\$37	\$30	\$27	\$7
2	\$245	\$73	\$27	\$29	\$24	\$21	\$5
3	\$817	\$244	\$89	\$98	\$80	\$71	\$18
4	\$729	\$218	\$79	\$87	\$71	\$63	\$16
5	\$6,688	\$1,999	\$727	\$800	\$654	\$582	\$145

Fuente: Steer, 2021.

10 Cuantificación de beneficios en términos energéticos y de emisiones

- 10.1 En este capítulo se describe la herramienta que se ha construido para evaluar los beneficios potenciales de la renovación a taxis eléctricos en términos de reducción de emisiones, que se clasifican en Gases Efecto Invernadero (GEI) y contaminantes criterio, así como disminución en el consumo energético.
- 10.2 El capítulo se estructura presentando primero una descripción teórica que sustenta la formulación del modelo en cuestión. Posteriormente, se explica la estructura y los supuestos e insumos principales que se tuvieron en cuenta para la construcción de este modelo, tanto para las estimaciones de emisiones como energéticas.

Descripción teórica

Modelo de ahorro de emisiones de contaminantes atmosféricos

- 10.3 Los contaminantes atmosféricos se han clasificado comúnmente en dos grandes grupos. Uno denominado contaminantes criterio, identificados como perjudiciales para la salud de los seres humanos inmediatamente desde su inhalación, como el monóxido de carbono (CO), los óxidos de azufre (SOx), los óxidos de nitrógeno (NOx), el amonio (NH₃), los compuestos orgánicos volátiles (COV) y el material particulado menor a 10 y 2.5 micrones (PM₁₀ y PM_{2.5}), además del carbono negro (University College London - Universidad de Los Andes, 2013).
- 10.4 Por su parte, el segundo grupo es conocido como Gases de Efecto Invernadero (GEI) que son los que tienen la capacidad de absorber y emitir radiación dentro del rango infrarrojo del sol, por lo que aumentan y retienen el calor en la atmósfera como el dióxido de carbono (CO₂), el metano (CH₄), el vapor de agua y el óxido nitroso (N₂O), principalmente (IPCC, 2018).
- 10.5 En el cálculo de emisiones se incluyeron ambos grupos de contaminantes, para un total de 8 compuestos:
- **Gases de efecto invernadero (GEI):** los cuales fueron agrupados en dióxido de carbono equivalente (CO₂-eq) utilizando sus respectivos potenciales de calentamiento global.
 - CO₂: Dióxido de carbono
 - N₂O: Óxido nitroso
 - CH₄: Metano
 - **Contaminantes criterio:**
 - VOC/COV: Compuestos orgánicos volátiles

- CO: Monóxido de carbono.
- NOx: Óxidos de nitrógeno
- PM10: material particulado menor a 10 micrones
- SO₂: Dióxido de azufre

- 10.6 El proceso de estimación de emisiones se puede realizar en diferentes niveles de complejidad, según la disponibilidad y calidad la información del país o ciudad a la que se le va a realizar la estimación. Según la guía del IPCC, se clasifican en tres (3) niveles de complejidad creciente (IPCC, 2000):
- **Tier 1:** Es el método más sencillo en términos de complejidad, especialmente utilizado cuando hay limitaciones en la disponibilidad de información local, por lo que se utilizan datos estadísticos sobre la intensidad de los procesos (tasas de actividad) de manera agregada y factores de emisión por defecto a nivel global.
 - **Tier 2:** Es similar al Tier 1 pero utiliza factores de emisión más específicos desarrollados sobre la base de conocimiento de los tipos de procesos y condiciones locales que existen en el país para el que se está desarrollando la estimación.
 - **Tier 3:** Se refiere a cualquier metodología más avanzada al Tier 2, por lo que incluye una gran variedad de métodos. En un primer nivel se encuentran metodologías similares al Tier 2 (nivel de actividad X factores de emisión), pero con una mayor desagregación de los insumos necesarios. Por su parte, en un nivel superior se encuentran modelos dinámicos complejos que describen en detalle los diferentes procesos que conducen a las emisiones.
- 10.7 Adicionalmente, en fuentes móviles, el proceso de estimación puede ser tan complejo como la calidad y cantidad de la información lo permita, pues se generan tres tipos de emisiones diferentes (Minambiente, 2017) que en su conjunto se conocen como Tank-to-Wheel, TTW:
- Emisiones en tubo de escape principalmente de los contaminantes de hidrocarburos, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, contaminantes tóxicos, material particulado y sulfatos,
 - Emisiones evaporativas del combustible (emisiones en caliente que ocurren cuando el motor se está calentando, circulación y reposo), y
 - Emisiones generadas por los neumáticos y frenos.
- 10.8 Así mismo, existen las emisiones que se generan durante los procesos de producción del combustible, su transporte a la estación de combustible y su distribución al tanque del vehículo, conocidas como Well-To-Tank, WTT. La suma de las emisiones definidas como Tank-to-Wheel, TTW, y las emisiones Well-to-Tank, WTT, se conoce como Well-To-Wheel, o traducido al español como emisiones “del pozo a la rueda”.
- 10.9 Las emisiones provenientes de fuentes móviles se generan principalmente debido al proceso de combustión interna que emite dióxido de carbono (CO₂) y H₂O. Sin embargo, la oxidación incompleta del combustible emite subproductos como monóxido de carbono (CO), hidrocarburos y material particulado (PM), además de los producidos por la oxidación de especies no combustibles presentes en la cámara de combustión como óxidos de nitrógeno (NOx) y sulfatos (SOx), entre otros (Minambiente, 2017).

10.10 Debido a que el enfoque del presente estudio se encuentra en la estimación de emisiones de los contaminantes criterio y gases de efecto invernadero producida teniendo en cuenta un potencial de reemplazo de vehículos a lo largo de 5 años, no se generarían modificaciones significativas en los procesos de producción, distribución o transporte de los combustibles o energía utilizada actualmente en Colombia. Por esto, se va a llegar únicamente hasta las emisiones del tubo de escape (Tank-to-Wheel, TTW), las cuales pueden variar dependiendo de factores como:

- La tecnología del vehículo
- Los parámetros de conducción y operación del vehículo como velocidad y aceleración
- Tecnologías de control de emisiones instaladas en el vehículo
- Factores climáticos como la temperatura, la altitud y la humedad
- Las características de calidad del combustible

10.11 Aunque la cantidad de emisiones atmosféricas depende de una diversidad de factores, las variables que comúnmente se consideran son:

- Tecnología de los vehículos de la flota
- Tipo de combustible que utiliza el vehículo
- Factores de emisión: “valor que relaciona la cantidad de un compuesto que es emitido a la atmósfera y una unidad de actividad o del proceso”, unidad de masa de sustancia emitida/ unidad de distancia recorrida según el vehículo o categoría vehicular o energía consumida (Minambiente, 2017).

Se puede obtener por mediciones directas con pruebas de dinamómetro de chasis o en un banco de pruebas para motores pesados. Cuando no hay esta información se utilizan compilaciones u otros inventarios ya desarrollados a nivel nacional o internacional.

- Factores de actividad: “relaciona la magnitud de una variable de interés de una actividad en un tiempo determinado”. En fuentes móviles es común utilizar toneladas de combustible utilizado o kilómetros recorridos al año (Minambiente, 2017).

10.12 El método para calcular las emisiones en las fuentes móviles se basa en relacionar el factor de emisión con el factor de actividad de la totalidad de la flota analizada, siguiendo la estructura de la siguiente ecuación (Minambiente, 2017):

$$E_{i,j,k,t} \left[\frac{Ton}{año} \right] = FE_{i,j,k} \left[\frac{g}{km} \right] * FA_{j,t} \left[\frac{km}{año} \right] * Nf_j / 1,000,000$$

10.13 Donde:

$E_{i,j,k,t}$: Es la emisión del contaminante i , para el tipo de vehículo j con combustible k durante el tiempo t

$FE_{i,j,k}$: Es el factor de emisión del contaminante i , para el tipo de vehículo j con combustible k

$FA_{j,t}$: Es el factor de actividad para el tipo de vehículo j durante el tiempo t

Nf_j : Es la cantidad total de vehículos de tipo j

10.14 Cabe resaltar que, si bien no se hace explícito en la ecuación el consumo de combustible, este se presenta mediante la relación que tiene con la variable del factor de actividad (kilómetros recorridos al año) y el factor de emisión que es específico para la tipología vehicular (en este caso

automóvil), tipo de combustible (gasolina o gas natural-gasolina), tecnología de sistemas de inyección o escape y su antigüedad o edad. Por tanto, se considera que un vehículo con mejor tecnología, menores años de uso y cantidad de kilómetros recorridos consume menos combustible, y por tanto genera menos emisiones que uno antiguo, con menor tecnología y recorre gran cantidad de kilómetros.

- 10.15 La mitigación de las emisiones se mide por medio de una diferencia entre las emisiones generadas en una línea base, en la cual se considera que hay reemplazo a vehículos de igual tecnología y combustible al cumplir su vida útil, y en un escenario implementando un potencial de renovación a vehículos eléctricos para un horizonte de análisis (el cual en este caso se ha tomado como 5 años). El resultado de la diferencia determina el potencial de emisiones que son evitadas y este será el indicador para cuantificar los beneficios en reducción de emisiones de las ciudades analizadas.

$$\Delta E = E0 - E1$$

Donde,

ΔE : Diferencia de emisiones generadas, emisiones evitadas.

$E0$: Emisiones escenario línea base

$E1$: Emisiones escenario con potencial de renovación a tecnología eléctrica.

- 10.16 La anterior diferencia se realiza con las emisiones totales generadas en el periodo de análisis de 5 años, para cada una de las vidas útiles que se evalúan. Asimismo, se presentan estos ahorros en términos de porcentaje con respecto a la línea base, para tener una mejor comparativa en cuanto al impacto de cada escenario.
- 10.17 Respecto a la línea base se recuerda que, dependiendo de los años de vida útil considerados en cada escenario, se realizará una renovación con vehículos de las mismas características técnicas y tipo de combustible utilizado, pero más modernos. Más adelante, en el presente capítulo, se detallarán los supuestos tenidos en cuenta en cuanto a los taxis a gasolina actuales y futuros renovados.

Modelo de ahorro de energía

- 10.18 Adicional al cálculo del ahorro de emisiones, se calculó el gasto energético en los diferentes escenarios del potencial de renovación. Para esto, se utilizaron factores de rendimiento energético para cada una de las tecnologías evaluadas (gasolina, gas natural-gasolina y eléctrico) dados por un factor de actividad, que en este caso son kilómetros recorridos por vehículo.
- 10.19 La siguiente ecuación fue utilizada para el cálculo del consumo energético, relacionando el factor de rendimiento energético con la actividad de la totalidad de la flota analizada:

$$\begin{aligned} \text{Gasto energético}_i \left[\frac{GJ}{\text{año}} \right] &= \text{Rendimiento energético}_i \left[\frac{KJ}{km} \right] * \text{Factor actividad} \left[\frac{km}{\text{año}} \right] \\ &* \text{Cantidad de vehículos}_i / 1,000,000 \end{aligned}$$

- 10.20 Donde:

i: indica el tipo de tecnología del vehículo, ya sea gasolina, gas natural-gasolina o eléctrico.

10.21 Al igual que se mencionó en la descripción teórica del cálculo de emisiones, si bien no se hace explícito en la ecuación el consumo de combustible, este se presenta mediante la relación que tiene con la variable del factor de actividad (kilómetros recorridos al año) y el factor de rendimiento específico para la tipología vehicular (en este caso automóvil público) y tipo de combustible (gasolina o gas natural-gasolina).

10.22 Asimismo, se calcula la diferencia en el gasto energético acumulado del periodo de análisis de cada escenario con respecto al de la línea base, en la cual se considera que hay reemplazo a vehículos de igual tecnología y combustible al cumplir su vida útil. El resultado de la diferencia determina el potencial de consumo energético que es evitado y este será el indicador para cuantificar los beneficios en reducción de energéticos de las ciudades analizadas.

$$\Delta GE = GE0 - GE1$$

10.23 Donde,

ΔGE : Diferencia de energía consumida, gasto energético evitado.

$GE0$: Gasto energético en escenario línea base

$GE1$: Gasto energético en escenario con potencial de renovación a tecnología eléctrica.

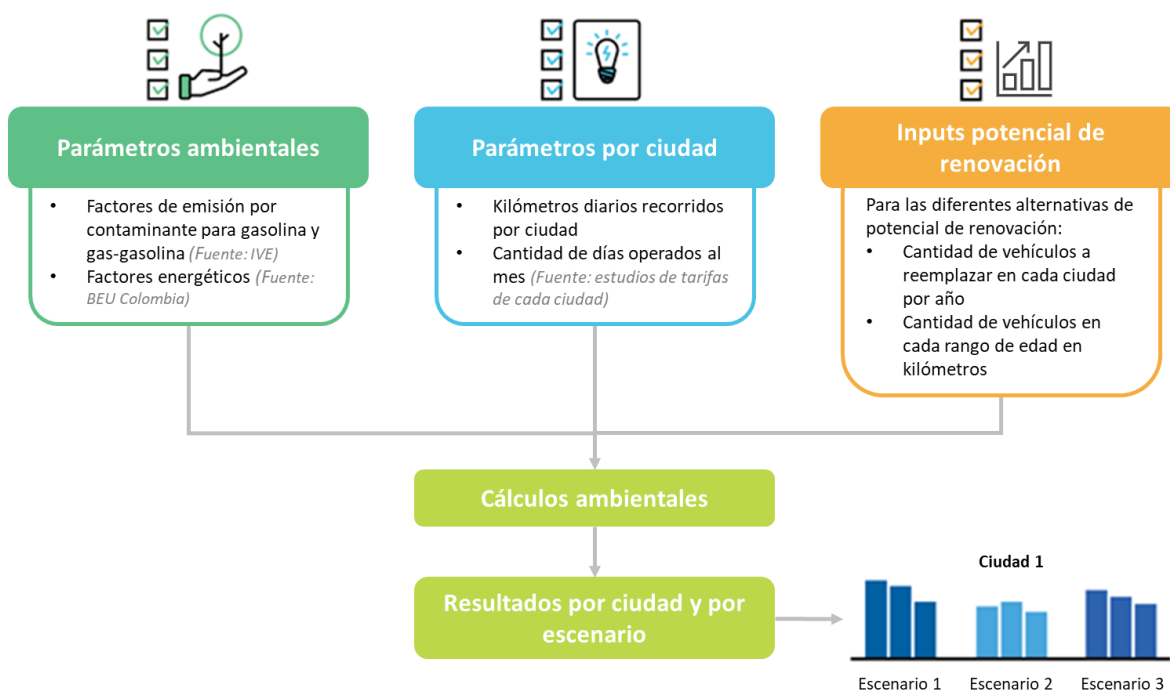
10.24 La anterior diferencia se realiza con la energía total consumida en el periodo de análisis de 5 años, para cada una de las vidas útiles que se evalúan. Asimismo, se presentan estos ahorros en términos de porcentaje con respecto a la línea base, para tener una mejor comparativa en cuanto al impacto de cada escenario.

Esquema de beneficios energéticos y ambientales

10.25 Como ya se mencionó, la construcción del modelo de estimación de beneficios ambientales y energéticos operacionales permitirá evaluar y cuantificar los impactos en cada uno de los escenarios planteados en el capítulo del potencial de renovación. Esta evaluación se realizará para las mismas 7 ciudades que se analizaron en el modelo del TCO del entregable 2 y en la estimación del potencial de renovación a vehículos eléctricos en 5 años.

10.26 La figura siguiente ilustra la estructura del modelo, la cual considera como insumos comunes para ambos tipos de análisis los parámetros de cada ciudad y los inputs del potencial de renovación, adicional a los parámetros ambientales que, según el análisis, son de emisión o energéticos. Considerando los fundamentos teóricos descritos en la sección anterior, la herramienta arroja resultados para cada ciudad y sus escenarios.

Figura 10.1: Esquema de modelación para la cuantificación de beneficios ambientales y energéticos



Fuente: Steer, 2021.

Descripción de los insumos y supuestos

- 10.27 A continuación, se presentan los insumos y supuestos utilizados para la cuantificación de los beneficios ambientales y energéticos.

Insumos y supuestos del cálculo de emisiones

- 10.28 El modelo de ahorro de emisiones tiene como finalidad el comparar y estimar el ahorro de emisiones en los diferentes escenarios de reemplazo de flota de taxis por vehículos a tecnologías de baja o cero emisiones en las ciudades analizadas. El insumo principal de este modelo fue el factor de emisión de cada tipología vehicular a utilizar, para el cual se utilizó el Modelo Internacional de Emisiones Vehiculares (IVE). Dicho modelo es una herramienta desarrollada por el Centro Internacional de Sistemas Sostenibles (ISSRC) y la Universidad de California en Riverside para países en vías de desarrollo, en los cuales existen condiciones de tráfico y tecnología vehicular diferente, así como dificultades para conseguir una gran cantidad de información (ISSRC, 2008). Cuenta con una base de datos de más de 300 tipos de categorías vehiculares definidas por la tipología, la edad, el tamaño del motor, la tecnología del control de emisiones y el tipo de combustible, para los cuales se especifica su correspondiente factor de emisión basado en el ciclo de conducción del Procedimiento de Prueba Federal (FTP) de Estados Unidos.
- 10.29 El tipo de variables que provee el modelo IVE para clasificar la flota vehicular son:

Tabla 10.1: Parámetros de clasificación de vehículos en modelo IVE

Parámetro	Descripción
Tipo de vehículo	<ul style="list-style-type: none"> Auto/camión pequeño (Auto/ Small Truck): Vehículo de pasajeros con peso menor a 900 libras. – Esta categoría se utilizó para los vehículos tipo taxi. Bus/Camión (Bus/Truck): Todo tipo de vehículos con peso mayor a 900 libras. - Esta categoría se utilizó para los vehículos tipo bus/microbús. Vehículos de cero emisiones: Se utiliza como referencia para los vehículos eléctricos.
Tipo de combustible	<ul style="list-style-type: none"> Gasolina Diesel Gas natural Eléctrico
Peso	<ul style="list-style-type: none"> Liviano (Light): Vehículos con tamaño de motor menor a 1.5 litros (vehículos de peso bruto vehicular menor a 5,000 lb) Mediano (Medium): vehículos con cilindraje entre 1,500 y 3,000 cc Pesado (Heavy): vehículos con cilindraje mayor a 3,000 cc
Control de combustible/aire	Carburador, simple inyección de combustible (Simple-Pt-FI), Múltiple Pt-FI, FI, 2 tiempos, 4 tiempos, entre otros.
Sistema de escape	Ninguno, tratamiento catalítico para algunos contaminantes, recirculación de gas, Euro I hasta Euro V, entre otras opciones.
Edad del vehículo en kilómetros	<ul style="list-style-type: none"> < 79 miles de km Entre 80 a 161 miles de km > 161 miles de km
Tecnologías de control de emisiones evaporativas	<ul style="list-style-type: none"> Ventilación positiva Crankcase (PCV) PCV/Tank

Fuente: Steer, con base en Manual IVE (ISSRC, 2008).

10.30 A continuación, se presentan las consideraciones específicas para este modelo de ahorro de emisiones.

Tipo de vehículos referencia

10.31 Como se ha mencionado anteriormente, en el modelo se evalúan tres tipos de tecnologías de taxis: a gasolina, a gas natural – gasolina (convertido) y eléctricos. Los primeros representan la gran mayoría de los taxis en Colombia actualmente, y son a partir de los cuales se calculan las emisiones, teniendo en cuenta que los vehículos eléctricos generan cero emisiones al operar.

10.32 Es importante mencionar que, con el pasar de los años, los automóviles a gasolina han venido mejorando su tecnología y los estándares en cuanto la cantidad de emisiones que generan. Por esta razón, se seleccionaron dos vehículos tipo, uno antiguo y otro moderno, y se les asignó una proporción a cada uno de estos para representar el vehículo de referencia actual. La marca y modelo de estos vehículos se determinó a partir de los vehículos moda de las bases del RUNT, y se asume que la renovación de los vehículos a gasolina será únicamente a vehículos modernos. En ese sentido, aunque no existiera renovación a vehículos eléctricos, se verán algunos ahorros año a

año debido a la mejora en la tecnología y los estándares de los vehículos a gasolina que se van reemplazando.

- 10.33 En el caso de los taxis a gas natural-gasolina (convertidos), debido a que actualmente no se cuenta con estudios o información confiable de emisiones de un vehículo convertido a gas natural, se calculó como una combinación entre un vehículo dedicado a gas natural y uno a gasolina. La proporción de cada uno se calculó a partir de información obtenida por entrevistas a conductores de taxi convertidos a gas natural. Para esto, el vehículo dedicado a gas natural se seleccionó teniendo en cuenta que sus características fueran las más cercanas al vehículo a gasolina que se tiene.
- 10.34 Se definieron, entonces, las características tecnológicas para vehículos actuales y nuevos según la clasificación que requiere el modelo IVE que fueron determinadas a partir de las fichas técnicas de los vehículos:

Tabla 10.2: Tipo de vehículos de referencia para el modelo de beneficios

Tipo de vehículo	Referencia y marca	Tecnología de referencia según modelo IVE	Estándar de tecnología
Antiguo a gasolina	Hyundai Atos prime GL	<ul style="list-style-type: none"> • Peso liviano: con tamaño de motor menor a 1.5 litros (vehículos de peso bruto vehicular menor a 2268 kg). • Equipado con un sistema de inyección electrónico múltiple. • Sistema de escape con catalizador que reduce emisiones de HC, CO y NOX del motor y válvula de recirculación de gases de escape (EGR) que reduce la formación de NOx. • Sistema de ventilación positiva de cárter. 	Más contaminante que un Euro I
Moderno a gasolina	Hyundai Grand i10	<ul style="list-style-type: none"> • Peso liviano: con tamaño de motor menor a 1.5 litros (vehículos de peso bruto vehicular menor a 2268 kg). • Equipado con un sistema de inyección electrónico múltiple. • Sistema de ventilación positiva de cárter. 	Euro IV
A gas natural - gasolina	(vehículo parecido al Hyundai Atos prime GL)	<ul style="list-style-type: none"> • Peso liviano: con tamaño de motor menor a 1.5 litros (vehículos de peso bruto vehicular menor a 2268 kg) • Equipado con un sistema de inyección múltiple • Sistema de escape con catalizador que reduce emisiones de HC, CO y NOX del 	NA

Tipo de vehículo	Referencia y marca	Tecnología de referencia según modelo IVE	Estándar de tecnología
		motor y válvula de recirculación de gases de escape (EGR) que reduce la formación de NOx.	

Fuente: Steer, 2021.

Ajuste de los factores de emisión por condiciones locales y calidad del combustible

- 10.35 El modelo IVE se compone de una base de datos de factores de emisión calculados bajo condiciones moderadas en términos de variables locales y de calidad del combustible, las cuales deben ser ajustadas según las características propias de Colombia, a partir de una base de datos de factores de ajuste del propio modelo. Las variables en las condiciones base del modelo IVE y las utilizadas para los factores de ajuste son:

Tabla 10.3: Ajuste de los factores de emisión por condiciones locales y calidad del combustible

Condiciones	Variables locales	Variables de calidad del combustible
Condiciones base del modelo IVE	<ul style="list-style-type: none"> Temperatura ambiente: 25°C Humedad del ambiente: 50 % Altura: 950 msnm 	<ul style="list-style-type: none"> Azufre en la gasolina: Moderado (300 ppm) Plomo en la gasolina: no Benceno en la gasolina: moderado, 1.5 % Gasolina oxigenada: 0 %
Condiciones locales de Colombia	<ul style="list-style-type: none"> Temperatura ambiente: 25°C* Humedad del ambiente: 50 %** Altura: 950 m.s.n.m.*** 	<ul style="list-style-type: none"> Azufre en la gasolina: Alto (500 ppm) Plomo en la gasolina: Sí Benceno en la gasolina: moderado, 1.5 % Gasolina oxigenada: 0 %

*No se hace modificación de temperatura, los posibles ajustes son para 4°C o 40°C

**Se deja el valor de humedad de ambiente moderado, los posibles ajustes son para humedad del 20 % y 80 %

*** Se deja como valor de altura moderado, los posibles ajustes son para alturas de más de 1,700 m.s.n.m.

Fuente: Steer, con base en condiciones locales, calidad del combustible según (Ecopetrol, 2021) y Manual del modelo IVE.

- 10.36 Por ende, los factores base del modelo IVE fueron ajustados a partir de la información de calidad de combustible de gasolina que reporta contenido de azufre alto y plomo (Ecopetrol, 2021) con el fin de incorporar variables locales de Colombia. Para ello, se utilizó la siguiente fórmula:

$$Q_t = B_t * K_{1t} * K_{2t} * ... * K_{xt}$$

Donde,

Q_t es el factor de emisión ajustado del contaminante t

B_t es el factor de emisión base del modelo IVE del contaminante t

K_{xt} es el factor de ajuste del contaminante t por la variable x

Principales parámetros de insumo y supuestos del modelo

- 10.37 Los parámetros de insumo que definen cada escenario por ciudad son:
- Nombre de la ciudad, kilómetros recorridos al día y días al mes operados, obtenidos por los estudios de tarifas de cada ciudad.
 - Cantidad de vehículos actuales con sus edades en kilómetros recorridos, obtenida de la base del RUNT a partir del modelo del potencial de renovación presentado en el capítulo anterior.
 - La cantidad de vehículos a reemplazar cada año (desde 2022 hasta 2026) en cada escenario se trae del modelo del potencial de renovación. Como se vio en el capítulo anterior, estos escenarios varían de acuerdo con la vida útil de la flota, trayectorias de renovación a tecnología eléctrica e incremento estimado del total de la flota.
- 10.38 Los parámetros y supuestos que son generales para todas las ciudades y escenarios son:
- La tecnología utilizada, incluye las siguientes opciones:
 - Gasolina actuales: tecnología que representa los taxis a gasolina que existen actualmente, que es una proporción de 86% vehículos antiguos (antes de Euro) y 14% vehículos modernos (Euro IV). Esta proporción fue obtenida a partir la base del RUNT, con la que se estimó que los vehículos registrados a partir de 2017 son modernos y tienen una tecnología Euro IV.
 - Gasolina nuevos: se estima que todos los vehículos de reemplazo a gasolina serán modernos, es decir, con tecnología Euro IV.
 - Gas natural-gasolina: se estima que estos vehículos funcionan un 96% del tiempo a gas natural y el restante a gasolina. Como se mencionó anteriormente, esta proporción fue calculada a partir de información de entrevista a conductor.
 - Eléctricos: vehículos que no tienen emisiones.
 - El periodo de análisis es de 5 años comprende desde 2022 hasta 2026

Insumos y supuestos del cálculo de energéticos

- 10.39 El cálculo de ahorro de energía tiene como finalidad el comparar y estimar el gasto energético en los diferentes escenarios de reemplazo de flota de taxis por vehículos a tecnologías de baja o cero emisiones en las ciudades analizadas. El insumo principal de esta parte del modelo fue el factor de rendimiento de cada tipología vehicular a utilizar, para el cual se utilizaron los rendimientos dados por el Balance de Energía Útil (BEU) de Colombia (UPME, 2018).
- 10.40 Para el caso de los vehículos a gas natural – gasolina (convertidos), ya que no se contaba con un factor específico para estos, se decidió calcularlo a partir de una combinación de gas natural vehicular y gasolina, teniendo en cuenta la misma distribución calculada para los factores de emisión.
- 10.41 Así como en el cálculo de emisiones, para el cálculo del gasto energético los parámetros de insumo y supuestos que definen cada escenario por ciudad son:
- Nombre de la ciudad, kilómetros recorridos al día y días al mes operados, obtenidos por los estudios de tarifas de cada ciudad.
 - Cantidad de vehículos actuales con sus edades en kilómetros recorridos, obtenida de la base del RUNT a partir del modelo del potencial de renovación presentado en el capítulo anterior.

- La cantidad de vehículos a reemplazar cada año (desde 2022 hasta 2026) en cada escenario se trae del modelo del potencial de renovación. Como se vio en el capítulo anterior, estos escenarios varían de acuerdo con la vida útil de la flota, trayectorias de renovación a tecnología eléctrica e incremento estimado del total de la flota.
- El periodo de análisis es de 5 años comprende desde 2022 hasta 2026

Resultados

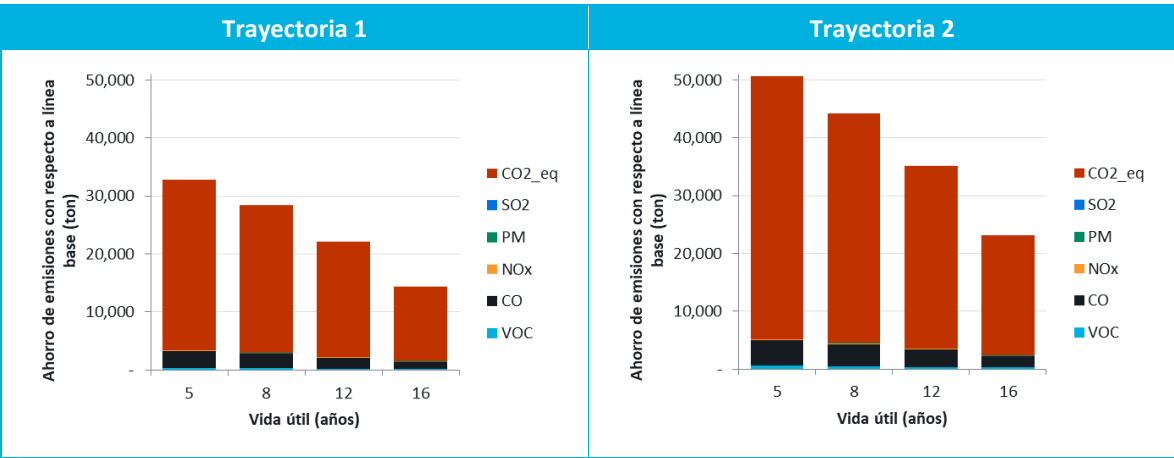
- 10.42 Se calcularon los beneficios ambientales y energéticos para cada uno de los escenarios presentados en el potencial de renovación, en las 7 ciudades colombianas referenciadas anteriormente. A continuación, se presentan los resultados de este modelo.
- 10.43 Es importante volver a mencionar que los ahorros son calculados con respecto a la línea base de cada escenario de una misma vida útil.

Gráficas del cálculo de emisiones

- 10.44 Antes de presentar las gráficas del cálculo de emisiones de cada ciudad, se resalta que no se encontró ninguna diferencia en los resultados entre los escenarios de flota congelada e incremento de flota. Esto se debe a que el incremento de flota se daría únicamente a vehículos eléctricos, los cuales no tienen ningún impacto en términos de emisiones. Es por esto que en los siguientes resultados no se diferencia la variable de tamaño de flota.
- 10.45 A continuación se presentan gráficas por ciudad para las siguientes estimaciones:
- Ahorros totales de emisiones entre 2022 y 2026 respecto a la línea base: esto para la trayectoria 1 y la trayectoria 2.
 - Porcentaje de ahorros totales de emisiones entre 2022 y 2026 respecto a la línea base: esto para la trayectoria 1 y la trayectoria 2.
 - Comparación de las trayectorias 1 y 2 para una vida útil de 8 años, que se estima como la más viable teniendo en cuenta la vida útil de las baterías de los vehículos eléctricos.

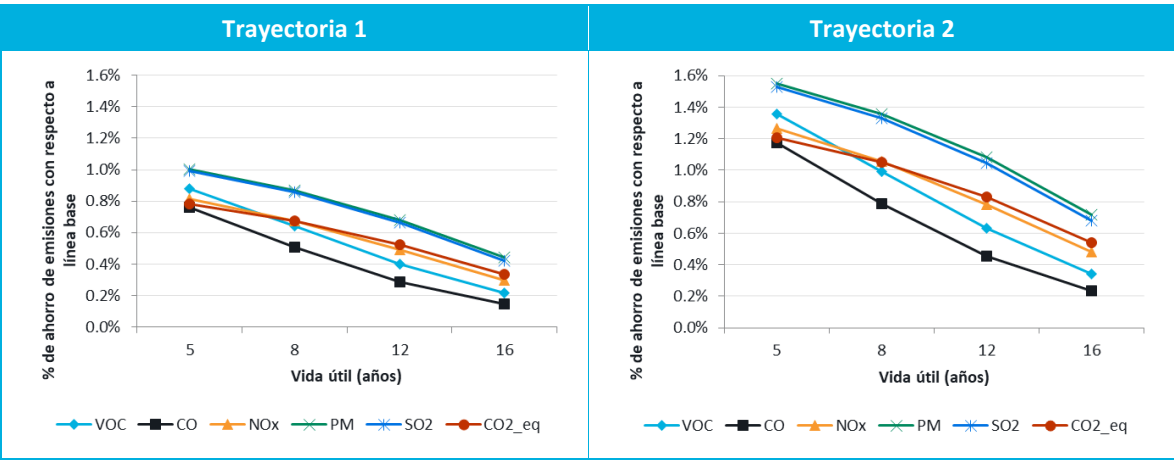
Bogotá

Figura 10.2: Ahorros totales de emisiones entre 2022 y 2026 respecto a la línea base, Bogotá



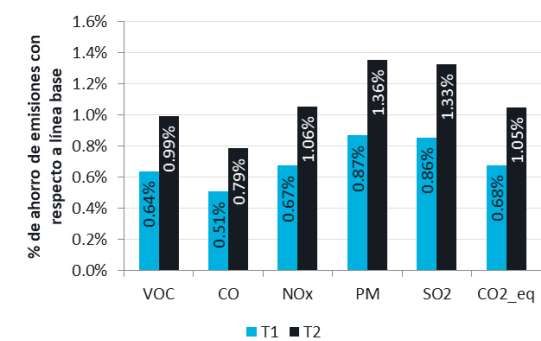
Fuente: Steer, 2021.

Figura 10.3: Porcentaje de ahorros totales de emisiones entre 2022 y 2026 respecto a la línea base, Bogotá



Fuente: Steer, 2021.

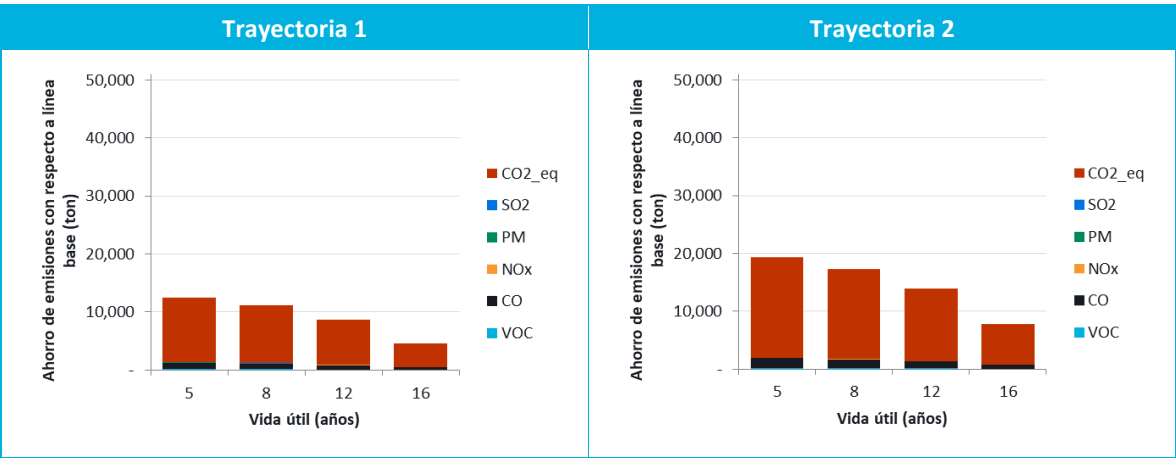
Figura 10.4: Comparación entre trayectorias 1 y 2 para 8 años de vida útil, Bogotá.



Fuente: Steer, 2021.

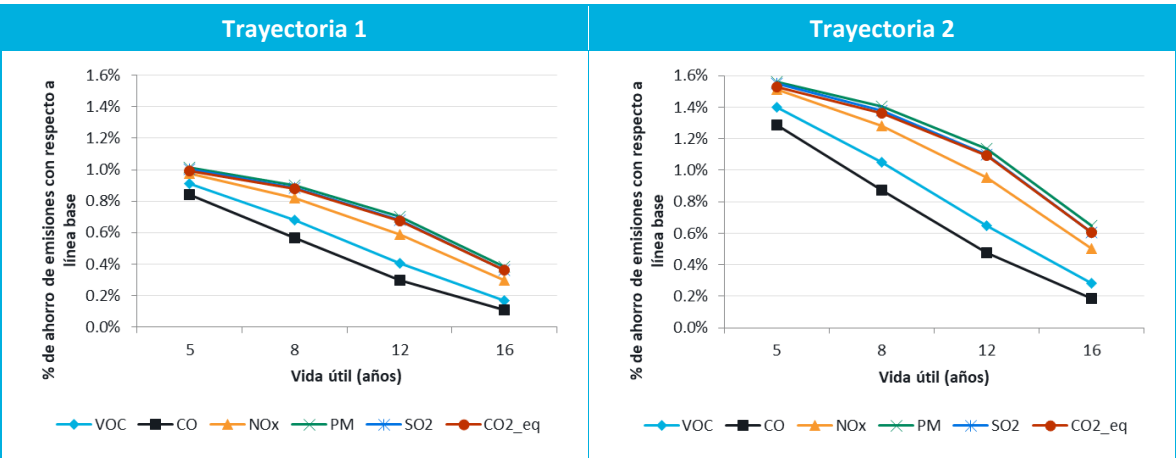
Medellín

Figura 10.5: Ahorros totales de emisiones entre 2022 y 2026 respecto a la línea base, Medellín



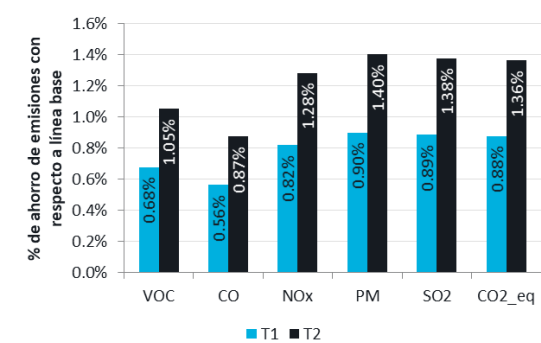
Fuente: Steer, 2021.

Figura 10.6: Porcentaje de ahorros totales de emisiones entre 2022 y 2026 respecto a la línea base, Medellín



Fuente: Steer, 2021.

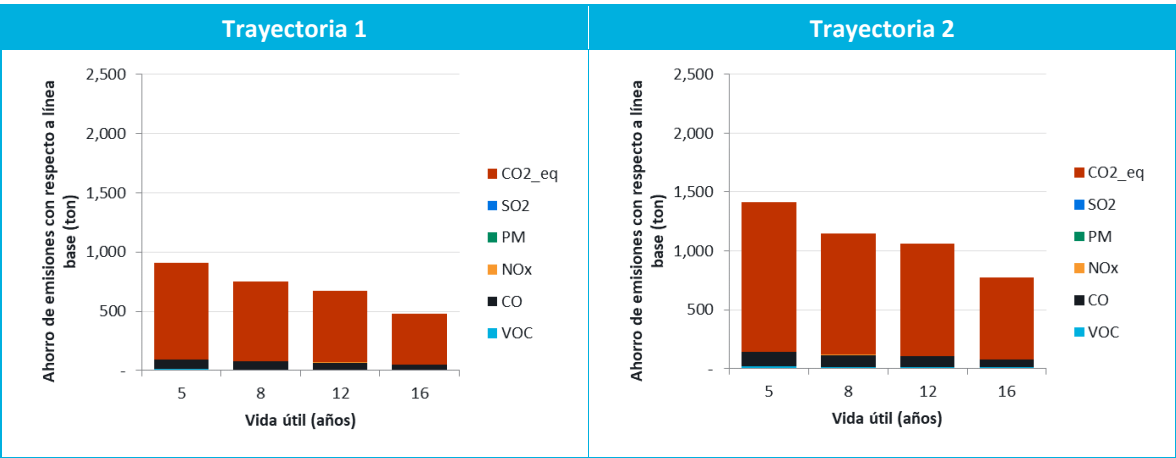
Figura 10.7: Comparación entre trayectorias 1 y 2 para 8 años de vida útil, Medellín.



Fuente: Steer, 2021.

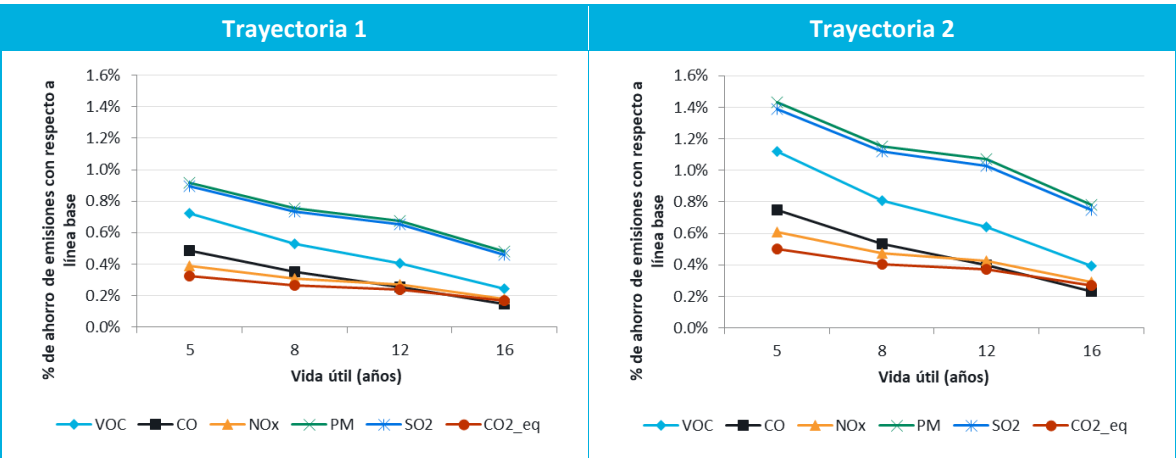
Villavicencio

Figura 10.8: Ahorros totales de emisiones entre 2022 y 2026 respecto a la línea base, Villavicencio



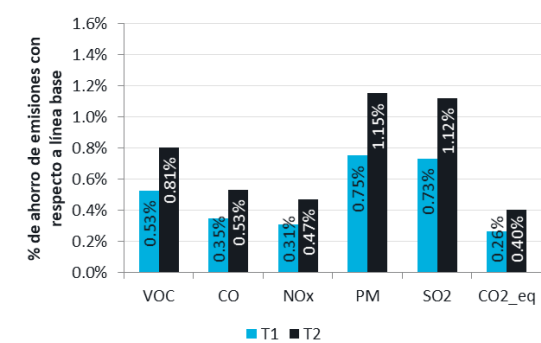
Fuente: Steer, 2021.

Figura 10.9: Porcentaje de ahorros totales de emisiones entre 2022 y 2026 respecto a la línea base, Villavicencio



Fuente: Steer, 2021.

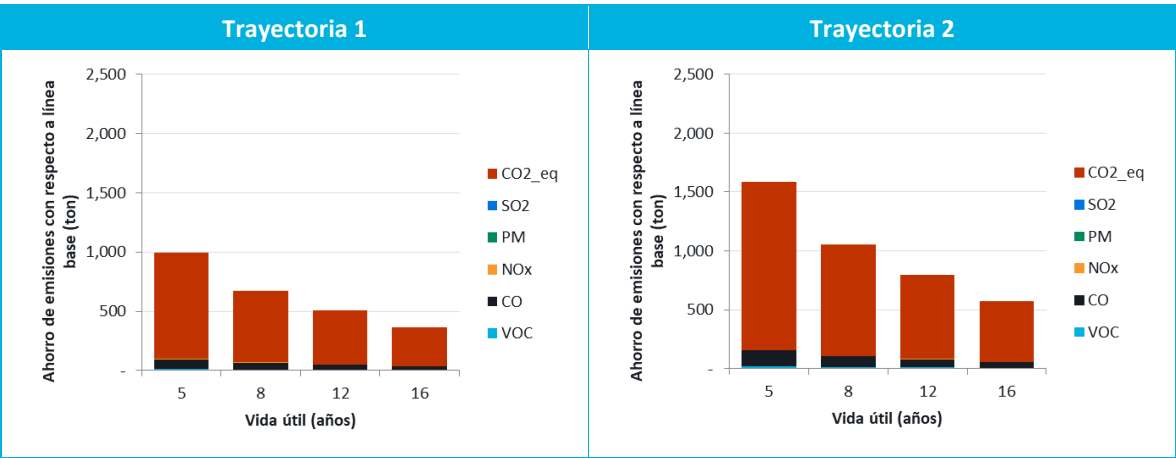
Figura 10.10: Comparación entre trayectorias 1 y 2 para 8 años de vida útil, Villavicencio.



Fuente: Steer, 2021.

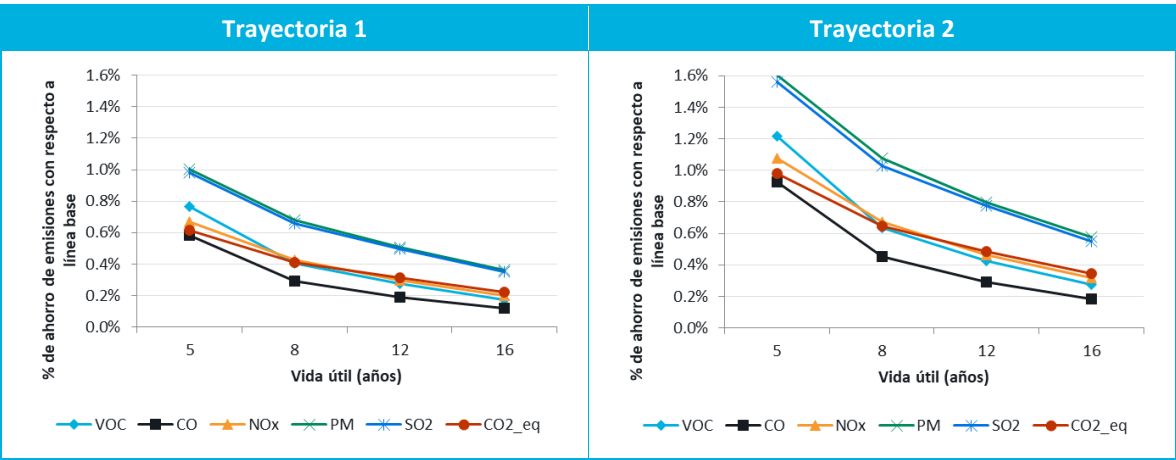
Manizales

Figura 10.11: Ahorros totales de emisiones entre 2022 y 2026 respecto a la línea base, Manizales



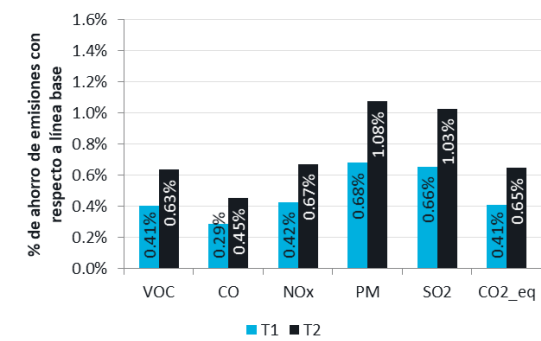
Fuente: Steer, 2021.

Figura 10.12: Porcentaje de ahorros totales de emisiones entre 2022 y 2026 respecto a la línea base, Manizales



Fuente: Steer, 2021.

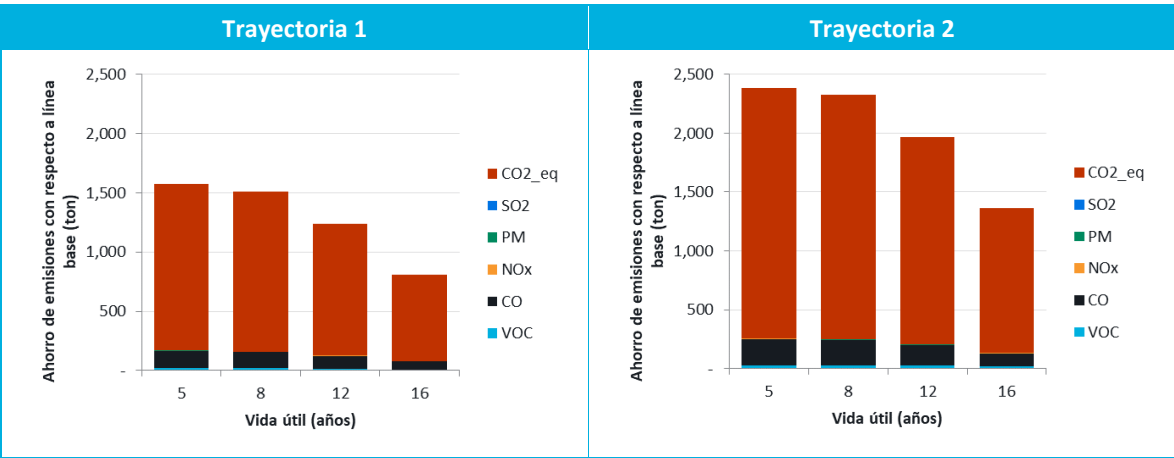
Figura 10.13: Comparación entre trayectorias 1 y 2 para 8 años de vida útil, Manizales.



Fuente: Steer, 2021.

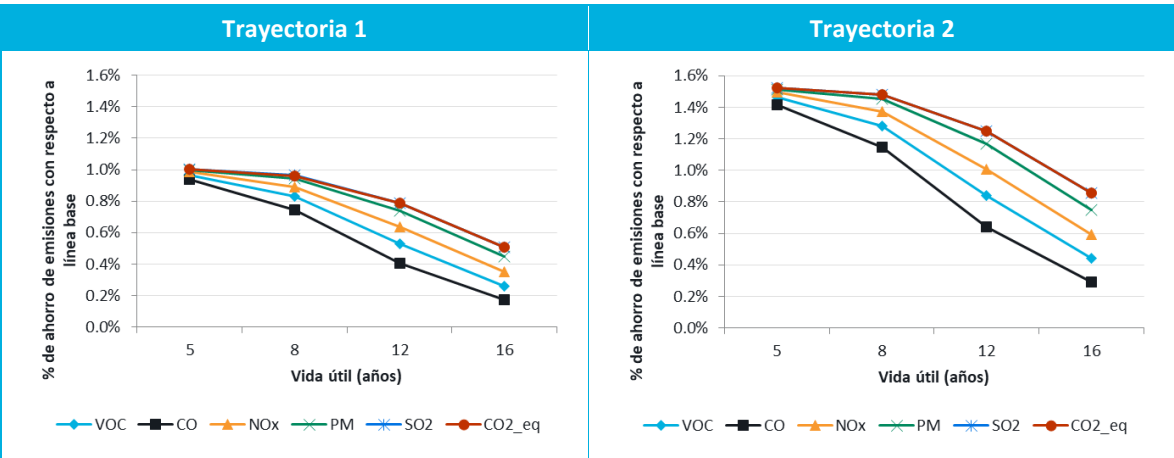
Montería

Figura 10.14: Ahorros totales de emisiones entre 2022 y 2026 respecto a la línea base, Montería



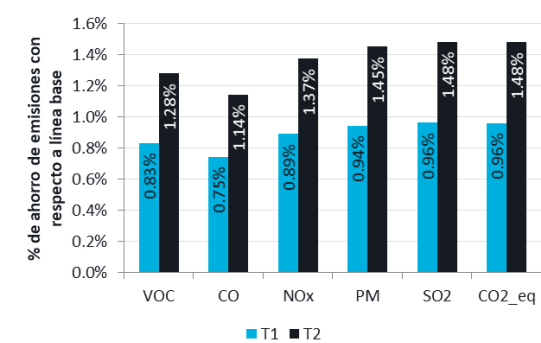
Fuente: Steer, 2021.

Figura 10.15: Porcentaje de ahorros totales de emisiones entre 2022 y 2026 respecto a la línea base, Montería



Fuente: Steer, 2021.

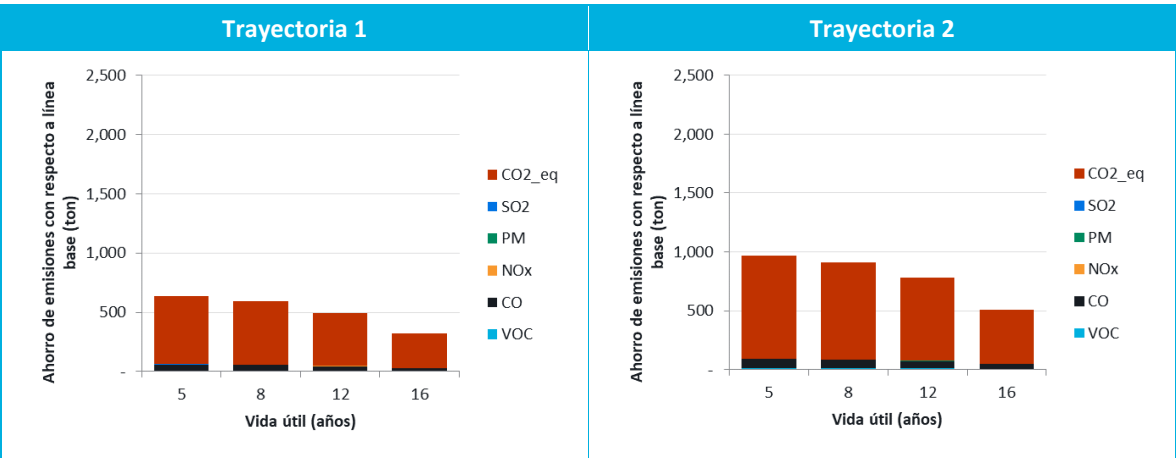
Figura 10.16: Comparación entre trayectorias 1 y 2 para 8 años de vida útil, Montería.



Fuente: Steer, 2021.

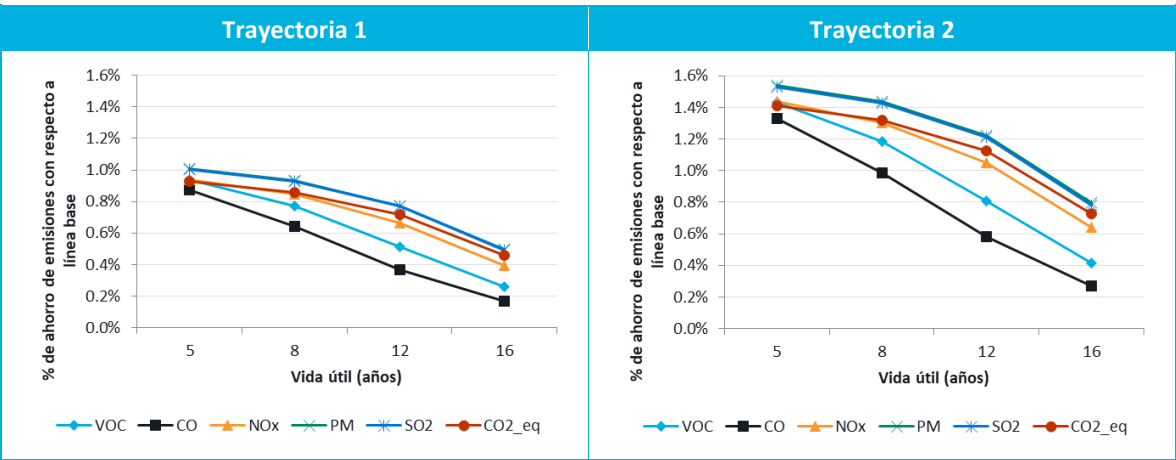
Tunja

Figura 10.17: Ahorros totales de emisiones entre 2022 y 2026 respecto a la línea base, Tunja



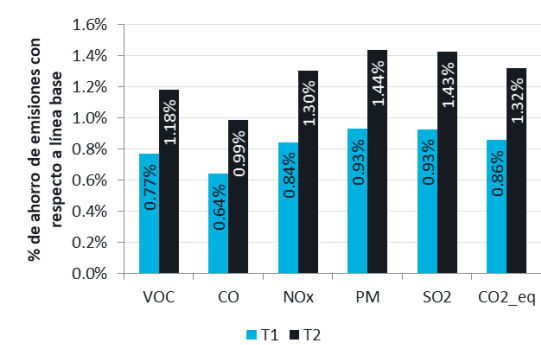
Fuente: Steer, 2021.

Figura 10.18: Porcentaje de ahorros totales de emisiones entre 2022 y 2026 respecto a la línea base, Tunja



Fuente: Steer, 2021.

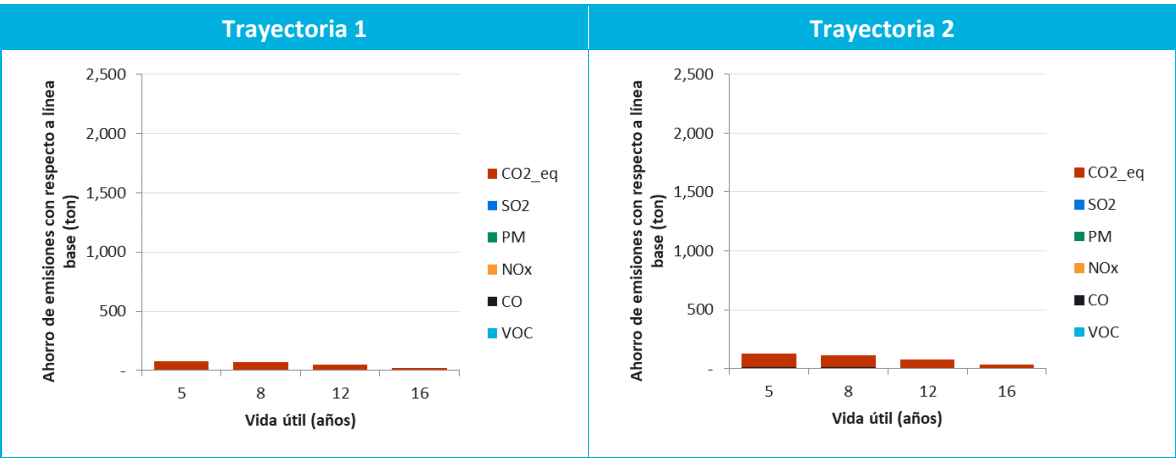
Figura 10.19: Comparación entre trayectorias 1 y 2 para 8 años de vida útil, Tunja.



Fuente: Steer, 2021.

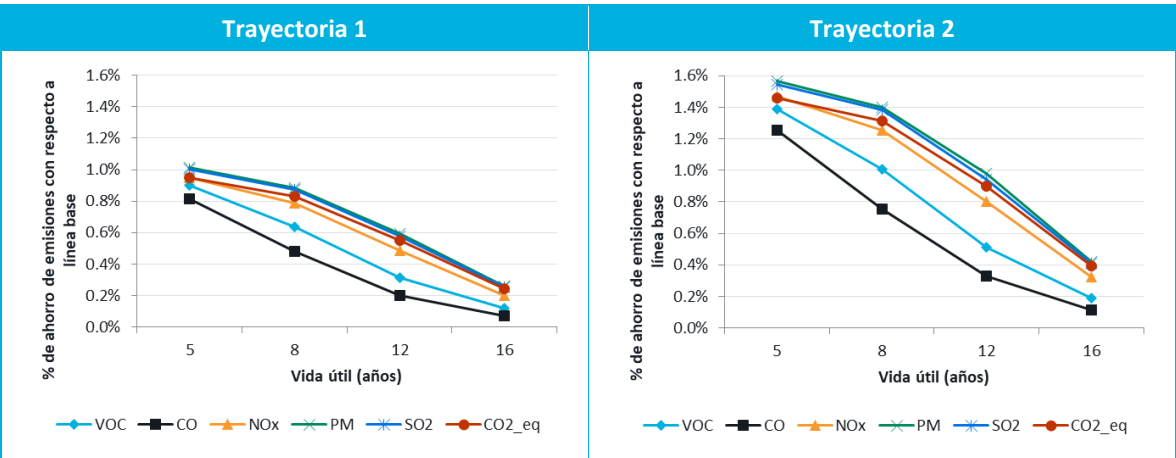
Facatativá

Figura 10.20: Ahorros totales de emisiones entre 2022 y 2026 respecto a la línea base, Facatativá



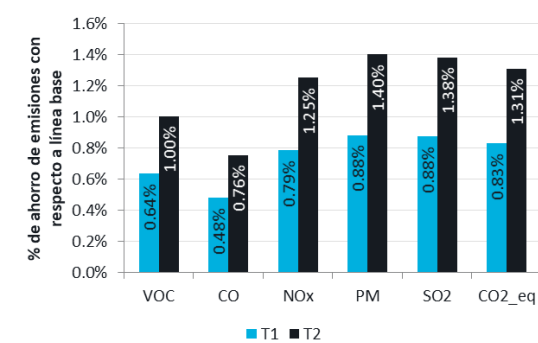
Fuente: Steer, 2021.

Figura 10.21: Porcentaje de ahorros totales de emisiones entre 2022 y 2026 respecto a la línea base, Facatativá



Fuente: Steer, 2021.

Figura 10.22: Comparación entre trayectorias 1 y 2 para 8 años de vida útil, Facatativá.



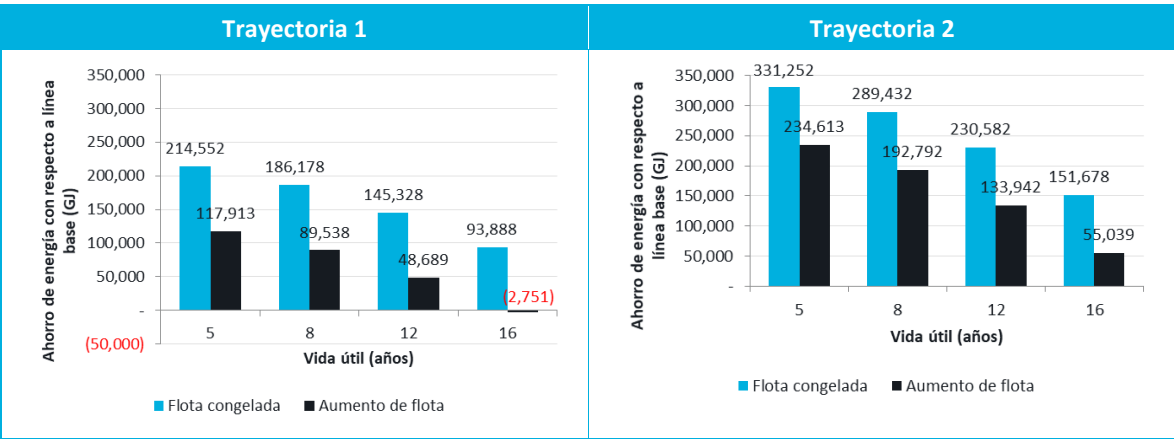
Fuente: Steer, 2021.

Gráficas del cálculo de gasto energético

- 10.46 A diferencia del ahorro de emisiones, en el caso del gasto energético se ve diferencia en cuanto a si la flota se mantiene congelada o hay incremento de esta, ya que los vehículos eléctricos tienen un consumo de energía a pesar de que no emitan contaminantes. Es por esto, que en este caso si se presentará en las gráficas las diferencias entre flota congelada e incremento de este, siempre teniendo presente que el incremento se da únicamente a vehículos eléctricos.
- 10.47 Las gráficas que se presentan del cálculo de gasto energético de cada ciudad son las siguientes:
- Ahorro total de energía entre 2022 y 2026 respecto a la línea base comparando incremento o no de flota: esto para la trayectoria 1 y la trayectoria 2.
 - Porcentaje de ahorro de energía entre 2022 y 2026 respecto a la línea base incremento o no de flota: esto para la trayectoria 1 y la trayectoria 2.
 - Porcentaje de ahorro de energía para cada trayectoria con incremento o no incremento de flota para una vida útil de 8 años. Esta vida útil se estima como la más viable teniendo en cuenta la vida útil de las baterías de los vehículos eléctricos.

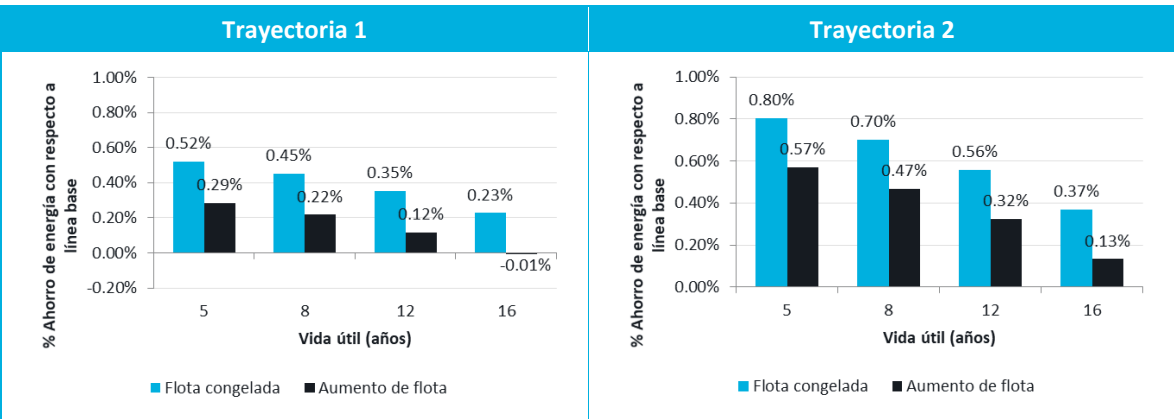
Bogotá

Figura 10.23: Ahorro total de energía entre 2022 y 2026 respecto a la línea base, Bogotá



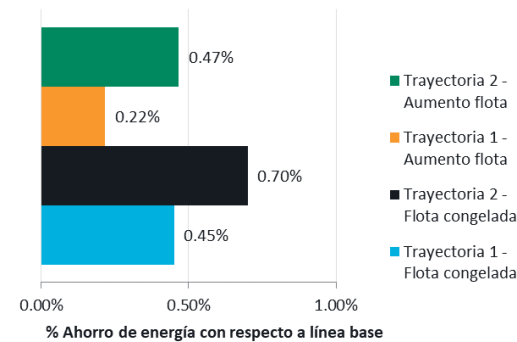
Fuente: Steer, 2021.

Figura 10.24: Porcentaje de ahorro de energía entre 2022 y 2026 respecto a la línea base, Bogotá



Fuente: Steer, 2021.

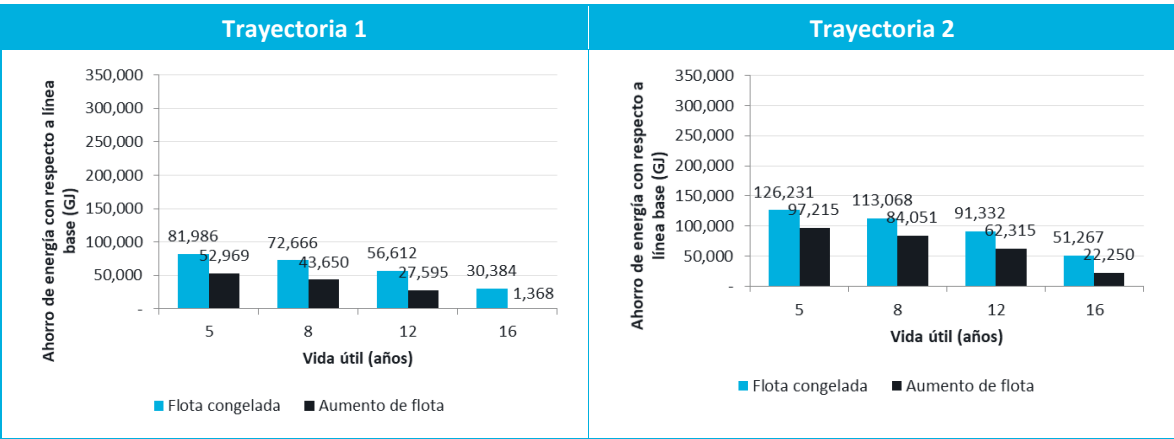
Figura 10.25: Porcentaje de ahorro de energía para cada trayectoria con incremento o no incremento de flota a 8 años de vida útil, Bogotá.



Fuente: Steer, 2021.

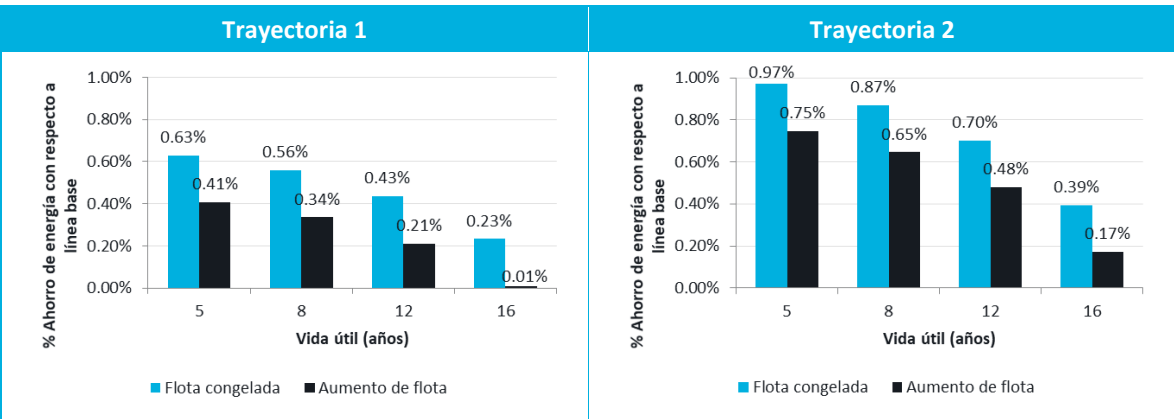
Medellín

Figura 10.26: Ahorro total de energía entre 2022 y 2026 respecto a la línea base, Medellín



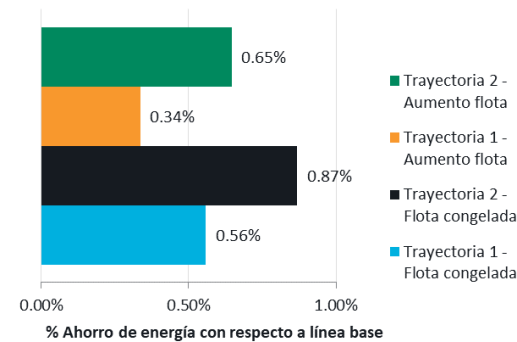
Fuente: Steer, 2021.

Figura 10.27: Porcentaje de ahorro de energía entre 2022 y 2026 respecto a la línea base, Medellín



Fuente: Steer, 2021.

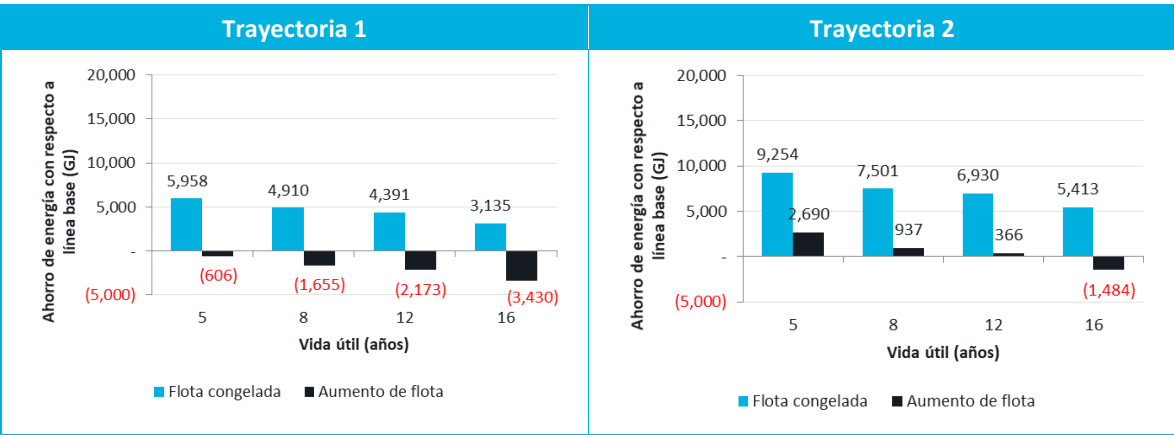
Figura 10.28: Porcentaje de ahorro de energía para cada trayectoria con incremento o no incremento de flota a 8 años de vida útil, Medellín



Fuente: Steer, 2021.

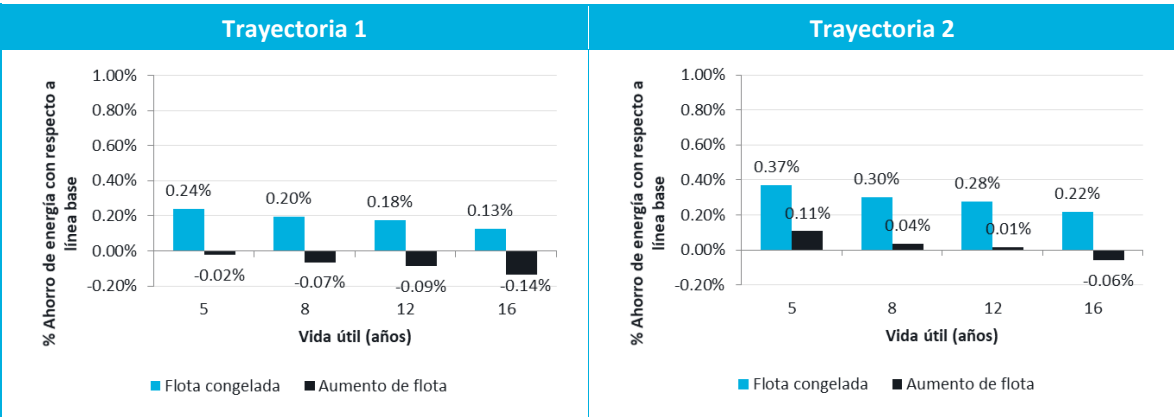
Villavicencio

Figura 10.29: Ahorro total de energía entre 2022 y 2026 respecto a la línea base, Villavicencio



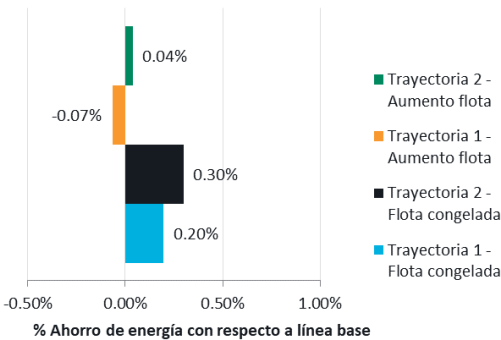
Fuente: Steer, 2021.

Figura 10.30: Porcentaje de ahorro de energía entre 2022 y 2026 respecto a la línea base, Villavicencio



Fuente: Steer, 2021.

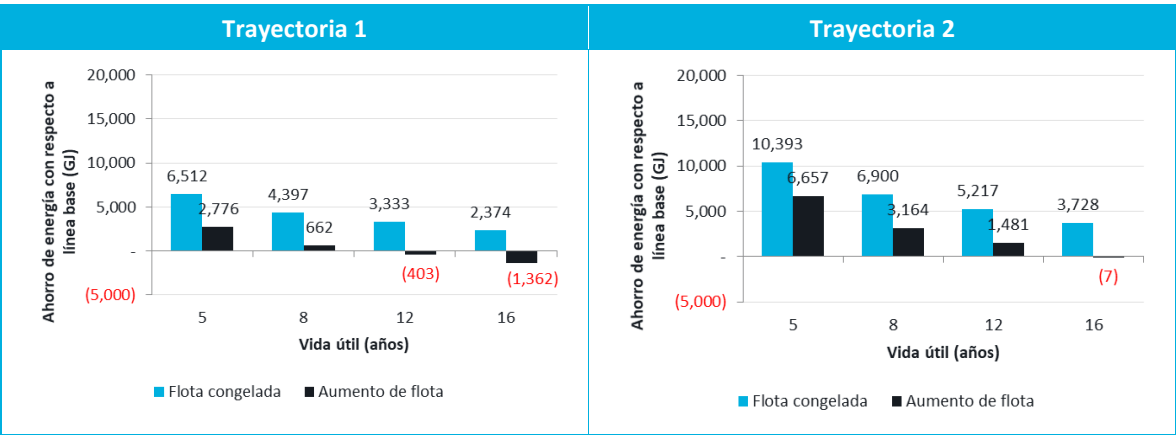
Figura 10.31: Porcentaje de ahorro de energía para cada trayectoria con incremento o no incremento de flota a 8 años de vida útil, Villavicencio



Fuente: Steer, 2021.

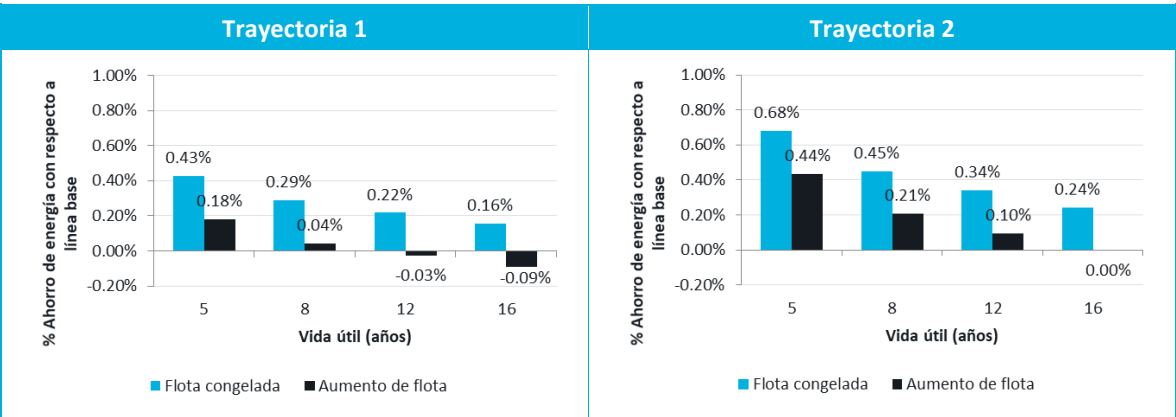
Manizales

Figura 10.32: Ahorro total de energía entre 2022 y 2026 respecto a la línea base, Manizales



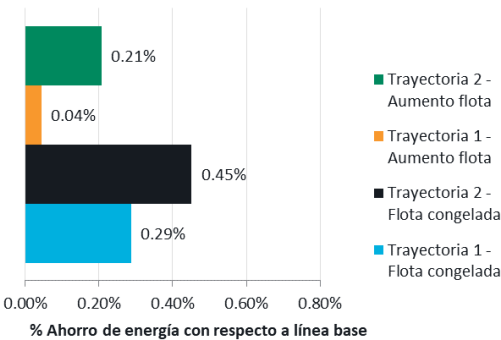
Fuente: Steer, 2021.

Figura 10.33: Porcentaje de ahorro de energía entre 2022 y 2026 respecto a la línea base, Manizales



Fuente: Steer, 2021.

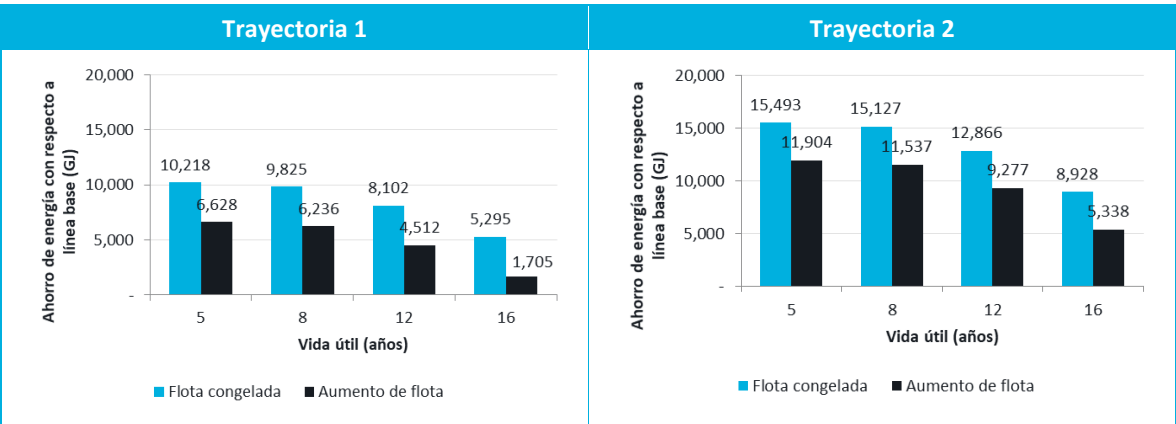
Figura 10.34: Porcentaje de ahorro de energía para cada trayectoria con incremento o no incremento de flota a 8 años de vida útil, Manizales



Fuente: Steer, 2021.

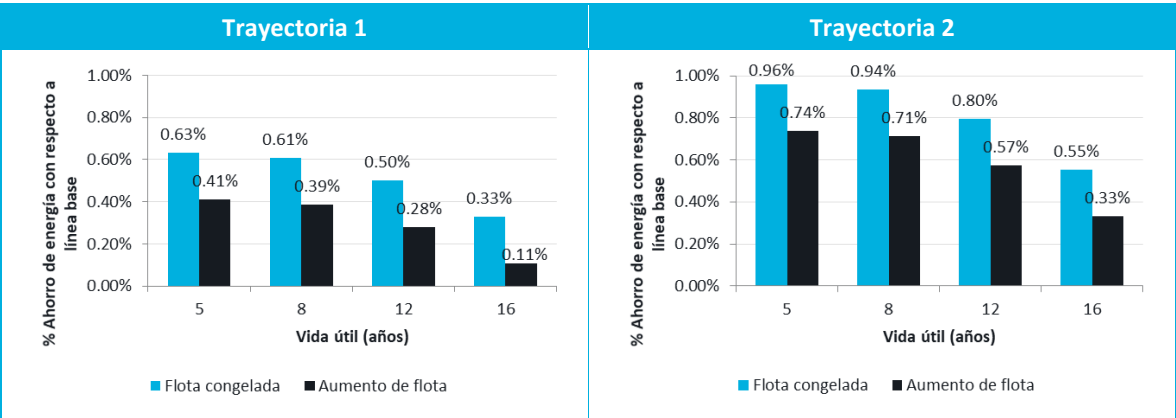
Montería

Figura 10.35: Ahorro total de energía entre 2022 y 2026 respecto a la línea base, Montería



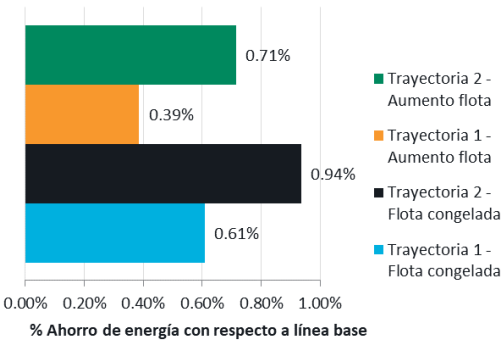
Fuente: Steer, 2021.

Figura 10.36: Porcentaje de ahorro de energía entre 2022 y 2026 respecto a la línea base, Montería



Fuente: Steer, 2021.

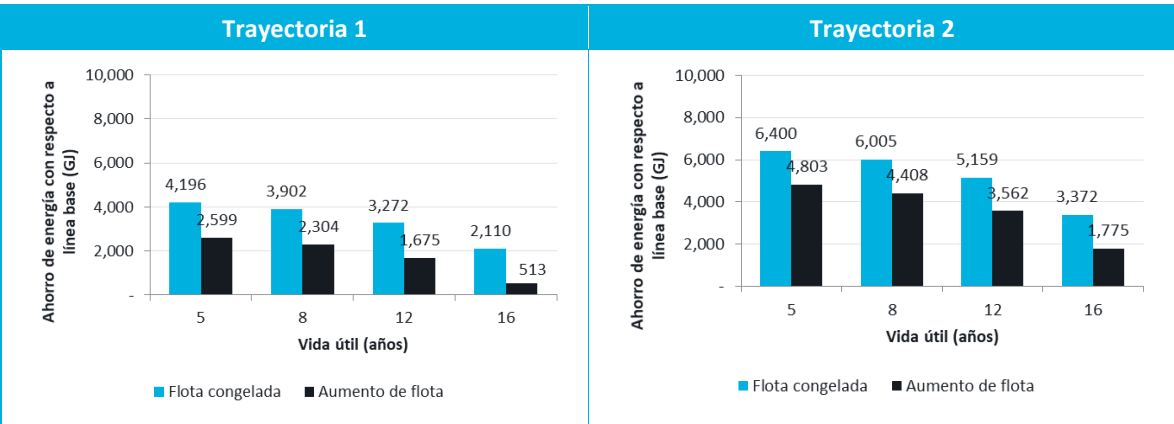
Figura 10.37: Porcentaje de ahorro de energía para cada trayectoria con incremento o no incremento de flota a 8 años de vida útil, Montería



Fuente: Steer, 2021.

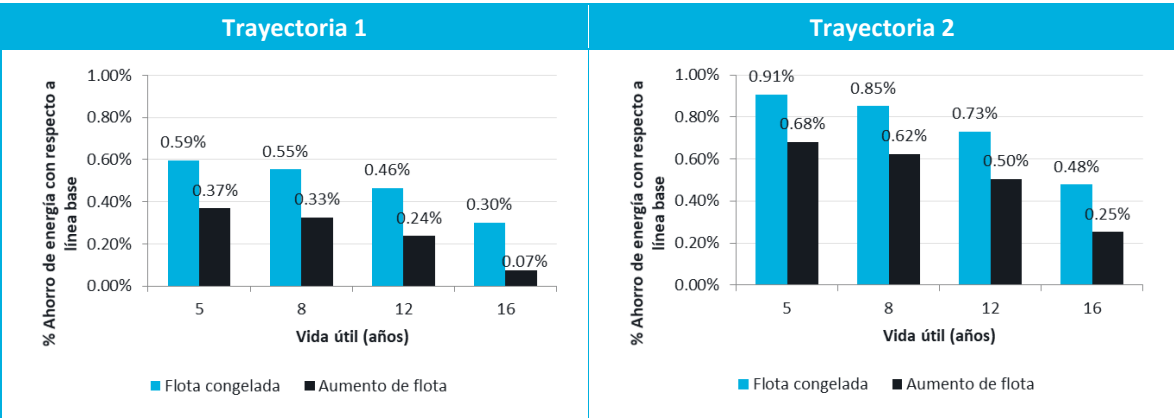
Tunja

Figura 10.38: Ahorro total de energía entre 2022 y 2026 respecto a la línea base, Tunja



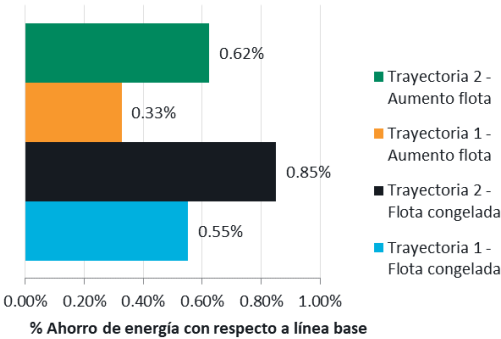
Fuente: Steer, 2021.

Figura 10.39 Porcentaje de ahorro de energía entre 2022 y 2026 respecto a la línea base, Tunja



Fuente: Steer, 2021.

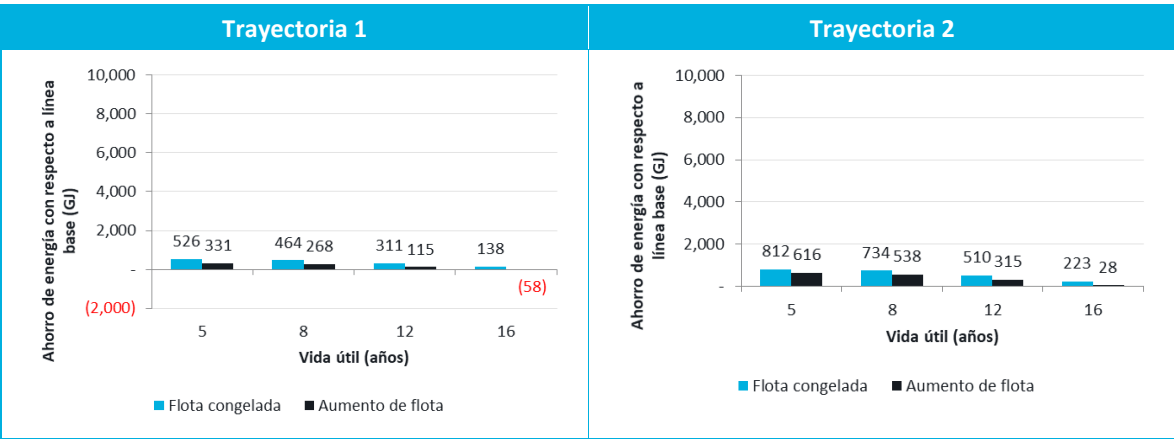
Figura 10.40: Porcentaje de ahorro de energía para cada trayectoria con incremento o no incremento de flota a 8 años de vida útil, Tunja



Fuente: Steer, 2021.

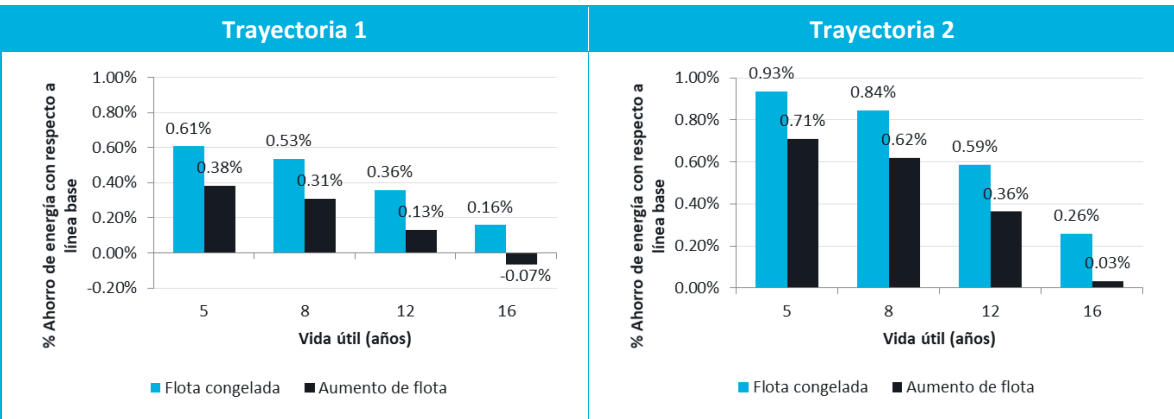
Facatativá

Figura 10.41: Ahorro total de energía entre 2022 y 2026 respecto a la línea base, Facatativá



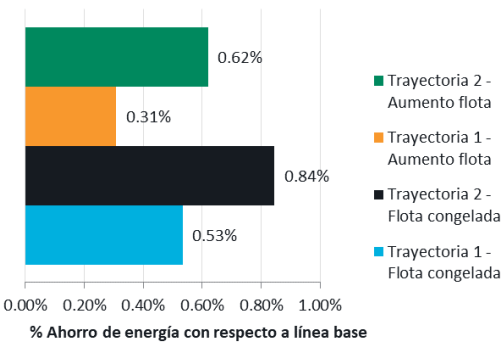
Fuente: Steer, 2021.

Figura 10.42: Porcentaje de ahorro de energía entre 2022 y 2026 respecto a la línea base, Facatativá



Fuente: Steer, 2021.

Figura 10.43: Porcentaje de ahorro de energía para cada trayectoria con incremento o no incremento de flota a 8 años de vida útil, Facatativá



Fuente: Steer, 2021.

Análisis de resultados y conclusiones

10.48 De acuerdo con las gráficas anteriores, se pueden sacar las siguientes conclusiones generales para todas las ciudades:

- Se observa que a menor vida útil vehicular se obtienen mejores beneficios tanto ambientales como energéticos. Al haber menor vida útil, la renovación vehicular ocurre con mayor frecuencia, lo que se traduce en taxis más modernos y de menor edad, que como se vio en la descripción teórica, emiten menos contaminantes. Adicionalmente, se incrementa la cantidad de taxis eléctricos que pueden entrar a la flota para reemplazar taxis a gasolina que han culminado su vida útil.
- Se desataca que aunque no existiera renovación con vehículos eléctricos, el hecho de establecer una vida útil tendría beneficios en reducción de emisiones. Esto debido al mejor desempeño ambiental y energético de los automóviles modernos con respecto a los antiguos.
- El escenario más favorable es el de la trayectoria 2, la más optimista en cuanto a la penetración de vehículos eléctricos por renovación, el cual evita emisiones hasta 0.04% más que la trayectoria 1, con ligeras variaciones entre ciudades y contaminantes. Por esto, es recomendable tomar medidas que aceleren la penetración de taxis eléctricos en Colombia por renovación de taxis a gasolina y gas natural-gasolina.
- El hecho de que haya o no incremento de flota, siendo este incremento de solo vehículos eléctricos, no genera ningún impacto en las emisiones TTW (traducido como “tanque a rueda”) ya que los vehículos eléctricos no emiten contaminantes. Sin embargo, hay un impacto en el consumo energético lo cual podría generar emisiones indirectas ya que en Colombia la energía eléctrica generada no es 100% limpia.
- Los contaminantes que, en general, pueden llegar a tener mayores reducciones en términos porcentuales para los escenarios evaluados son el material particulado y el dióxido de azufre.
- La magnitud del ahorro de cada contaminante tiene grandes variaciones entre ciudad y ciudad. Estas variaciones se explican por la distribución específica en cada ciudad de vehículos a gasolina, a gas natural-gasolina y eléctricos, y el rango de edad de los vehículos.
- Villavicencio es la ciudad donde se observan menores ahorros porcentuales de GEI (CO₂_eq). Esto se asocia con una alta edad media de la flota en comparación con las demás ciudades, lo que hace que, aunque no haya penetración de vehículos eléctricos, la renovación de la flota produce reducciones de GEI. Esto se traduce en que, la línea base de cada vida útil de por sí ya tiene altas reducciones en emisiones y al compararla con las trayectorias no hay gran diferencia. Esto refuerza la recomendación de implementar un límite de vida útil de taxis.
- Montería, la ciudad en donde los taxis recorren más kilómetros anuales, es la que presenta mayores reducciones porcentuales en los contaminantes para ambas trayectorias. Asimismo, esta ciudad presenta los mayores ahorros energéticos, especialmente para los escenarios de flota congelada.

11 Recomendaciones de política pública que promueva el recambio tecnológico

Antecedentes

- 11.1 El país ha adoptado compromisos de política de cambio climático y reducción de gases efecto invernadero mediante los acuerdos de París, COP21, la ley 1931 de gestión de cambio climático, el Plan Nacional de Cambio Climático -PNCC, el Conpes 3934 sobre crecimiento verde, y el Conpes 3943 sobre mejoramiento de calidad del aire, entre otros.
- 11.2 En esa línea, en las bases del Plan Nacional de Desarrollo vigente se establece la necesidad de formular un programa de incorporación de vehículos eléctricos en flota de uso intensivo, entre esos, transporte público de pasajeros y taxis. La meta de vehículos eléctricos en el país es de 6.600 para el 2022.
- 11.3 La Ley 1964 de 2019 que promueve el uso de vehículos eléctricos en Colombia tiene por objeto generar los esquemas de promoción del uso de vehículos eléctricos y de cero emisiones para lograr una reducción de contaminación atmosférica. La norma faculta a las entidades territoriales para otorgar incentivos a la movilidad sostenible a través de la regulación de registro de vehículos, revisión técnico-mecánica, seguros, restricciones. Así mismo, establece la obligación de contar en los municipios con una infraestructura de carga mínima.
- 11.4 Con la estrategia nacional de movilidad eléctrica – ENME, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, el Ministerio de Minas y Energía, el Ministerio de Transporte y la Unidad de Planeación Minero-Energética buscan acelerar la penetración de vehículos eléctricos en Colombia con el fin de reducir emisiones y lograr el uso eficiente de la energía en el sector transporte. La ENME estableció como meta la incorporación de al menos 600.000 vehículos eléctricos para 2030.
- 11.5 La ley de transición energética 2099 del 10 de julio de 2021, *por medio de la cual se dictan disposiciones para la transición energética, la dinamización del mercado energético, y la reactivación económica del país*, establece que el Gobierno Nacional debe adoptar programas que promuevan la masificación del uso de vehículos de bajas y cero emisiones en transporte público individual, cuando se requiera el reemplazo de vehículos o se aumente el número de unidades de acuerdo con la capacidad transportadora establecida.
- 11.6 La UPME realizó un estudio en 2020 para identificar las clases de vehículos y modalidades de transporte susceptibles de realizar el ascenso tecnológico hacia tecnologías de cero y bajas emisiones. A partir del estudio se determinó la relevancia del proceso de ascenso tecnológico para

los vehículos de transporte público individual (taxi) que operan a nivel urbano, considerando los avances tecnológicos y el factor de actividad de esta categoría.

- 11.7 En respuesta a los anteriores direccionamientos desde los instrumentos normativos y de planeación, se realiza este estudio con el objetivo de formular el programa de ascenso tecnológico de la flota de taxis para Colombia hacia tecnologías de cero y bajas emisiones.

Principales barreras para el ascenso tecnológico

- 11.8 De acuerdo con los hallazgos identificados en la segunda etapa del presente estudio se identificaron los obstáculos para el ascenso tecnológico del segmento de taxis en Colombia. A continuación se presenta un esquema resumido de las principales barreras encontradas¹⁸:

Figura 11.1: Principales barreras para el ascenso tecnológico



Fuente: Steer, 2021

- 11.9 A partir de los hallazgos encontrados respecto a las limitaciones para el ascenso tecnológico y la renovación de flota del segmento de taxis en Colombia, se establecieron las oportunidades y potencialidades con las que construye el Programa de ascenso tecnológico para el segmento de taxis en Colombia.

Introducción al programa

- 11.10 El transporte público representa el 40% del consumo energético nacional del cual el 96% es atendido con combustibles de origen fósil (BID) con un impacto de 28 millones de toneladas de CO2 al año. Con estas cifras es inminente la urgencia de realizar la transición del sector para lograr las metas de eficiencia energética y reducción de gases efecto invernadero en el país.

¹⁸ En el segundo informe de esta consultoría se explican a profundidad cada una de las barreras identificadas.

- 11.11 Los retos se dan en todos los segmentos del transporte, sin embargo el avance en desarrollos de tecnologías más sostenibles es diferente para cada uno. En ese sentido, y en línea con la recomendación del World Economic Forum para ciudades inteligentes ([WEF,2018](#)) y la Estrategia Nacional de Movilidad Eléctrica, el ascenso tecnológico para los taxis debería hacerse directamente a tecnologías de cero emisiones¹⁹. Esta propuesta también responde al escenario de Nuevas Apuestas del Plan Energético Nacional (PEN, 2019) que propone que a 2050 el 97% de los taxis serán vehículos eléctricos. En este momento está disponible la alternativa de vehículos eléctricos y los desarrollos del mundo respecto de taxis de pila de combustible (hidrógeno) van avanzando a buen ritmo.
- 11.12 La recomendación de estructurar programas de ascenso tecnológico en el segmento de taxis directamente a tecnologías de cero emisiones se basa en los siguientes aspectos:
- A diferencia de la matriz energética general donde el transporte y la industria utilizan una alta proporción de energéticos de altas emisiones, la matriz de generación de energía eléctrica es una de las más limpias del mundo. A esto se suma que el crecimiento de la matriz se está dando con énfasis en energías renovables no convencionales. Por lo anterior, la electrificación del transporte es una alternativa efectiva para realizar la transición energética del sector, en especial para las categorías donde la tecnología ya se encuentra disponible.
 - Hoy se encuentra disponible en el mercado una oferta razonable de vehículos eléctricos adecuada para el transporte público individual de pasajeros. Si bien los costos de los vehículos siguen siendo una barrera para dar el salto, los esfuerzos de política pública vía incentivos económicos para la transición energética del transporte deben maximizar sus beneficios en términos de emisiones. Dado que los recursos públicos son escasos, el programa debe financiar las alternativas disponibles con el mayor impacto en eficiencia energética y en reducción de gases efecto invernadero, que en este caso resultan ser los vehículos eléctricos.
 - En la misma línea, los esfuerzos de crear la infraestructura de carga y la red de mantenimiento y servicios se pueden concentrar en una sola tecnología optimizando recursos de personal, económicos y operativos al seleccionar la tecnología más limpia que hoy está disponible. Esto no solo facilita el aprovechamiento de sinergias en la industria automotriz para el segmento sino que al masificar la infraestructura de carga se promueve la electrificación del transporte privado.
 - En Colombia, la vida útil de los vehículos se extiende considerablemente por encima de los niveles eficientes tanto en términos técnicos como ambientales. La condición de activos productivos, sumada a la caracterización económica de sus propietarios dificultan la salida de circulación de los vehículos, así como los procesos de renovación y chatarrización. Por lo anterior, los vehículos que se compren ahora estarán en servicio por un tiempo considerable (esto se agrava por la falta de regulación de la vida útil de los vehículos en este segmento), de manera que es deseable promover directamente vehículos con el menor impacto en términos ambientales.

¹⁹ “El enfoque de la estrategia es priorizar la transición hacia el uso de la electricidad en vehículos de uso intensivo como el transporte público de pasajeros, taxis, vehículos de carga de última milla, carga interurbana y vehículos de uso oficial, así como la exploración en otros modos de transporte.” (ENME, 2019)

- A estos argumentos se suman los problemas ambientales de varias ciudades y el rol que juegan las emisiones de sector transporte en la calidad del aire. Niveles de contaminación en ciudades como Bogotá y Medellín donde se concentran el mayor número de taxis, justifican una política agresiva de renovación del parque automotor para eliminar los carros más contaminantes por el tipo de energético que usan y por su antigüedad, de manera que se sustituyan directamente por tecnologías de cero emisiones.
- Existen otros segmentos del transporte donde las opciones para realizar ascensos tecnológicos tienen oferta limitada o solamente existen alternativas basadas en combustibles fósiles. En estos segmentos, la transición será más lenta y pasará por exigir mayor calidad de los energéticos para que cumplan con la condición de ser de baja emisión. Bajo este panorama, los segmentos que si cuentan con alternativas de cero emisiones deberían priorizar su uso para lograr una mayor reducción de emisiones de todo el sector transporte y contribuir a compensar a los demás segmentos.

- 11.13 Este estudio constituye las bases del programa de ascenso tecnológico de la flota de taxis a nivel nacional definiendo como resultado, el potencial de renovación de vehículos bajo un modelo que contempla diferentes escenarios para las diferentes ciudades de Colombia que fueron analizadas, junto con la cuantificación de los beneficios ambientales y energéticos frente a la renovación hacia vehículos eléctricos, y complementado con la propuesta de infraestructura de recarga necesaria para su materialización. Por tanto la implementación del programa deberá considerar los análisis previamente realizados buscando que se viabilice la renovación esperada a través de los objetivos establecidos en el mismo.

Nombre del programa

- 11.14 Programa de ascenso tecnológico de la flota de taxis a nivel nacional hacia tecnologías de cero emisiones

Objetivo del programa

Promover el ascenso tecnológico del servicio de transporte público individual hacia vehículos de cero emisiones para reducir el impacto al medio ambiente y aumentar la eficiencia energética de Colombia.

Objetivos específicos del programa

1. Determinar los incentivos económicos que permitan impulsar a los agentes del sector de transporte público individual al ascenso tecnológico de los vehículos.
2. Establecer las bases para generar y soportar instrumentos de financiación que permitan viabilizar la implementación de los programas de ascenso tecnológico en el segmento de taxis en las ciudades objetivo de Colombia.
3. Definir los requerimientos mínimos de infraestructura de carga y promover el desarrollo de capacidades del sector para garantizar la adecuada operación del transporte público individual en vehículos eléctricos.
4. Proponer mecanismos de regulación del servicio de transporte público individual que facilite y promueva el proceso de ascenso tecnológico.

Principios

11.15 El programa de ascenso tecnológico para el segmento de taxis en Colombia se construye bajo tres principios:

- Transformar gradualmente la flota a vehículos de cero emisiones
- Priorizar la implementación en las ciudades que evidencian mayores necesidades, las cuales cumplen dos condiciones: i) corresponde a las que más flota de taxis tienen y ii) las que tienen la flota más antigua.
- Adelantar acciones paralelas desde todos los componentes de la estrategia para potenciar la transformación hacia flota cero emisiones

Componentes de la estrategia

11.16 A continuación se presentan los componentes en los cuales se va a desarrollar la estrategia del programa de ascenso tecnológico de la flota de taxis para Colombia, los cuales responden a los objetivos específicos planteados anteriormente.

Figura 11.2: Componentes de la estrategia



Fuente: Steer, 2021

Tabla 11.1: Relación componentes de la estrategia con los objetivos específicos

Componente de la estrategia	Objetivo específico 1 Incentivos económicos	Objetivo específico 2 Financiación	Objetivo específico 3 Desarrollo de capacidades e infraestructura de carga	Objetivo específico 4 Regulación
Política tarifaria del servicio de transporte	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
Financiación y apoyo para la adquisición o reposición de VE	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
Instrumentos de política pública	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>
Vida útil				<input checked="" type="checkbox"/>
Esquema de desintegración/chatarrización				<input checked="" type="checkbox"/>
Infraestructura de carga			<input checked="" type="checkbox"/>	
Competencias técnicas y profesionales			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Promoción de la tecnología			<input checked="" type="checkbox"/>	

Fuente: Steer, 2021

- 11.17 A continuación se presentan las recomendaciones para cada uno de los componentes mencionados:

Incentivos económicos y de financiación

Financiación y apoyo para adquisición

- 11.18 La principal barrera para el ascenso tecnológico de la flota de taxis es el costo de adquisición del vehículo eléctrico, incluido el costo de pólizas de aseguramiento. Actualmente, el vehículo eléctrico cuesta aproximadamente el doble de uno convencional. Dado que se trata de un activo para generar ingresos, su costo reduce la disposición de compra y la capacidad financiera de los propietarios para hacer el cambio de tecnología.
- 11.19 Por lo anterior la estrategia considera diferentes alternativas tendientes a viabilizar la asequibilidad de vehículos de cero emisiones por parte de los propietarios, tales como:
- Subvención al CAPEX
 - Creación fondos por ciudad para la financiación de CAPEX del programa de ascenso tecnológico de taxis. El fondo puede ser alimentado por recursos municipales, departamentales o nacionales, cooperación o donación, tarifas o contribuciones ambientales, entre otros. El rol de las secretarías de movilidad será prioritario por el impacto y la gestión local que implica el programa.
 - Entrega de bonos para compra de un número específico de taxis, que cubra un porcentaje del CAPEX. El número de vehículos dependerá de las metas de renovación

de cada ciudad, la capacidad de financiación “típica” de los propietarios y del monto que permita cubrir al menos la brecha entre los vehículos cero emisiones y los tradicionales. Este mecanismo requiere de la estructuración del programa para determinar las condiciones específicas por ente territorial, junto con las condiciones y obligaciones para los beneficiarios.

- Fuentes de fondeo

- Consecución de fuentes asociadas al aporte del Ente Territorial al cumplimiento de los compromisos del país a las metas del COP21.
- Compensación por reducción de emisiones en mercado colombiano o internacional adicional al cumplimiento de metas país.

En ambos casos se requiere de la gestión en dos instancias: i). desde el gobierno nacional, definir una metodología para establecer los beneficios de los proyectos, y ii). Establecer mecanismos que garanticen la asociación de la intervención o proyecto con los compromisos país o diferenciarlos del mercado de reducción de emisiones.

- Financiación

- Alianzas con entidades financieras para implementar líneas de crédito o productos con condiciones especiales, tales como perfilamiento específico del riesgo en el segmento, tasas compensadas, periodos de gracia, etc. En ese sentido vienen trabajando Bancoldex y Findeter, con el objetivo de convertirse en facilitadores para la compra de los vehículos.

- Seguros

- Incorporación o alianzas con aseguradoras para viabilizar las condiciones de seguros para vehículos eléctricos, hacerlos más económicos y lograr el apoyo de las aseguradoras para respaldar los programas de renovación hacia cero emisiones.

Recomendaciones para materialización

- 11.20 Un programa de ascenso tecnológico requiere del análisis exhaustivo de riesgos que permita soportar, garantizar y respaldar cualquier mecanismo o vehículo financiero para la reposición del segmento de taxis hacia vehículos eléctricos.
- 11.21 Será importante establecer un mecanismo de concentración y organización del sector (por ejemplo: cooperativas, organizaciones, empresas de taxistas) de tal manera que estas instancias funcionen como vehículo para identificar a los sujetos de financiación, facilitar los trámites y el cumplimiento de requisitos para acceder al programa y viabilizar el análisis de riesgo del sector financiero frente a este segmento.
- 11.22 Adicionalmente, como mecanismo de aceleración para la transformación de la flota hacia vehículos eléctricos, es posible explorar alianzas de adquisición a través de modelos tipo renting o leasing, que permite la ley 1079 en el artículo 2.2.1.3.10.1²⁰. Lo anterior, además de aliviar los costos de capital para la inversión inicial, contribuye a superar otras barreras relacionadas con

²⁰ “Artículo 2.2.1.3.10.1. Vehículos en leasing y renting. Cuando los vehículos hayan sido adquiridos en las modalidades leasing o renting, las obligaciones que corresponden a los propietarios de los Vehículos respecto de los conductores de transporte público terrestre automotor individual de pasajeros en vehículos taxi, se entenderán a cargo del locatario de los equipos”.

capacitación que han identificado los taxistas, conocimiento y mantenimiento de estas nuevas tecnologías.

- 11.23 Esta opción requiere un estudio de estructuración para definir cómo se direcciona la propiedad de los vehículos, y el modelo que facilite economías de escala necesaria para reducción de costos de inversión y de seguros. Así mismo, debe estudiar y considerar cuáles son las garantías constituidas para el financiamiento, frente al respaldo en los programas de ciudad a través de los fondos constituidos recomendados anteriormente y de este modo hacer el respectivo análisis de riesgos.

Actores involucrados

- 11.24 Los principales actores que tienen influencia en el desarrollo de este componente son:

- Mesa de tecnologías vehiculares de cero y bajas emisiones:
 - Ministerio de Transporte
 - Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
 - Ministerio de Minas y Energía
 - Unidad de Planeación Minero-Energética UPME
 - Departamento Nacional de Planeación
- Entidades territoriales
- Fabricantes de vehículos
- Bancoldex
- Findeter
- Bancas multilaterales
- Aseguradoras
- Banca comercial
- Fondo de energías no convencionales y gestión eficiente de la energía - FENOG
- Fuentes de pago públicas
 - Fuentes nación (por meta de vehículos eléctricos),
 - Fondo de energías no convencionales y gestión eficiente de la energía
 - Recursos de cambio climático
 - Entidades territoriales

Política tarifaria del servicio de transporte

- 11.25 Se propone reorientar la regulación de las tarifas al usuario de taxis, de manera que se contemplen las variables de la operación asociadas al nivel de servicio, la tecnología de propulsión del vehículo, el desempeño ambiental y edad de la flota.
- 11.26 Reconociendo los beneficios para la sociedad en términos ambientales, el programa debe incluir una diferenciación tarifaria en función de las emisiones generadas. La tarifa técnica debe considerar el costo adicional del taxi eléctrico, así como el nivel de servicio diferencial que promueva la seguridad, la comodidad y el aporte ambiental.

Recomendaciones para la materialización

- 11.27 Es determinante incluir dentro de los estudios de tarifas, para las diferentes ciudades del país, el análisis de mercado o competencia con el fin de incluir y considerar la competitividad del servicio

de taxis frente a los servicios particulares por aplicación, de tal forma que se puedan tomar acciones pertinentes frente a las tarifas considerando la dinámica actual del mercado.

- 11.28 Para el análisis de tarifas es necesario que se realice a nivel territorial un estudio de disponibilidad de pago por un servicio diferenciado que contemple al menos tres variables: seguridad, comodidad y aporte ambiental del vehículo eléctrico. El objetivo principal será determinar qué tanto los usuarios estarían dispuestos a pagar un adicional en la tarifa en el uso de un taxi no contaminante, si además se combina con opciones que garanticen la seguridad y la comodidad.
- 11.29 El estudio de elasticidad de la demanda por beneficios ambientales o una valoración contingente permitirá estimar la máxima disposición a pagar de un individuo por la provisión o mejora del servicio calificado por sostenibilidad ambiental, comodidad y seguridad e identificar el límite de incremento de tarifa sin desincentivar la demanda. En ese sentido, es preciso insistir en las condiciones particulares de cada urbe y por tanto los estudios deberán ser específicos y condiciones de contaminación asociadas al transporte, educación ambiental de los usuarios y aspectos económicos de cada caso.

Actores involucrados

- 11.30 Los principales actores que tienen influencia en el desarrollo de este componente son:
- Mesa de tecnologías vehiculares de cero y bajas emisiones:
 - Ministerio de Transporte
 - Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
 - Ministerio de Minas y Energía
 - Unidad de Planeación Minero-Energética UPME
 - Departamento Nacional de Planeación
 - Secretarías de movilidad de las entidades territoriales/ciudades que deban cumplir con estudio tarifario
 - Secretarías de ambiente como soporte técnico para justificar la tarifa técnica diferencial y apoyar con datos e información
 - Instituciones aliadas para la financiación de estudios:
 - Banca Multilaterales
 - Proveedores energéticos u operadores regionales interesados en que se amplíe el ecosistema para movilidad eléctrica.
 - Fuentes de financiación para transición energética, movilidad sostenible o eficiencia energética, como FENOGÉ.

Regulación

El componente de política pública es un componente fundamental de la estrategia y responde tanto a los objetivos de incentivos económicos y de financiación como a los de regulación.

Instrumentos de política pública

- 11.31 Las entidades gubernamentales tienen un rol protagónico en la transformación de las flotas de taxis a vehículos de cero emisiones. Las autoridades nacionales y locales tienen la facultad de imponer reglas de movilidad en sus territorios relacionadas con los siguientes aspectos:
- Metas y apuestas de reducción de emisiones.
 - Registros e impuesto vehicular.
 - Control permanente del número vehículos, por ejemplo, capacidad transportadora.
 - Restricciones de circulación por pico y placa, días sin carro, zonas ambientales especiales u otras figuras.
 - Exenciones tributarias.
 - Programas de modernización de taxis con financiación en condiciones blandas.
 - Asignación de fondeo público a proyectos de interés general.
 - Implementación de infraestructura de carga.
 - Definición de tarifa de servicio.
 - Mecanismos de financiación o incentivos directos para renovación de flota.
- 11.32 Por lo anterior, se presentarán las recomendaciones desde dos niveles de actuación según el actor que tiene la capacidad de liderar o involucrarse en la implementación de las acciones: Gobierno nacional y Gobiernos locales.

Recomendaciones para materialización

Gobierno Nacional

- Definición de condiciones preferenciales para vehículos eléctricos bajo la prestación del servicio de transporte público individual, dándole facultad a las autoridades de transporte municipales, distritales o metropolitanas para adoptar tarifas (en matrícula, tarjeta de operación, etc.).
- Definir la vida útil de los taxis y establecer una diferenciación a favor de los vehículos de cero emisiones.
- Estudio sobre la viabilidad de mecanismos de compensación por réditos ambientales y de salud asociados a la reposición de los vehículos a tecnologías eléctricas, bajo la figura de subsidio cruzado, de los vehículos convencionales hacia los de cero emisiones.
- Estudio tributario a partir de un marco nacional para establecer si hay algún espacio de nuevas actividades gravadas o sectores en dónde se pueda generar un aumento del ICA con destinación a la movilidad eléctrica.
- Aunque se analizó, no se ve factible por el contexto actual, evaluar una sobretasa adicional al consumo de energía por sectores hoy en día exentos, como la industria, para financiación de electrolinerías o programas específicos para taxis. Lo anterior, se dificulta frente a la crisis mundial de tarifas energéticas.

- Así mismo se analizó el uso de recursos de la sobretasa a la gasolina, sin embargo se identificó que este mecanismo está completamente agotado, debido a que actualmente este sobre costo cargado a combustibles fósiles financia los sistemas de transporte masivo y es la fuente de garantía crédito nación. Por tanto no se recomienda redefinir recursos a través de otros mecanismos.
- Es importante que se defina y socialice desde el gobierno nacional la apuesta a un horizonte temporal de la visión cero emisiones para los nuevos vehículos comprados para transporte público individual, de tal forma que direcciona a las entidades territoriales a definir sus metas respecto a los compromisos ambientales frente a la reducción de emisiones o estándar de emisiones mínimo por fuentes de emisión asociadas al transporte.
- Asociado a lo anterior, es clave promover la planeación anticipada del sector de transporte público individual, definiendo metas claras sobre requisitos mínimos de los nuevos vehículos en un horizonte concreto. Esto permitiría informar oportunamente al mercado la aspiración de metas de vehículos cero emisiones y dar señales sobre la necesidad del avance tecnológico para el futuro que debe acometer los actores claves de la industria.
- De acuerdo con la ley 1819 de 2016 por medio de la cual se adopta una reforma tributaria estructural, se fortalecen los mecanismos para la lucha contra la evasión y la elusión fiscal, y se dictan otras disposiciones en su artículo 223 define lo siguiente:
“ARTÍCULO 223. Destinación específica del impuesto nacional al carbono. (Modificado por la Ley 1930 de 2018, art. 26) El recaudo del impuesto nacional al carbono se destinará al Fondo para la Sostenibilidad Ambiental y Desarrollo Rural Sostenible en Zonas Afectadas por el conflicto (“Fondo para una Colombia Sostenible”) de que trata el artículo 116 de la Ley 1769 de 2015. Estos recursos se pre-supuestarán en la sección del Ministerio de Hacienda y Crédito Público. Los recursos se destinarán, entre otros, al manejo de la erosión costera, a la conservación de fuentes hídricas y a la protección de ecosistemas de acuerdo con los lineamientos que para tal fin establezca el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible”.
Teniendo en cuenta lo anterior, se recomienda revisar el marco legal de la destinación del impuesto al carbono para direccionarlo a programas de cero emisiones como parte del fondo para la sostenibilidad ambiental o el fondo que lo sustituya, en el cual entraría el objeto del programa de ascenso tecnológico de transporte público individual.
- Se recomienda evaluar la posibilidad de realizar un cobro por contaminación local asociado a fuentes móviles enfocado en la afectación directa a la salud pública local. En este caso, no podría ser un cobro específico a un segmento vehicular sino que debería ser cobrado a todos los vehículos y específicamente a los más contaminantes. Esta opción, tiene un riesgo que debe ser evaluado considerando la posibilidad de duplicación frente al impuesto al carbono. Del mismo modo, la destinación deberá estar asociada a la promoción de acciones alineadas con la visión cero.
- Como recomendación final, es necesario diseñar e implementar una regulación del servicio de aplicaciones de movilidad en vehículo privado que establezca condiciones de mercado en competencia y sin generar desequilibrios. Se sugiere revisar la viabilidad de establecer un

cargo por el uso de estas plataformas destinado para promover la movilidad eléctrica del sector taxista mediante los programas de ascenso tecnológico del servicio de transporte público individual.

Se recomienda que la regulación incluya un criterio obligatorio de prioridad de los taxis eléctricos en la aplicación, mostrando las tarifas diferenciales y los beneficios, asociados a comodidad, seguridad y aporte ambiental por usar vehículos eléctricos.

- Dado que se consideran de cero emisiones tanto el hidrógeno como la movilidad eléctrica, el programa de ascenso tecnológico de la flota nacional de taxis puede cumplir sus objetivos de reducción de emisiones con una u otra tecnología. El potencial de generación de hidrógeno verde identificado para Colombia es muy positivo por lo que la penetración de esta tecnología tiene buenas perspectivas. El pasado 30 de septiembre, Colombia lanzó su hoja de ruta del hidrógeno. Dentro de los objetivos a 2030, el gobierno se ha planteado tener entre 1500 y 2000 vehículos ligeros de pila de combustible y contar con por lo menos 50 hidrogeneras públicas²¹.

Dados los tiempos de carga de los vehículos de pila de combustible, que se calculan entre 3 y 5 minutos para vehículos ligeros y la posibilidad de que esta tecnología llegue con una menor diferencia de costos frente a los convencionales, es fundamental dejar abierta la opción de que el programa de ascenso tecnológico de la flota nacional de taxis se oriente también a esta tecnología.

Las recomendaciones del estudio están orientadas a vehículos eléctricos como está previsto en los términos y dado que es la tecnología disponible actualmente. Sin embargo, estas recomendaciones pueden adaptarse en su mayoría para incorporar los vehículos de pila de combustible.

Para esta nueva tecnología, los retos en financiación subsistirán, pero la magnitud dependerá del costo al que lleguen los vehículos de pila de combustible. Los retos de conocimiento de la tecnología, servicio posventa, red de carga y red de mantenimiento son igualmente pertinentes para vehículos eléctricos como para los impulsados por hidrógeno.

Gobiernos territoriales

- Estructuración de los programas de ascenso tecnológico en el segmento de taxis para la sustitución o reposición de la flota. En ese marco se deberá establecer los términos,

²¹ Algunos países vienen avanzando en cambiar sus flotas de taxis directamente a vehículos de pila de combustible (impulsados por hidrógeno). En París desde 2015 vienen trabajando en transformar la flota de taxis a hidrógeno, para 2020 ya contaban con una flota pequeña de taxis. En enero de este año, HysetCo dedicada al desarrollo de hidrógeno adquirió a Slota un operador de taxis de París, con lo cual se espera acelerar la transformación de la flota de taxis a vehículos con cero emisiones.

La Federación Profesional del Taxi de Madrid – FPTM está promoviendo un programa descarbonización de la movilidad urbana con la renovación de taxis de combustión por vehículos impulsados por hidrógeno verde, su apuesta es llegar al menos a 1000 vehículos en el 2026, iniciando en el 2022, con una inversión de 100 millones de euros. El proyecto incluye la construcción de un electrolizador de 10MW alimentado por paneles, la construcción de la infraestructura de carga pública (hoy solo hay una hidrogenera en Madrid), y la oferta de vehículos a precio competitivo respecto de los convencionales.

obligaciones y condiciones para involucrar a los propietarios de taxis como parte de estos programas así como la definición de los esquemas de beneficios, alianzas y riesgos financieros, económicos y sociales a ser considerados para la transformación de la flota.

- Los programas deben incluir la construcción de la red pública de electrolineras municipal, de acuerdo con la ley de movilidad eléctrica.
- En línea con el punto anterior, y considerando que el factor de actividad de los taxis representa un proceso de cambio de baterías al cumplimiento de vida útil, será necesario dentro de los estudios de estructuración de las ciudades que definan los programas de ascenso tecnológico en el segmento de taxis, considerar un plan de segundo uso de las baterías y disposición final, considerando reciclaje, segunda vida, etc.
- Lo anterior deberá considerar un esquema que permita, la centralización de las baterías y el tratamiento a darle a las mismas, ya sea bajo un modelo de reciclaje o reutilización, que deberá ser evaluado por cada una de las ciudades y así mismo estar alineado con las directrices del gobierno nacional en el marco de los compromisos que tiene respecto a la definición de segundo y tercer uso de las baterías como parte de los instrumentos técnicos y tecnológicos de la estrategia nacional de movilidad eléctrica.
- Estudiar la posibilidad de asignar un sobrecosto al rodamiento de taxis convencionales o una contribución adicional ambiental a los vehículos que no son movilidad sostenible (no necesariamente taxis), para desincentivar su uso y obtener recursos adicionales para los programas de ascenso tecnológicos de taxis. Lo anterior deberá justificarse bajo los beneficios sobre la calidad del aire y la reducción de los impactos en salud pública debidos a la contaminación atmosférica de las ciudades.

Se recomienda revisar la viabilidad y naturaleza jurídica de este sobrecosto para definir las condiciones o esquemas tributarios bajo el cual este aporte sea factible. Esto representa una decisión de ciudad y es muy probable que requiera presentarse a los concejos municipales para obtener la autorización al alcalde, como autoridad en movilidad, para regular el sobrecosto.

- Es competencia de la autoridad de movilidad en las ciudades definir las restricciones de circulación por razones corredores ambientales, como pico y placa, días sin carros o motos, zonas ambientales.
- Se recomienda revisar para las ciudades, con mayor cantidad de taxis y con flota más antigua, la implementación de medidas de pico y placa más estrictas para taxis convencionales (por ejemplo más días a la semana o al mes), de tal forma que esta acción genere un desincentivo para el uso de los vehículos a combustión y una ventaja para vehículos eléctricos al estar exentos de cualquier restricción. El objetivo de esta medida es que sea implementada con previo aviso al sector bajo una proyección temporal (Ej. Esta medida se va a implementar en tres años), de manera que le permita a los agentes del sector tomar la decisión de transformación a vehículo eléctrico previa a la implementación de las medidas. Esto permite definir los condicionantes claros desde un principio y resaltar los beneficios que puede traer la movilidad eléctrica.
- Se recomienda contemplar como parte de la planeación de ciudad y en línea con los planes de mitigación al cambio climático, la implementación de zonas y/o equipamientos y/o corredores cero emisiones en donde se beneficie la movilidad eléctrica. Estas zonas pueden estar determinadas por el alto uso o generación de viajes en taxi, como en los aeropuertos y terminales de las ciudades, y zonas de mayor concentración de emisiones contaminantes, por

ejemplo los centros de las ciudades. Lo anterior, se propone como incentivo ambiental para mejorar la demanda de viajes para vehículos eléctricos.

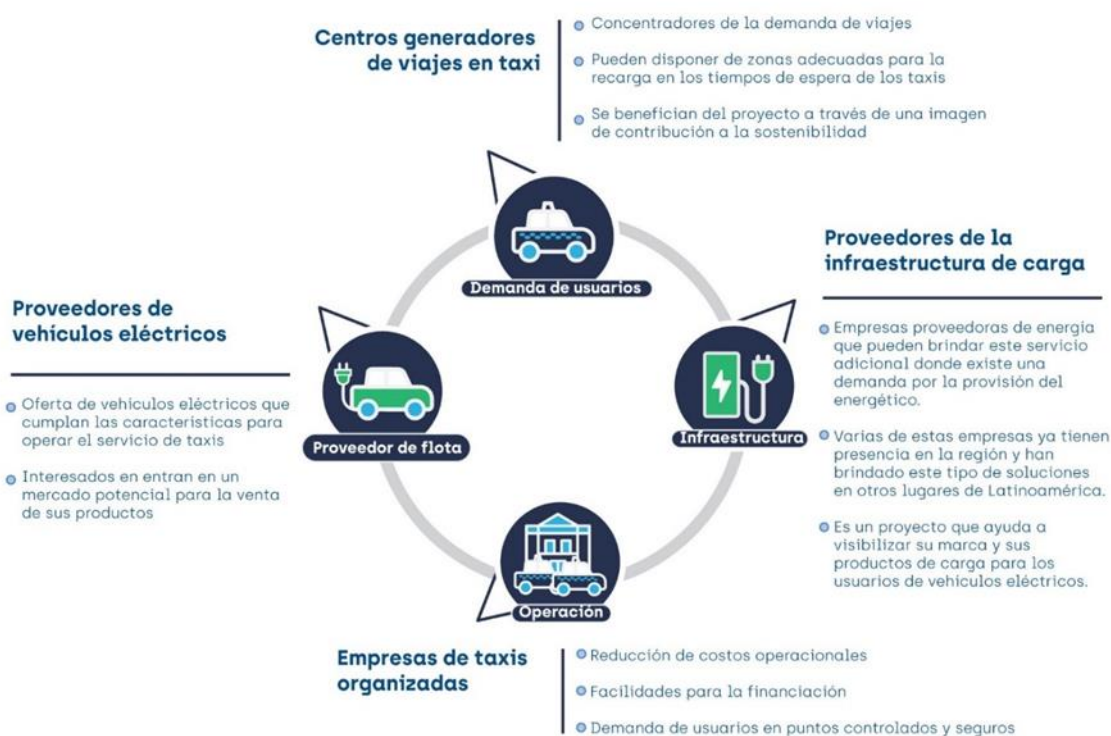
Es importante que la definición de las zonas cero emisiones se justifiquen o soporte bajo estudios técnicos que permitan definir la concentración de partículas o CO₂ y respalde la necesidad de mejorar la calidad del aire.

Se sugiere que los programas de ascenso tecnológico cumplan con un porcentaje de cuotas con vehículos eléctricos en dichas zonas o equipamientos en los primeros años de implementación mientras se realiza la transición.

Igualmente deben ser revisados los incentivos que se darán desde y para estas zonas para promover la transformación del servicio de taxi a vehículos eléctricos.

A continuación se presenta un esquema con las posibles ventajas identificadas para las diferentes partes involucradas:

Figura 11.3: Ventajas asociadas a zonas cero emisiones para taxis eléctricos



Fuente: Steer, 2021

- En la medida en que haya un esquema de estacionamiento en vía debidamente regulado y reglamentado en cada ciudad o área metropolitana, sería deseable brindar beneficios y prioridad a los taxis eléctricos para que sean los únicos que puedan estacionar sin restricciones y evaluar la viabilidad disponer de infraestructura de carga. Esta es una recomendación a tener en cuenta para el mediano y largo plazo, en tanto se implementan estos esquemas.

- Existe un interés de los operadores de red en la masificación de la movilidad eléctrica, debido a la electrificación del transporte mejora la demanda de servicios de energía eléctrica y por tanto, se recomienda realizar alianzas con los distribuidores de energía. Estas alianzas, convenientes para todas las partes, pueden incluir la materialización de incentivos para los propietarios de taxis eléctricos como por ejemplo:
 - un número de recargas iniciales gratis; o
 - un número de recargas gratis al mes o al año; o
 - una recarga gratis por un número de determinado de recargas;
 - apoyo para la cofinanciación en la instalación de cargadores en los domicilios de los taxistas.
- En el marco de los programas de ascenso tecnológico de las ciudades, se recomienda permitir un esquema de incentivos económicos por publicidad en el exterior de los taxis, únicamente para vehículos eléctricos. Lo anterior potenciaría un ingreso adicional para los taxistas que les ayude a equiparar los mayores costos de capital. Se recomienda generar desde las ciudades y entes territoriales las condiciones claras frente a la regulación de la publicidad permitida que puede ser expuesta, así como a los esquemas de contratación de publicidad para mantener anuncios de manera constante por cierto periodo de tiempo. Lo anterior se puede hacer dentro del marco de los beneficiarios de los programas de ascenso tecnológico, mediante licitaciones con grandes agencias de publicidad que garanticen por tiempos específicos avisos publicitarios en toda la flota de taxis eléctricos y que por esto retribuyan un valor por cada vehículo.

Actores involucrados

11.33 Los principales actores que tienen influencia en el desarrollo de este componente son:

- Mesa de tecnologías vehiculares de cero y bajas emisiones para soportar y apoyar la regulación
 - Ministerio de Transporte
 - Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
 - Ministerio de Minas y Energía
 - Unidad de Planeación Minero-Energética UPME
 - Departamento Nacional de Planeación
- Entes territoriales: alcaldes, secretarías de movilidad, concejos o asambleas municipales
- Departamentos – Gobernaciones o áreas metropolitanas
- Servicios Integrales para la movilidad SIM o el que haga sus veces a nivel territorial
- Proveedores de energía eléctrica

Vida útil

11.34 Entendiendo que hoy en día los vehículos del servicio público de transporte individual no cuentan con una definición exacta de vida útil, será necesario la regulación nacional que establezca: 1) La definición explícita de vida útil máxima para los vehículos tipo taxi y ii) La diferenciación de la vida útil de vehículos eléctricos que presten un servicio público individual, brindando beneficio de

extensión en tiempo soportado en las garantías especiales que los fabricantes se comprometen a mantener para vehículos eléctricos.

Recomendaciones para materialización

- 11.35 Por competencia es de resorte del Ministerio de Transporte, junto con la Mesa de tecnologías vehiculares de cero y bajas emisiones: establecer y soportar las condiciones que permitirán regular la vida útil de los vehículos que prestan el servicio de transporte público individual a nivel nacional, sustentado principalmente en dos aspectos:
1. El compromiso y responsabilidad ambiental el cual es determinante para el cumplimiento de las metas establecidas como gobierno nacional para la reducción de emisiones contaminantes, principalmente en flotas de uso masivo de alto movimiento.
 2. En un principio de igualdad respecto con los otros servicios de transporte público en Colombia que si tienen definida la regulación respecto a vida útil como el transporte público de pasajeros y transporte especial.
- 11.36 La ley 1079 de 2015 menciona en el artículo 2.2.1.3.5.1. permanencia de servicio lo siguiente:
- “Permanencia en el servicio. Los vehículos destinados al Servicio Público de Transporte Terrestre Automotor Individual de Pasajeros en Vehículos Taxi deberán permanecer en este servicio por un término no menor de cinco (5) años contados, a partir de la fecha de expedición de la respectiva licencia de tránsito, fecha a partir de la cual, podrán solicitar el cambio de servicio, el cual se tramitará conforme a las disposiciones vigentes sobre la materia y su reposición deberá efectuarse con un vehículo nuevo. En todo caso la autoridad de transporte competente debe verificar el cambio de color del vehículo que sale del servicio.*
- Parágrafo. Adicionado por el Decreto 2297 de 2015, artículo 7º. Los vehículos destinados a la prestación del servicio público de transporte terrestre automotor individual de pasajeros en el nivel de lujo tendrán un máximo de siete (7) años de uso en el servicio, contados a partir de la fecha de expedición de la respectiva licencia de tránsito. Cumplido este término, deberán reponerse los vehículos, cambiar a nivel básico o solicitar el cambio de servicio.”*
- 11.37 De acuerdo con lo anterior se visualizan dos oportunidades:
- i. Que se defina desde la regulación un nivel especial o de lujo a los vehículos cero emisiones
 - ii. Y en línea con lo anterior, que la vida útil para los servicios de lujo cero emisiones sea considerada a partir de los 8 años que se definen para este tipo de vehículos de acuerdo con las garantías de los proveedores.
- 11.38 Adicionalmente si se busca con el programa de ascenso tecnológico la renovación de la flota de taxis, para la reducción de emisiones contaminantes, esto sí y solo si va a dar resultado y beneficios, en la medida en que desde la regulación no se permita o se limite un cambio de servicio a uso particular de acuerdo con lo que menciona el artículo 2.2.1.3.5.1. de la Ley 1079 de 2015. Lo anterior considerando que el cambio de uso restaría los beneficios ambientales que se podrían lograr en el reemplazo.

Actores involucrados

11.39 Los principales actores que tienen influencia en el desarrollo de este componente son:

- Mesa de tecnologías vehiculares de cero y bajas emisiones para soportar y apoyar la regulación
 - Ministerio de Transporte
 - Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
 - Ministerio de Minas y Energía
 - Unidad de Planeación Minero-Energética UPME
 - Departamento Nacional de Planeación
- Garantías: Fabricantes de vehículos

Esquema de desintegración/chatarrización

11.40 Para garantizar el beneficio ambiental que se busca con la incorporación de movilidad eléctrica en el segmento de taxis, las autoridades competentes deberán empezar a estructurar el esquema de disposición final de los vehículos que serán sustituidos por vehículos eléctricos, de tal forma que se logre un reemplazo efectivo de tecnología para lograr una reducción de emisiones y de este modo evitar que los vehículos sigan operando bajo otra modalidad de servicio y en otras jurisdicciones.

11.41 Así mismo, es importante que el gobierno nacional trabaje desde ahora en la política de aprovechamiento y disposición de los vehículos y las baterías asociados a la movilidad eléctrica y que esto sea incluido como parte del esquema integral de desintegración de los vehículos.

Recomendaciones para materialización

- Es importante que desde el gobierno nacional se entreguen los direccionamientos claros de qué va a pasar con los vehículos taxis a combustión que actualmente están en operación y van a entrar a ser parte de los programas de ascenso tecnológico. Lo anterior, porque el panorama es diferente para propietarios que hoy ya operan con un vehículo y quieren hacer la sustitución por uno eléctrico, que para los propietarios nuevos que quieran entrar directamente a la movilidad eléctrica.
- Se recomienda revisar el esquema de derecho de reposición o valor de salvamento del vehículo, lo cual se encontró hoy en día como una gran barrera para la transformación tecnológica, en la medida que existe una incertidumbre muy grande frente al costo del vehículo que se espera recuperar mediante venta del bien al fin de su vida útil. Por lo anterior la regulación de la vida útil es un determinante para establecer los condicionantes del esquema de desintegración.
- En la estructuración, para el cierre financiero de los programas de ascenso, se debe tener en cuenta la pérdida del derecho a reposición y se evalué un esquema de compensación para la sustitución, que esté sujeto a la reposición y chatarrización de los vehículos, atado a la regulación de vida útil definida.
- Como se mencionó anteriormente, será necesario considerar un plan de disposición de segundo uso de las baterías, teniendo en cuenta que su reciclaje o reutilización para otras aplicaciones son los caminos para disponer adecuadamente estos elementos y mitigar la crisis

ambiental. Lo anterior deberá considerar las directrices claras del Gobierno Nacional en el marco de los compromisos que tiene respecto a la definición de segundo y tercer uso de las baterías como parte de los instrumentos técnicos y tecnológicos de la estrategia nacional de movilidad eléctrica.

- Por último, se recomienda utilizar las lecciones aprendidas frente a los procesos de chatarrización de otros segmentos vehiculares, específicamente para buses y camiones en los que ya el gobierno ha adelantado acciones y la experiencia adquirida puede ser clave en la estructuración del esquema direccionado al segmento de taxis.

Actores involucrados

11.42 Los principales actores que tienen influencia en el desarrollo de este componente son:

- Mesa de tecnologías vehiculares de cero y bajas emisiones:
 - Ministerio de Transporte
 - Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
 - Ministerio de Minas y Energía
 - Unidad de Planeación Minero-Energética UPME
 - Departamento Nacional de Planeación
 - Entes territoriales

Desarrollo de capacidades e infraestructura

Infraestructura de carga

11.43 Es indispensable que para la óptima operación de los taxis eléctricos, en el marco de los programas de ascenso tecnológico de las diferentes entidades territoriales, se promueva un despliegue masivo de infraestructura pública de carga. Se debe considerar que los taxis, al ser activos productivos, requieren estar en operación el mayor tiempo posible para garantizar la rentabilidad del negocio y por tanto, el tiempo de carga se convierte en una variable determinante en la operación de cada vehículo.

11.44 Las ciudades y áreas metropolitanas, en cumplimiento del artículo 9 de la ley 1964 de 2021, deberán garantizar la construcción de infraestructura pública mínima de carga rápida. El objetivo será masificar la red de recarga y que brinde la confiabilidad a los actores del sector de transporte público individual y que las reglas de pago y tarifas sean competitivas y estén claramente definidas para los usuarios comunitarios.

Recomendaciones para materialización

- Evaluar para la construcción de la infraestructura de las estaciones de carga pública, mecanismo de asociaciones público-privadas como lo permite la ley mediante convenios entre los gobiernos de las ciudades con proveedores de energía y/o los grandes generadores de viaje, como son: centros comerciales, hospitales, terminales, aeropuertos, estadios, centros de eventos y ferias, etc. Lo anterior con el objetivo de avanzar en el despliegue de infraestructura de carga para garantizar la operación de vehículos eléctricos y especialmente el de taxis eléctricos.

- Los Planes de Ordenamiento Territorial de las entidades territoriales se convierten en el instrumento de planeación que deberá direccionar las condiciones y lineamientos para promover la instalación de infraestructura de carga en los grandes equipamientos generadores de viajes. Las normas definidas para los estacionamientos de dichos equipamientos deberán considerar con obligatoriedad puntos de recarga y permitir que los taxis eléctricos tengan prioridad para su uso.
- Los gobiernos locales deberán priorizar la disposición de electrolineras con puntos de recarga pública en aeropuertos, terminales y establecer las zonas amarillas más importantes de las ciudades y áreas metropolitanas en dónde esto pueda ser implementado.
- Se recomienda reglamentar en los instrumentos de planeación territorial local las zonas amarillas y que estas obligatoriamente cuenten con un diseño que permitan la conexión a la red eléctrica para la correcta instalación de la infraestructura de carga eléctrica.
- El artículo 7 de la Resolución 40223 de 2021 establece que el precio del servicio de carga de vehículos eléctricos o híbridos enchufables en estaciones de carga será fijado de manera libre, con ello se busca que se generen precios competitivos y eficientes para el usuario final. Dado que se eliminó la contribución del servicio de energía para el servicio de carga, se espera que los costos del energético sean muy inferiores a los que implica el combustible fósil. Sin embargo, es importante establecer las reglas de pago claras así como las tarifas para los consumos de carga pública rápida. Del mismo modo y bajo la oportunidad de poder cargar en uso privado en propiedad horizontal, se deberá definir los mecanismos para el cobro y pago de la energía en consumos comunitarios.

Actores involucrados

11.45 Los principales actores que tienen influencia en el desarrollo de este componente son:

- Mesa de tecnologías vehiculares de cero y bajas emisiones:
 - Ministerio de Transporte
 - Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
 - Ministerio de Minas y Energía
 - Unidad de Planeación Minero-Energética UPME
 - Departamento Nacional de Planeación
- Entes territoriales, autoridades municipales, secretarías de movilidad y secretarías de planeación.
- Proveedores y distribuidores de energía
- Sector privado y grandes generadores de viaje (Centros comerciales, hospitales, terminales, etc.)

Capacitación y profesionalización del sector taxista

- 11.46 Existe un amplio desconocimiento respecto a las características técnicas de la nueva tecnología relacionadas con costos de inversión, autonomía y desempeño, así como a los indicadores de operación relacionados con tiempos y costo de la carga y el mantenimiento. Estos aspectos son relevantes en la comparación de beneficios económicos que determinan la decisión de compra de un vehículo para servicio de taxi
- 11.47 Por lo anterior es muy importante que desde el nivel nacional y local se trabajó en la conformación de alianzas entre la industria, la academia y el Estado a través de las entidades que

promueven la formación técnica y tecnológica, la masificación de las redes de carga y mantenimiento y los avances en tecnología e innovación. Lo anterior para formar el capital humano e industrial que desarrolle las competencias técnicas que se requieren para el encadenamiento productivo que genera este segmento.

- 11.48 Esta estrategia no solo implica un enfoque frente a renovación de flota más limpia, sino también una renovación del sector para trabajar un esquema más profesionalizado que permita mejorar el servicio y generar un valor agregado buscando de este modo la credibilidad del servicio sobre la demanda, en la medida en que se garantice seguridad y comodidad y beneficios de sostenibilidad.

Recomendaciones para materialización

- Generar una cadena de capacidades nacionales para la profesionalización y capacitación del sector taxista frente a la movilidad eléctrica sustentado en la Ley 1079 de 2015 en su artículo 2.2.1.3.9.1. donde hace referencia al desarrollo de competencias para conductores del sector taxista.
 - “...Programa de formación para el desarrollo de competencias para conductores. El Ministerio de Transporte en coordinación con el SENA, diseñará, desarrollará y promoverá la formación basada en competencias para conductores de servicio público de transporte terrestre automotor individual de pasajeros en vehículos taxi, con el fin de promover que este servicio se brinde con los mejores estándares de calidad y seguridad de los conductores y terceros”.

Estas capacitaciones deberán estar dirigidas con mayor prioridad a propietarios o sujetos de adquisición sobre la tecnología eléctrica y realizarse de manera continua para poder involucrar a más beneficiarios con estos programas.

Será función de las entidades territoriales crear líneas de colaboración y capacitación para trabajar por la profesionalización del sector con el objetivo de generar mayor confianza en la nueva tecnología y aprovechar la eficiencia energética de los vehículos eléctricos para lograr los beneficios esperados. Adicionalmente, será responsabilidad de las ciudades visibilizar y socializar públicamente los beneficios a todos los usuarios.

Las temáticas de estas capacitaciones deberán incluir:

- Condiciones técnicas de vehículos eléctricos: diferencias respecto de los convencionales en estructura, operación, mantenimiento, rendimiento, economía, ruidos, emisiones contaminantes, y resolución de dudas.
 - Eco-conducción
 - Mecánica automotriz para vehículos eléctricos
 - Servicio al cliente
- Trabajar desde las ciudades y áreas metropolitanas en alianzas con proveedores de vehículos para hacer campañas o ferias de exposición de la tecnología eléctrica, para brindar toda la información necesaria frente a los vehículos y permitir la realización de pruebas de manejo (test-drive) a los taxistas para darles la seguridad y garantía de funcionamiento.
 - Promover el desarrollo nacional de las actividades relacionadas con la posventa de taxis eléctricos tal como mantenimiento especializado y rutinario de vehículos para contribuir con las restricciones asociadas a la oferta de servicios y la confianza frente al respaldo

técnico en esta tecnología. Este punto adicionalmente les suma beneficios a las entidades territoriales como productividad, empleo, e impulso a la actividad económica.

Actores involucrados

11.49 Los principales actores que tienen influencia en el desarrollo de este componente son:

- Mesa interinstitucional de transporte sostenible:
 - Ministerio de Transporte
 - Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
 - Ministerio de Minas y Energía
 - Unidad de Planeación Minero-Energética UPME
 - Departamento Nacional de Planeación
- Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación
- Entes territoriales
- SENA/Universidades
- Fabricantes de vehículos
- Distribuidores de energía

Promoción de la tecnología

11.50 Se requiere una estrategia de divulgación y reconocimiento para todos los agentes de la cadena del sector de transporte público individual de pasajeros (empresas afiliadoras, administradoras, propietarios, conductores y usuarios), con el objetivo de informar sobre las condiciones técnicas de la nueva tecnología, desmitificar creencias sobre las condiciones de rendimiento y autonomía, y generar una promoción asertiva de los beneficios ambientales y operativos de la prestación del servicio de taxi en vehículos eléctricos.

Recomendaciones para materialización

- Será importante, desde cada uno de los gobiernos locales, reconocer y visibilizar públicamente a los actores que se incorporen a los programas de transformación de la flota hacia vehículos eléctricos, con el objetivo de reconocer el valor y la importancia que el taxista cero emisiones tiene en el logro de los objetivos de descontaminación de las ciudades. Por tanto, se sugiere revisar esquemas de retribución o premiación que reconozca los esfuerzos, eso se puede dar a través de:
 - Sellos o premios
 - Certificados como taxista cero emisiones
 - Incentivos temporales de prioridad para acceder a algunos servicios o beneficios de la, por ejemplo, filas o turno prioritarios para trámites, campañas de salud, eventos culturales, etc.
 - Cursos gratis o a mitad de precio sobre capacitaciones en mecánica a través del SENA
- Por otro lado se recomienda que los gobiernos locales busquen a través de alianzas con los fabricantes de los vehículos dentro de los programas de ascenso, la prestación de los servicios de telemetría para los vehículos eléctricos tipo taxi que entren a operar. El objetivo será consolidar la centralización de datos a través de una plataforma que permita:
 - Recopilar datos de operación y desempeño de los vehículos operando

- Informar a propietarios activos de vehículos eléctricos y compradores potenciales sobre los beneficios operacionales de los vehículos
- Medir indicadores de desempeño y hacer seguimiento de beneficios ambientales
- Brindar asistencia en caso de negocio específico para cada ciudad
- Contador de emisiones evitadas en cada carrera
- Calculadora de beneficios para los sujetos de adquisición

Toda esta información permitirá tener una retroalimentación constante de datos por parte de las entidades territoriales, que permitirá mantener actualizados a los propietarios y conductores, así como a los usuarios de los servicios de taxi en la medida en que estos datos se reflejen en las aplicaciones de viajes.

Así mismo, al ser publicada la información de los datos analizados por parte de las entidades territoriales, permitirá visibilizar los servicios con taxis eléctricos y resaltar sus beneficios como estrategia para una mayor atracción de demanda.

En la medida en que las diferentes entidades territoriales vayan incorporando esta sistematización dentro de sus prácticas se pueden generar campañas o reconocimientos nacionales de emisiones evitadas por el sector de transporte público individual de taxis.

Actores involucrados

11.51 Los principales actores que tienen influencia en el desarrollo de este componente son:

- Mesa de tecnologías vehiculares de cero y bajas emisiones:
 - Ministerio de Transporte
 - Ministerio de Ambiente y Desarrollo Social
 - Ministerio de Minas y Energía
 - Unidad de Planeación Minero-Energética UPME
 - Departamento Nacional de Planeación
- Entes territoriales
- SENA/Universidades
- Fabricantes de vehículos
- Distribuidores de energía
- Empresas de taxis y aplicaciones
- Grandes empresas de publicidad

Referencias

- Alcaldía de Medellín. (2021). *Resolución 201950103953 de 2019*.
- Alcaldía de Mosquera. (2021). *Decreto 002 de 2019*. Mosquera.
- Alcaldía de Santiago de Cali. (2021). *Decreto 4112010200176 de 2018*.
- Alcaldía de Soacha. (2021). *Decreto 74 de 2014*. Soacha.
- Alcaldía Mayor de Bogotá, D.C. (1993). *DECRETO 613 DE 1993*. Bogotá. Obtenido de <https://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=1914>
- Alcaldía Mayor de Bogotá, D.C. (2003). *Decreto 519 de 2003*.
- Alcaldía Mayor de Bogotá, D.C. (2006). *Decreto 260 de 2006*.
- Alcaldía Mayor de Tunja. (2018). *Decreto 68 de 2018*. Tunja.
- Alcaldía Municipal de Sincelejo. (2015). *Estudio sobre la oferta y demanda del sector del taxi en la ciudad de Sincelejo*. Sincelejo.
- Alcaldía Municipal de Sincelejo. (2018). *Decreto 409 de 2018*. Sincelejo.
- Andemos. (2021). *Informe Interactivo Sector Automotor*.
- Área Metropolitana del Valle de Aburrá. (2017). *Encuesta de Origen - Destino*.
- Asociación Nacional de Movilidad Sostenible. (2021). *Informe Interactivo Sector Automotor - Matrículas Nuevas Vehículos y Motos*. Obtenido de <https://datastudio.google.com/u/0/reporting/832d7738-08f7-4e3a-8843-65d4a746cfcc/page/PuSqB>
- Banco Interamericano de Desarrollo. (s.f.). *Transición energética: un legado para el presente y el futuro de Colombia*.
- Congreso de Colombia. (1993). *Ley 105 de 1993*.
- Congreso de Colombia. (1996). *Ley 336 de 1996*.
- Consejo Privado de Competitividad. (2019). *Confiabilidad, cobertura y calidad del servicio de energía*. Obtenido de https://compite.com.co/blog_cpc/confiabilidad-cobertura-y-calidad-del-servicio-de-energia/
- Consorcio Usane. (10 de 12 de 2019). *Establecer Recomendaciones en Materia de Infraestructura de Recarga para la Movilidad Eléctrica en Colombia para los Diferentes Segmentos: Buses, motos, taxis, BRT*. Bogotá, Colombia. Obtenido de

https://www1.upme.gov.co/DemandaEnergetica/Consortio_Usaene_sumatoria_producto_3_estaciones_de_cargaVF.pdf

DANE. (2019). *Censo 2019*.

Ecopetrol. (08 de 06 de 2021). *Especificación Técnica del Catálogo de Productos de Ecopetrol S.A.*

El Tiempo. (2013). *Bogotá tendrá 45 'zonas amarillas' para coger taxis de forma segura*. Bogotá.

Electromaps. (24 de 10 de 2021). *Listado de puntos de recarga en Colombia*. Obtenido de Electromaps: <https://www.electromaps.com/puntos-de-recarga/colombia>

Espinoza Sibri, V. G., Ortega Lema, E. P., & Sancho Carchipulla, M. V. (2012). *Estudio de la vida útil de los vehículos desde la perspectiva de la gestión de mantenimiento del transporte público modalidad taxis de la ciudad de Cuenca*. Cuenca: Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca.

International Energy Agency. (2021). *Global EV Outlook 2021*. IEA.

International Sustainable Systems Research Center. (2010). *International Vehicle Emission Model*. Obtenido de <http://www.issrc.org/ive/>

IPCC. (2000). *METHODOLOGICAL CHOICE AND RECALCULATION*. Obtenido de IPCC: https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gp/english/7_Methodological.pdf

IPCC. (4 de 06 de 2018). *Glossary*. Obtenido de IPCC: https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/11/sr15_glossary.pdf

ISSRC. (2008). *International Sustainable Systems Research Center. Manual del Usuario del Modelo IVE*. Versión 2.0.

Minambiente. (2017). *Guía para la elaboración de inventarios de emisiones atmosféricas*. Bogotá D.C.

Ministerio de Energía - Gobierno de Chile. (2021). *Etiqueta de Eficiencia Energética*. Obtenido de Consumo Vehicular: <http://www.consumovehicular.cl/comparador#/>

Ministerio de Minas y Energía . (2021). *Transición energética: un legado para el presente y el futuro de Colombia*.

Ministerio de Transporte de Colombia. (2001). *Decreto 172 de 2001*.

Ministerio de Transporte de Colombia. (2015). *Decreto 1079 de 2015*.

Ministerio de Transporte de Colombia. (2021). *Registro Nacional de Automotores*.

Naturgas. (s.f.). *Visión sectorial del gas natural en Colombia. Documento extendido*.

Poder Público - Rama Legislativa. (2002). *Ley 769 de 2002*.

Rodríguez Valencia, Á., & Acevedo Bohórquez, J. (2012). *¡Taxi! El modo olvidado de la movilidad en Bogotá*. Bogotá: Universidad de los Andes.

- Secretaría de Movilidad - Dirección de Planeación y Prospectiva. (2021). *Estudio técnico para el incremento tarifario del servicio público de transporte terrestre automotor individual de pasajeros de la ciudad de Villavicencio*.
- Secretaría de Movilidad de Sincelejo. (2021). *Base de información registro automotor de taxis*. Sincelejo.
- Secretaría de Movilidad de Soacha. (2021). *Base de datos de taxis 2021*. Soacha.
- Secretaría de Movilidad del Municipio de Santiago de Cali. (2015). *Documento de Soporte para la adopción de medidas de ordenamiento del tránsito*.
- Secretaría de Tránsito y Transporte. (2020). *Estructura de costos servicio de transporte público individual en vehículo tipo taxi*. Armenia.
- Secretaría de Tránsito y Transporte de Tunja. (2018). *Estimación de la tarifa técnica para el servicio de transporte público individual y colectivo urbano - Tunja 2018*. Tunja.
- Secretaría de Tránsito y Transporte de Tunja. (2021). *Registro de Automotores Tipo Taxi*. Tunja.
- Secretaría de Tránsito y Transporte del Municipio de Montería. (2019). *Cálculo tarifa técnica para el servicio público de transporte individual para el municipio de Montería*. Montería.
- Secretaría de Tránsito y Transporte Municipal de Facatativá. (2018). *Estudio de Costos de Servicio de Transporte Público Municipal de Pasajeros*. Facatativá.
- Secretaría Distrital de Movilidad. (2019). *Encuesta de Movilidad*.
- Secretaría Distrital de Movilidad. (2020). *Cálculo de la tarifa técnica para el servicio público de transporte individual para Bogotá D.C. 2020*. Bogotá.
- Secretaría Distrital de Movilidad. (2020). *Caracterización del servicio público de transporte terrestre automotor individual en Bogotá*. Bogotá.
- Secretaría Distrital de Movilidad. (2020). *SIM*. Bogotá.
- Steer. (2020). *Realizar un estudio que permita identificar las clases de vehículos y modalidades de transporte susceptibles de realizar el ascenso tecnológico hacia tecnologías de cero y bajas emisiones a nivel nacional*. Bogotá: Unidad de Planeación Minero-Energética UPME.
- Unidad de Planeación Minero Energética - UPME. (2019). *Plan Energético Nacional 2020 - 2050. La transformación energética que habilita el desarrollo sostenible*.
- Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. (2012). *Caracterización de la Movilidad*. Tunja.
- University College London - Universidad de Los Andes. (2013). *Marco teórico de contaminación atmosférica en Colombia*. Bogotá.
- UPME. (2018). *Índice de cobertura de energía eléctrica - ICEE*. Unidad de Planeación Minero-Energética.
- UPME. (2018). *Primer balance de Energía Útil para Colombia y Cuantificación de las Perdidas energéticas relacionadas y la brecha de eficiencia energética*. Bogotá.

USAENE-SUMATORIA. (2019). *Establecer Recomendaciones en Materia de Infraestructura de Recarga para la Movilidad Eléctrica en Colombia para los Diferentes Segmentos: Buses, motos, taxis, BRT*. Bogotá: Unidad de Planeación Minero-Energética .

Vanti. (2021). *Simulador de ahorro GNV*. Obtenido de <https://www.grupovanti.com/gas-natural-vehicular-gnv/instala-gas-natural-vehicular/simulador-de-ahorro-gnv/>

WWF. (2020). Proyecto de soporte NAMA para construir un entorno regulatorio y de mercado que permita desarrollar la movilidad eléctrica en Colombia.

HOJA DE CONTROL

Preparado por

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

Preparado para

Unidad de Planeación Minero-Energética – UPME
Calle 26 #69D-91, Torre 1 Piso 9, Bogotá D.C. Colombia

Nº Proyecto/propuesta Steer

Nuestra ref: 24058101

Referencia cliente/nº proyecto

Cliente ref: Contrato No 059-2021

Autor

Ana Cruz
Diana Martínez
Catalina Vargas
Rutty Ortiz

Revisor/autorizador

Enrique Hernández

Otros colaboradores

Germán Lleras
Nataly Sáenz

Distribución

Cliente: Julieth García Steer:

Versión

1

Fecha

Noviembre de 2021

