



Entregable 4.3 (Avance Final)

Guía Metodológica

Selección #CO-T1501-P003

Estructuración de un programa piloto para la transformación de la flota oficial de orden nacional a tecnologías de cero y bajas emisiones

Preparado para:



BID

Banco Interamericano
de Desarrollo

Entregable 4.3 – Guía Metodológica / VERSIÓN FINAL

Estructuración de un programa piloto para la transformación de la flota oficial de orden nacional a tecnologías de cero y bajas emisiones

Documento elaborado por:

HINICIO

Carrera 12a #78-40

Oficina 04 101

Bogotá, Colombia

Punto de contacto

Patrick Maio

CEO

+54 911 3646 3219

patrick.maio@hinicio.com

Pilar Henríquez

Senior Consultant

+56 9 7989 7504

pilar.henriquez@hinicio.com

2021

CONTENIDOS

1	CONTEXTO Y OBJETIVOS DE LA GUÍA.....	5
1.1	OBJETIVO DE LA PRESENTE GUÍA METODOLÓGICA.....	5
1.2	¿QUÉ ENCONTRARÁS EN ESTA GUÍA?	6
2	TECNOLOGÍAS DISPONIBLES DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS	7
2.1	FUNCIONAMIENTO DE VEHÍCULOS CON MOTOR A COMBUSTIÓN.....	7
2.2	FUNCIONAMIENTO DE VEHÍCULOS CON MOTOR ELÉCTRICO.	8
2.3	FUNCIONAMIENTO DE VEHÍCULOS HÍBRIDOS.	9
2.4	TECNOLOGÍAS DISPONIBLES DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS EN COLOMBIA.....	11
2.5	MERCADO DE VEHÍCULOS DE CERO Y BAJAS EMISIONES EN COLOMBIA.....	13
2.6	SUPERACIÓN DE ASIMETRÍAS DE LA INFORMACIÓN	17
2.7	RESUMEN DEL CAPÍTULO.	19
3	¿CÓMO EVALUAR LAS OPCIONES DE REEMPLAZO DENTRO DE MI ENTIDAD?.....	21
3.1	PASO 1: CONOCER LA FLOTA ACTUAL.	22
3.2	PASO 2: OPTIMIZAR USO DE LOS VEHÍCULOS.	27
3.3	PASO 3: ¿CÓMO EVALUAR LAS OPCIONES DE REEMPLAZO DE LA FLOTA VEHICULAR?	31
3.4	PASO 4: INTERPRETAR RESULTADO, COMUNICAR A LOS TOMADORES DE DECISIÓN E ITERAR.	35
3.5	PASO 5: LAS CONSIDERACIONES PARA LA INFRAESTRUCTURA DE RECARGA ELÉCTRICA.....	36
3.6	MENSAJES ADICIONALES.....	42
4	PROCESO DE COMPRA PÚBLICA.....	47
4.1	ROL DE COLOMBIA COMPRA EFICIENTE.	47
4.2	PROCESO PARA LA COMPRA DE VEHÍCULOS DE CERO Y BAJAS EMISIONES.	51
4.3	RECOMENDACIONES ADICIONALES.	53
5	PLAN DE DESINTEGRACIÓN VEHICULAR	56
5.1	PROCESO DE DESINTEGRACIÓN/CHATARRIZACIÓN DE VEHÍCULOS	56
5.2	PROCESO DE ENAJENACIÓN O VENTA DE VEHÍCULOS.....	61
	OTRA ALTERNATIVA DE ENAJENACIÓN	64
6	MONITOREO DE LAS FLOTAS PARA OPTIMIZAR BENEFICIOS	65

6.1. LO QUE NO SE MIDE, NO SE CONTROLA.....	65
6.2. SISTEMA DE MONITOREO, REPORTE Y VERIFICACIÓN.....	68
6.3. ¿QUÉ HACER CON LAS MEDICIONES?	71

Tabla de Abreviaturas

BEV	Battery Electric Vehicle (Vehículo eléctrico a batería)
CCE	Colombia compra eficiente
CO	Monóxido de Carbono
CO₂	Dióxido de carbono
CTP	Costo Total de Propiedad
CTP	Costo Total de Propiedad
E-REV	extended range electric vehicle (Vehículo eléctrico con rango extendido)
FC	Fuel cell (Celda de combustible)
FCEV	Fuel cell electric (Vehículo eléctrico con celda de combustible)
GEI	Gases de Efecto Invernadero
GNV	Gas Natural Vehicular
HEV	Hybrid Electric Vehicle (Vehículo híbrido eléctrico)
ICE	Internal Combustion Engine (Vehículo a combustión interna)
MHEV	Mild hybrid electric vehicle
MRV	Medición Reporte y Verificación
NMVO	Compuestos orgánicos volátiles distintos al metano
NMVO	Non-methane volatile organic compound (Compuesto orgánico volátil sin metano)
NO_x	Óxidos de nitrógeno
PHEV	Plug-in Hybrid Electric Vehicle (Vehículo híbrido eléctrico enchufable)
PM_{2.5}	Material particulado respirable de 2.5 micras
PND	Plan nacional de desarrollo
RUNT	Registro único nacional de tránsito
SO₂	Dióxido de azufre
UPME	Unidad de planeación Minero-energética
VE	Vehículos eléctricos

1 Contexto y Objetivos de la Guía

Colombia viene impulsando y promoviendo la adopción de vehículos eléctricos como parte de su transición hacia la movilidad sostenible y reducción de sus emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). Este impulso se da dentro de un marco político y estratégico nacional conformado por:

- ➔ **Compromiso de Colombia de reducir las emisiones de GEI en un 51%** respecto de las emisiones proyectadas al 2030, según la Ley 1844 donde se aprueba el Acuerdo de París (Gobierno de Colombia, 2020).
- ➔ **Plan Nacional de Desarrollo (PND)** que impulsa el uso de energías renovables no convencionales y la eficiencia energética en el sector transporte.
- ➔ **Estrategia Nacional de Movilidad Eléctrica**, donde se promueve la electrificación del sector transporte, debido a las contribuciones de este en el alto consumo de combustibles fósiles.
- ➔ **Ley 1964 que promueve el uso de vehículo eléctricos en Colombia**, y en el caso particular de entidades públicas, exige una cuota de **30% de la flota con vehículos de cero y bajas emisiones al 2025**.

En este contexto de fomento a la movilidad eléctrica en Colombia, la Unidad de Planeación Minero-Energética (UPME) ha desarrollado una cooperación técnica con apoyo del Banco Interamericano de Desarrollo (BID) cuyo principal objetivo fue estructurar un programa piloto que permitiera definir un procedimiento para la adquisición de vehículos cero y bajas emisiones para las **entidades de orden nacional y territorial**, bajo un criterio de eficiencia económica y racionalidad del gasto. De esta forma, se espera que la ejecución de esta cooperación técnica le permita al Gobierno nacional cumplir con las metas de la Ley 1964 de 2019, sustentado sus decisiones de reemplazo de la flota vehicular en un análisis costo-beneficio que incorpore ganancias en eficiencia energética y beneficios ambientales.

1.1 Objetivo de la presente guía metodológica

Dentro de la cooperación técnica mencionada, se ha desarrollado la presente **Guía Metodológica** cuyo propósito es **orientar y brindar herramientas a las entidades de orden nacional y territorial para la identificación de sus oportunidades de adopción de vehículos de cero y bajas emisiones**, conforme se los exige la Ley 1964. Esta guía recoge los aspectos metodológicos más relevantes que fueron desarrollados en la estructuración del piloto y que agregarán valor a la toma de decisiones por parte de las entidades públicas, acelerando la transición a la movilidad eléctrica con argumentos objetivos y cuantificados.

1.2 ¿Qué encontrarás en esta guía?

La presente **Guía Metodológica** está orientada a los tomadores de decisiones y equipos técnicos dentro de las entidades públicas de orden nacional y territorial que **tienen a cargo los procesos de compra, gestión y operación de las flotas**. En este sentido, los contenidos desarrollados permitirán entender, paso a paso, cómo evaluar la integración de tecnologías de cero y bajas emisiones (ver Figura 1).

Figura 1 Resumen de principales contenidos de la Guía Metodológica

	CAPÍTULO 2 TECNOLOGÍAS DISPONIBLES DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS	<ul style="list-style-type: none">➤ Descripción de las tecnologías de interés (cero y bajas emisiones)➤ Desarrollo del mercado de vehículos eléctricos en Colombia➤ Mitos respect de la tecnología
	CAPÍTULO 3 ¿CÓMO EVALUAR LAS OPCIONES DE REEMPLAZO DENTRO DE MI ENTIDAD?	<ul style="list-style-type: none">➤ Descripción de esquema metodológico basado en 5 pasos➤ Definición del concepto de Costo Total de Propiedad (CTP)➤ Presentación de la herramienta de cálculo de CTP para evaluar opciones de reemplazo bajo criterio ambiental o criterio económico
	CAPÍTULO 4 PROCESO DE COMPRA PÚBLICA	<ul style="list-style-type: none">➤ Descripción de proceso de compra de vehículos de cero y bajas emisiones desde la Plataforma Colombia Compra Eficiente.➤ Otras alternativas de compra, ventajas y desventajas
	CAPÍTULO 5 PLAN DE DESINTEGRACIÓN VEHICULAR	<ul style="list-style-type: none">➤ Descripción de procesos a realizar con las flotas de vehículos a ser reemplazados➤ Chatarrización como prioridad para sacar de circulación vehículos ineficientes➤ Enajenación ¿cuándo esta opción presenta oportunidades en un contexto en Colombia que busca ser más eficiente en el transporte?
	CAPÍTULO 6 MONITOREO DE LAS FLOTAS PARA OPTIMIZAR BENEFICIOS	<ul style="list-style-type: none">➤ La importancia de medir para poder gestionar operación y sacar el mejor provecho a la tecnología➤ Escalar la adopción tecnológica requiere de datos para perfilar decisiones objetivas

Fuente: elaboración propia

Para 2019, en Colombia existían del orden 71,400 vehículos pertenecientes a entidades públicas de orden nacional y territorial (Steer-UPME, 2019), estimándose que al 2025 deberán existir en circulación alrededor de 21,400 vehículos de cero y bajas emisiones para este tipo de entidades. Por lo tanto, el llamado es a **evaluar de forma temprana la oportunidad de electrificar la flota por medio de esta Guía Metodológica** y evitar mantener el paradigma de compra de vehículos a combustión debido a un menor costo de inversión sino más bien enfocar los esfuerzos en reducir la participación del sector transporte en las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) de Colombia, correspondiente al 10 % del total del país (IDEAM, 2016). La ambición del país es clara en cuanto a reducir las emisiones de GEI y hacer el sector transporte más eficiente, y por tanto, las entidades de orden nacional y territorial tienen la oportunidad de dar el ejemplo, estimular desde la demanda todo el ecosistema y a través de su experiencia poder motivar a múltiples actores a la adopción masiva de la electromovilidad.

2 Tecnologías disponibles de vehículos eléctricos

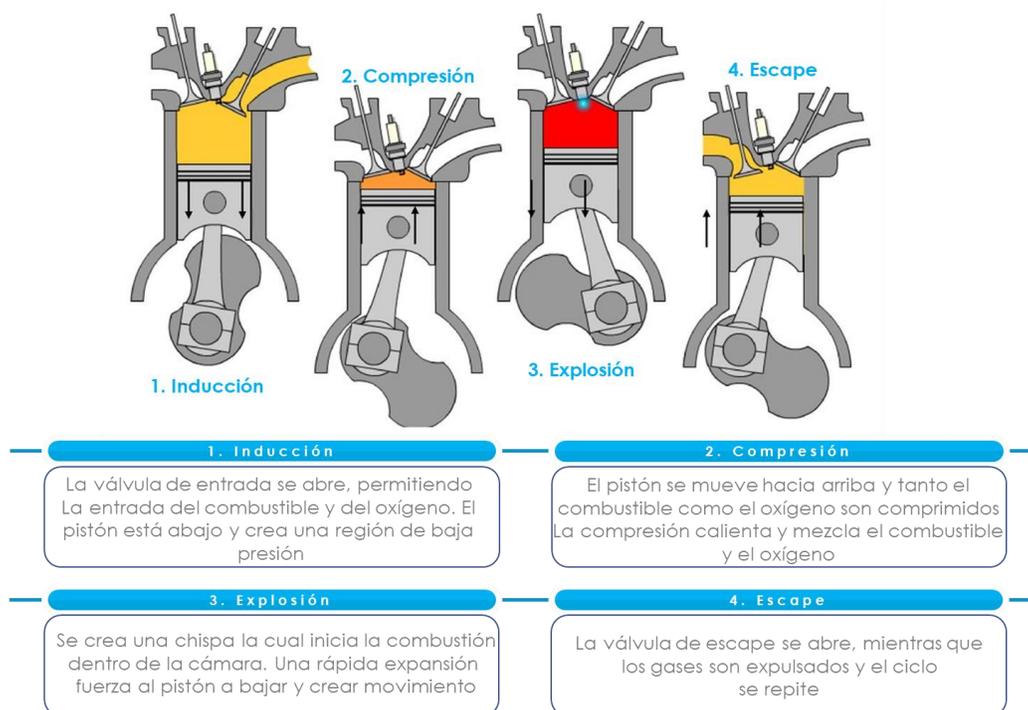
De manera general, los vehículos disponibles comercialmente a nivel mundial pueden ser clasificados tecnológicamente en tres grupos: vehículos con **motor a combustión interna**, vehículos con **motor eléctrico** y **vehículos híbridos**: poseen motor a combustión y motor eléctrico (UPME, 2020). Esta clasificación se realiza a partir de los tipos de motores o sistemas de propulsión que cada tecnología emplea. Para entender cada una de estas tecnologías resulta útil describir brevemente el funcionamiento de cada una de ellas.

2.1 Funcionamiento de vehículos con motor a combustión.

Este tipo de vehículos basan su funcionamiento en la explosión controlada de combustibles. Esta explosión, necesita de aire que se admite desde el medio ambiente, y tiene lugar en los pistones del motor.

La explosión del combustible libera energía, la cual es capaz de generar trabajo, es decir, en movimiento. De manera ilustrativa, la Figura 2 muestra el proceso de combustión en el pistón y la manera en que éste genera movimiento para luego ser aprovechado en la locomoción del vehículo.

Figura 2 - Funcionamiento de motor con ciclo de cuatro tiempos.

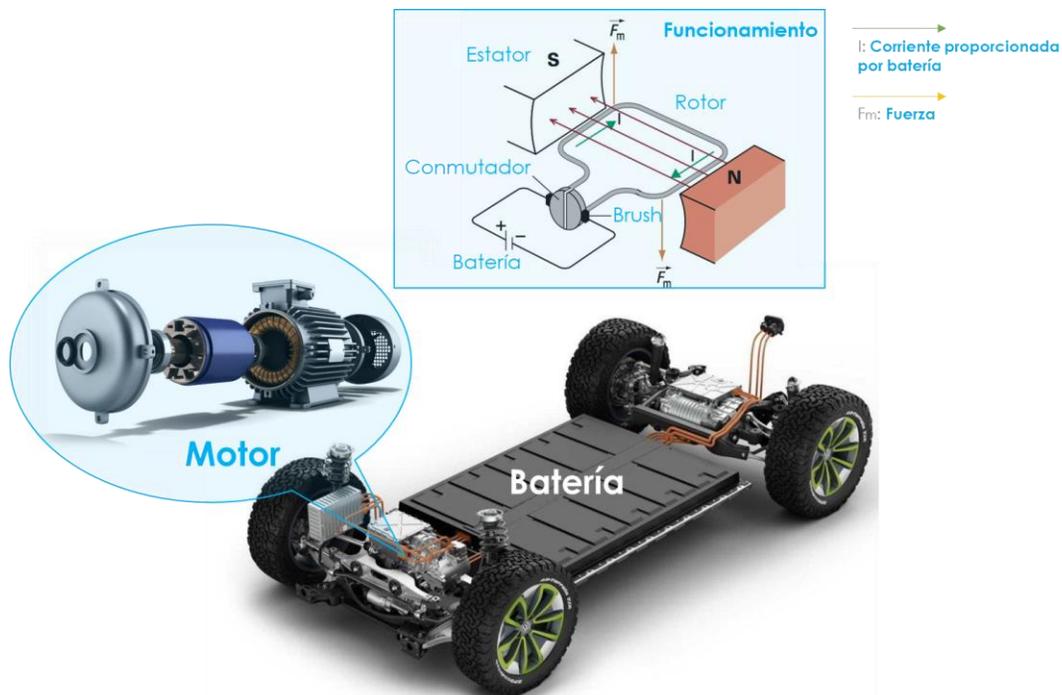


Fuente: Inicio

2.2 Funcionamiento de vehículos con motor eléctrico.

El motor eléctrico tiene como principio de funcionamiento fenómenos electromagnéticos que transforman la energía eléctrica en energía mecánica. La fuerza o par de torsión del motor eléctrico se fundamenta en la ley de Lorentz en la cual se manifiesta de forma implícita, la relación entre el par motor y el flujo de corriente eléctrica. Debido a la relación anterior, se hace necesario crear un **flujo de electricidad** a través del motor (en el rotor) el cual tiene como origen un **banco de baterías** que suele estar ubicado en el chasis del vehículo. En la Figura 3, se muestra la estructura básica de un motor eléctrico con su banco de baterías, lo que se denomina vehículo eléctrico a baterías (*battery electric vehicle* o BEV, por su sigla en inglés). Es importante mencionar que los BEV recargan el banco de batería con **electricidad proveniente de la red eléctrica** y, además, son capaces de **regenerar energía eléctrica a través del frenado**, energía que comúnmente se pierde en los vehículos a combustión en forma de calor (Electrek, 2018).

Figura 3 - Funcionamiento de un vehículo con motor eléctrico.



Fuente: Inicio

En un vehículo con motor eléctrico el flujo de electricidad puede provenir también de una celda de combustible (*fuel cell* o FC, por sus siglas en inglés) de hidrógeno (H_2). Las **FCs tienen la capacidad transformar el H_2 en electricidad a través de un proceso electroquímico** en que el gas de hidrógeno (almacenado en el vehículo) y oxígeno (que se admite desde la atmósfera) atraviesan la FC generando como productos de la reacción: corriente eléctrica, vapor de agua y temperatura.

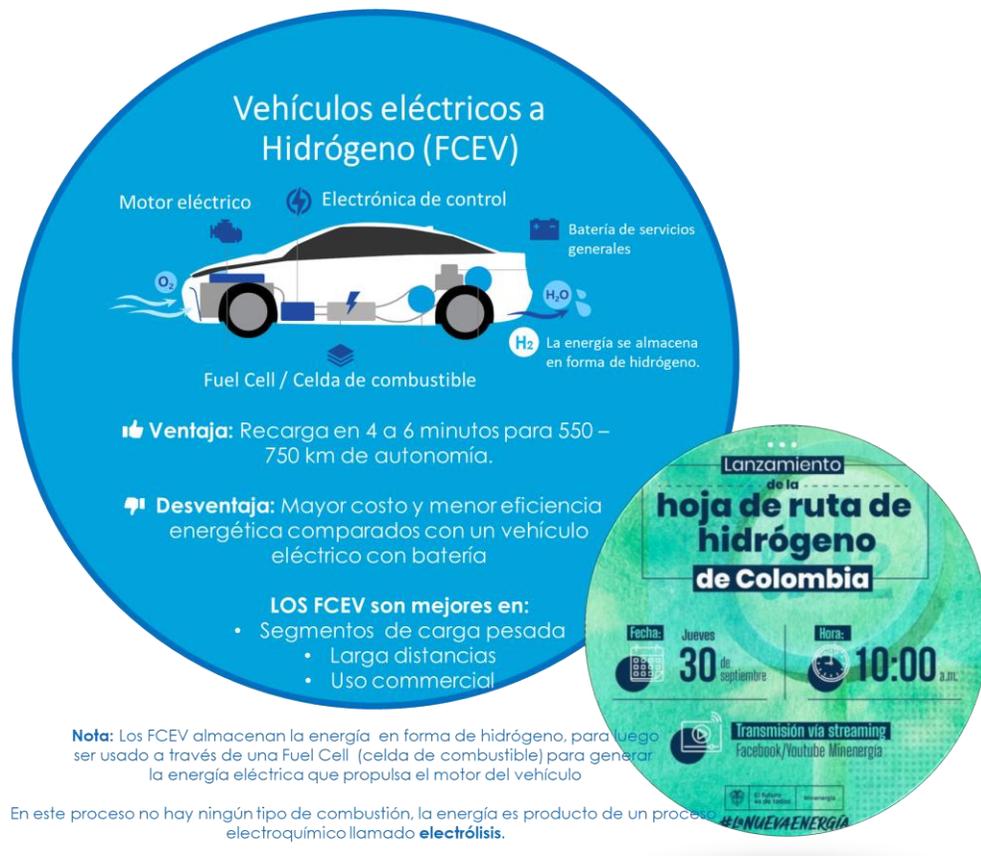
Entregable 4.3 – Guía Metodológica / VERSIÓN FINAL

Estructuración de un programa piloto para la transformación de la flota oficial de orden nacional a tecnologías de cero y bajas emisiones

En Colombia, según la resolución 40177 del 2020 (Ministerio de minas y energía, 2020), el gobierno declaró al H₂ como un energético de cero emisiones, por lo tanto, los vehículos eléctricos con celda de combustible (*fuel cell electric vehicle* o FCEV, por su sigla en inglés), al igual que los BEV, son tecnologías con cero emisiones de movilidad.

Debido a que el gobierno colombiano ha invertido esfuerzos en crear una hoja de ruta de hidrógeno, la Figura 4 muestra una perspectiva general de como este combustible de cero emisiones, puede alimentar vehículos con celda de combustible, o también conocidos por sus siglas en inglés como FCEV. La hoja de ruta de hidrógeno de Colombia pronostica que el sector transporte será el responsable del 6% (9 kton H₂) del consumo de este vector energético en el país a 2030, y del 64 % (1,184 kton H₂) a 2050. Esto supone que el uso del hidrógeno en el transporte está contemplado a ser una opción para descarbonizar el transporte a mediano y largo plazo (i-deals, 2021).

Figura 4 Esquema de funcionamiento de un FCEV (vehículo eléctrico con celda de combustible)



Fuente: Inicio

2.3 Funcionamiento de vehículos híbridos.

En esta clasificación se incluyen todos aquellos vehículos que funcionan con una combinación entre **un motor a combustión interna y un motor eléctrico**. Los vehículos híbridos almacenan la energía del frenado en sus baterías (concepto de freno

regenerativo), como también pueden usar la energía eléctrica de la red, dependiendo de su tecnología. Por otra parte, debido a las diversas configuraciones que se pueden realizar entre estos dos tipos de motores, han surgido en la industria un abanico de posibilidades, tales como:

MHEV (mild hybrid electric vehicle): Un motor eléctrico apoya al motor de combustión en momentos específicos con el propósito de mejorar la eficiencia conjunta del vehículo. En esta configuración, el motor eléctrico es incapaz de impulsar al vehículo por sí solo.

HEV (hybrid electric vehicle): En esta configuración, el vehículo cuenta con dos fuentes de propulsión, un motor a combustión y un motor eléctrico con batería. En los arranques, el vehículo emplea en su preferencia al motor eléctrico, una vez el vehículo alcanza cierta velocidad el motor a combustión comienza a funcionar. La batería de este tipo de vehículos es recargada a través de los frenos regenerativos, quienes se encargan de recargar la batería cada vez que el vehículo frena. Este tipo de vehículos no pueden ser conectados a la red eléctrica para cargar las baterías.

PHEV (plug-in hybrid electric vehicle): A diferencia de los HEV, este tipo de vehículos si pueden ser recargados a través de la red eléctrica, al igual que un BEV. Gracias a un banco más grande de baterías, este tipo de vehículos pueden funcionar exclusivamente con el motor eléctrico por rangos de distancias entre 30 km y 80 km, aproximadamente. Una vez que la energía de las baterías se agota, este tipo de vehículos puede continuar su funcionamiento con el motor a combustión, lo cual extiende su autonomía, brindándole mayor flexibilidad al usuario.

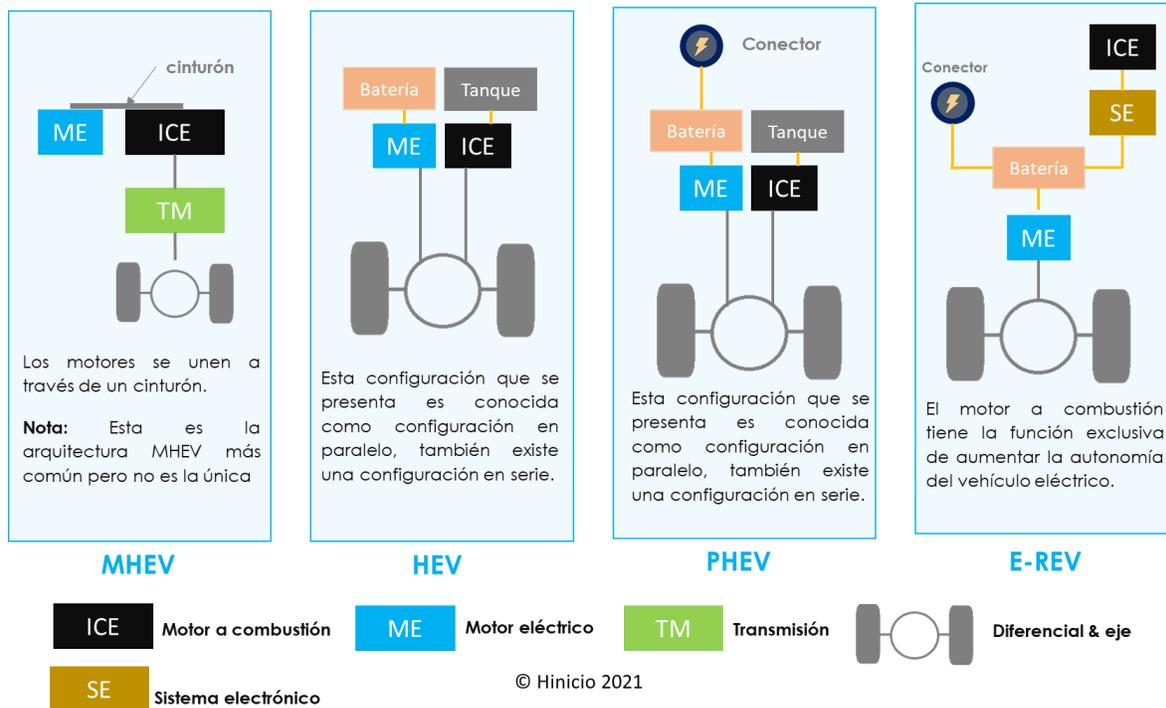
E-REV (extended range electric vehicle): El vehículo eléctrico de rango extendido, es un vehículo totalmente eléctrico, con toda la potencia motriz proporcionada por un motor eléctrico, pero con un pequeño motor a combustión que genera energía eléctrica para aumentar la autonomía del vehículo. Este tipo de vehículos pueden ser conectados a la red eléctrica para cargar su batería, la cual es la fuente principal para alimentar el sistema de propulsión del vehículo.

Cada una de las configuraciones antes mencionadas pueden a su vez ser construidas a partir de diferentes arquitecturas. Hay tres tipos de arquitecturas: serie, paralelo y configuración serie-paralelo. Cada arquitectura tiene sus pros y contras, siendo el flujo de energía desde sus respectivas fuentes hasta la transmisión del vehículo, su gran diferenciador. De manera ilustrativa, la Figura 5 ejemplifica para cada tipo de vehículo híbrido una arquitectura representativa.

Entregable 4.3 – Guía Metodológica / VERSIÓN FINAL

Estructuración de un programa piloto para la transformación de la flota oficial de orden nacional a tecnologías de cero y bajas emisiones

Figura 5 - Ejemplos de arquitecturas de vehículos híbridos.



Fuente: Elaboración propia

2.4 Tecnologías disponibles de vehículos eléctricos en Colombia.

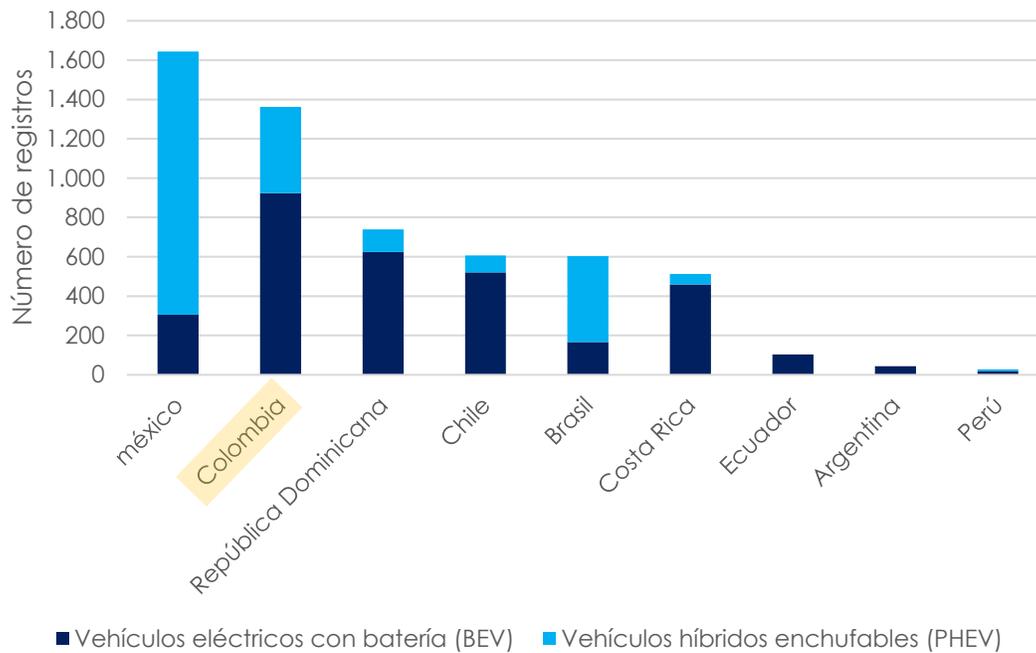
La Figura 6 ofrece una perspectiva del número de registros de vehículos eléctricos en algunos países de América Latina y el Caribe al 2019. Allí, se puede evidenciar que México y Colombia se posicionaban como líderes en materia de adopción de movilidad con cero o bajas emisiones, en particular Colombia era líder en la región en cuanto a venta de vehículos con batería se refiere (BEV) (Statista, 2021). En términos de vehículos híbridos enchufables (PHEV), Colombia era superada únicamente por México.

Consolidando las cifras mencionadas del 2019, el crecimiento en ventas de BEV entre el 2020 y 2021 en Colombia se ha incrementado un 14%, mientras que la venta de HEV lo ha hecho en 408% y los PHEV en un 264% (Watson, 2021). Lo anterior obedece a los esquemas de promoción al uso de vehículos eléctricos de cero emisiones publicados por el gobierno nacional a través de la Ley 1964 de 2019 (Congreso de Colombia, 2019).

Entregable 4.3 – Guía Metodológica / VERSIÓN FINAL

Estructuración de un programa piloto para la transformación de la flota oficial de orden nacional a tecnologías de cero y bajas emisiones

Figura 6 Número de registros de vehículos eléctricos en América Latina y el Caribe en 2019.



Fuente: elaboración propia con datos de (Statista, 2021) .

Las cifras de ANDEMOS¹ como también las del RUNT (Registro Único Nacional de Tránsito), registran que los BEV, HEV y PHEV, prevalecen comercialmente en el país. Por esta razón, la Tabla 1 muestra una comparación entre estas tres tecnologías, tomando como ejemplo el líder en ventas para cada tecnología con corte a julio de 2021 (ANDEMOS, 2021), en el segmento de automóvil liviano de pasajeros.

¹ ANDEMOS: Informes interactivos sector automotor 2021

Tabla 1 - Comparación entre BEV, HEV y PHEV (referencia septiembre 2021).

			
Nombre	ZOE NEO	COROLLA 1.8 CVT XEI	330E
Marca	Renault	Toyota	BMW
Tecnología	BEV	HEV	PHEV
Precio (Revista Motor) [COP]	\$ 130,500,000	\$ 86,900,000	\$ 185,000,000
Pasajeros	5	5	5
Autonomía [km]	395 (ciclo WLTP ²)	952 ³	35 (solo con motor eléctrico)
Tiempo de carga (0 a 100%)	1 hora y 10 minutos @Carga 50kW; 9 horas y 25 minutos @Carga 7.4kW	No aplica (Se recarga con su freno regenerativo)	15 minutos @Carga 50 kW; 1 hora y 40 minutos @7.4kW
Batería [kWh]	52	1,3	12
Niveles de emisión [gr CO2/km]	0	106	44

Fuente: Elaboración propia con datos de (Revista Motor, 2021)

El aumento en la autonomía alcanzado por los BEVs los vuelve una opción interesante a considerar para las diferentes necesidades de los consumidores colombianos. Adicionalmente, los BEVs destacan por ser una tecnología con cero emisiones entre las tres comparadas en la Tabla 1.

De manera general, los HEV tienen los precios más competitivos entre las tres tecnologías comparadas, pero a su vez es la tecnología que más emisiones por kilómetro emite a la atmósfera. En particular, para los modelos presentados en la Tabla 1 los modelos BEV y el PHEV son un 50% y 113% más costosos que el HEV.

Por su parte, los PHEVs, tienen los costos menos competitivos, pero tienen menos niveles de emisión que los HEV. Además, esta tecnología permite para tramos cortos, reducir a cero las emisiones al hacer uso de su motor eléctrico, el cual le permite alcanzar una autonomía de 35 km en el caso del modelo PHEV de la Tabla 1. Lo anterior es suficiente para la mayoría de las aplicaciones urbanas de uso particular.

2.5 Mercado de vehículos de cero y bajas emisiones en Colombia.

Históricamente, las ventas en Colombia de estos tres tipos de tecnología (BEV, HEV, PHEV) han evolucionado tal como lo muestra la Figura 7, mostrando un gran dinamismo y madurez comercial en el país. Hasta julio del 2021, se han vendido en Colombia 3,827

² El ciclo WLTP es un protocolo internacional que tiene la finalidad de determinar los consumos y emisiones de cada vehículo para su posterior homologación.

³ <https://www.toyotaoflancaster.com/blog/2021-toyota-corolla-hybrid-fuel-efficiency/>

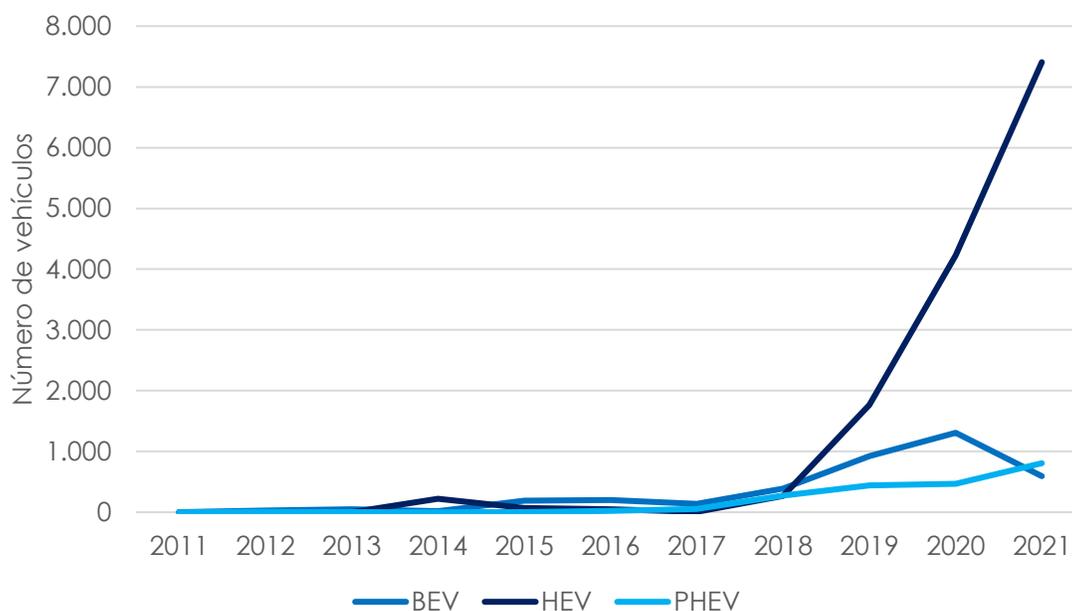
Entregable 4.3 – Guía Metodológica / VERSIÓN FINAL

Estructuración de un programa piloto para la transformación de la flota oficial de orden nacional a tecnologías de cero y bajas emisiones

BEV, 14,021 HEV y 2,079 PHEV, para un total de 19,937 vehículos entre estas 3 tecnologías contando las ventas desde 2011 hasta julio del 2021 (ANDEMOS, 2021).

Estos 19,937 vehículos representan el 3.3 % de un total de 600,000 vehículos de cero o bajas emisiones que se ha propuesto el Ministerio de Transporte para 2030, quien aclaró que el sector automotor es responsable solo del 12 por ciento de las emisiones de gases en el país.

Figura 7 - Evolución en ventas en Colombia de BEV, HEV, PHEV hasta julio de 2021.



Fuente: Elaboración propia con datos de ANDEMOS

La tendencia creciente en las ventas de los HEV ha consolidado esta tecnología como la más vendida en Colombia. Marcas como TOYOTA, KIA y FORD lideran las ventas de los vehículos con esta tecnología.

Los BEV, ocupan el segundo puesto en ventas y éstas son lideradas por marcas como RENAULT, BYD y BMW. En el tercer lugar, los PHEV son impulsados por marcas como BMW, MERCEDES BENZ y MINI.

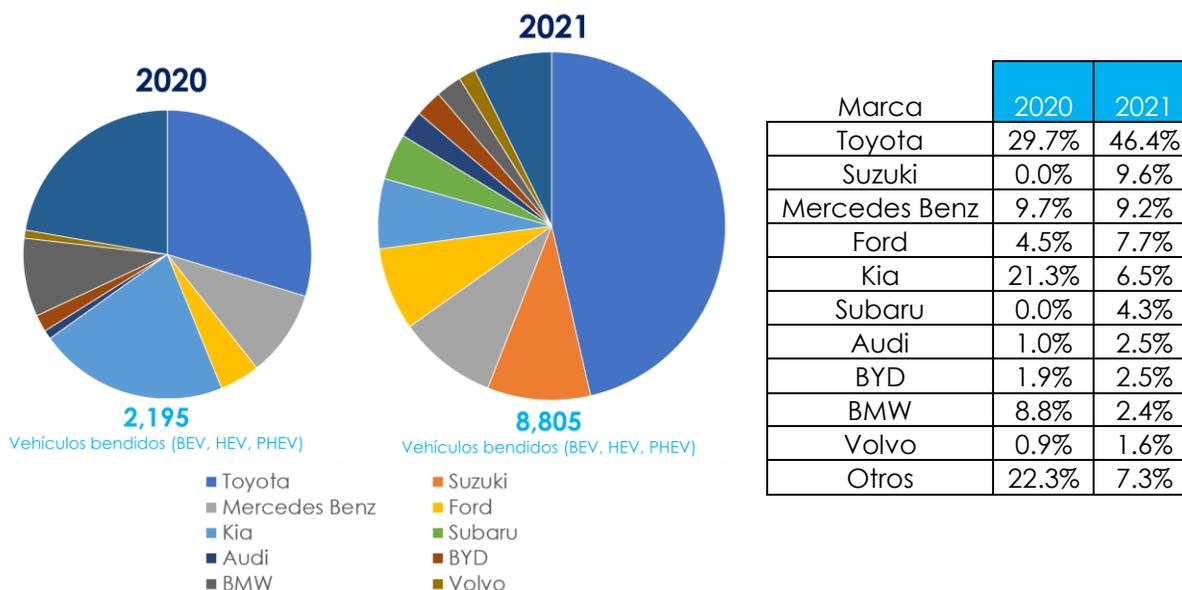
Totalizando las cifras para BEV, HEV y PHEV; Toyota nuevamente aparece como la marca con mayor participación del mercado. Como se puede ver en la Figura 8, Toyota creció en su cuota del mercado colombiano en el segmento de los vehículos de ceros y/o bajas emisiones en un 16,7 % entre 2020 a 2021.

Considerando a las tecnologías BEV, HEV y PHEV, las cifras en ventas en Colombia de este tipo de vehículos crecieron de 2,195 (entre enero y julio del 2020) a 8,805 (entre enero y julio del 2021).

Entregable 4.3 – Guía Metodológica / VERSIÓN FINAL

Estructuración de un programa piloto para la transformación de la flota oficial de orden nacional a tecnologías de cero y bajas emisiones

Figura 8 - Cuota del mercado colombiano por marca de 2020 a 2021 (BEV, HEV, PHEV).

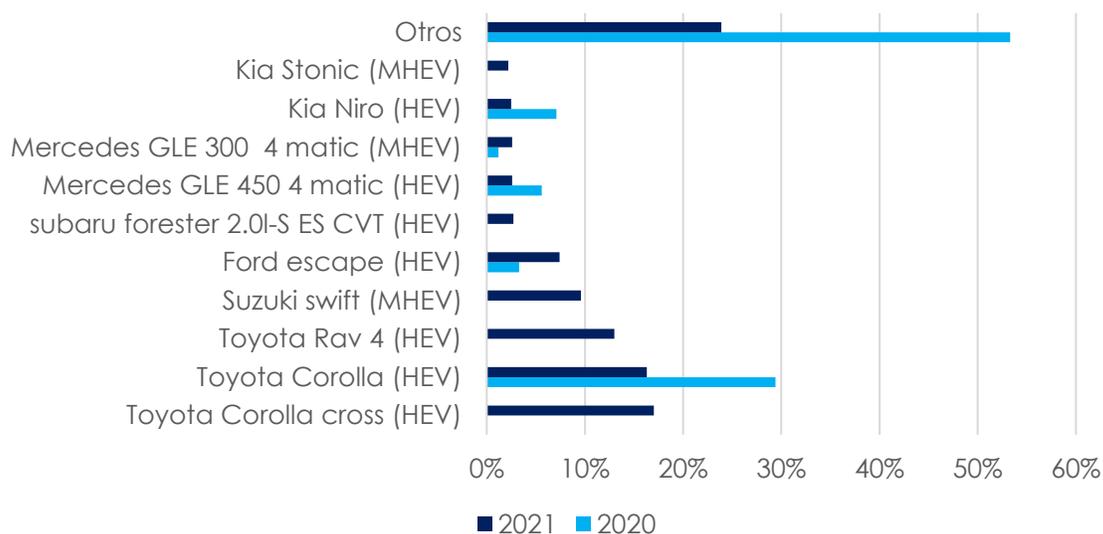


Fuente: Elaboración propia con datos de ANDEMOS

El evidente crecimiento en ventas de estos vehículos en Colombia ha llamado la atención de diferentes fabricantes. Si bien Toyota fue de los pioneros en vender vehículos con tecnologías de cero y bajas emisiones en el país, cada vez más se ven nuevos participantes. Lo anterior se puede revisar al analizar la Figura 9, en donde se han seleccionado los 10 modelos de carros más vendidos en Colombia en 2020 y 2021 (BEV, HEV, PHEV), con corte a julio de 2021.

Se hace evidente que Toyota no es el único competidor, incluso, la diversidad de fabricantes que se encuentran en este ranking permite pronosticar que marcas que antes no tenían participación ocuparán un lugar importante en las ventas de este tipo de vehículos en los próximos años. Este es el caso de marcas como Suzuki, quien a 2020 no registraba ventas, pero en el 2021 alcanzó el 10 % en participación del mercado.

Figura 9 - Cuota de mercado colombiano por modelo de vehículo de 2020 a 2021 (10 más vendidos entre todas las tecnologías de cero y bajas emisiones)⁶.



Fuente: Elaboración propia con datos de ANDEMOS

En conclusión, el mercado colombiano de los vehículos de cero y bajas emisiones dejó de ser un nicho desconocido por sus habitantes. Cada vez más, fabricantes, distribuidores y consumidores popularizan estas tecnologías, aprovechando los incentivos y beneficios que pueden recibir por parte de regulaciones como los contenidos en la Ley 1964 de 2019, y otros objetivos como lo es optar por medios de transporte no contaminantes y más eficientes.

A medida que estos vehículos disminuyan sus costos, fenómeno que se espera a nivel mundial (BloombergNEF, 2021), más participación en el mercado tendrán estos vehículos en el mundo, y por supuesto que en Colombia también. A nivel mundial se espera que a 2030 el 34% de las ventas de automóviles sean de vehículos con cero emisiones, mientras que para el 2050 las ventas de este tipo de vehículos asciendan al 88%⁴.

Colombia se ha convertido en un mercado interesante para los fabricantes, en términos de ventas, tal como lo muestra la Figura 6, quienes ven en nuestro país una oportunidad de abrir mercados en la región de Latinoamérica gracias a la acogida de distintos sectores y también al marco político nacional. Es por esta misma razón que es de esperarse que la oferta de vehículos siga creciendo de forma muy dinámica, tanto en marcas y modelos, así como cubriendo distintas categorías vehiculares (pick up, vehículos comerciales livianos, vans, entre otros).

⁴ <https://about.bnef.com/electric-vehicle-outlook/>

2.6 Superación de asimetrías de la información

La novedad de esta tecnología ha traído consigo algunas asimetrías en la información, también conocidas como “mitos sobre una tecnología”. Estas asimetrías deben ser superadas para acelerar la adopción de los vehículos de cero y bajas emisiones en Colombia y el mundo. Muchos de los mitos desinforman en cuanto a las ventajas y lo versátil que pueden ser las diferentes tecnologías de las que se ha venido hablando durante este capítulo. Sin embargo, las tecnologías vehiculares de cero y bajas emisiones poseen una validación del mercado, existen comercialmente variedad de segmentos (livianos, medianos y pesados) y variedad de autonomías. Con el ánimo de incentivar aún más su adopción, la Figura 10 muestra algunas aclaraciones para preguntas frecuentes que rondan en la cabeza de los consumidores a la hora de comprar este tipo de vehículos.

Figura 10 – Asimetrías en la información sobre los vehículos eléctricos.



Fuente: Elaboración propia

Los datos invalidan cualquier opinión, por eso, para cada uno de los mitos expuestos en la figura anterior, se presenta de manera resumida el argumento principal por el cual este puede ser desmentido.

- Los vehículos eléctricos han sido puestos a prueba con marcas de lujo reconocidas en el mercado como lo es Lamborghini. Las comparaciones se hacen desde diferentes aspectos, pero el lector podrá constatar que la aceleración, velocidad y costos, son los aspectos de los cuales más se habla y a su vez se compara en internet (Watson, 2021). Por ejemplo, un Tesla Model S Performance 2021, tiene un motor que alcanza los 825 hp, lo que le permite acelerar de 0 a 100 km/h en tan solo 1.98 segundos, mientras que un Lamborghini Aventador S Roadster alcanza esa misma aceleración en 3 segundos (Watson, 2021).
- Con base a la comparación entre los dos modelos mencionados en el punto anterior, el Tesla puede ser encontrado en mercados europeos a un precio de 108,614 EUR, mientras que el Lamborghini a 315,750 EUR. Teniendo mejores prestaciones en cuanto a potencia se refiere, un vehículo eléctrico puede ser hasta 3 veces más barato que uno de combustión de alta gama.
- Según Forbes, Noruega es uno de los países con mayor cantidad de BEVs en el mundo (Forbes, 2021). Este país a su vez tiene condiciones climáticas adversas como: nieve en una gran parte del año, lluvias a lo largo del año, calores extremos en verano. Las condiciones climáticas de Noruega no han impedido la rápida adopción de vehículos eléctricos. En el contexto colombiano, las condiciones climáticas no suelen ser tan adversas como países como Noruega. Con esto en mente, se puede afirmar que los vehículos eléctricos no se dañan con el agua y por su puesto pueden ser utilizados cuando está lloviendo.
- La contaminación de los vehículos eléctricos es uno de los mitos que más se lee en los medios. El lector debe entender que están las **emisiones directas**, es decir, emitidas en el vehículo mismo; así como las **emisiones indirectas**, asociadas a las emisiones por producir el energético (electricidad en un BEV). Dicho lo anterior, si a un vehículo eléctrico se le compara con uno a combustión, la emisión directa de un BEV es de 0 gCO₂/km. La emisión indirecta asociada a la electricidad consumida dependerá del factor de emisión de la matriz de generación en Colombia, equivalente a 0.225 tCO_{2eq}/MWh al 2019 (UPME, 2019), ya que, para el caso colombiano, la matriz energética es alrededor del 80% hídrica, es decir que la energía que se consume en Colombia proviene en su mayoría de fuentes renovables (XM, 2021). Finalmente, es importante conocer el concepto de emisiones por la **producción del vehículo**, lo cual incluye actividades relacionadas para su fabricación, donde para el caso de los BEV se debe considerar también a aquellas actividades de la minería de los materiales necesarios para fabricar las baterías (litio y metales como níquel, cobalto, titanio, entre otros).
- Los motores de los vehículos eléctricos tienen dos partes principalmente (rotor y estator) mientras que el motor de combustión asciende a más de 1000 piezas. La probabilidad de falla en los ICE es mucho más alta debido a la complejidad constructiva de sus motores, por mencionar solo un ejemplo. Incluso, de las

ventajas que más se mencionan para realizar cambio tecnológico, es el ahorro en mantenimiento que tienen los vehículos eléctricos ya que se estima una reducción promedio en mantenimiento anual del 50% (Institute, 2020). Por lo tanto, los vehículos eléctricos son una tecnología confiable y más económica de mantener que aquellos a combustión.

2.7 Resumen del capítulo.

Cada vez son más diversas las opciones que se tienen para elegir vehículos de cero y bajas emisiones. Las tecnologías BEV, HEV, y PHEV, lideran la carrera por conquistar el mercado nacional, incentivado por leyes como la 1964 del año 2019.

Las ventas de estos vehículos en Colombia siguen la tendencia mundial, donde se hace cada vez más evidente, que los vehículos de cero y bajas emisiones son el presente y el futuro de la movilidad en las grandes ciudades del mundo⁵.

La adopción de estas tecnologías llega en su conjunto a un **400 % de crecimiento entre el 2020 y 2021**, crecimiento que ha sido liderado por la tecnología HEV, siendo Toyota, Suzuki y Mercedes Benz, las marcas con mayor participación del mercado a julio del 2021.

En una comparación simple, los **HEVs, son los más baratos en el segmento de automóviles**, pudiendo ser esta una de las razones principales por las cuales esta tecnología lidera las ventas en el mercado colombiano.

Por otro lado, **los BEVs son los únicos que eliminan por completo las emisiones de CO₂**, si bien los HEV y los PHEV son menos contaminantes que un vehículo a combustión, los BEV son los únicos que permitirían una reducción completa de emisiones móviles contaminantes.

La tecnología de los vehículos de cero y bajas emisiones han demostrado tener cabida en el mercado colombiano. Se espera que la creciente demanda de este tipo de vehículos sea mayor a medida que estos disminuyan sus precios, fenómeno que se espera en los próximos años¹³, debido a las economías de escala que los fabricantes están logrando, entre otros aspectos que les permiten a estas tecnologías ser aún más competitivas que los ICE.

Además de la disminución de los costos, también **se espera que cada vez más fabricantes ofrezcan vehículos de cero y bajas emisiones**. Este es el caso de marcas como Suzuki que, en menos de un año logró pasar de 0 % de participación del mercado a un 10% en julio del 2021. Este fenómeno puede replicarse en otros fabricantes en la medida que la oferta se diversifique en cada uno de los fabricantes que ya tiene presencia en el país, y en los que se integren en el futuro.

En el marco de compras públicas de Colombia (Colombia Compra Eficiente), este tipo de vehículos tienen una oferta limitada, determinada por el acuerdo marco para la

⁵ La revolución del auto eléctrico está acelerando, Bloomberg, 2018.

adquisición de vehículos III (CCENEG-022-1-2019)⁶, sin embargo, **a medida que el mercado evolucione, se ampliarán las posibilidades de elección por parte de las entidades públicas ofrecidas por Colombia Compra Eficiente**, replicando el comportamiento de consumo que se espera en la población en general.

A lo largo de este capítulo se ha mencionado de manera general, los aspectos tecnológicos y de mercado de los vehículos de cero y bajas emisiones. Esto servirá de contexto para las personas encargadas de tomar decisiones en el recambio de sus flotas vehiculares.

Para el caso particular de las entidades públicas colombianas, se puede mencionar que **las decisiones pueden tener principalmente dos vertientes: cambiar su flota vehicular para eliminar las emisiones de su entidad o cambiar su flota disminuyendo las emisiones contaminantes al menor costo posible.**

Para ello, la Figura 11 brinda unas **pequeñas recomendaciones** que serán ampliadas con mayor detalle en el próximo capítulo, en donde también se expondrá la herramienta que le permitirá tomar decisiones inteligentes basadas en datos, para lograr un exitoso recambio tecnológico en su flota vehicular.

Figura 11 - Recomendaciones en el recambio tecnológico.



Fuente: Elaboración propia

⁶ <https://preproduccion.colombiacompra.gov.co/tienda-virtual-del-estado-colombiano/transporte/vehiculos-iii>

3 ¿Cómo evaluar las opciones de reemplazo dentro de mi entidad?

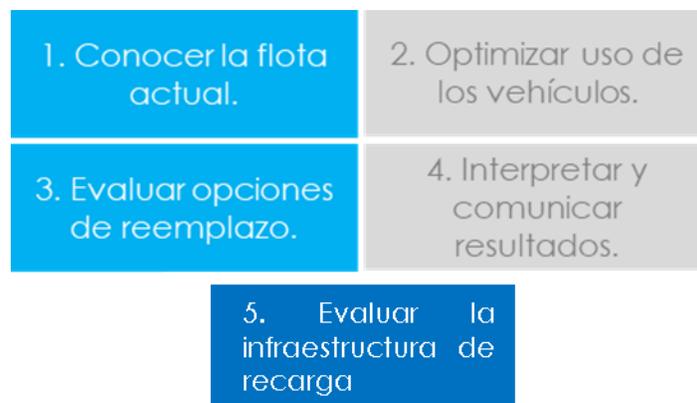
A través de la Ley 1964 se ha promovido el uso de vehículos eléctricos en el país. En el artículo 8 de esta misma ley, se menciona explícitamente que para 2025, el 30% de los vehículos deberán ser eléctricos cuando sean comprados o contratados por:

- Gobierno Nacional en su conjunto.
- Municipios de categoría 1 y Especial (Tumaco y Buenaventura no cuentan).
- Prestadores de servicio público de transporte.

Para 2019 (año en que se expide la ley 1964), las entidades públicas de Colombia tenían 170,700 vehículos activos, de los cuales 71,401 pertenecían a entidades públicas de orden nacional. Es decir que, para 2025 aproximadamente 51,000 vehículos de entidades públicas de orden nacional y territorial, tendrían que ser eléctricos, y en particular, 21,400 vehículos deberán ser eléctricos para el caso de entidades públicas de orden nacional. La Contraloría General de la República será la encargada de hacer seguimiento y control sobre el cumplimiento de esta medida.

Alcanzar la electrificación de las flotas de entidades públicas de orden nacional y territorial a 2025 es un reto, pues esto requiere de diferentes esfuerzos por parte de los actores involucrados en la selección, adquisición, operación y mantenimiento de estos vehículos. Es por ello que, en este capítulo **se dará a conocer la forma en que las entidades públicas podrían reemplazar sus flotas vehiculares** bajo una metodología que consta de **5 pasos** (ver Figura 12).

Figura 12 – Pasos de la metodología para evaluar las opciones de reemplazo de una flota vehicular



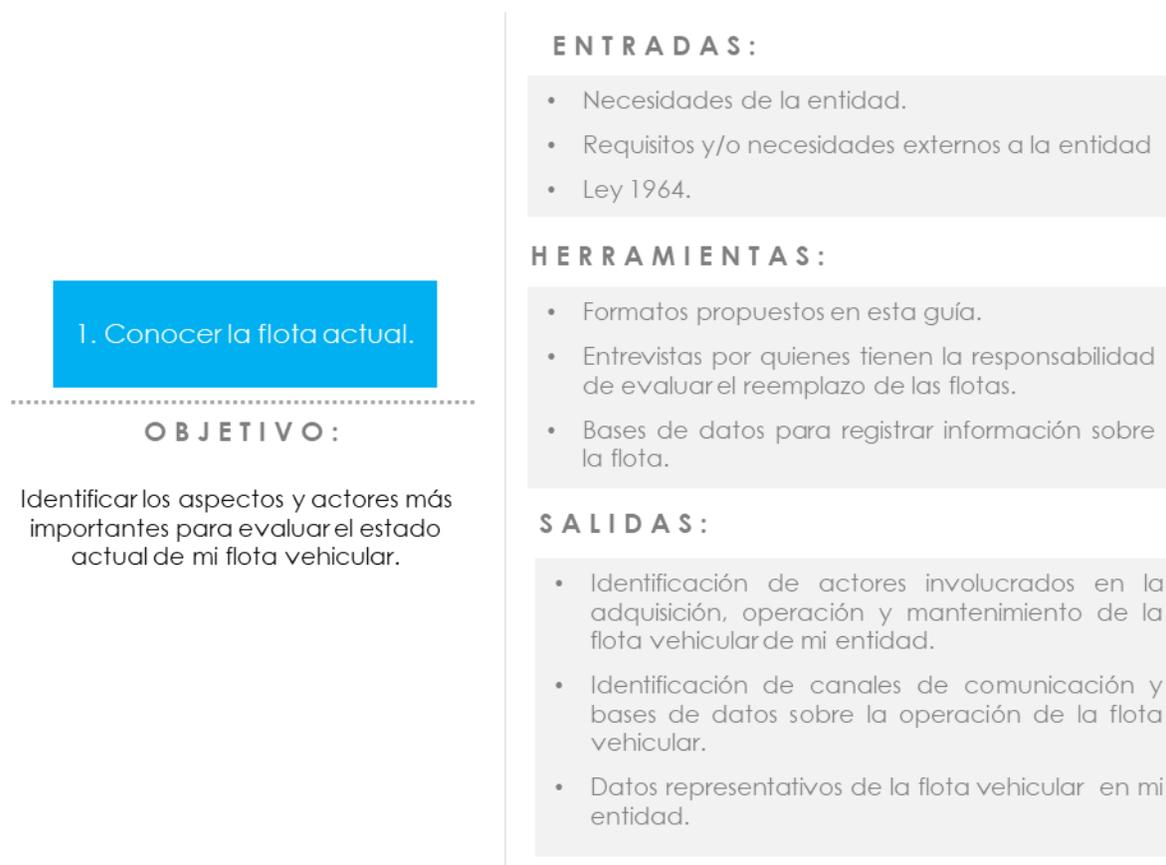
Fuente: elaboración propia

3.1 PASO 1: Conocer la flota actual.

Antes de pensar en cómo debemos cambiar nuestra flota vehicular, es necesario hacerse una serie de preguntas que determinarán **cuál es el estado actual de la flota de una entidad: cuántos vehículos existen y para cuáles objetivos de movilidad se ocupan**.

El propósito de este paso es caracterizar y conocer muy bien la flota que opera actualmente en la entidad, permitiendo elaborar un **diagnóstico objetivo** que permitirá tomar decisiones basadas en datos y no en opiniones. La Figura 13 muestra las entradas, herramientas y las salidas esperadas de este paso, por medio de las cuales, el lector conocerá a profundidad las características actuales de su flota que le permitirán posteriormente realizar un reemplazo óptimo de la flota en su entidad.

Figura 13 -Esquema metodológico Paso 1 para la diagnostica la flota vehicular actual.



Fuente: elaboración propia

Para desarrollar este primer paso, se tendrá que realizar un proceso de introspección haciéndose preguntas como:

- ¿Cuáles son las necesidades de movilidad reales de mi entidad? (rutas, estado de la ruta, origen-destino, frecuencia de los viajes, distancias al día, etc)
- ¿Cómo se compone la flota vehicular para responder a dichas necesidades de movilidad? (cantidad de vehículos, categorías vehiculares, etc)

Entregable 4.3 – Guía Metodológica / VERSIÓN FINAL

Estructuración de un programa piloto para la transformación de la flota oficial de orden nacional a tecnologías de cero y bajas emisiones

- ¿Cómo opera mi flota hoy en día? (objetivamente cómo se está usando la flota existente, basado en datos)
- ¿Cuál es el costo de operación de mi flota actualmente? (costo de energía, mantenimiento, etc)
- ¿Quiénes y para qué usamos los vehículos en mi entidad? (identificación de conductores, propósito) ¿es coherente con las necesidades de movilidad inicialmente identificadas?
- ¿Cuál es la normatividad que regula la operación de las flotas vehiculares en Colombia?

Por lo general, estas preguntas son difíciles de contestar por una sola persona, pues **la responsabilidad entre adquirir, conducir, operar y mantener los vehículos suele tener diferentes responsables dentro de una entidad.**

Lo más común es que dentro de las entidades encontremos 3 grupos de actores involucrados a lo largo de la vida útil de la flota vehicular, estos pueden variar de nombre entre diferentes entidades, pero en general se pueden dividir por sus funciones así:

Figura 14 - Actores involucrados con la flota vehicular para entidades públicas



Fuente: Elaboración propia

Nota: Cada entidad distribuye y nombra estos actores de forma autónoma, se sugiere que el lector identifique claramente quién cumple cada función en su entidad para recopilar información sobre la flota vehicular.

Las responsabilidades de cada uno de estos actores comprenden:

- **Equipo de compras:** Son los encargados de realizar el proceso de compra de los vehículos, teniendo la responsabilidad de conseguir y elegir proveedores, realizar licitaciones, interactuar con la plataforma de Colombia Compra eficiente, elegir proveedores para la compra de repuestos, servicios de conducción, mantenimiento, aseo e incluso para vender los vehículos cuando

Entregable 4.3 – Guía Metodológica / VERSIÓN FINAL

Estructuración de un programa piloto para la transformación de la flota oficial de orden nacional a tecnologías de cero y bajas emisiones

la entidad lo considere necesario o en su defecto mandarlo a desintegrar. Este equipo de compras podrá, eventualmente, necesitar apoyo de otras áreas para realizar este Paso 1, cambiando así el paradigma de compra que implica el reemplazo 1 a 1 de vehículos sin cuestionarse a qué necesidad de movilidad está cubriendo dentro de la entidad.

- **Equipo de Operación y Mantenimiento:** Una vez el equipo de compras ha adquirido los vehículos y ha establecido los proveedores de los diferentes servicios, estos deben ser operados y mantenidos a cargo de este equipo. Aquí se puede dar que la operación y mantenimiento de los vehículos puede ser subcontratada por cada entidad, por tanto es necesario saber quiénes operan la flota vehicular y si este servicio es externo o interno de la entidad. Las principales funciones de este equipo suelen ser: compra y control del combustible empleado por cada vehículo (o energía eléctrica para vehículos eléctricos), control sobre la operación diaria de cada vehículo, distribución de los vehículos entre los conductores disponibles en cada entidad, garantizar el buen funcionamiento de los vehículos a través de mantenimientos preventivos y correctivos, compra de repuestos, etc.
- **Conductores:** Son los encargados de transportar el personal y/o la carga (según corresponda) que requiere la entidad. Por lo general tienen la responsabilidad de informar a los demás equipos cosas como: cantidad e identificación de los pasajeros que transportan a diario, tipo de carga que transportan, características de la carga, origen y destino de cada viaje, tiempos de operación de los vehículos, lugares de operación de los vehículos, condiciones particulares de la carretera. En general, los conductores son quienes principalmente conocen las condiciones reales de operación de los vehículos.

Identificar claramente cada uno de estos actores y su rol en la entidad, es fundamental para **recopilar la información que permitirá saber el estado actual de la flota vehicular y, con datos objetivos, evaluar las oportunidades de mejora** de esta. Se sugiere que la identificación de los roles se haga de manera exhaustiva para ser capaces de elaborar un diagnóstico objetivo. La Tabla 2 corresponde a un formato de referencia para sistematizar a los actores relevantes para la realización del diagnóstico (Paso 1).

Tabla 2 - Ejemplo para la identificación de actores y roles en la compra, operación, mantenimiento y conducción de los vehículos en entidades públicas.

Nombre del equipo	Principal responsable	Contacto	Funciones del equipo	Información que recopila sobre la flota vehicular
-Compras -Operación y Mantenimiento -Conductores	(nombre)	-Mail -Teléfono	Listado de funciones	Información que centraliza, formatos

Fuente: elaboración propia

Nota: El lector puede adecuar este formato según las necesidades de su entidad.

La integración de estos diferentes actores permitirá recopilar información y conocer el estado actual de la flota vehicular desde diferentes puntos de vista. Primero, nos permitirá conocer los costos de adquisición, operación, mantenimiento y demás costos asociados al uso de los vehículos. Segundo, a caracterizar técnicamente la flota vehicular. Tercero, condiciones de operación real de cada vehículo. La [Tabla 3](#) resume el conjunto de datos que se recomienda recopilar para conocer y describir la flota a analizar para su potencial electrificación⁷.

Tabla 3 - Datos representativos para conocer una flota vehicular

Datos representativos para conocer nuestra flota	Descripción
Marca	Fabricante del vehículo (ejemplo: BYD, Toyota, BMW, etc).
Modelo	Término que indica una serie de vehículos fabricados por determinada marca con características idénticas. Generalmente, el modelo es identificado mediante una sigla o un nombre (ejemplo: Renault Twizy, BYD Yuan, Toyota Corolla Hybrid, etc).
Año Modelo:	Año de matrícula o compra del vehículo (ejemplo: 2020, 2021, etc).
Tipo	Hace referencia a la clasificación mostrada en el capítulo dos de esta guía, esta se realiza a partir de los tipos de motores o sistemas de propulsión que cada tecnología emplea.
Categoría	Los vehículos a motor, remolques, máquinas automotrices y también los que necesitan ser remolcadas están clasificados en distintas categorías o tipos, según criterios empleados por las autoridades de tránsito nacional, cada vehículo, en su ficha técnica tiene la clasificación a la cual pertenece (ejemplo: Campero, Camioneta, Motocicleta, Camión, tractomula, Microbús, bus, etc.). Las licencias de conducción están asociadas a diferentes categorías de vehículos, se sugiere verificar que los conductores posean las licencias adecuadas para la categoría de vehículo que conducen (Marcali, 2020).
Capacidad Pasajeros:	Número máximo de pasajeros sentados que el vehículo transporta (ejemplo: 5 personas en un automóvil)

⁷ Emplean el mismo código de colores, según los dueños de la información que suelen encontrarse en las entidades (**Equipo de compras, Equipo de Operación y Mantenimiento, Conductores**)

Entregable 4.3 – Guía Metodológica / VERSIÓN FINAL

Estructuración de un programa piloto para la transformación de la flota oficial de orden nacional a tecnologías de cero y bajas emisiones

Datos representativos para conocer nuestra flota	Descripción
	convencional).
Capacidad de carga:	Capacidad máxima de carga que un vehículo puede transportar, este dato suele encontrarse en su manual de funcionamiento (ejemplo: 5 toneladas, 10 toneladas, etc).
Tipo de combustible:	Tipo de combustible o energético que emplea el vehículo para su sistema de propulsión (ejemplo: GNL, Gasolina, Diesel, hidrógeno, electricidad, etc).
Potencia (hp)	Potencia nominal del vehículo, suele medirse en HP, esta información también se encuentra en el manual del vehículo (ejemplo: 110 HP, 150 HP). En los vehículos eléctricos, la potencia del vehículo suele medirse en kW.
Torque (Nm):	Torque nominal del vehículo, suele medirse en Nm. Esta información se encuentra en el manual del vehículo (ejemplo: 95 Nm, 104 Nm).
Cilindraje (cm³):	Es la denominación que se da a la suma del volumen útil de todos los cilindros de un motor a combustión. Es muy usual que se mida en centímetros cúbicos (cm³). Los vehículos eléctricos (BEV) no aplican en esta característica, pues como se ha descrito en el capítulo dos de esta guía, en este tipo de vehículos no hay combustión.
Precio (COP):	Precio del vehículo en el año en que se adquirió, incluyendo todo tipo de impuestos y costos de adquisición.
Tipo de servicio:	Define el tipo de servicio que ofrece al público (ejemplo: público, particular, oficial).
Intensidad de Uso (km/día):	kilómetros al día que recorre cada vehículo.
Días / año de uso:	Días por año que el vehículo es utilizado.
Costo de Mantenimiento Anual (COP):	Costos de mantenimiento anual, excluyendo los costos de combustible o energía. Este ítem se maneja en COP/km-año
Consumo energético	Cantidad de combustible/energía que consume un determinado vehículo. Este ítem normalmente se maneja en volumen (galones-veh/mes) y por costo (COP-veh/mes)

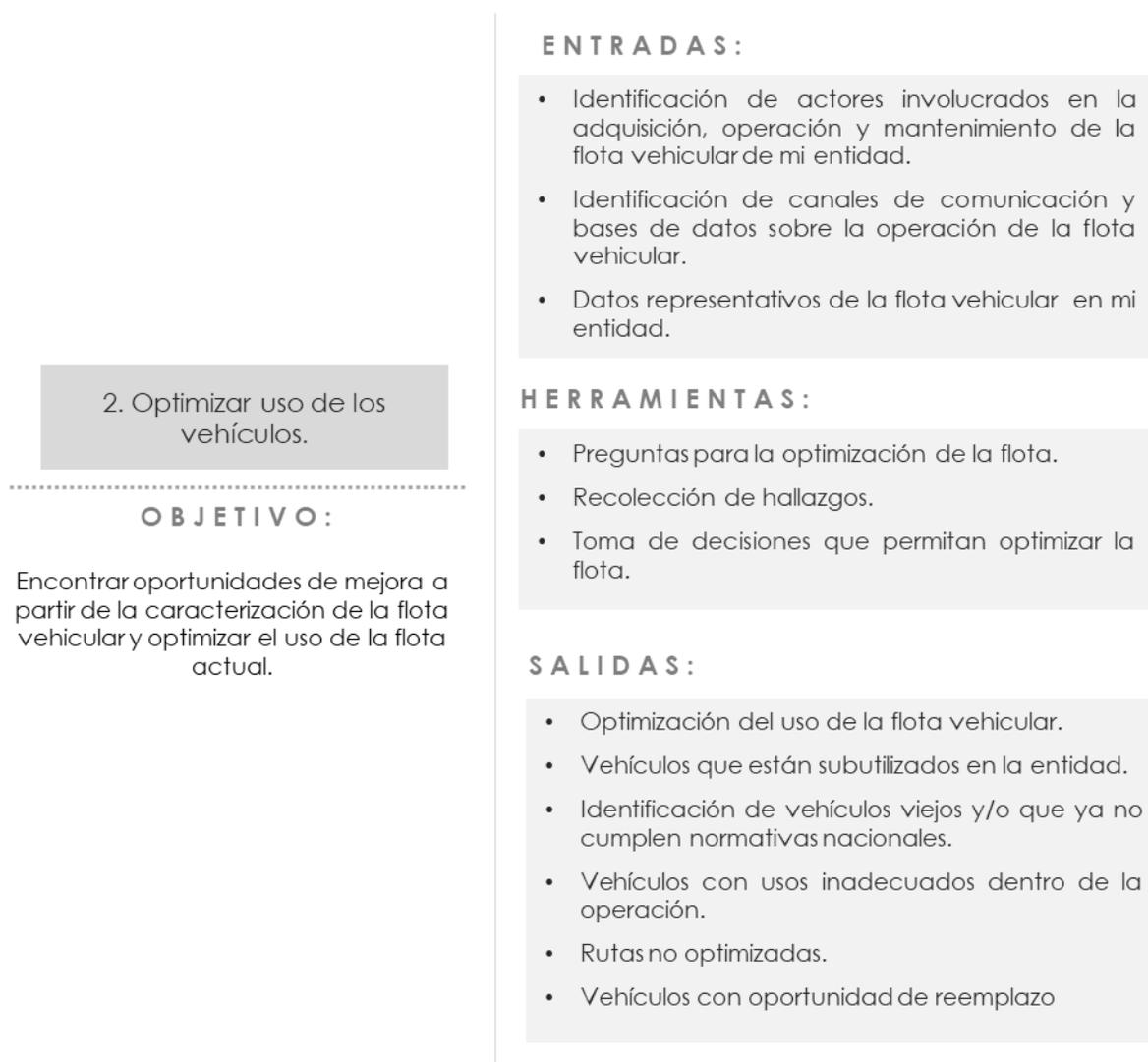
Fuente: elaboración propia

Los **conductores**, suelen tomar datos sobre la forma en que operan los vehículos y estos datos los centralizan con el equipo de **operación y mantenimiento**, por lo tanto, la información que manejan estos dos equipos suele ser colaborativa.

3.2 PASO 2: Optimizar uso de los vehículos.

Una vez conocida y caracterizada la flota vehicular se cuenta con suficiente información objetiva para detectar **oportunidades de mejora en la operación de los vehículos**. Un resultado que podría obtenerse del paso 1 es cuestionarse si efectivamente la entidad requiere mantener el mismo número de vehículos para suplir sus necesidades o no. La Figura 15 muestra en detalle las entradas, herramientas y las salidas esperadas al finalizar este paso.

Figura 15 – Esquema metodológico **Paso 2** para evaluar las oportunidades de mejora de una flota vehicular.



Fuente: elaboración propia

Entregable 4.3 – Guía Metodológica / VERSIÓN FINAL

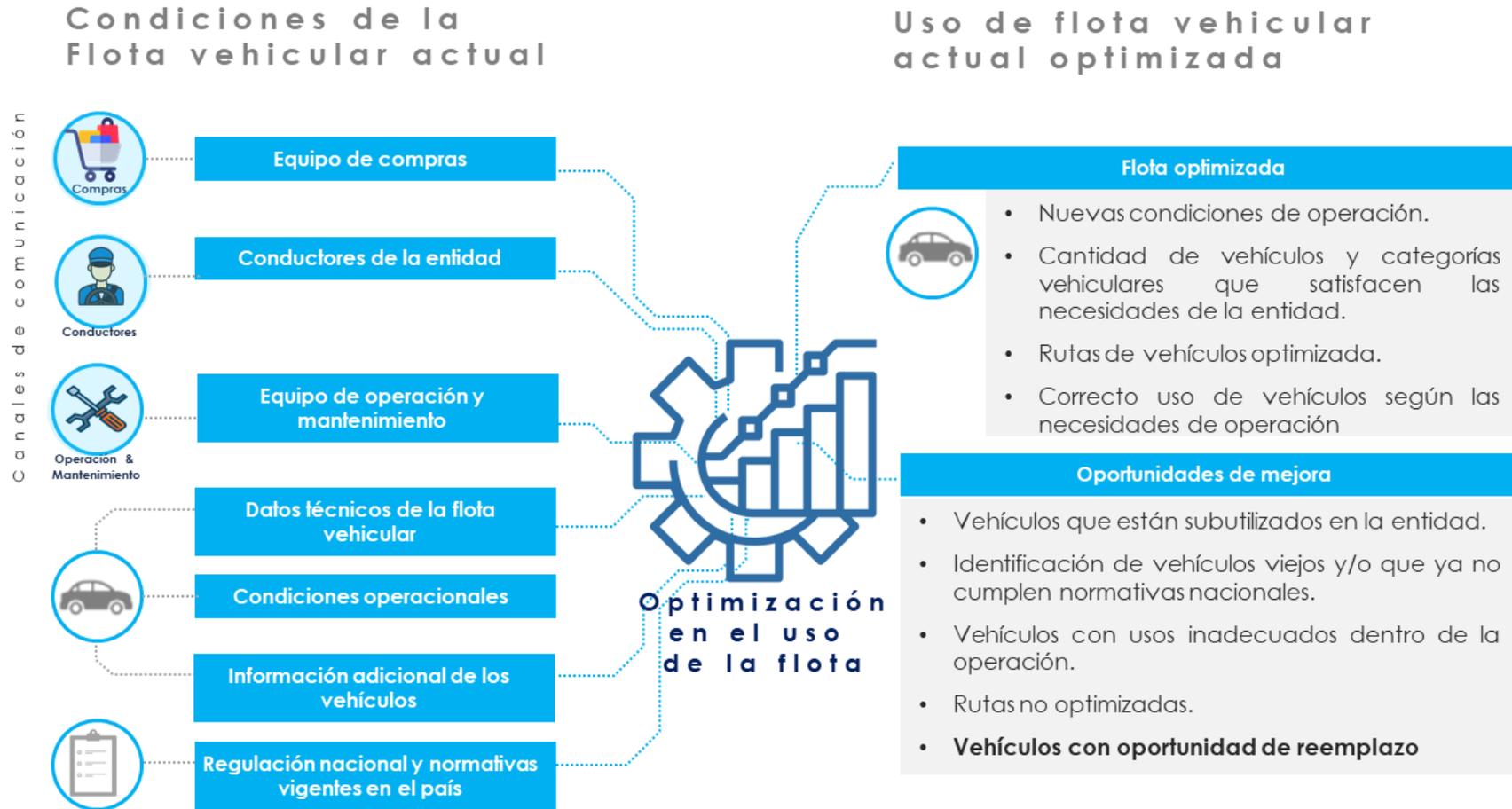
Estructuración de un programa piloto para la transformación de la flota oficial de orden nacional a tecnologías de cero y bajas emisiones

Haciendo uso de la información recolectada del paso anterior se pueden **hacer preguntas que permitan tomar decisiones basadas en datos**. Para esto, es necesario que las preguntas se hagan de manera adecuadas, buscando responder cosas como:

- ¿Existen vehículos con poco kilometraje anual dentro de la entidad? (indica flota subutilizada, cantidad de vehículos excede la necesidad de la entidad)
- ¿Los vehículos respetan la normatividad ambiental local y nacional? (señal de vehículos antiguos, normalmente equipados con sistemas de control de emisiones bajos como Euro III o inferiores, y por tanto contaminantes)
- ¿La categoría de cada vehículo corresponde al uso/propósito identificado en el Paso 1? (ejemplo, SUV para traslados urbanos de 1 persona, camionetas pick up para traslados de 1 persona, etc)
- ¿Es posible adaptar la operación de la flota con menos vehículos? (ejemplo: los vehículos trasladan solo una persona cuando podrían trasladar más de una, en el mismo recorrido)
- ¿La documentación de los vehículos está al día?
- ¿Existen oportunidades de ahorro en combustibles y mantenimiento? (ejemplo, vehículos que notoriamente gastan más que el promedio para estos ítems, indicando que son vehículos antiguos o mal mantenidos, poco eficientes)

A través de un proceso de optimización interno de la entidad, esta podrá replicar las buenas prácticas y así optimizar el uso de la flota actual, lo cual se traducirá en **menores costos de operación**. De forma resumida, el proceso de optimización tendría el siguiente flujo de trabajo (ver Figura 16).

Figura 16 - Flujo de trabajo para la optimización en el uso actual de la flota vehicular.



Fuente: elaboración propia

Una vez se conoce con certeza el tamaño y las condiciones de operación óptima que satisfagan las necesidades de cada entidad, la siguiente acción es **evaluar el reemplazo de la flota que se identificó dentro de las oportunidades de mejora**. Para este momento también es necesario hacerse las preguntas adecuadas que vayan en línea con la Ley 1964:

- ¿Existen oportunidades de recambio tecnológico? (oportunidad de poder migrar a cero emisiones (BEV) como prioridad para contribuir a las descarbonización del sector transporte)
- ¿Por qué vehículo de cero y bajas emisiones puedo cambiar los vehículos sin afectar la operación y así cumplir con los requerimientos identificados en el Paso 1?
- ¿Qué beneficios tendré al cambiar mi flota actual? (ambientales, económicos, normativos, entre otros.)
- ¿Qué retos supone el cambio tecnológico de mi flota vehicular?
- ¿Mi entidad cumple con los requerimientos de la Ley 1964 de 2019?
- ¿Hasta cuándo tiene plazo la entidad de cumplir los requerimientos de la Ley 1964?
- ¿Cuándo y cómo cambiar mi flota vehicular para cumplir la Ley 1964?

Estas preguntas son un poco más complejas de responder, pues requieren de conocimientos técnicos que en principio la mayoría de los usuarios aún no han aprendido y representaría una barrera para el recambio tecnológico.

Sin embargo, como parte de esta guía, **se ha desarrollado una herramienta de análisis costo beneficio en Excel para evaluar este reemplazo (La herramienta también evalúa aspectos ambientales y ayuda a evaluar la infraestructura de recarga)**. Con base a la misma información que se sugirió recopilar desde los diferentes equipos que hacen parte de las entidades (ver Tabla 3), la herramienta optimiza y le sugiere a los usuarios la flota vehicular de cero o bajas emisiones que más se acomoda a sus necesidades. Es importante señalar que toda entidad es autónoma en la elección final de reemplazo y que la herramienta brindará recomendaciones e indicadores que soporten la toma de decisiones.

La optimización se puede hacer en términos económicos (minimizando el costo total de propiedad, concepto que se ahondará más adelante) como también minimizando las emisiones contaminantes de la flota vehicular.

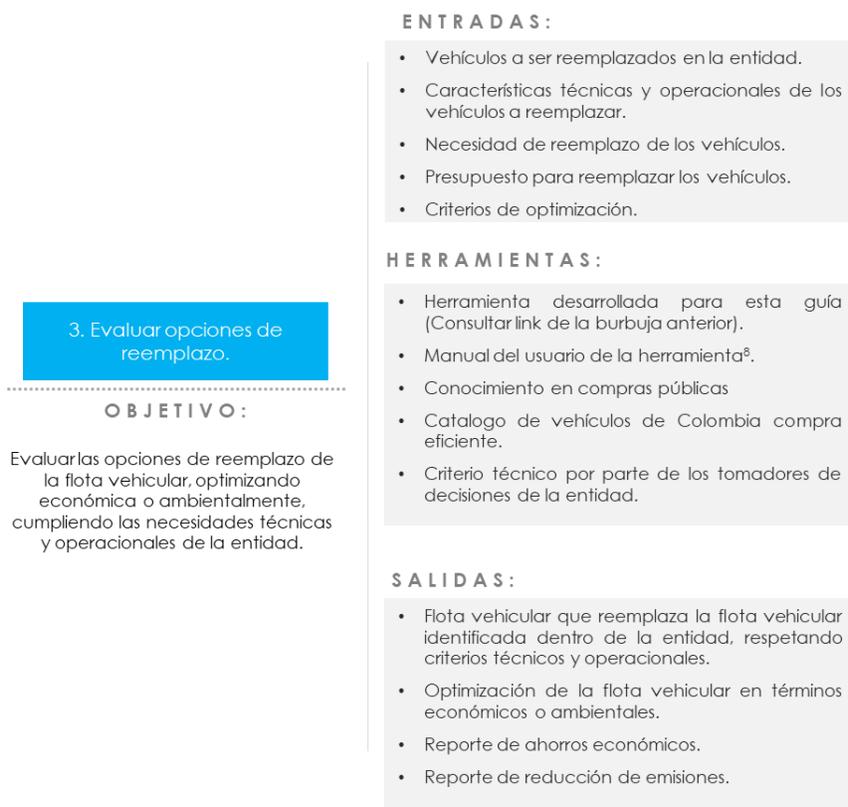
3.3 PASO 3: ¿Cómo evaluar las opciones de reemplazo de la flota vehicular?

La siguiente sección muestra el **proceso de evaluación para el reemplazo de la flota vehicular apoyado de la herramienta de análisis costo beneficio⁸** que facilitará la toma de decisiones por parte de los encargados.

La herramienta puede ser consultada en:
 Sección de Transporte Sostenible de la página de UPME:
<https://www1.upme.gov.co/DemandayEficiencia/Paginas/Movilidad-Sostenible.aspx>⁹

Los pasos anteriores han permitido identificar los vehículos que la entidad realmente necesita reemplazar y también identificar sus características técnicas y operacionales. Luego, en el Paso 3 se debe evaluar objetivamente la oportunidad de hacer el recambio priorizando vehículos de cero y bajas emisiones, para lo cual se sugiere el esquema metodológico de la Figura 17.

Figura 17 – Esquema metodológico **Paso 3** para evaluar las opciones de reemplazo de una flota vehicular con tecnologías de cero y bajas emisiones.



⁸ En el portal se puede acceder a la herramienta y al manual de usuario/usuario

⁹ Sección de transporte sostenible de la página de la UPME:

<https://www1.upme.gov.co/DemandayEficiencia/Paginas/Movilidad-Sostenible.aspx>

Fuente: elaboración propia

En este punto convergen las experiencias previas en compras públicas que una entidad haya tenido, en donde los funcionarios y en especial, los tomadores de decisiones dentro de una entidad estén familiarizados y entiendan de los procesos para realizar compras, por ejemplo, a través del sistema de Colombia Compra Eficiente. En caso de que no sea así, el capítulo cuatro de este documento entrega información relevante acerca del proceso de compra pública al cual las entidades pueden acudir para guiarse acerca de la compra de los vehículos de cero y bajas emisiones.

Adicionalmente, el criterio técnico por parte de quienes operan las flotas dentro de cada entidad juega un papel crucial al momento de evaluar las opciones de reemplazo, pues, si bien la herramienta facilita el proceso de análisis técnico/económico, en la práctica cada entidad dependerá del expertis de sus funcionarios y de su capacidad de adoptar estas nuevas tecnologías dentro de la operación de manera adecuada.

La herramienta, por lo tanto, servirá como un apoyo para la toma de decisiones respecto a las opciones disponibles tecnológica y comercialmente en el mercado colombiano, soportando el criterio de selección por parte de los tomadores de decisiones.

Para poder introducir la herramienta de evaluación para el reemplazo de la flota vehicular es necesario aclarar dos conceptos importantes:

- 1. Optimización económica:** Se entiende como el proceso de **optimizar el Costo Total de Propiedad** de un vehículo (ver explicación del concepto en la Figura 18), considerando sus restricciones técnicas y operacionales. Es decir que la optimización económica buscará el vehículo de cero o bajas emisiones con el **menor CTP**, manteniendo las mismas condiciones técnicas que el vehículo a reemplazar. Bajo esta optimización no se maximiza la reducción de emisiones de gases contaminantes, sin embargo, si su entidad cuenta con un presupuesto ajustado preferiblemente elegirá esta opción.
- 2. Optimización ambiental:** Al contrario de la optimización económica, esta opción permite encontrar un vehículo tal, que la reducción de emisiones de gases contaminantes se reduzca al máximo. Si la intención de la entidad es reducir su impacto ambiental proveniente del uso de sus vehículos y cuenta con un presupuesto suficiente, este tipo de optimización será el más adecuado.

La herramienta le pedirá la información de la Tabla 3 (ver Paso 1), y calculará por usted el CTP para cada uno de los vehículos que usted desee reemplazar, aplicando los conceptos de la Figura 18. La herramienta le entregará una descomposición detallada del costo real en el que su entidad incurre al poseer los vehículos a reemplazar.

Figura 18 - Costo Total de Propiedad de un vehículo (CTP).



Costo Total de propiedad =

$$\text{Costos de la compra} + \text{Costos de operación} - \text{Venta del vehículo}$$

Fuente: elaboración propia

A continuación, se detallan los 4 pasos mediante los cuales se puede hacer uso de la herramienta:

1. **Emplear los resultados de la optimización en el uso de la flota actual de la entidad:** Se utilizan los datos recopilados a partir del ejercicio propuesto en el paso 1 y paso 2 de la **metodología para evaluar las opciones de reemplazo de una flota vehicular**, donde es importante resaltar que en este punto se deben tener identificados los vehículos dentro de la entidad que se necesitan / desean reemplazar.
2. **Caracterizar técnica y operacionalmente los vehículos a reemplazar:** Del listado de vehículos que se desea/necesita reemplazar, se deben tener las características de la Tabla 3.
3. **Usar la herramienta para la optimización económica y/o ambiental de la flota a reemplazar:** La herramienta está diseñada de tal manera que la experiencia con la persona usuaria es amigable e intuitiva, dando como resultado un listado de vehículos que podrían reemplazar la flota actual de su entidad¹⁰.

Con la intención de robustecer la optimización, la herramienta cuenta con información preestablecida respecto a proyecciones económicas que influyen los CTP para diferentes tecnologías vehiculares. De esta manera, la herramienta también contextualiza las condiciones económicas de Colombia, con la intención de realizar un análisis basado en proyecciones nacionales ajustadas a la realidad del país.

¹⁰ Es importante indicar que la herramienta también permite evaluar un escenario de ampliación de flota.

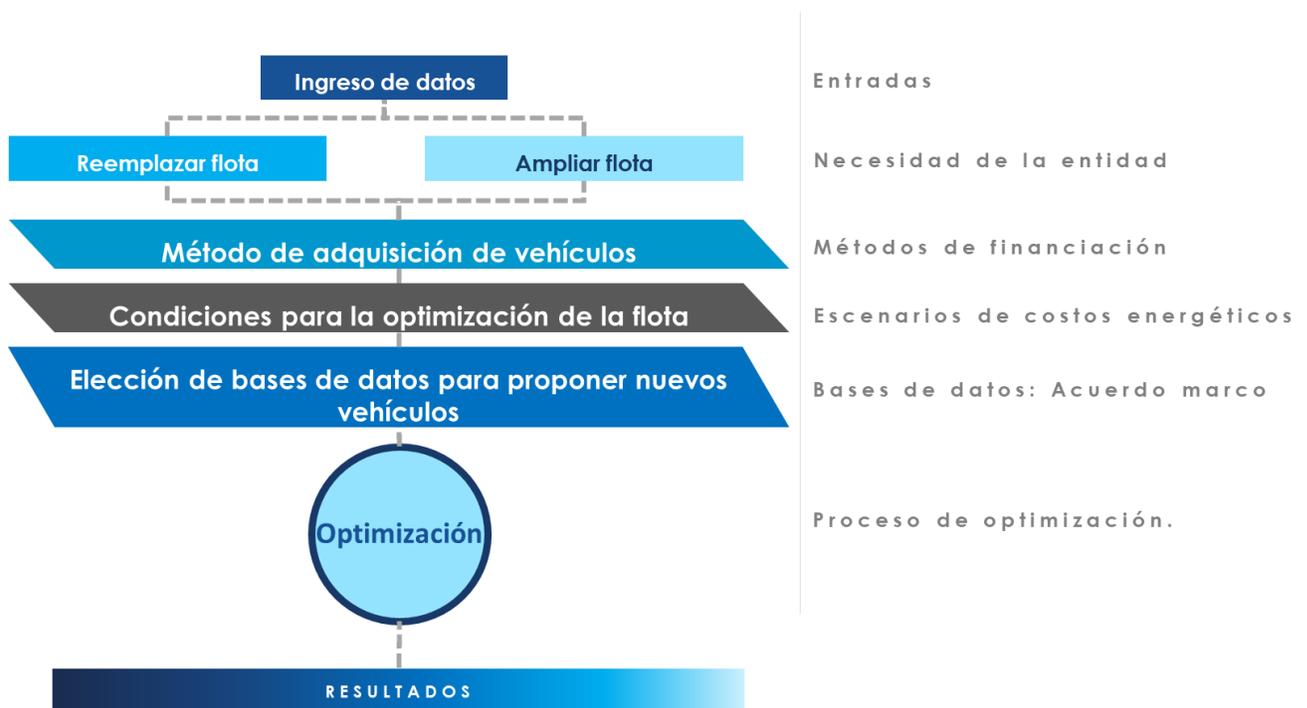
Entregable 4.3 – Guía Metodológica / VERSIÓN FINAL

Estructuración de un programa piloto para la transformación de la flota oficial de orden nacional a tecnologías de cero y bajas emisiones

La herramienta también indagará por las modalidades de financiación preferidos por la entidad, además le permitirá elegir entre diferentes composiciones de compra entre capital propio y financiamiento y plazos de pago. Con esto, se podrá calcular entre otras cosas, los costos financieros en que incurre la entidad al realizar el reemplazo de la flota y de manera general, permitirá calcular el CTP tanto de las flotas que actualmente tiene en la entidad como también el proyectado para la flota optimizada.

De manera general, la Figura 19 muestra la ruta en que la herramienta lo irá llevando para poder obtener los resultados de optimización deseados.

Figura 19 - Viaje a través de la herramienta de optimización.



Fuente: elaboración propia

- 4. Obtener resultados de la herramienta, comunicar resultados e iterar con los tomadores de decisiones:** La herramienta optimizará su flota vehicular a partir de la información y los parámetros dados. Una vez que el tiempo de procesamiento termine, la herramienta entregará como resultado los siguientes datos, ver Figura 20. **Nuevamente, toda entidad es autónoma en la elección final de reemplazo y/o ampliación de su flota, la herramienta brindará recomendaciones e indicadores que soporten la toma de decisiones desde un aspecto técnico-económico y ambiental.** El proceso de optimización se puede realizar cuantas veces se requiera. Se pueden variar diferentes parámetros en el proceso de optimización, cambiar el listado de vehículos a reemplazar, cambiar el objetivo de optimización, o si se requiere, hacer una combinación entre estos cambios.

Figura 20 - Resultados de la herramienta de optimización.

Composición actualizada de la flota.		Infraestructura requerida para flota optimizada.
Listado Flota actual	Listado Flota optimizada	
Comparativo de CTP Flota actual VS. Flota optimizada		
CTP Flota actual	CTP Flota optimizada	
Comparativo de GEI y contaminantes Flota actual VS. Flota optimizada		
GEI y contaminantes Flota actual	GEI y contaminantes Flota optimizada	
Desempeño energético Flota actual VS. Flota optimizada		
Desempeño energético Flota actual	Desempeño energético Flota optimizada	

Fuente: elaboración propia

3.4 PASO 4: Interpretar resultado, comunicar a los tomadores de decisión e iterar.

Iterando diferentes configuraciones de parámetros y vehículos a reemplazar sobre la herramienta de optimización, se podrá tener un abanico de opciones sobre los cuales se tendrá que decidir. Se sugiere que la elección hecha por la entidad incluya la opinión de los actores mencionados en la Figura 14, pues de esta manera se podrán considerar diferentes puntos de vista que aborden los aspectos más importantes al realizar una transición de este estilo.

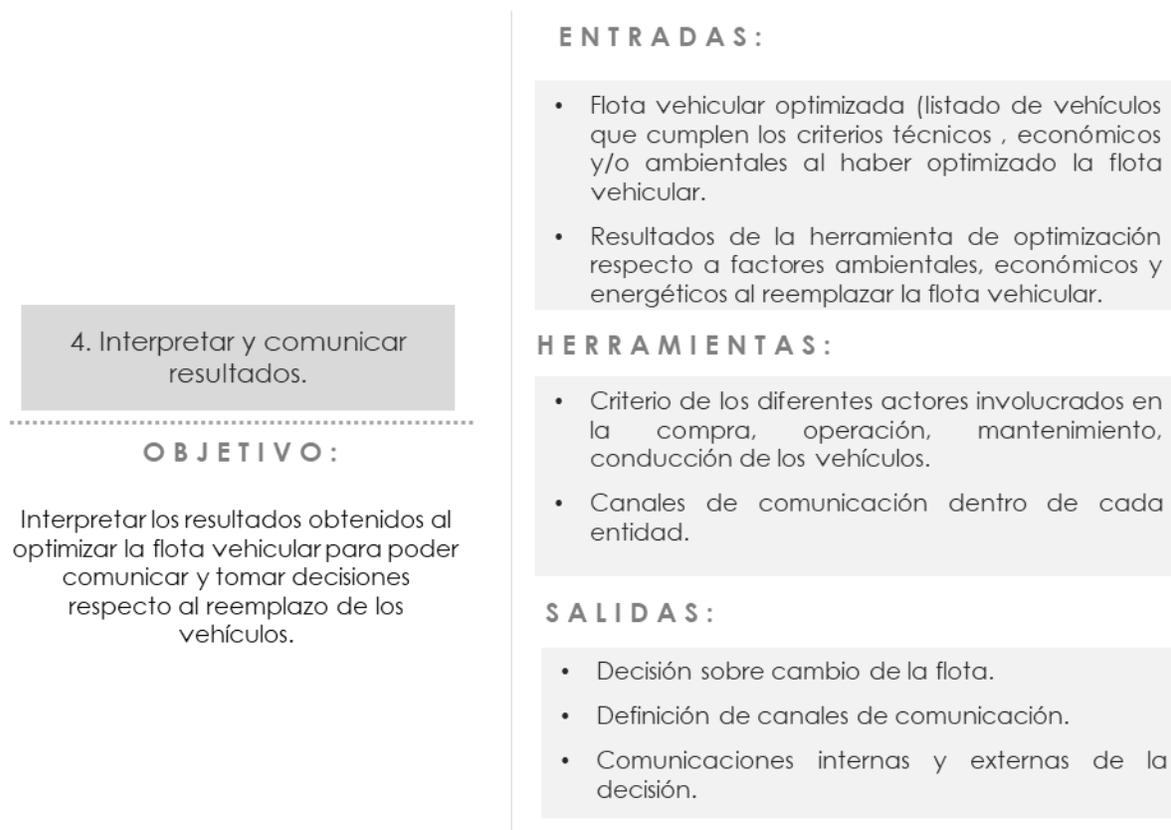
Una vez que las decisiones sean tomadas, es necesario que estas se comuniquen a través de los canales que cada entidad especifique, pues no solo servirá para socializar las decisiones tomadas, sino también permitirá visibilizar el compromiso que cada entidad tiene con respecto a la transición energética por la que está atravesando el país actualmente (ver capítulo 1).

Al igual que se mostró en los pasos anteriores de esta metodología, la Figura 21 resume las entradas, herramientas y salidas, al realizar el proceso de interpretar y comunicar las decisiones tomadas a lo largo del proceso de optimización descrito.

Entregable 4.3 – Guía Metodológica / VERSIÓN FINAL

Estructuración de un programa piloto para la transformación de la flota oficial de orden nacional a tecnologías de cero y bajas emisiones

Figura 21 – Esquema metodológico **Paso 4** para comunicar las opciones de reemplazo de una flota vehicular.



Fuente: elaboración propia

Cabe resaltar la importancia que tienen los resultados de la herramienta de análisis costo-beneficios en cuanto brindar resultados que permitan aportar a la justificación técnica/económica ante la Contraloría General de la República, y así velar por la transparencia de las decisiones tomadas en el cambio o ampliación de la flota vehicular de la entidad con vehículos eléctricos.

Una vez que las decisiones de electrificar flotas sean tomadas por parte de una entidad de orden nacional y territorial, la gestión para la compra de los vehículos como también el relacionamiento ante Colombia Compra Eficiente es responsabilidad de cada entidad.

3.5 PASO 5: Las consideraciones para la infraestructura de recarga eléctrica.

Debido a la novedad tecnológica de los vehículos eléctricos, es posible que el lector no esté familiarizado con los resultados dados en el apartado de infraestructura requerida para la flota optimizada. El quinto paso de esta metodología es un esfuerzo por dar a entender los aspectos más importantes a considerar al momento de adquirir e instalar dicha infraestructura, o si es posible, el uso de los cargadores públicos.

Entregable 4.3 – Guía Metodológica / VERSIÓN FINAL

Estructuración de un programa piloto para la transformación de la flota oficial de orden nacional a tecnologías de cero y bajas emisiones

Como contexto inicial, la Ley 1964 ha definido dos tipos de estaciones de carga:

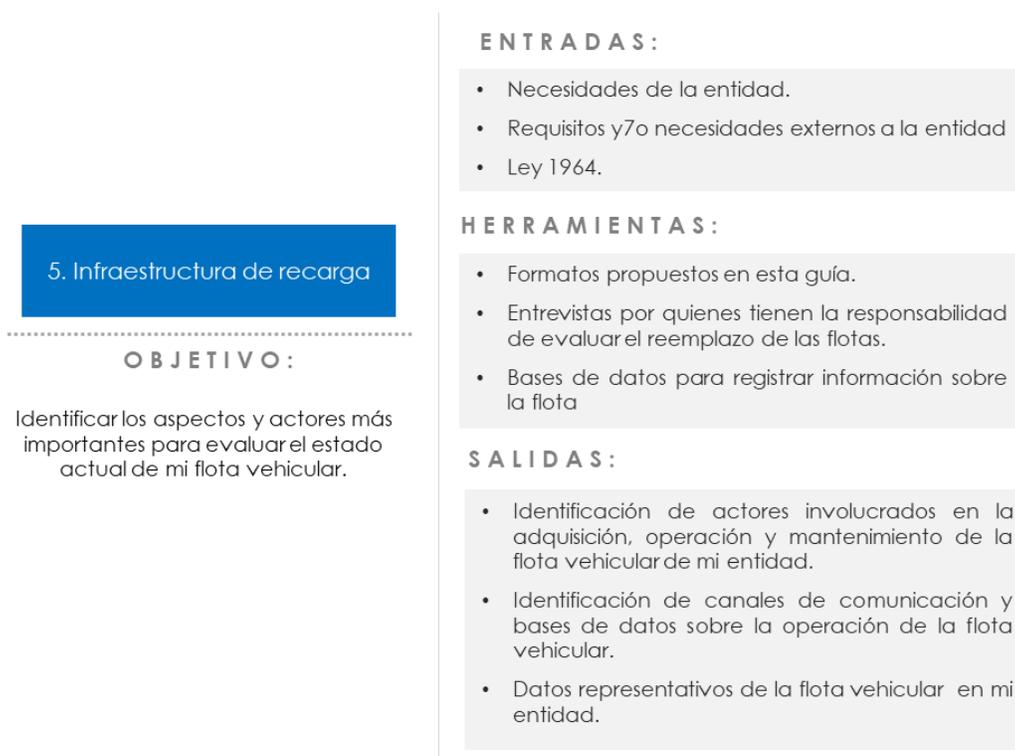
- **Estación de carga rápida:** Sistema que provee de energía para la carga rápida de baterías de vehículos eléctricos y que cuenta con una potencia de salida superior a 50 kW.
- **Estación de carga lenta:** Sistema que provee de energía para la carga lenta de baterías de vehículos eléctricos y que cuenta con una potencia de salida entre 7 kW y 49 kW.

A través de esta misma ley, el gobierno de Colombia ha estipulado un plazo hasta 2022, para que los municipios de categoría especial, excluyendo de estos a Buenaventura y Tumaco, garanticen la existencia en su territorio **como mínimo cinco estaciones de carga rápida en condiciones funcionales**. Para este mismo período de tiempo, Bogotá D.C. deberá garantizar que existan como mínimo veinte estaciones de carga rápida en condiciones funcionales.

Para este fin, los municipios podrían realizar asociaciones público/privadas y el cumplimiento de la meta establecida en este artículo, tendrá en cuenta las estaciones operadas por privados pero puestas al servicio del público en general.

La Figura 22 representa el esquema metodológico para el paso 5 que busca brindar información respecto de las implicancias en la infraestructura de carga que se debe considerar al momento de optar por la solución de vehículos eléctricos a baterías.

Figura 22 – Esquema metodológico **Paso 5** para las consideraciones en infraestructura de recarga.



Fuente: elaboración propia

Entregable 4.3 – Guía Metodológica / VERSIÓN FINAL

Estructuración de un programa piloto para la transformación de la flota oficial de orden nacional a tecnologías de cero y bajas emisiones

Diferentes operadores de red han venido trabajando en desarrollar normativa técnica para la instalación de cargadores de uso privado y público. Con lo anterior, los diferentes instaladores de estos equipos podrán seguir las instrucciones para garantizar tanto la seguridad en las conexiones como seguridad de las personas usuarias. Sin importar que sea carga rápida o lenta (ver Figura 23), los cargadores tienen que contar con los sistemas de protección sugeridos usualmente en los manuales de los equipos y acogerse a las normativas que regulan las condiciones técnicas apropiadas para la puesta en servicio de estaciones de carga dentro de sus instalaciones.

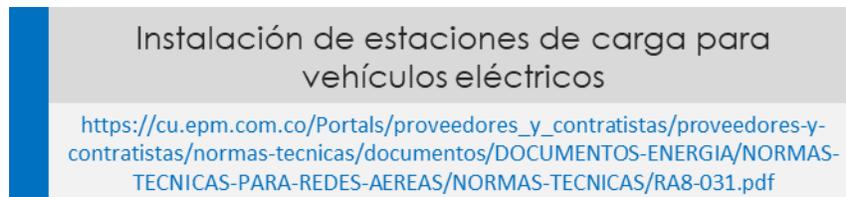


Figura 23 - Esquema comparativo de cargadores lentos versus rápidos.

	Carga lenta	vs.	Carga rápida
Potencia:	7 kW – 49 kW		> 50 kW
Conexión eléctrica:	Monofásica		Trifásica
Tiempo de carga:*	7 horas		1 hora
Uso:	Privado		Público
Ventajas:	Se puede instalar en casas y oficinas sin mucha complicación		Cargan rápidamente los vehículos
Desventajas:	No sirve para operación exigente con cortos períodos disponibles para cargar los vehículos		Instalar este tipo de cargadores por lo general requiere repotenciar redes eléctricas y permisos por parte del operador de red.
Preferible en:	Condiciones de operación en las que los vehículos se mantienen estacionados largos períodos de tiempo.		Condiciones de operación en las que los vehículos necesitan ser cargados rápidamente.

*Depende del tamaño de la batería del vehículo

Fuente: elaboración propia

Luego, otro aspecto importante para considerar la solución de infraestructura de recarga vehicular dentro de las instalaciones de la entidad son los estilos de operación que se tienen. Existen dos posibilidades que se tienen al momento de operar una flota vehicular (cuando la entidad no se dedica a prestar servicios de transporte público). Estos son:

- **Operación de vehículos con largos períodos de tiempo estacionados:** Por lo general los vehículos poseen turnos en horarios hábiles y pasan la noche entera estacionados en los parqueaderos de las entidades, siendo este un tiempo en que se puede aprovechar para cargar los vehículos.
- **Operación de vehículos con cortos períodos de tiempo estacionados:** Este tipo de operación es más exigente en cuanto al uso de los vehículos, pues supone que estos no permanecen por mucho tiempo estacionados en la entidad. Por lo general este tipo de operación exige que los vehículos sean cargados en períodos muy cortos de tiempo y si es el caso, hacer uso de estaciones públicas de carga que cuenten con cargadores rápidos.

Bajo estos dos tipos de operación, y conociendo en cuál de estas pertenece la entidad, se debe tomar la decisión de adquirir, o no, cargadores rápidos o lentos según sea el caso o identificar puntos de carga en las localidades donde opera para complementar los esquemas de carga.

Por lo general, al adquirir un vehículo eléctrico, **los fabricantes incluyen cargadores lentos**, o también tienen alianzas con operadores como ENEL X, EPM o CELSIA, quienes, a través de sus líneas de atención, instalan y ponen en servicio los cargadores realizando todas las adecuaciones eléctricas necesarias para ello.

La herramienta de optimización mostrada ofrece como parte de sus resultados, las **cantidades y especificaciones de los cargadores necesarios para suplir las necesidades tanto energéticas como operacionales de la flota a reemplazar**. Con esta información, se puede dirigir al operador de red de su ciudad para coordinar la compra e instalación de los cargadores eléctricos. Ellos le prestarán la asesoría suficiente para aconsejar de la mejor manera, los trabajos sobre las redes eléctricas de su entidad. Es importante señalar que la herramienta recomienda, desde un aspecto técnico, la infraestructura que mejor se acomoda a las necesidades de la flota que se esté analizando en un caso particular, sin embargo, la decisión de compra y las relaciones comerciales con los instaladores/comercializadores de los equipos son una actividad autónoma de cada entidad.

Otra opción, es contratar a través de los medios que disponga la entidad, contratistas eléctricos con experiencia certificada en la instalación de estos equipos, quienes al igual que los principales operadores de red en Colombia, prestarán su conocimiento para facilitar la instalación de los cargadores.

Las recomendaciones anteriores aplican sobre todo para el tipo de operación con largos períodos de tiempo, pues es importante entender que, bajo este tipo de operación, la opción recomendada es la carga lenta, pues esta, aunque tarda más en cargar los vehículos, cuida más la batería e implica menores costos de equipamiento.

Entregable 4.3 – Guía Metodológica / VERSIÓN FINAL

Estructuración de un programa piloto para la transformación de la flota oficial de orden nacional a tecnologías de cero y bajas emisiones

Si, por el contrario, las necesidades de carga están limitadas por el tiempo, la recomendación es que se incline por la carga rápida. Aquí existirán dos opciones principalmente.

La primera, es que se realice el proceso de contratación y compra de los equipos de carga y además encuentre un proveedor que realice la instalación de los equipos.

Considerando que instalar este tipo de equipos, por tratarse de grandes cargas (>50 kW), incurrirán en la necesidad de realizar estudios eléctricos más detallados en los que quizás tenga que considerar también:

- Repotenciar sus redes eléctricas.
- Permisos por parte de los operadores de red.
- Distribuir las cargas dentro de sus tableros de distribución.
- Reajustar sus sistemas de protección eléctricas.
- Realizar estudios de puesta tierra.

Si el presupuesto de la entidad es limitado y la instalación de este tipo de cargadores se sale del alcance, siempre será una opción consultar los puntos de recarga pública en Colombia, que como se mencionó, irán creciendo en los próximos años en las principales ciudades del país.

También resultaría beneficioso aprovechar la cercanía que muchas veces existe entre diferentes entidades públicas para dar lugar a centros de recarga compartidos, optimizando así los recursos.

Puntos de recarga en Colombia

<https://www.electromaps.com/puntos-de-recarga/colombia>

11

A través del decreto 191 del 23 de febrero del 2021 el gobierno colombiano ha reglamentado la identificación de los parqueaderos preferenciales de vehículos eléctricos, incluyendo el logotipo y color (ver Figura 24). Este decreto nace como una extensión de la Ley 1964 de 2019 donde se estipuló que en Colombia las entidades públicas y comerciales que ofrezcan al público sitios de parqueo, en los municipios de categoría especial y los de primera y segunda categoría de acuerdo con lo establecido en la Ley 617 de 2000, deben destinar un porcentaje mínimo del 2% del total de plazas de parqueo habilitados para el uso preferencial de vehículos eléctricos. Es importante indicar que en ningún caso las medidas de esta ley pueden atentar en contra de las plazas de parqueo para personas de movilidad reducida que consagra la Ley 1287 de 2009, y tampoco la prioridad a los ciclo-parqueaderos que contempla la Ley 1811 de 2016.

¹¹ Puntos de recarga en Colombia

Entregable 4.3 – Guía Metodológica / VERSIÓN FINAL

Estructuración de un programa piloto para la transformación de la flota oficial de orden nacional a tecnologías de cero y bajas emisiones

Figura 24 - Logotipo y color de los parqueaderos preferenciales habilitados para vehículos eléctricos.



Fuente: Revista VEC

Figura 25 - Estación de recarga vehicular en Unicentro Norte, Bogotá por Enel X.



Fuente: Enel X.

Estos espacios no están obligados a tener estaciones de carga o facilidades, aunque es una invitación a que se incluya alguna capacidad de carga. Los encargados de los edificios y zonas de parqueo tienen hasta febrero de 2022 para aplicar esta reglamentación.

Los cargadores para VEs establecen comunicación entre la red eléctrica y los

Entregable 4.3 – Guía Metodológica / VERSIÓN FINAL

Estructuración de un programa piloto para la transformación de la flota oficial de orden nacional a tecnologías de cero y bajas emisiones

vehículos, pero también pueden comunicarse entre sí. Actualmente, en Colombia se están adelantando estudios de interoperabilidad y protocolos de comunicación para cargadores de vehículos eléctricos con el propósito de definir las condiciones técnicas de interoperabilidad para aquellos equipos. El disponer de estándares para la comunicación de este tipo de equipos permitirá apalancar la inversión en este sector puesto que los proveedores contarán con reglas claras, disminuyendo el riesgo tecnológico y por ende aliviando los riesgos económicos sobre los proyectos de infraestructura de recarga vehicular. La intercomunicación de la infraestructura de carga permite además poder hacer gestión (ver [Tabla 4](#)), lo cual beneficia en términos operacionales y también de costos.

Tabla 4 - Beneficios de las tecnologías de la comunicación en los cargadores eléctricos.

Gestión de la infraestructura	Administre las estaciones de carga, los cargadores y los conectores de vehículos eléctricos.
	Monitorear sesiones de carga, estaciones y cargadores
	Gestión de energía de forma inteligente con equilibrio de carga
	Solucionar problemas sobre los equipos como fallas o imprevistos
	Aplicar comandos remotos (reiniciar, actualizar el firmware, etc.)
	Panel de control con datos en tiempo real y mapas de Google
Gestión de clientes	Seguimiento de clientes
	Saldos monetarios y no monetarios de servicios prestados a los clientes
	Historial de facturación y cuentas por cobrar
	Servicios de venta cruzada
	Establecer umbrales de notificación hacia los clientes
	Gestionar pagos y cancelar artículos
Gestión a través de los dispositivos del cliente	Mapa de la red de carga
	Posibilidad de reservar puntos de recarga
	Buscar rutas para llegar a los puntos de carga
	Gestionar el pago por la energía consumida
	Interacción con servicio al cliente
	Historial de uso de infraestructura

Fuente: elaboración propia

3.6 Mensajes adicionales.

A lo largo de este capítulo se mencionaron conceptos como el CTP, por medio del cual es posible saber el costo real de posesión de un vehículo a lo largo de toda su vida útil. Al emplear la herramienta de optimización para el reemplazo de una flota vehicular e iterar sobre la misma, las diferentes entidades que empleen esta herramienta encontrarán resultados muy diferentes entre sí. Esto es de esperarse, pues las

condiciones de operación de cada flota son diferentes entre si ya que satisfacen diferentes necesidades de sus usuarios.

En este contexto, y ante la oportunidad de una entidad para renovar/ampliar flota, se destacan a continuación aspectos claves que inciden en los resultados del CTP:

- **Beneficios financieros y arancelarios al comprar vehículos eléctricos:** La herramienta permite simular las tasas de interés y los plazos de pago. El usuario podrá evidenciar que en el mercado colombiano algunas entidades financieras ofrecen beneficios que ayudan a disminuir los costos de compra de los vehículos eléctricos (CAPEX). Esto es importante mencionar ya que el CAPEX es el componente del CTP menos competitivo con respecto a los vehículos de combustión, pues la oferta de vehículos eléctricos en el mundo aún supone una barrera de entrada por su costo inicial de compra más elevado que sus competidores directos a combustión. Sin embargo, a nivel mundial existe una marcada evidencia en que los vehículos eléctricos están disminuyendo sus precios a medida que las baterías alcanzan economías de escala.
- **¿Por qué, aunque los vehículos eléctricos tienen un costo de adquisición mayor estos pueden alcanzar un CTP menor que el de uno a combustión?:** La principal razón de esto es que el costo de compra del vehículo representa solo una parte del CTP (alrededor del 30 %). El CTP también considera dentro de sus cálculos el costo energético del combustible o electricidad empleado para la propulsión¹², como también los costos de mantenimiento, impuestos de importación, IVA, en los que los vehículos eléctricos tienen ventajas competitivas y logran amortiguar en diferentes casos ese precio de compra mayor. Además, muchos de estos costos están supeditados al kilometraje anual, luego, mientras más uso tiene un vehículo más competitivo será su CTP respecto de la alternativa a combustión.
- **¿Cuándo es más bajo el CTP de un vehículo eléctrico que el de uno a combustión?:** Para responder esta pregunta se acude a un ejemplo puntual para poner en evidencia que la actividad de los vehículos dentro de las entidades, determinan claramente el CTP de los vehículos y, por lo tanto, reconocen la importancia de caracterizar adecuadamente la flota vehicular.

Para el ejemplo, se propone reemplazar el vehículo caracterizado en la [Tabla 5](#). Luego, empleando la herramienta de optimización bajo el criterio-objetivo de encontrar un vehículo con el CTP más bajo respecto del CTP obtenido a partir de lo indicado en la [Tabla 5](#), se tiene como resultado la [Tabla 6](#).

¹² La herramienta permite definir escenarios energéticos en los cuales se utilizan las proyecciones de la UPME para calcular los CTPs tanto de los vehículos eléctricos (proyección del precio de la energía) como también de los vehículos a combustión (precios de combustibles)

Entregable 4.3 – Guía Metodológica / VERSIÓN FINAL

Estructuración de un programa piloto para la transformación de la flota oficial de orden nacional a tecnologías de cero y bajas emisiones

Tabla 5 - Características técnicas, vehículo a combustión para ejemplo ilustrativo.

Marca	Toyota
Modelo	Prado
Año modelo	2020
Tipo	ICE
Catálogo	Camioneta
Tipo de servicio	Oficial
Capacidad pasajeros	5
Capacidad de carga [Ton]	no aplica
Número de unidades	1
Tipo de combustible	Gasolina
Potencia [hp]	150
Toque [Nm]	100
Cilindraje [c.c.]	-
Precio [COP]	220.000.000
Intensidad de uso [Km/día]	20
Días/años de uso	260
Costo de Mantenimiento anual [COP]	4.000.000

Fuente: elaboración propia

Tabla 6 Resultado de vehículo eléctrico a reemplazar, tomando como ejemplo el caso del vehículo de la Tabla 5

Marca	Modelo	Año Modelo	Tipo	Categoría	Número de Unidades	Precio Total [COP]
BYD	TANG GS	2020	BEV	Camioneta	1	\$261,900,000

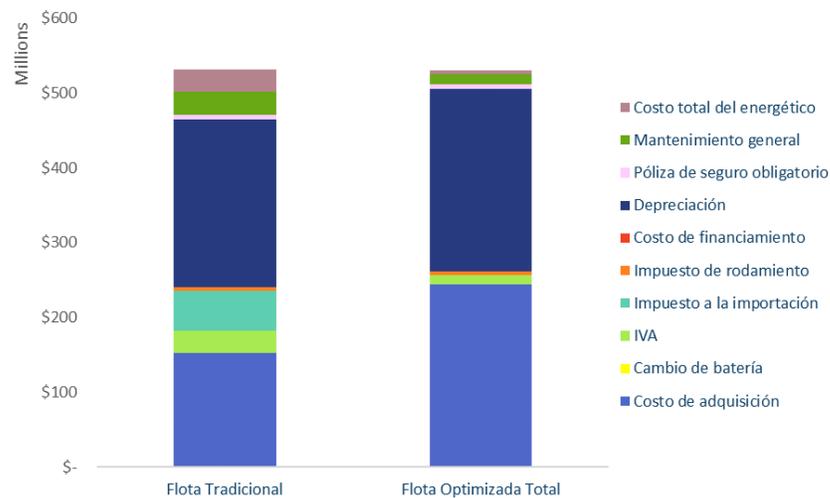
Fuente: elaboración propia

Comparativamente los resultados del CTP dan muy similares para un período de 8 años (considerado como la vida útil de un la batería de un BEV, aproximadamente), tal como se ve en la Figura 26.

Entregable 4.3 – Guía Metodológica / VERSIÓN FINAL

Estructuración de un programa piloto para la transformación de la flota oficial de orden nacional a tecnologías de cero y bajas emisiones

Figura 26 - Comparación de CTP de un Toyota Prado 2020 Vs. BYD TANG 2020, con una intensidad de uso diario de 20km/día (Evaluación del CTP para 8 años).

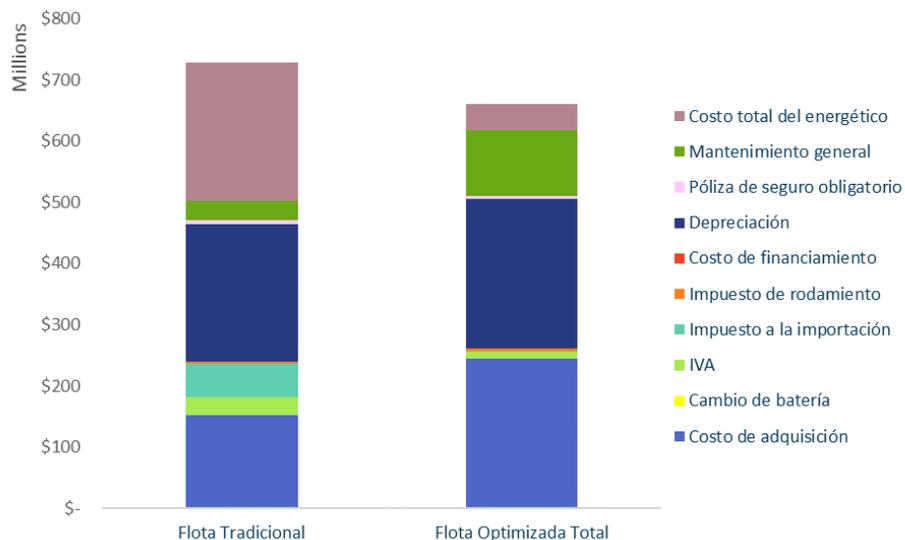


Fuente: Elaboración propia

Los resultados anteriores se obtuvieron asumiendo un uso bajo de los vehículos (20 km/día) y asumiendo que el 100 % de los recursos saldrían de la entidad.

Se puede ver que, bajo pocos niveles de uso, el CTP para ambas tecnologías (ICE vs. BEV) son muy similares. Sin embargo, realizando la optimización bajo las mismas consideraciones, pero esta vez variando el nivel de uso diario de los vehículos (se asume ahora 150 km/día), se obtienen los siguientes resultados (ver Figura 27).

Figura 27 - Comparación de CTP de un Toyota Prado 2020 Vs. BYD TANG 2020, con una intensidad de uso diario de 150 km/día (Evaluación del CTP para 8 años).



Fuente: Elaboración propia

Entregable 4.3 – Guía Metodológica / VERSIÓN FINAL

Estructuración de un programa piloto para la transformación de la flota oficial de orden nacional a tecnologías de cero y bajas emisiones

En este último resultado ya existiría una diferencia entre los CTPs de \$68 millones COP. Por lo tanto, el nivel de actividad de los vehículos varía significativamente el costo total del energético empleado por cada tecnología y por ende, su CTP.

Dando respuesta a la pregunta inicial, los vehículos eléctricos se vuelven cada vez más competitivos en la medida que su nivel de actividad sea más alto, pues sus ventajas tecnológicas les permiten hacer mejor uso de la energía (son más eficientes) y además brindar reducción en costos de mantenimiento que al ser analizados bajo el concepto del CTP, se traduce en menores costos para los usuarios en un periodo determinado de tiempo (en este caso ciclos de 8 años dado por la vida útil de la batería para aplicación móvil y asumiendo como cero el valor residual).

Estos resultados irán variando, dependiendo del vehículo de referencia. El caso ilustrado en particular es un modelo de combustión con elevado consumo energético. Sin embargo, **la premisa de que un vehículo eléctrico será más competitivo en la medida que tenga un uso intensivo** es transversal al caso y el umbral de kilometraje será el que irá variando.

- **¿Por qué los BEV son la mejor opción para reducir los GEI y contaminantes locales?:**

Este tipo de tecnología no emite ningún tipo de emisión contaminante (bajo un análisis Tank to Wheel¹³) debido a que no existe combustión alguna para su propulsión. Tendrán emisiones indirectas provenientes de la red eléctrica, sin embargo, Colombia busca incrementar el uso de energías renovables a través de leyes como la 1715 del 2014, donde se busca promover el uso de fuentes renovables de energía no convencionales.

Debido a los beneficios ambientales mencionados para los VEs, se espera un impacto en la mejora de la calidad del aire y por ende, menor exposición a contaminantes por parte de la ciudadanía lo que se reflejaría en menores episodios de enfermedades asociadas al tracto respiratorio, con la consecuencia de reducir los costos en salud.

¹³ Tank to Wheel o emisiones directas del vehículo "tanque a la rueda".

4. Proceso de compra pública

Las compras por parte de entidades de orden nacional y territorial pueden estar enmarcadas por un Acuerdo Marco de Precios (AMP), y en el caso de compra de vehículos de cero y bajas emisiones el acuerdo que aplica es el denominado **vehículos III CCENEG-022-1-2019**, el cual establece:

- Las condiciones para la adquisición de Vehículos con Mantenimiento Preventivo, Adecuaciones Básicas, Adecuaciones Especiales y Accesorios al amparo del Acuerdo Marco de Precios.
- Las condiciones en las cuales las Entidades Compradoras se vinculan al Acuerdo Marco de Precios
- Las condiciones para el pago de los Vehículos con el Mantenimiento Preventivo, las Adecuaciones y Accesorios por parte de las Entidades Compradoras.

Los acuerdos marco, como este que rige la compra de vehículos de cero y bajas emisiones, son realizados por **Colombia Compra Eficiente (CCE)**, entidad dependiente del Departamento Nacional de Planeación (DNP). Con este tipo de acuerdos, CCE ofrece a los partícipes del sistema de compra pública, herramientas para facilitar los procesos y fortalecer sus capacidades para obtener mayor valor por el dinero público en el Sistema de Compra Pública Colombiana.

Durante este capítulo, se describirá el proceso que una entidad pública de orden nacional y territorial puede realizar al momento de adquirir un vehículo eléctrico según la modalidad de acuerdo marco de precios (AMP), el cual representa un proceso abreviado y que está mediado por Colombia Compra Eficiente. Además, se describirá de manera general algunas recomendaciones basadas en las experiencias que se han recopilado sobre procesos de compra de vehículos eléctricos por parte de entidades públicas y que pueden ser de utilidad al momento de iniciar el proceso dentro de la plataforma CCE.

4.1. Rol de Colombia Compra Eficiente.

La adquisición de vehículos de cero y bajas emisiones se puede considerar como bienes de características técnicas uniformes, conforme a la descripción legal¹⁴. Esto quiere decir que, este tipo de vehículos pueden ser encasillados como bienes con mismas especificaciones técnicas, con independencia de su diseño o de sus características descriptivas que comparten patrones de desempeño y calidad objetivamente distintos. Según el decreto 1082 de 2015, para la adquisición de estos bienes y servicios las entidades deberán, siempre que el reglamento así lo señale, hacer uso de procedimientos de **subasta inversa o de instrumentos de compra por catálogo**, derivados de la celebración de acuerdos marco de precios o de procedimientos de adquisición en bolsas de productos.

¹⁴ Ley 1150 de 2007, artículo 2

Entregable 4.3 – Guía Metodológica / VERSIÓN FINAL

Estructuración de un programa piloto para la transformación de la flota oficial de orden nacional a tecnologías de cero y bajas emisiones

Como ya se mencionó, en materia de vehículos de cero y bajas emisiones, el acuerdo marco que rige la adquisición de estos vehículos es el denominado **vehículos III CCENEG-022-1-2019**. Este fue suscrito el 27 de julio de 2020 y tiene vigencia hasta el 27 de julio de 2023.



Debido a la dinámica del mercado y la cada vez más amplia oferta comercial y tecnológica de vehículos de cero y bajas emisiones, Colombia Compra eficiente tiene la responsabilidad de actualizar el acuerdo marco.

Con el ánimo de clarificar el entendimiento de este acuerdo marco de precios, se definen los siguientes conceptos:

- **Agregación de demanda:** Es una forma de cooperación entre empresas que consiste en sumar sus demandas (compras) para obtener un mayor volumen que el que tendrían por separado, logrando así beneficios como: mayor poder de negociación y de compra, obtención de mejores precios y condiciones.

Esta es una manera como empresas de distinto tamaño (en el caso de este documento, entidades de orden nacional y territorial), superan limitaciones en su poder de negociación y logran beneficios que de otra manera no tendrían.

- **Instrumentos de agregación de demanda:** Los mecanismos de agregación de demanda permiten al Estado obtener mayor valor por el dinero pagado en el sistema de contratación pública, al eliminar costos de intermediación y al hacer más ágil y simple los procesos de contratación. Por ejemplo, un **acuerdo marco de precios** u otro mecanismo de agregación de demanda diseñado y celebrado por CCE.
- **Operación secundaria:** Son las actividades que debe adelantar la entidad compradora para comprar, recibir y pagar los bienes y servicios amparados en un instrumento de agregación de demanda.
- **Orden de compra:** Es la manifestación de la voluntad de la entidad compradora de adquirir bienes o servicios en la **Tienda Virtual del Estado Colombiano** (TVEC) y es el soporte documental de la relación contractual entre la entidad compradora y el proveedor.
- **Proveedor:** Es quien autoriza a vender bienes y servicios en la TVEC por haber suscrito un instrumento de agregación de demanda. El acuerdo marco establece unos proveedores concretos los cuales son seleccionados por CCE a través de unas licitaciones públicas en las cuales se establece quien puede suministrar los bienes y servicios bajo un instrumento de agregación de demanda, que para el caso particular de los vehículos de cero y bajas emisiones es el acuerdo marco del que se ha venido hablando.
- **Entidades compradoras:** Es cada una de las entidades que aceptan los términos y condiciones de uso para comprar en la TVEC y **(a)** a las que se refiere el artículo 2 de la Ley 80 de 1993 **(b)** a las que se refieren los artículos 10, 14 (modificado por el artículo 93 de la ley 1474 de 2011) y la 24 de la Ley 1150 de 2007; y **(c)** aquellas entidades que por disposición de la ley deban aplicar la Ley 80 de 1993 y la Ley 1150 de 2007, o las normas que las modifiquen, aclaren o sustituyan.

Entregable 4.3 – Guía Metodológica / VERSIÓN FINAL

Estructuración de un programa piloto para la transformación de la flota oficial de orden nacional a tecnologías de cero y bajas emisiones

Aterrizando los conceptos anteriores, la compra de los vehículos por parte de las entidades de orden nacional y territorial están divididas básicamente en dos partes:

Operación principal: Es el grupo de estudios, actividades y negociaciones adelantadas por CCE para la celebración de un instrumento de agregación de demanda y el contrato entre CCE y los proveedores. Este paso consiste, en la práctica, en todas las actividades administrativas que CCE debe realizar para aliviar el trabajo de las entidades públicas en cuanto a conseguir proveedores que suplan las diferentes necesidades que estas tienen. Por ejemplo, en el caso particular de la compra de vehículos de cero y bajas emisiones, la operación principal consiste en conseguir los proveedores de vehículos con las características técnicas y económicas capaces de suplir las necesidades de las entidades de orden nacional y territorial.

Con esto, se garantiza que personas con amplia experiencia en consecución de proveedores y conocedores de la tecnología de vehículos eléctricos, seleccionen las mejores opciones que existen en el mercado colombiano. Esto a su vez alivia la carga administrativa que supone la búsqueda de proveedores idóneos, que, de otra manera, tendría que ser absorbida por cada entidad cada vez que quisiera comprar un vehículo.

Operación secundaria: Son las actividades que debe adelantar la entidad compradora para adquirir, recibir y pagar los bienes y servicios amparados en un instrumento de agregación de demanda. Esta operación está a cargo de cada entidad pública de orden nacional y territorial, pues ya CCE ha realizado la operación principal, que le ha evitado el trabajo de encontrar los proveedores idóneos para la compra de vehículos eléctricos. En este sentido, **cada entidad tiene la responsabilidad de identificar sus propias necesidades y con base a criterios técnico-económicos¹⁵**, poder justificar y realizar las órdenes de compra dispuestos por los medios digitales que CCE disponga para tal fin.

La

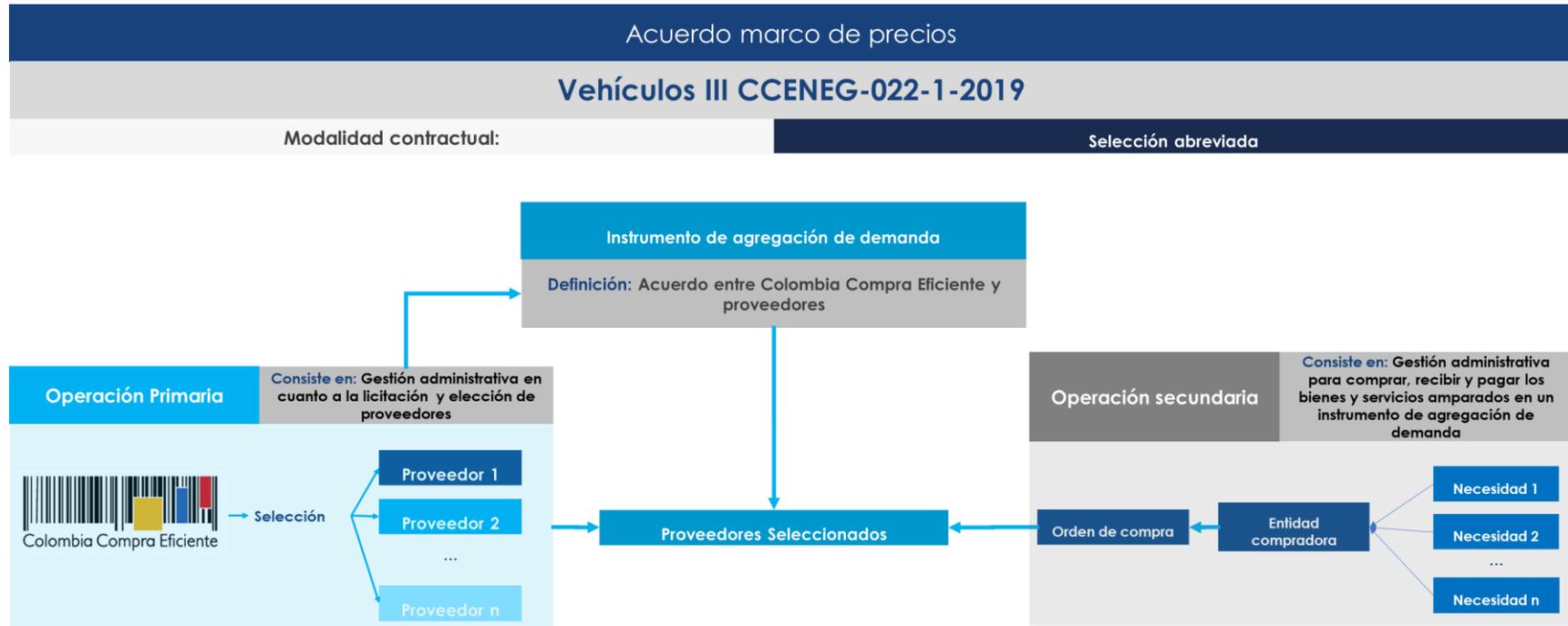
¹⁵ La herramienta de evaluación costo-beneficio presentada en el capítulo 3 permite complementar con información técnico-económica los antecedentes que debe cada entidad preparar para la adquisición de vehículos eléctricos.

Entregable 4.3 – Guía Metodológica / VERSIÓN FINAL

Estructuración de un programa piloto para la transformación de la flota oficial de orden nacional a tecnologías de cero y bajas emisiones

Figura 28 muestra de manera simplificada los conceptos de los que se ha venido hablando en este capítulo, como también la relaciones que existen entre sí. En este punto vale la pena recordar que, las entidades de orden nacional y territorial son las encargadas de realizar de manera individual la adquisición de los vehículos de cero y bajas emisiones que den lugar al cumplimiento de la Ley 1964 de 2019. En este orden de ideas, cada entidad debe considerar tanto los tiempos y los presupuestos requeridos por su entidad, que den lugar al cumplimiento del **30 % de participación de vehículos de cero y bajas emisiones en todos los vehículos que compren o sean contratados** por cada entidad, para el ejercicio de sus funciones, esto **para un plazo no mayor a 6 años después de expedida dicha ley, es decir, 2025**.

Figura 28 – Esquema explicativo del funcionamiento del acuerdo marco de precios.

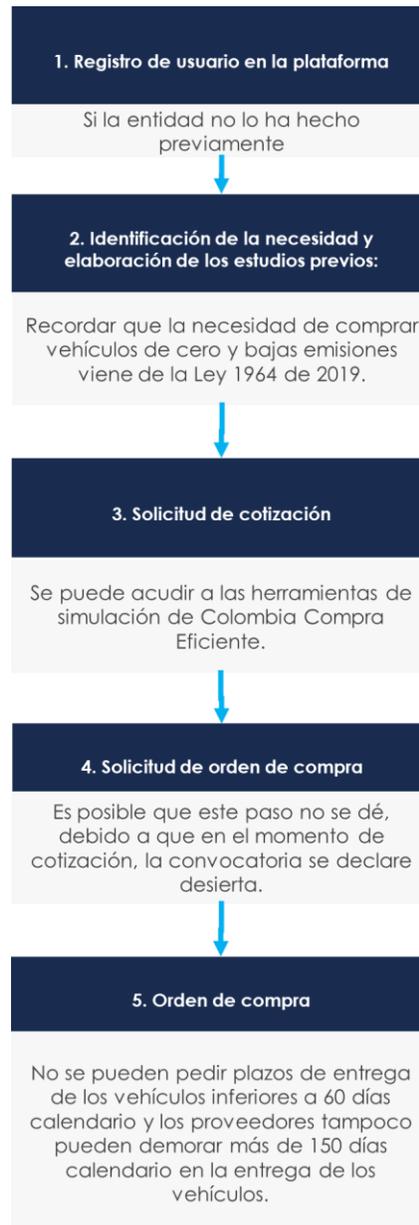


Fuente: Elaboración propia.

4.2. Proceso para la compra de vehículos de cero y bajas emisiones.

Acogiéndose a la modalidad contractual de **acuerdo marco de precios**, las entidades podrán adquirir, de forma abreviada, los vehículos de cero y bajas emisiones. Para esto, las entidades deberán realizar los siguientes pasos (ver Figura 29):

Figura 29 – Pasos para la compra de los vehículos de cero y bajas emisiones, modalidad acuerdo marco de precios, Colombia Compra Eficiente (CCE).



Fuente: Elaboración propia.

Estos cinco (5) pasos resumidos en la Figura 29 se explican con mayor detalle a continuación:

1. **Registro de usuario en la plataforma:** Las entidades deben estar previamente inscritas como usuarios “compradores” dentro de la plataforma SECOP (El Sistema Electrónico para la Contratación Pública).

Nota: Este paso aplica para aquellas entidades que no han tenido previamente la necesidad de realizar compras o contrataciones estatales.

2. **Identificación de la necesidad y elaboración de los estudios previos:** El documento de elaboración de estudios previos, es un documento obligatorio por ley, en el cual se debe establecer de manera concreta la necesidad que la entidad pretende satisfacer a través de la compra. Particularmente, en la compra de vehículos de cero y bajas emisiones, **la necesidad es el cumplimiento de la Ley 1964 de 2019.**

En este paso, se deben establecer las necesidades técnicas y las especificaciones de precio de los vehículos. La herramienta de CCE permite realizar la simulación de cotizaciones a partir de un catálogo que se tiene disponible en la plataforma.

Hay que recordar también que la herramienta descrita en el capítulo 3 de este documento fue desarrollada para apoyar la elaboración de estudios previos y esta se basa en el catálogo de vehículos creada por Colombia Compra Eficiente como parte del acuerdo marco referido a vehículos eléctricos

Nota: La herramienta desarrollada (ver capítulo 3) tiene la opción de limitar la búsqueda de vehículos disponibles en el mercado colombiano a aquellos que se encuentran en el catálogo establecido por CCE.

3. **Solicitud de cotización:** Habiendo identificado proveedores, bienes y servicios que satisfagan las necesidades de la entidad, se procede a pedir la cotización a los diferentes proveedores que CCE disponga. Los proveedores tienen un tiempo máximo para la entrega las cotizaciones, tiempo establecido también por el acuerdo marco (**5 días hábiles para cotizar y 10 días hábiles para contestar la cotización**).

La entidad que genera el evento de cotización luego **debe elegir la cotización con menor precio**, como parte del criterio de selección objetiva, sin olvidar que, los criterios técnicos también deben cumplirse por parte del proveedor. Al realizar el ejercicio de competitividad pública habrá una puja de precios, esto da lugar la optimización de los recursos de la entidad. Existe posibilidad de pedir explicaciones y/o aclaraciones a los diferentes proveedores con el ánimo de esclarecer dudas frente a sus ofertas, permitiéndole al o los funcionarios, tener criterios de decisión objetivos.

Este paso termina cuando todos los proveedores han enviado la cotización o la entidad compradora envía mensajes a todos los proveedores solicitando confirmación que las cotizaciones son definitivas y ha recibido respuesta de todos los proveedores.

- 4. Solicitud de orden de compra:** Luego de realizar la elección por menor precio y cumplimiento de necesidades técnicas por parte de las ofertas hechas por los proveedores, la entidad puede realizar la solicitud de orden de compra en la plataforma.
- 5. Orden de compra:** En este paso se da la materialización de la orden de compra. La orden de compra debe contener: Dirección de facturación, datos adjuntos requeridos, estudios previos, gravámenes adicionales, características del vehículo, presupuesto que soporta la compra, cadena de aprobación. Por último, cabe tener en cuenta que no se pueden pedir plazos de entrega de los vehículos inferiores a 60 días calendario y los proveedores tampoco pueden demorar más de 150 días calendario en la entrega de los vehículos. Sin embargo, bajo las consideraciones de existencia de Stock, los proveedores podrían llegar a entregar los vehículos antes de los plazos establecidos, permitiendo acortar los plazos de este proceso.

4.3. Recomendaciones adicionales.

En el procedimiento descrito en la sección anterior, las entidades requerirán una serie de documentos para materializar la adquisición de los vehículos. En esta sección se enlistan los documentos que se sugieren tener a la mano para así facilitar el proceso de compra¹⁶.

- 1. Pliego de condiciones:** Son los documentos que estableció CCE al momento de suscribir el acuerdo marco, estableciendo las condiciones que cualquier proveedor debía cumplir para participar dentro de la operación principal del acuerdo marco. Este documento es importante para los tomadores de decisiones dentro de las entidades de orden nacional y regional, teniendo así claras las negociaciones que se hicieron por parte de CCE. De esta manera se tendrá un criterio para poder exigirle a los proveedores que cumplan los acuerdos establecidos en este documento.
- 2. Anexo 1 con las fichas técnicas:** Son los documentos por medio de los cuales, CCE establece las especificaciones técnicas de cada vehículo. Aquí se encuentra, por ejemplo, la especificidad del cargador¹⁷ necesario para cada vehículo, capacidad de baterías de los vehículos, potencia de motor, entre otros.
- 3. La minuta del acuerdo marco:** Es un derivado de la operación primaria que realizó CCE con los proveedores y establece las condiciones para poder materializar el acuerdo marco, estableciendo las obligaciones de los proveedores tales como: garantías, plazos, condiciones, precios. También establece las obligaciones de las entidades compradoras y de CCE, todas estas derivadas del acuerdo marco. El uso de este documento permitirá tener las reglas de juego claras con los proveedores en el momento de tener que exigir garantías de algún tipo sobre los vehículos y sus accesorios.

¹⁶ Pueden ser consultados en el siguiente link: <https://preproduccion.colombiacompra.gov.co/tienda-virtual-del-estado-colombiano/transporte/vehiculos-iii>

¹⁷ Por ejemplo, en cuanto a los cargadores de los vehículos, aquí se establecen el tipo de cargador (GB/T, CCS Tipo 1, CCS Tipo 2, etc.; la potencia de carga, la modalidad de carga (AC o DC), entre otras especificaciones técnicas necesarias.

4. **Guía general de los acuerdos marco:** Es un documento que establece paso a paso cómo se deben realizar los procedimientos de cotización, solicitud de orden de compra y todos los pasos necesarios para poder suscribir el acuerdo marco.
5. **Catálogo de vehículos:** Es una planilla que CCE dispone para la elección técnica de los vehículos que se tienen a disposición dentro del acuerdo marco. Se debe recordar nuevamente que la herramienta mostrada en el capítulo 3, aplica este documento para sugerir las mejores opciones para reemplazar o ampliar la flota de vehículos de las entidades. En este catálogo también hay unos precios techo, los cuales, en cualquier caso, deben ser respetados por los proveedores.
6. **Simulador de cotización:** Es una planilla de cálculo que permite realizar la simulación de las cotizaciones, el cual se emplea para enviar a los proveedores y poder realizar las cotizaciones respectivas.

Adicionalmente, para concluir este capítulo, se mencionan algunas consideraciones que se han identificado al momento de poner en práctica el proceso de compra mediante el instrumento de compra agregada “Acuerdo Marco de Precios”:

- **Los cargadores pueden no ser incluidos:** Según el proveedor y marca del vehículo seleccionado, es posible que el cargador lento no venga incluido en la compra (Cargadores de 7 kW que permitirían cargar la mayoría de los vehículos en aproximadamente 8 horas¹⁸). Los vehículos suelen traer un equipo que permite al usuario cargar haciendo uso de una toma convencional de electricidad, pero bajo estas condiciones un vehículo promedio cargaría en aproximadamente 20 horas.

También vale la pena precisar que el costo de las instalaciones eléctricas para alimentar el/los cargador/es pueden ser costos adicionales que deberán ser cotizados a parte por los diferentes proveedores (aquí la importancia de revisar la documentación sugerida en la sección anterior).

El consejo aquí reside en verificar y dejar muy claro con los proveedores de los vehículos si los cargadores lentos vienen incluidos en la compra de los vehículos, en caso de que no sea así, pedirles a ellos mismos que les realicen una cotización sobre el equipo y la instalación, para que este sea considerado en el presupuesto de la entidad.

Recordar también, que la herramienta desarrollada (ver capítulo) **al recomendar BEV** entrega también como resultado la infraestructura que haría falta para operar los vehículos **sugeridos**.

- **Tiempos de cada entidad para aprobaciones internas, que pudieran impactar el proceso:** Como ya se ha mencionado, el tiempo para cumplir la Ley 1964 es el año 2025. La entidad debe garantizar que los recursos necesarios para reemplazar la flota se den en los plazos mencionados. El consejo más importante aquí es que cada entidad acelere la decisión de comprar los vehículos que den cumplimiento a la ley (30% de la flota), en la medida que exista una oportunidad de renovación de flota convencional en el corto plazo, justificando la inversión considerando el costo total de propiedad y optimizando la intensidad de uso del vehículo (mayor kilómetros al año mejor será el CTP, ver capítulo 3).

¹⁸ El tiempo final dependerá de la capacidad de batería del vehículo eléctrico

Entregable 4.3 – Guía Metodológica / VERSIÓN FINAL

Estructuración de un programa piloto para la transformación de la flota oficial de orden nacional a tecnologías de cero y bajas emisiones

Para evaluar el impacto en los recursos, recordar que la herramienta descrita en el capítulo 3, ofrece la opción de optimizar los recursos en términos económicos, facilitando el ejercicio de toma de decisiones. Esta herramienta también ofrece la posibilidad de añadir un presupuesto máximo que la entidad puede destinar para la compra de los vehículos de cero y bajas emisiones y en función de esto, sugerirá unas opciones de vehículos que garanticen las restricciones presupuestales que se le indiquen.

Compra crédito y compra leasing: Las entidades de orden nacional y territorial tienen la posibilidad de acceder a mecanismos financieros para la adquisición de los vehículos de cero y bajas emisiones. Nuevamente, la herramienta mencionada tiene la capacidad de simular diferentes condiciones de compra y simular diferentes escenarios que la entidad considere necesaria, pudiendo configurar el porcentaje a financiar y el mecanismo al que se quiere acudir para realizar la compra (crédito o leasing). Se debe considerar también que, el acceso a estos créditos también tiene unos tiempos de aprobación determinados, que variarán de entidad a entidad, los funcionarios encargados de las compras en cada entidad deben tener muy claro estos tiempos para evitar los posibles riesgos de exceder los plazos de la ley 1964.

- **Responsable de la compra:** se debe recordar que el proceso de compra pública es responsabilidad de cada entidad, y por tanto, el proceso que se inicie en la plataforma Colombia Compra Eficiente será exclusivamente a cargo de su gestión. Esta guía busca visibilizar el proceso pero no tiene responsabilidad directa del proceso que finalmente se desarrolle por una entidad en el marco de adquirir un vehículo eléctrico.

5. Plan de desintegración vehicular

A lo largo de este documento se han mostrado las ventajas medio ambientales que ofrecen las tecnologías de cero y bajas emisiones, como los vehículos eléctricos, y las implicaciones que traería el reemplazo de una flota a combustión antigua u obsoleta por estas nuevas tecnologías.

Una vez que los vehículos antiguos u obsoletos tengan que ser reemplazados, ya sea por la disposición de la Ley 1964 del 2019 u otra razón, las entidades deben pasar por procesos mediante los cuales los vehículos tengan una disposición final adecuada, que de ninguna manera se puede sobreponer ante los objetivos de desarrollo sostenible del país. En este contexto, se señala que tanto el Ministerio de Transporte (MINTRANSPORTE) como el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS) de Colombia, han venido adelantando programas pilotos para la desintegración de automotores livianos, motocicletas, motociclos, mototricilos, motocarros y cuatrimotos, en las principales ciudades del país durante el período comprendido entre el 2015 y el 2018, contribuyendo y mejorando la calidad del aire de las principales ciudades del país (Bogotá, Medellín, Cali, Bucaramanga), a través sacar de circulación vehículos ineficientes y altamente contaminantes, enmarcados en la Política de Prevención y Control de la Contaminación del Aire (MINAMBIENTE & MINSTRANSPORTE, 2015).

Por este motivo, **este capítulo tiene como principal objetivo mostrar las dos (2) opciones con las que se cuentan para hacer disposición final de los vehículos**, acatando las normas nacionales para tal fin:

1. Proceso de desintegración vehicular o también conocida como chatarrización de vehículos.
2. Proceso de enajenación o venta de los vehículos.

La principal diferencia entre estas opciones es que la desintegración supone una disposición final de los vehículos, entendiendo esto **como el fin de la vida útil del vehículo**, mientras que la venta o enajenación, por el contrario, lo que pretende es **alargar la vida útil al vehículo antiguo u obsoleto**, permitiendo que otra entidad haga uso de este.

5.1. Proceso de desintegración/chatarrización de vehículos

La desintegración vehicular busca reducir las emisiones de *contaminantes criterio* (Los contaminantes criterio son aquellos contaminantes normados a los que se les han establecido un límite máximo permisible de concentración en el aire ambiente) y hacen parte de la normativa ambiental de los países, en particular: monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno (NO_x), óxidos de azufre (SO_x), material particulado (PM₁₀ y PM₂₅) y ozono (O₃). Mientras más antiguo sea un vehículo (dado por el Año-Modelo) más cantidad de emisiones por kilómetro recorrido emitirá al ambiente.

Entregable 4.3 – Guía Metodológica / VERSIÓN FINAL

Estructuración de un programa piloto para la transformación de la flota oficial de orden nacional a tecnologías de cero y bajas emisiones

Aunque la antigüedad de un vehículo tiene relación con el nivel de contaminación por kilómetro que este emite, esta no es la única consideración para tener en cuenta al momento de decidir si un vehículo puede/debe chatarrizarse. En la Figura 30 se sintetizan las consideraciones necesarias para que las entidades de orden nacional y territorial puedan proceder a la chatarrización de los vehículos que, por ejemplo, vayan a ser reemplazados por la actualización a vehículos de cero y bajas emisiones.

Figura 30 – Consideraciones para la chatarrización de vehículos.



Fuente: Elaboración propia con base a (Ministerio de minas y energía, 2020)

Esta actividad debe desarrollarse observando la normatividad que exige el Ministerio de Transporte para la desintegración física de vehículos o también conocida como chatarrización (conforme a la Resolución N° 0012739 del 20 de diciembre de 2012 del Ministerio de Transporte), la cual consiste en la destrucción de todos los elementos y componentes del automotor por parte de cualquier entidad desintegradora, debidamente habilitada por el Ministerio de Transporte.

La **entidad desintegradora habilitada**, deberá cumplir con los requisitos técnicos y ambientales definidos por la normativa vigente y acoger las guías o manuales que para ello se expidan, en aras de mantener estándares altos de calidad en el desarrollo del proceso de desintegración. Por ejemplo, (MINTRANSPORTE, 2021) publicó las entidades desintegradoras de carga registradas para expedir el certificado de desintegración física total para vehículos de transporte terrestre automotor de carga, y que además cuentan con certificado ambiental, de conformidad con la normativa vigente, (Resolución 1606 de 2015).

De acuerdo con la Resolución 646 del 18 de marzo de 2014 del Ministerio de Transporte establece el procedimiento que se debe seguir para adelantar la desintegración de vehículos (ver Figura 31).

Figura 31 - Resumen del proceso de desintegración de vehículos.



Fuente: Elaboración propia con base a (Ministerio de minas y energía, 2020).

La descripción detallada de los pasos procedimentales de la figura anterior se desarrolla a continuación:

1. **Certificación de revisión técnica:** Este es un documento emitido por la dirección de investigación Criminal e INTERPOL-DIJIN. En este paso es importante que la entidad ya sea de orden nacional o regional, acuda a las dependencias correspondientes para realizar los trámites para la obtención de este documento. Es posible que los vehículos ya no tengan la capacidad de movilizarse hasta los lugares que la INTERPOL disponga, esto podría complicar este paso pues la INTERPOL no cuenta con servicio a domicilio, en este caso, las entidades tendrían que asumir los costos de grúas y demás temas logísticos para llevar a cabo con éxito este paso.

Este documento tiene por objeto garantizar que el vehículo no tiene ningún pendiente o requerimiento de una autoridad judicial y constatar que la identificación de motor, serie y chasis, clase, modelo y marca del vehículo objeto de desintegración física, coincidan con la información del certificado de tradición.

2. **Entrega y recepción del vehículo automotor:** Una vez que se ha cumplido el paso anterior, se debe **garantizar que el vehículo en menos de quince días calendario**, se encuentre en las instalaciones de la entidad desintegradora. La entrega del vehículo se podrá realizar a cualquier desintegradora habilitada sin importar el lugar del país en donde se ubique y se formalizará con un acta suscrita por quienes intervienen, en donde se indicará la autenticidad de los documentos de identificación y que éstos corresponden a los consignados en la solicitud realizada por el propietario y a los consignados en la revisión técnica realizada por la DIJIN, de la cual se dará copia al propietario del vehículo o su representante, inmediatamente después de su suscripción. La entidad desintegradora llevará registro fotográfico y fílmico del proceso de recepción del vehículo, de la persona que lo entrega y de la desintegración de este, información que deberá archivar en la carpeta que para cada uno de los

Entregable 4.3 – Guía Metodológica / VERSIÓN FINAL

Estructuración de un programa piloto para la transformación de la flota oficial de orden nacional a tecnologías de cero y bajas emisiones

vehículos se genere. Estas carpetas deberán estar disponibles para las autoridades que en el ejercicio de sus competencias las requieran. El vehículo entregado queda depositado en las instalaciones de la desintegradora, de la cual responderá por su guarda, custodia, conservación y posterior desintegración física total. Las entidades desintegradoras autorizadas por el gobierno nacional pueden ser consultadas en el directorio de la página RUNT¹⁹.

3. Entrega de documentos del vehículo automotor a la entidad desintegradora:

Junto con el vehículo a desintegrar, el propietario, o quien posea la autorización suscrita por el propietario del vehículo deberá entregar los siguientes documentos:

- a) La certificación expedida por la DIJIN, esta certificación debe ser verificada y validada a través de los medios que el RUNT disponga para tal fin.
- b) Autorización suscrita por el propietario del vehículo para realizar la desintegración física total.
- c) Certificado de tradición del vehículo en el que conste que el mismo está libre de gravámenes o limitaciones a la propiedad.
- d) Placas del vehículo automotor a desintegrar o el respectivo denuncia por pérdida o hurto.

Es importante señalar que estos procesos pueden incluso requerir de mayor documentación según lo establezcan las [secretarías de movilidad](#) respectivas, como el caso de Bogotá (Secretaría de movilidad de Bogotá, 2021):

- Original y fotocopia de la licencia de tránsito legible.
- Original y fotocopia de la cédula de ciudadanía legible. (propietario y/o apoderado; este último, si aplica)
- Certificado de matrícula mercantil con vigencia no mayor a 30 días. (solo para personas jurídicas)
- Improntas de chasis y motor en tinta negra tomadas en papel CONTAC, transparente o cinta de impronta
- RUT de la persona que realiza el trámite.

En caso de solicitar [autorización para ingreso en grúa](#), cuando los vehículos están fuera de circulación, se requerirá:

- Solicitud de traslado en grúa a la planta desintegradora, dirigida a la Secretaría Distrital de Movilidad, con los datos legibles, firmada por el propietario o apoderado, aportando el poder debidamente otorgado y/o la autorización expresa para el trámite. (si fuere el caso).
- Fotocopia de la cédula de ciudadanía legible. (propietario y apoderado; este último, si aplica).

¹⁹https://www.runt.com.co/directorio-de-actores?title=&field_tipo_value=14&field_c_digo_municipio_value=All&field_c_digo_departamento_value_1=11

Peritaje automotor emitido por un establecimiento de la rama automotriz que posea NIT y avalado por personal calificado para expedir este diagnóstico; que contenga registro fotográfico y describa lo siguiente:

- Aspecto exterior donde se revisan temas de carrocería, pintura y accesorios.
- Aspecto interior donde se revisan accesorios del tablero de instrumentos, seguridad pasiva y equipamiento.
- Sistema de motor donde se revisan ruidos, fugas, accesorios y niveles de fluidos.
- Sistema de electricidad donde se revisan luces, sistema de carga y batería.
- Sistema de suspensión y dirección donde se revisan todas las piezas asociadas.
- Sistema de caja y transmisión donde se revisan ruidos en marcha, fugas, estado de embrague, entre otros.

Estos documentos deberán archivar en la carpeta que la desintegradora genere para el archivo de los registros relacionados con el vehículo, con excepción de las placas, las cuales deberán ser destruidas por la desintegradora, en el momento de la desintegración del vehículo, de este hecho, se dejara constancia.

- 4. Desintegración física del vehículo:** Suscrita el acta de entrega, la entidad desintegradora dentro de los diez (10) días hábiles siguientes procederá a realizar la desintegración del vehículo de acuerdo con los procesos que, desde el punto de vista ambiental, reglamente el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.
- 5. Certificado de desintegración física del vehículo:** La entidad desintegradora, deberá expedir el certificado de desintegración física total de un vehículo el mismo día que concluya su desintegración, en el que se acredite el cumplimiento de la descomposición física de todos los componentes integrantes del automotor y su disposición final conforme a lo establecido en la presente resolución y en las normas ambientales expedidas por la autoridad competente. El mismo día de su expedición el certificado de desintegración física total será registrado por la desintegradora directamente en el Registro Único Nacional de Tránsito (RUNT).

Por último, tenga en cuenta que:

Para este trámite no es necesario la presentación de SOAT, ni la revisión técnico-mecánica y de emisiones de gases contaminantes.

Por tratarse de vehículos de uso particular cuya circulación no está restringida a nivel nacional; el procedimiento de desintegración física puede adelantarse en cualquier entidad desintegradora del territorio nacional, debidamente autorizada para este efecto por el Ministerio de Transporte; sin embargo, la cancelación del registro o matrícula debe efectuarse en la respectiva entidad territorial donde se encuentra

Entregable 4.3 – Guía Metodológica / VERSIÓN FINAL

Estructuración de un programa piloto para la transformación de la flota oficial de orden nacional a tecnologías de cero y bajas emisiones

inscrito el automotor; de conformidad con lo establecido en el Art. 2º de la Resolución 646 de 2014.

El proceso de chatarrización no tiene costo para la entidad; por el contrario, de acuerdo con las especificaciones de cada empresa desintegradora, se le cancela a la entidad pública un valor por el precio de la chatarra que proviene de la desintegración del rodante, a modo de referencia pueden pagar \$100 COP por kilo de chatarra (**depende de la empresa**).

5.2 Proceso de enajenación o venta de vehículos

Para explicar este procedimiento es necesario primero hacer una definición formal del concepto de enajenación.

Definición de enajenación: La enajenación se refiere entonces al hecho de entregar el dominio de una propiedad de un individuo a otro. Esto, independientemente de si hubo o no una contraprestación económica a cambio. Así, cuando se reconoce que una propiedad fue enajenada, significa que su posesión fue transferida. Por lo tanto, el nuevo dueño goza todos los derechos correspondientes, teniendo la potestad de determinar, por ejemplo, quien puede utilizar el activo (economidepia, 2021). Existen dos tipos de enajenación:

1. **A título oneroso:** Es una enajenación que se hace con fines de lucro o también para el caso de la permuta. Este es un contrato por el cual una de las partes cede sus derechos sobre un activo a cambio de otro bien o servicio. Es decir, no hay precio de por medio.
2. **A título gratuito:** Son aquellas enajenaciones que no se dan para generar ganancias. Este es el caso de las herencias y donaciones, por ejemplo.
- 3.

Con base a la definición de los conceptos anteriores, procede la enajenación de los bienes muebles (Vehículos), previa salida definitiva de los registros contables y de los inventarios de la respectiva entidad, asegurándose que estos bienes no están cumpliendo con función alguna para lo cual fueron adquiridos y que, adicionalmente, por su desgaste, deterioro u obsolescencia no sean susceptibles de reparación, requieran un mantenimiento que resulte costoso para la entidad propietaria, o no sean útiles o adecuados para el servicio al cual hayan sido destinados, y no estén afectados por normas especiales, resaltando que debe la entidad ceñirse a lo establecido en el plan de austeridad y la **promoción del uso de los vehículos eléctricos**.

Una vez el bien sea dado de baja debe iniciar el proceso de venta o enajenación conforme lo dispuesto en el Decreto 1082 de 2015, para lo cual hay dos posibles procedimientos: **Proceso de enajenación onerosa** (ver

Figura 32) y **Proceso de enajenación de bienes muebles a título gratuito entre Entidades Estatales** (ver Figura 33).

Figura 32 – Proceso de enajenación onerosa.



Fuente: Elaboración propia

Particularmente para el **proceso de enajenación onerosa** se deberá observar el proceso de selección conforme la Ley 80 de 1993, la Ley 1150 de 2007 y el Decreto 1082 de 2015. Adicionalmente de los pasos mencionados en la figura anterior para este proceso vale la pena que se considere también lo siguiente:

- El proceso para seleccionar el intermediario es el de selección abreviada de menor cuantía.
- Se deberá tener el avalúo comercial de cada uno de los bienes muebles a enajenar. Este avalúo debe ser de persona natural o jurídica idónea en este tema.
- Se sugiere tener el informe técnico que respalde el avalúo.
- Cotizaciones: Se aconseja mínimo tres (3) de los intermediarios que podrían estar interesados en participar en el proceso de selección abreviada de menor cuantía.
- Este proceso no tiene CDP (Certificados de Disponibilidad Presupuestal), por tratarse de un contrato de medio y no de resultado, el valor del contrato es indeterminado pero determinable, dado que será el valor de la comisión que finalmente se genere con base en el valor de la venta más el IVA.

Por otro lado, el **Proceso de enajenación de bienes muebles a título gratuito entre Entidades Estatales** cuenta grosso modo de seis pasos, mediante los cuales una entidad ofrece a otras entidades bienes muebles que no utiliza (ver Figura 33).

Figura 33 - Proceso de enajenación de bienes muebles a título gratuito entre entidades estatales.



Fuente: Elaboración propia.

Para el proceso de selección de la entidad que recibirá el o los bienes, se deberá observar el proceso de selección conforme lo establece el Artículo 2.2.1.2.2.4.3 del Decreto 1082 de 2015, el cual señala "las entidades estatales deberán hacer un inventario de los bienes muebles que no utilizan y ofrecerlos a título gratuito a las entidades estatales a través de un acto administrativo motivado que deben publicar en su página web". Para lo anterior se sugiere seguir las siguientes recomendaciones:

- Tener muy claro **el inventario de los bienes muebles a enajenar** y sus respectivas justificaciones.
- **Publicación página web de la Entidad:** En esta publicación se hace una invitación a las Entidades Públicas interesadas en adquirir los bienes muebles inventariados por la entidad. Las entidades interesadas deben manifestar por escrito dentro de los treinta (30) días calendario siguientes, contados a partir de la fecha de publicación de la Resolución mediante la cual se da de baja de los vehículos, la justificación de la solicitud y la relación de bienes que le interesa recibir por la transferencia a título gratuito.

En el evento de existir dos o más manifestaciones de interés de diferentes entidades por los mismos bienes muebles ofrecidos, éstos se entregarán a aquella que hubiere manifestado primero su interés y que cumplan con las condiciones y documentación señaladas.

Una vez identificada la entidad o entidades a las cuales se entregaran los bienes, se procederá a suscribir acta de entrega firmada por el representante legal o su delegado

Entregable 4.3 – Guía Metodológica / VERSIÓN FINAL

Estructuración de un programa piloto para la transformación de la flota oficial de orden nacional a tecnologías de cero y bajas emisiones

de la Entidad estatal y el Representante Legal de la Entidad favorecida, estableciendo la fecha de entrega física de los bienes, en un plazo no mayor a quince (15) días calendario contados a partir de la suscripción del acta de entrega, previo a la expedición del respectivo acto administrativo que ordene la adjudicación y enajenación a título gratuito de los bienes.

Dicha acción se deberá finalizar con acto Administrativo por la cual se ordena la adjudicación y enajenación a título gratuito de unos bienes muebles. De no ser posible enajenar los bienes a título gratuito a otra entidad pública, se procederá a efectuar la chatarrización de los vehículos.

Otra alternativa de enajenación

De acuerdo a la vida de algunos de los automotores en lista (menor a 6 años) y teniendo en cuenta que al realizar la venta de los rodantes, el dinero recaudado debe ingresar al tesoro nacional, en cumplimiento con el principio de unidad de caja de las entidades del Estado, con el fin de obtener beneficio por la enajenación del automotor, es viable iniciar proceso de selección abreviada de menor cuantía, para celebrar un contrato de permuta, mediante el cual se entreguen los rodantes a un tercero, quien se encargará del traspaso de los mismos y disposición final certificada de los bienes y en contraprestación, la entidad recibirá rodantes actualizados y bajo las especificaciones que el organismo determine.

6. Monitoreo de las flotas para optimizar beneficios

Una vez que los vehículos de cero y/o bajas emisiones hayan sido adquiridos por las diferentes entidades de orden nacional y territorial, se sugiere considerar la implementación de un sistema de Monitoreo, Reporte y Verificación (MRV) que permita hacer seguimiento en la operación de la flota adquirida y por **medio de la implementación de buenas prácticas para la gestión de esta nueva flota**, poder lograr los beneficios ambientales, económicos y energéticos esperados.

El sistema MRV consiste en una secuencia de actividades que se enfocan en medir, analizar y cuantificar indicadores relevantes en la adopción de, en este caso, los vehículos de cero y bajas emisiones. Es así como el MRV permitirá la obtención de resultados cuantitativos y objetivos del cambio tecnológico que supone la electrificación del transporte (consumos energéticos, emisiones, costos de operación y mantenimiento, entre otros).

A lo largo de este capítulo se detalla la importancia de monitorear las flotas eléctricas, las variables más importantes para hacer seguimiento y los potenciales beneficios que supone implementar estos sistemas.

6.1. Lo que no se mide, no se controla

De acuerdo con el físico y matemático William Thomson y su frase “*Lo que no se define no se puede medir. Lo que no se mide, no se puede mejorar. Lo que no se mejora, se degrada siempre*” (alteco, 2021), sugiere que siempre que se desea mejorar algo es necesario medirlo. Esto tiene aún más sentido cuando se pone en un contexto de adopción tecnológica, pues, sin las mediciones pertinentes, muchas veces las mejoras que supone una nueva tecnología no suelen ser logradas por el factor “cultural” de quién opera y termina el proceso de adopción. ¿Cómo saber si estoy en el rango de eficiencia esperado si no lo estamos midiendo? ¿Cómo escalamos el reemplazo de vehículos eléctricos a la flota completa si no logramos cuantificar los ahorros por kilómetros (\$ COP/ km)?

Para dar una perspectiva más amplia de los fundamentos por los cuales es necesario medir, la siguiente figura expone el por qué, el cómo y el qué medir en un sistema MRV, como el que se presenta en este capítulo

Figura 34 Diagrama conceptual de un sistema MRV



Fuente: Elaboración propia.

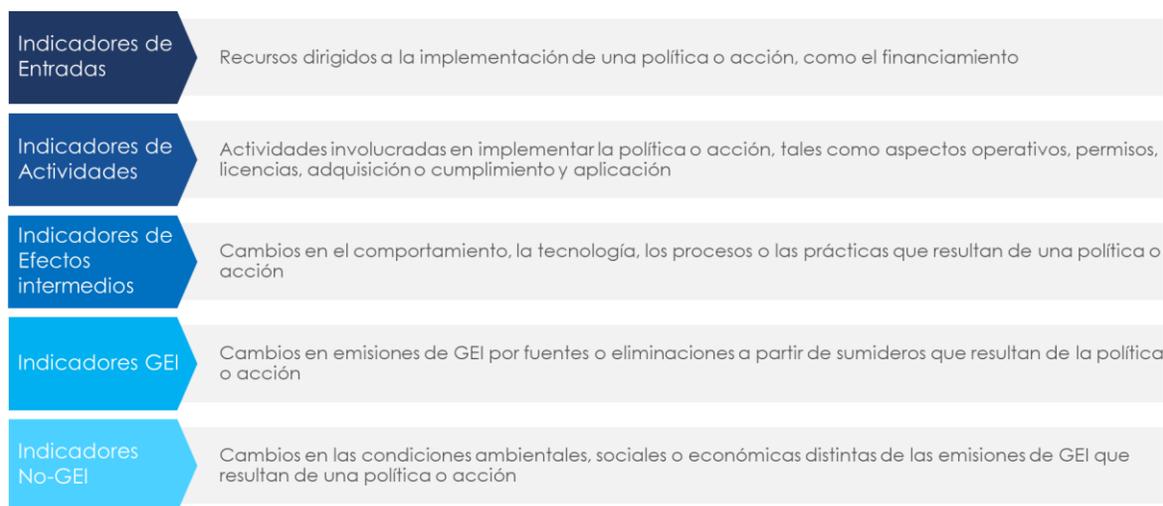
Entregable 4.3 – Guía Metodológica / VERSIÓN FINAL

Estructuración de un programa piloto para la transformación de la flota oficial de orden nacional a tecnologías de cero y bajas emisiones

El sistema MRV que se menciona en esta guía, permitirá a los usuarios finales concientizarse de las prestaciones técnico/económicas, como también ambientales, que ofrece esta tecnología. Este proceso consta principalmente de tres importantes actividades:

1. **Actividad de medición:** se describen de manera detallada todos los atributos asociados a los indicadores a ser medidos. Estos indicadores, según la **“Guía del Estándar de Política y Acción”** del World Resources Institute (WRI) (World Resource Institute, 2014) se dividen en cinco grupos (ver [Figura 35](#)). En la siguiente sección se profundizará con mayor detalle acerca de qué tipo de indicadores podrían ser considerados en cada grupo.

Figura 35 - Descripción de los tipos de indicadores del sistema MRV.



Fuente: Elaboración propia.

2. **Actividad de reporte:** se recolectan los datos para cada indicador los cuales serán posteriormente procesados y analizados por los responsables de esta actividad. Los reportes deben ser sintéticos e incluir los resultados clave que permitan identificar fácilmente las acciones a realizar tal que se muevan los indicadores de impacto conforme a los resultados esperados.
3. **Actividad de verificación:** con la verificación se certifica la confiabilidad de la información reportada, y se plantean recomendaciones que ayuden a actualizar el plan y los protocolos del sistema de MRV. Por lo tanto, el agente verificador debe de ser una entidad sin conflictos de interés; es decir, que no pertenezca a alguna de las partes o tenga intereses creados. La verificación es una actividad deseada pero no obligatoria en el caso de los sistemas de seguimiento que pueda implementar una entidad dado que es algo más bien voluntario y recomendado. Cuando existen sistemas asociados a alguna certificación o reportabilidad formal, es recomendable que se considere la actividad de verificación.

Un resumen de estas tres actividades se muestra en la siguiente figura.

Figura 36 - Actividades de medición, reporte y verificación.



Fuente: Elaboración propia.

El éxito de este sistema involucra a personas, ya sea que estén operando las tecnologías, como también aquellos responsables de reunir la información, procesarla y ser responsable de hacer el análisis de los datos.

La recolección de datos le será útil a la entidad en la medida que exista un equipo profesional encargado de analizar los mismos, de manera de poder determinar objetivamente si el punto de operación de la flota vehicular es el óptimo o no.

Los sistemas de MRV pueden ser flexibles en cuán sofisticados sean en la medición. Por ejemplo, pueden medir variables incorporando tecnologías de medición telemática con registro de datos continuo o pueden ser registros manuales en base a lectura de las variables principales (odómetro, facturas de consumo energético, etc.) con registro de datos semanal o mensual. Lo relevante es que el sistema de MRV defina el/los métodos de medición, los responsables y que luego se haga sistemáticamente.

6.2. Sistema de monitoreo, reporte y verificación.

Como ya se ha mencionado, el sistema MRV necesita en primera instancia definir un equipo y sus respectivas responsabilidades, entre los cuales se pueden destacar: el líder del proyecto, el implementador y el analista. En la siguiente figura se muestran las responsabilidades que cada uno de estos actores tendrían al momento de implementar el sistema MRV.

Figura 37 - Actores y responsabilidades en el sistema MRV.



Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar en la Figura 37, cada uno de los actores tiene su responsabilidad respectiva y además le reporta sus resultados a otro actor. De esta manera, se garantiza que la información fluya a quienes les interesa conocer los resultados por parte de cada actor, por ejemplo, que el implementador dé la información suficiente a los analistas y de igual manera el analista cumpla con su responsabilidad de validar consistencia y procesar los datos. En la Figura 38 se presenta un ejemplo que una entidad podría implementar en su sistema de MRV.

Figura 38 - Perfiles sugeridos y actividades en un sistema MRV aplicado en la adopción

Entregable 4.3 – Guía Metodológica / VERSIÓN FINAL

Estructuración de un programa piloto para la transformación de la flota oficial de orden nacional a tecnologías de cero y bajas emisiones

de flota vehicular de cero y bajas emisiones en una entidad de orden nacional o territorial.



Fuente: Elaboración propia.

Considerando el esquema general para la implementación de un sistema MRV en la adopción de vehículos de cero y bajas emisiones, se sugiere como indicadores los enlistados en la Tabla 7. Es importante señalar que estos indicadores son sugeridos pero que cada entidad podrá incluir los indicadores que le resulten relevantes (por ejemplo, temas de género, accidentes, entre otros.). Otro punto a destacar es que parte de estos indicadores se estiman de una misma variable medida, por ejemplo, los kilómetros recorridos permiten estimar las emisiones evitadas de un vehículo a combustión equivalente (no es que se midan las emisiones directamente).

Tabla 7 - Indicadores sugeridos para el sistema MRV en la adopción de vehículos de cero y bajas emisiones

Tipo de Indicador	Indicador	Unidades
Entrada	Caracterización (Marca, modelo, cilindraje, características mecánicas, etc.) y costo de los vehículos.	#Vehículos y costo de estos (COP)
Actividad	Número de vehículos tipo BEV operando.	#Vehículos
	Número de vehículos tipo HEV operando.	#Vehículos
	Número de vehículos tipo PHEV operando.	#Vehículos
	Número de cargadores habilitados.	#Cargadores
	Recorrido promedio anual de los vehículos por tecnología (BEV, HEV, PHEV).	km/año vehículo
Efecto intermedio	Energía eléctrica consumida por vehículos BEV o PHEV.	kWh/año-vehículo
	Combustible consumido por vehículos HEV o PHEV.	Litro/año-vehículo también puede ser medido en galones/año-vehículo
	Autonomía de operación por tecnología.	km/vehículo
	Tiempo de carga de vehículos eléctricos.	h/kWh vehículo
GEI	Toneladas de CO _{2eq} por año disminuidos. ²⁰	tCO ₂ /año vehículo
no-GEI (Gases contaminantes que no necesariamente aportan al calentamiento global, pero si afectan la calidad del aire) ²¹	Toneladas de contaminantes locales NOX por año disminuidos.	tNOX/año/vehículo
	Toneladas de contaminantes locales MP por año disminuidos.	tMP2.5/año/vehículo
	Toneladas de contaminantes locales CO por año disminuidos.	tCO/año/vehículo
	Toneladas de contaminantes locales SOx por año disminuidos.	tSOx/año/vehículo
	Toneladas de contaminantes locales NMVOC por año disminuidos	tNMVOC/año/vehículo
Mantenimiento	Costo de mantenimiento disminuido por reemplazo a vehículos eléctricos.	COP/año vehículo

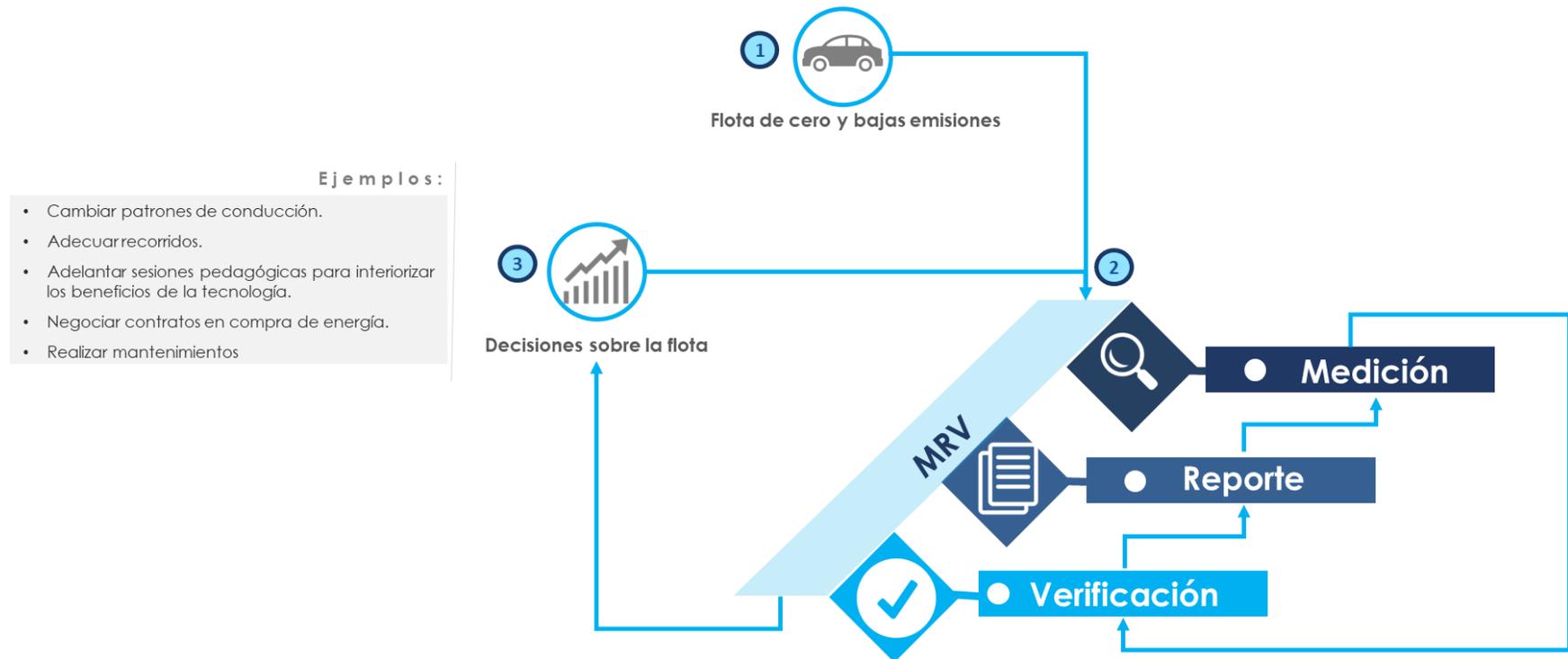
Fuente: Elaboración propia.

6.3. ¿Qué hacer con las mediciones?

La gestión de la información recopilada (Monitoreo y Reporte) es clave para lograr el círculo de mejora continua en la adopción de los vehículos de cero y bajas emisiones. Dicho proceso requerirá de contar con referencias para comparar objetivamente el punto de operación obtenido versus el esperado, por ejemplo de evaluaciones previas de CTP, referencias bibliográficas u otros casos de éxitos. Teniendo puntos de comparación se pueden definir acciones y volver a monitorear la flota para ir convergiendo a los resultados esperados y hacerlos permanentes en el tiempo. La Figura 39 esquematiza la manera en que el sistema MRV permite maximizar los beneficios de los vehículos de cero y bajas emisiones bajo la lógica descrita previamente.

²⁰ Definición de gases contaminantes: <https://www.manosverdes.co/gases-contaminantes-lo-que-debes-saber/#:-:text=Los%20tres%20gases%20contaminantes%20m%C3%A1s,son%20corresponsables%20del%20calentamiento%20global>
²¹ En función del consumo de combustibles, la UPME ha desarrollado una calculadora para calcular las emisiones de CO₂, este puede ser consultado en el siguiente link: http://www.upme.gov.co/calculadora_emisiones/aplicacion/calculadora.html

Figura 39 – Diagrama de ciclo de gestión y mejora continua para un sistema MRV de los vehículos de cero y bajas emisiones.



Fuente: Elaboración propia.

La figura anterior consta de tres pasos que se detallan a continuación:

- 1. Realizar el cambio tecnológico:** Partiendo de los resultados obtenidos al reemplazar (o ampliar) la flota vehicular de cada entidad, se tendrá una flota vehicular (parcial o completa) de cero y bajas emisiones. Hay que recordar que esto es parte de todo un proceso de evaluación previo que se describe con detalle en el capítulo 3 de este documento.
- 2. Implementar equipo y actividades del MRV:** De manera consensuada se deben establecer quiénes del equipo ocuparán el papel de líder del proyecto, el de implementador y el papel de analistas.
Al establecer los roles de los participantes en el sistema MRV, se proceden a establecer los indicadores que cada entidad considere pertinente para la toma de decisiones. La Tabla 7 da sugerencia sobre estos indicadores, sin embargo, cada entidad es autónoma de elegir qué indicadores adoptar.
Como parte del MRV, se tendrá el reporte de la información recolectada, y tal como se mostró en el ejemplo de la Figura 38, se realizará una retroalimentación con los líderes del proyecto. En este punto, se cuenta con la información necesaria para proceder a la toma de decisiones y generar acciones correctivas.
- 3. Tomar decisiones para maximizar beneficios:** Con base al análisis de los reportes, se realizan acciones que deben estar orientadas a la maximización de los beneficios tanto técnicos como económicos que supone la adopción de vehículos de cero y bajas emisiones, entre las cuales cabe destacar: Mejores eficiencias energéticas, menores costos de mantenimientos, reducción en GEI, reducción en no-GEI, entre las demás ventajas que se han venido enfatizando a lo largo de este documento.
Es en este punto que el sistema MRV permitirá corroborar a los operadores de la flota, y a la vez contrastar con datos previos a este ejercicio, las ventajas de haber adoptado la flota de cero y bajas emisiones. La experiencia ha logrado demostrar que, si bien estas tecnologías brindan los beneficios anunciados, estos pueden ser maximizados a través de un proceso de control sobre las variables que determinan el aprovechamiento de las prestaciones tecnológicas de los vehículos de cero y bajas emisiones.

Las entidades, por lo tanto, podrían adoptar el sistema MRV para monitorear y tomar control sobre la operación de la flota, donde también es importante involucrar a los diferentes actores de la operación. Aquí, se hace fundamental que los/las conductores, operadores y personal relacionado con la flota vehicular, entiendan y adopten de manera individual la responsabilidad asignada en el sistema MRV. De otra manera, no se podrán lograr los objetivos de este sistema.

Entregable 4.3 – Guía Metodológica / VERSIÓN FINAL

Estructuración de un programa piloto para la transformación de la flota oficial de orden nacional a tecnologías de cero y bajas emisiones

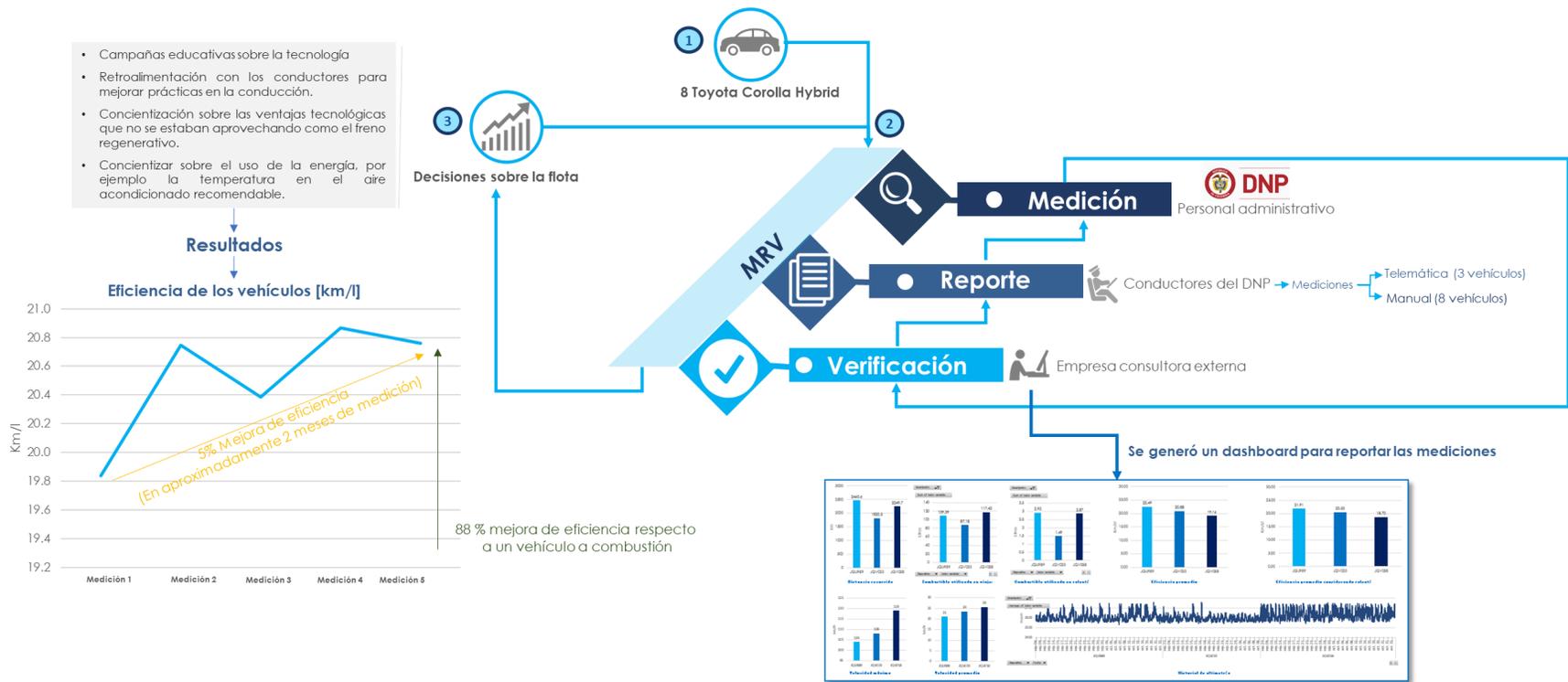
A modo ilustrativo del proceso de implementación de un sistema de MRV, se presenta en la [Figura 40](#) un diagrama, como el presentado en la [Figura 39](#), con datos de interés para el caso del DNP (Departamento Nacional de Planeación), entidad pública que adquirió 8 vehículos híbridos (HEV) Toyota Corolla Hybrid en el 2020 y 2021. En particular, durante los meses de septiembre, octubre y noviembre del 2021 se desarrolló un seguimiento bajo el esquema MRV ya descrito²² para esta flota, donde en la [Figura 40](#) se destaca la mejora en eficiencia de 5% para el período, así como el tipo de acciones correctivas para poder apuntar a resultados esperados en torno a la variable eficiencia en el consumo de gasolina por kilómetro y que, por cierto, tiene impacto en los otros indicadores relevantes del MRV como son el ahorro de costos por consumo de combustible, reducción de emisiones, entre otros indicadores considerados en el caso del DNP.

Como mensajes finales, los sistemas de MRV diseñados y aplicados a los casos de flotas de cero y bajas emisiones permitirán, con base a datos e información objetiva, poder **respaldar** la decisión de cambio dentro de la organización, **escalar** el recambio tecnológico al resto de la flota estudiada, y **replicar** a otras flotas dentro de la misma entidad que tenga otras categorías vehiculares o esquemas de operación u otras condiciones geográficas.

Adicionalmente, un sistemas de MRV sistemático y permanente en el tiempo brindará información objetiva y trazable que puede ser útil para las áreas de operación y mantenimiento, considerando por ejemplo un contexto en que los vehículos estén en torno a su vida útil y se requiera hacer reemplazo y/o chatarrización. El sistema de MRV podrá respaldar este tipo de decisión mediante los datos que sustenten el cómo se ha ido decreciendo la eficiencia, los rangos de autonomía y otras prestaciones que se pudieran ver deterioradas con el tiempo,

²² Esta actividad se desarrolla en el marco de la cooperación técnica entre UPME y BID, ejecutada por Hincio, tal como se indica en el capítulo 1 de la presente Guía.

Figura 40 - Uso del sistema MRV en el DNP con énfasis en el resultado de eficiencia en consumo de combustible (km/l)



Fuente: Elaboración propia

Bibliografía

- Steer-UPME. (2019). *Estructurar las bases del programa de reemplazo tecnológico de la flota oficial del país, para acelerar la adquisición de vehículos de bajas y cero emisiones para entidades públicas de orden nacional y sus oficinas territoriales.*
- Colombia Compra Eficiente. (10 de Mayo de 2021). *Nuestra Misión*. Obtenido de <https://www.colombiacompra.gov.co/secop/colombia-compra-eficiente/nuestra-mision>
- Ministerio de Hacienda y Crédito Público. (2021). *Decreto 371 de 8 de Abril de 2021*. Bogotá.
- Congreso de la República de Colombia. (2007). *Ley 1150 de 2007*.
- Congreso de la República de Colombia. (1993). *Ley 80 de 1993*.
- Departamento Nacional de Planeación. (2015). *Decreto 1082 de 2015*.
- Presidencia de la República. (2021). *Decreto 371 de 2021*.
- Congreso de la República de Colombia. (2019). *Ley 1964 de 2019*.
- Congreso de la República de Colombia. (2020). *Ley 2063 de 2020*.
- Ministerio de Transporte. (2012). *Resolución 0012739 del 20 de diciembre de 2012*.
- Ministerio de Transporte. (2014). *Resolución 646 del 18 de marzo de 2014*.
- Benavides, J. (2021). *Fiscal Impact of Electromobility - Position paper for countries in LAC to manage the fiscal impact from the deployment of electromobility programs*. Washington DC: IDB.
- Convergence. (22 de Mayo de 2021). *Blended Finance*. Obtenido de <https://www.convergence.finance/blended-finance>
- Development Asia. (3 de Enero de 2019). *How to Promote Public-Private Partnerships in the Water Sector*. Obtenido de <https://development.asia/explainer/how-promote-public-private-partnerships-water-sector>
- Revista Motor. (16 de Junio de 2021). *Lista de Precios Usados Nacionales*. Revista Motor.
- World Resource Institute. (Mayo de 2014). *Estándar de Política y Acción*. Obtenido de https://www.transparency-partnership.net/sites/default/files/u2055/spanish_-_policy_and_action_standard_6.9.15.pdf
- EMEP, EEA. (2020). *Air pollutant emission inventory guidebook 2019 – Update Oct. 2020*.
- Fund, I. M. (2014). *Getting Energy Prices Right - From Principle to Practice*.
- STEER. (2019). *test con luis*.
- UPME. (2020). *Estudio de ascenso tecnológico hacia tecnologías de cero y bajas*

Entregable 4.3 – Guía Metodológica / VERSIÓN FINAL

Estructuración de un programa piloto para la transformación de la flota oficial de orden nacional a tecnologías de cero y bajas emisiones

emisiones a nivel nacional. Bogotá: UPME.

Statista, r. D. (2021). *Los vehículos eléctricos en américa Latina*. Statista research department.

BloombergNEF. (2021). *Electric vehicle Outlook*.

Cleantechnica. (2019). *Cleantechnica*. Obtenido de <https://cleantechnica.com/tesla-myths-faq/>

Watson, M. (2021). *Lamborghini Aventador vs NUEVO Tesla Model S Performance*. Obtenido de https://www.youtube.com/watch?v=rDlyMfivbcg&ab_channel=carwowAm%C3%A9ricaLatina

Forbes. (6 de 2021). *Forbes*. Obtenido de Forbes: <https://www.forbes.com/sites/ianpalmer/2021/06/19/why-norway-leads-in-evs-and-the-role-played-by-cheap-renewable-electricity/?sh=5978156d275f>

agency, U. S. (n.d.). *Epa.gov*. Retrieved from [Epa.gov: https://www.epa.gov/greenvehicles/greenhouse-gas-emissions-typical-passenger-vehicle](https://www.epa.gov/greenvehicles/greenhouse-gas-emissions-typical-passenger-vehicle)

Institute, G. P. (11 de 2020). *Great Plains Institute*. Obtenido de Great Plains Institute: <https://www.betterenergy.org/blog/consumer-reports-study-finds-electric-vehicle-maintenance-costs-are-50-less-than-gas-powered-cars/>

Marcali. (11 de Julio de 2020). *MARCALI - saber más de vehículos*. Obtenido de <https://www.marcali.com/blog/tipos-de-licencia-de-conduccion/>

IDEAM. (Noviembre de 2016). *INVENTARIO NACIONAL Y DEPARTAMENTAL DE GASES DE EFECTO INVERNADERO - COLOMBIA*. Bogotá, Bogotá D.C., Colombia.

Electrek. (2018). *electreck.co*. Obtenido de [electreck.co: https://electrek.co/2018/04/24/regenerative-braking-how-it-works/](https://electrek.co/2018/04/24/regenerative-braking-how-it-works/)

i-deals. (2021). *Hoja de Ruta de Hidrógeno en Colombia*. Bogotá.

Congreso de Colombia. (2019). *Ley N° 1964*. Bogotá: Congreso de Colombia.

ANDEMOS. (Julio de 2021). *Informe Interactivo sector Automotor*. Obtenido de Informe Interactivo sector Automotor: <https://datastudio.google.com/u/0/reporting/832d7738-08f7-4e3a-8843-65d4a746cfcc/page/yakzB>

XM. (Agosto de 2021). *Informe General del Mercado*. Medellín: XM.

Gobierno de Colombia, C. (10 de Diciembre de 2020). *Actualización de la contribución Determinada a Nivel Nacional de Colombia (NDC)*. Bogotá, Colombia.

MINAMBIENTE, M. &, & MINTRANSPORTE. (2015). *PROGRAMA DE DESINTEGRACIÓN DE VEHÍCULOS AL FINAL DE SU VIDA ÚTIL (VFVU)*. Bogotá: Gobierno de Colombia.

MINTRANSPORTE. (4 de Noviembre de 2021). *Entidades desintegradoras de carga*.

Entregable 4.3 – Guía Metodológica / VERSIÓN FINAL

Estructuración de un programa piloto para la transformación de la flota oficial de orden nacional a tecnologías de cero y bajas emisiones

Obtenido de Entidades desintegradoras de carga:
<https://www.mintransporte.gov.co/publicaciones/7182/entidades-desintegradoras-de-carga/>

Secretaría de movilidad de Bogotá. (28 de OCTubre de 2021). *Servicio de verificación documental para la desintegración física de vehículo*. Obtenido de Servicio de verificación documental para la desintegración física de vehículo:
<https://bogota.gov.co/servicios/guia-de-tramites-y-servicios/informacion-sobre-la-desintegracion-fisica-de-vehiculos-de-servicio-publico-y-particular-sdm-2>

economidepia. (2021). *economidepia*. Obtenido de *economidepia*:
<https://economipedia.com/definiciones/enajenacion.html>

UPME. (2019). *CÁLCULO DEL FACTOR DE EMISIONES DE LA RED DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN COLOMBIA*. Bogotá.

Ministerio de minas y energía, M. d. (2020). *Resolución 40177*. Bogotá: Ministerio de minas y energía, Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible.

alteco. (2021). *alteco consultores*. Obtenido de Lo que no se mide, no se puede mejorar: <https://www.aiteco.com/lo-que-no-se-mide/>