

## Paridad del vehículo eléctrico: el caso Colombia

Lorena Cadavid, PhD en Ingeniería de Sistemas - Universidad Nacional de Colombia, [dlcadavi@unal.edu.co](mailto:dlcadavi@unal.edu.co)  
Carlos Jaime Franco Cardona, PhD en Ingeniería de Sistemas Energéticos - Universidad Nacional de Colombia,  
[cjfranco@unal.edu.co](mailto:cjfranco@unal.edu.co)

### 1 Introducción

El sector transporte es una de las principales fuentes de emisiones de efecto invernadero a nivel mundial debido a su alta actividad y a la alta participación de los combustibles fósiles en ella. De acuerdo con la International Energy Agency (2015), este sector produce el 23% del total de emisiones en la atmósfera, 20% proveniente del transporte terrestre. En este contexto, el vehículo eléctrico (en adelante, VE) pueden convertirse en una opción atractiva para el mejoramiento ambiental de los territorios (Bubeck, Tomaschek, & Fahl, 2016). Adicionalmente, si bien no todas las economías centran su interés en este aspecto, los VE podrían jugar un papel importante en la reducción del uso del petróleo (Coffman, Bernstein, & Wee, 2017), un aspecto de interés para algunos países.

Si los vehículos eléctricos son o no una tecnología promisoría depende de los costos de adquisición y de operación de los mismos (propios de cada territorio), así como de características tecnológicas como su autonomía y asociadas a la infraestructura (Coffman et al., 2017). Varios estudios se han adelantado en la realización de esta evaluación, los cuales han estado orientados principalmente a Estados Unidos y Europa (Bubeck et al., 2016). Sobresale en la literatura la ausencia de este tipo de investigaciones en países de Suramérica, caracterizados por altos costos de los vehículos (eléctricos o a combustión) y un bajo índice de vehículos per cápita (The World Bank Group, 2011).

Este estudio compara los costos durante el ciclo de vida de un vehículo eléctrico respecto a los costos durante el ciclo de vida de un vehículo tradicional a combustión para el caso colombiano, y sienta las bases de la metodología a seguir para realizar dicha comparación en otros territorios latinoamericanos. Teniendo en cuenta los costos proyectados de las baterías, este estudio, además, permite calcular el momento de paridad del vehículo eléctrico en función del kilometraje recorrido.

### 2 Metodología

Con el fin de lograr el objetivo planteado, los autores desarrollaron un modelo de evaluación siguiendo los lineamientos de la metodología Costo Total de Posesión (TCO, por sus siglas en inglés) (Al-Alawi & Bradley, 2013; Bubeck et al., 2016; Coffman et al., 2017; Hagman, Ritzén, Stier, & Susilo, 2016; Wu, Inderbitzin, & Bening, 2015), para evaluar el costo total de posesión de un vehículo eléctrico frente a un vehículo a combustión interna tradicional. En términos generales, esta metodología realiza una evaluación financiera de los flujos de caja proyectados en el tiempo del costo de compra del vehículo, los costos asociados a la aseguración, impuestos, combustible y mantenimiento, y la eventual recuperación de capital una vez termine el ciclo de vida esperado del bien.

El resultado es obtenido en términos de costo por kilómetro, para lo cual se presentan diferentes mediciones en función del kilometraje anual recorrido (una característica que varía de usuario en usuario, y está asociada con el perfil de conducción del territorio). De esa manera, se encuentra el kilometraje anual a partir del cual el VE está en paridad con el vehículo a combustión en las condiciones actuales.

El modelo fue parametrizado para el caso colombiano con cifras reales de mercado. A diferencia de las aplicaciones tradicionales de la metodología TCO, el modelo desarrollado abarca un horizonte temporal de 5 años con pasos anuales, considerando el perfil de posesión del vehículo en los países latinoamericanos; sin embargo, se presentan también indicadores asociados con la vida útil de los vehículos analizados.

Con el fin de incorporar el hecho de la reducción proyectada en el precio de las baterías del VE gracias a la curva de aprendizaje y la producción masificada (Energy Information Administration - EIA, 2012, 2016; Nykvist & Nilsson, 2015), el modelo también permite analizar el momento en el tiempo en que el VE logra la paridad frente a uno de combustión para un kilometraje determinado.

### 3 Resultados y conclusiones

En términos generales, los resultados indican que, en las condiciones actuales (en las que el precio del VE es 1.9 veces el precio de su homólogo a combustión en Colombia), el VE se encuentra en paridad frente al vehículo de combustión para 5 años de evaluación cuando el recorrido anual supera los 40 mil kilómetros. El costo por kilómetro recorrido es 10% inferior para el VE respecto al vehículo a combustión cuando el recorrido anual es de 50 mil kilómetros. En las condiciones actuales, recorridos inferiores representan pérdidas para el VE; por ejemplo, un recorrido anual de 20 mil kilómetros (típico de una ciudad grande en Colombia), representa un sobre costo de un 40% para el VE respecto a su homólogo a combustión. Un análisis de sensibilidad sobre el precio del vehículo eléctrico sugiere que, para recorridos anuales de 20 mil kilómetros en el territorio colombiano, el precio del VE puede ser máximo 1.4 veces el precio de su homólogo a combustión para que el VE se encuentre en paridad.

La revisión de los precios proyectados de las baterías del VE sugiere que la paridad se encuentra en el año 2024 para recorridos de 30 mil kilómetros, 2019 para recorridos de 35 mil kilómetros y 2016 para recorridos de 40 mil kilómetros anuales. Frente a estos resultados, se hace evidente la necesidad de implementar políticas orientadas a la disminución del precio de los VE en las condiciones colombianas, bajo las cuales el abaratamiento natural de los precios de las baterías no será suficiente para la penetración de los VE en el mercado.

### Referencias

- Al-Alawi, B. M., & Bradley, T. H. (2013). Total cost of ownership, payback, and consumer preference modeling of plug-in hybrid electric vehicles. *Applied Energy*, *103*, 488–506. <http://doi.org/10.1016/j.apenergy.2012.10.009>
- Bubeck, S., Tomaschek, J., & Fahl, U. (2016). Perspectives of electric mobility: Total cost of ownership of electric vehicles in Germany. *Transport Policy*, *50*, 63–77. <http://doi.org/10.1016/j.tranpol.2016.05.012>
- Coffman, M., Bernstein, P., & Wee, S. (2017). Integrating electric vehicles and residential solar PV. *Transport Policy*, *53*, 30–38. <http://doi.org/10.1016/j.tranpol.2016.08.008>
- Energy Information Administration - EIA. (2012). AEO2012 includes analysis of breakthroughs in vehicle battery technology. Retrieved from <https://www.eia.gov/todayinenergy/detail.php?id=6930>
- Energy Information Administration - EIA. (2016). Annual Energy Outlook 2016. Retrieved from [https://www.eia.gov/forecasts/aeo/section\\_deliveredenergy.cfm](https://www.eia.gov/forecasts/aeo/section_deliveredenergy.cfm)
- Hagman, J., Ritzén, S., Stier, J. J., & Susilo, Y. (2016). Total cost of ownership and its potential implications for battery electric vehicle diffusion. *Research in Transportation Business & Management*, *18*, 11–17. <http://doi.org/10.1016/j.rtbm.2016.01.003>
- International Energy Agency - IEA. (2015). CO2 Emissions From Fuel Combustion Highlights 2015.
- Nykvist, B., & Nilsson, M. (2015). Rapidly falling costs of battery packs for electric vehicles. *Nature Climate Change*, *5*(4), 329–332. <http://doi.org/10.1038/nclimate2564>
- The World Bank Group. (2011). Worldwide Passenger Cars (per 1,000 people). Retrieved October 30, 2016, from <http://chartsbin.com/view/1113>
- Wu, G., Inderbitzin, A., & Bening, C. (2015). Total cost of ownership of electric vehicles compared to conventional vehicles: A probabilistic analysis and projection across market segments. *Energy Policy*, *80*, 196–214. <http://doi.org/10.1016/j.enpol.2015.02.004>