Impacto de la Demanda de Vehículos Eléctricos en el sistema Interconectado Nacional

Verónica Echauri y José Vallejos

Departamento de Estudios y Evaluaciones Económicas – Director de INE e INI

ANDE – UCSA

España 1268 – Sargento Gauto Casi Venezuela (Campus San Agustín)

veronica_echauri@ande.gov.py – jvallejos@ucsa.edu.py

RESUMEN

La incorporación del vehículo eléctrico (VE) a las redes de energía eléctrica tendrá un impacto técnico y económico en el Sistema Interconectado Nacional

Dentro de la incertidumbre para pronosticar cuál será la cantidad de VE a ser incorporados en el futuro, existen diversos estudios científicos que plantean un crecimiento exponencial.

Aunque actualmente en el mundo la gran mayoría de VE son vehículos híbridos no enchufables (motor térmico de gasolina/gasoil y motor eléctrico), en el medio plazo éstos serán híbridos enchufables o puramente eléctricos. Estos últimos dispondrán de una batería eléctrica de mayor tamaño, en función de la autonomía del VE, que necesitará ser recargada a través de la red eléctrica.

La recarga masiva de las baterías de los VE tendrá un impacto técnico y económico en el sistema eléctrico, tanto en la operación del mismo como en los posibles refuerzos necesarios de la actual infraestructura eléctrica.

El presente trabajo pretende modelar la demanda de energía eléctrica de un parque de vehículos eléctricos y su posible impacto en el Sistema Interconectado Nacional.

La proyección de la demanda de los VE en el Paraguay se basa en el estudio de mercado del parque de dichos vehículos de Europa y Estados Unidos.

Como en la actualidad, la diferencia de precios de los VE con referencia a los vehículos convencionales equivalentes es considerable, además de la proyección de la demanda de los VE, se presentará una comparación del consumo del combustible (costo por kilómetro) de ambos tipos de vehículos y el tiempo necesario estimado para amortizar dicha diferencia de precios.

PALABRAS CLAVES

Vehículo Eléctrico – Ciclos de Carga de VE - Mecanismos de Incentivos- Comparación de costos

1. CARACTERIZACIÓN DE LA DEMANDA DE LOS VEHÍCULOS ELÉCTRICOS

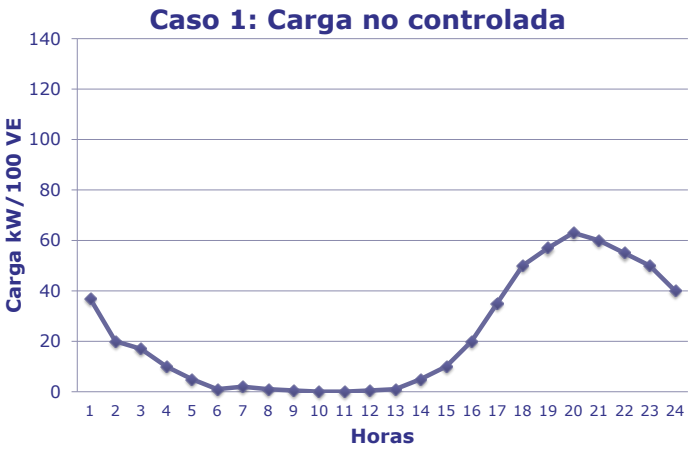
La recarga masiva de las baterías de los Vehículos Eléctricos (VE) tendrá un impacto técnico y económico en el sistema eléctrico, tanto en la operación del mismo como en los posibles refuerzos necesarios de la actual infraestructura eléctrica.

El presente trabajo pretende modelar la demanda de energía eléctrica de un parque de vehículos eléctricos y su posible impacto en el Sistema Interconectado Nacional, en base al estudio de mercado del parque de dichos vehículos de Europa y Estados Unidos.

1.1 Caso 1: Carga no controlada

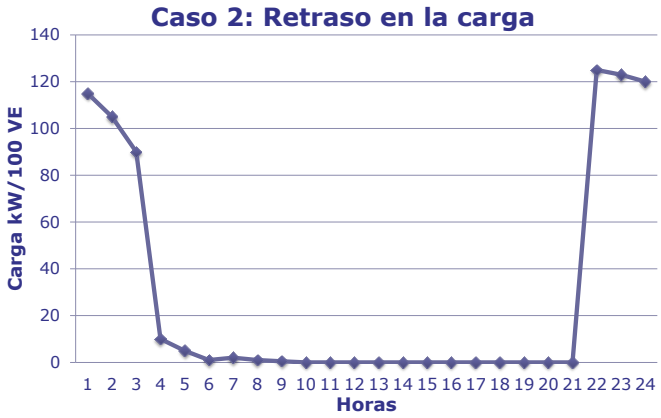
El caso de carga no controlada considera un escenario simple en donde los propietarios de vehículos eléctricos cargan sus vehículos exclusivamente en el hogar de una manera incontrolada. El VE comienza a cargarse en cuanto se conecta y se detiene cuando la batería está totalmente cargada. Esto puede ser considerado una referencia o caso "no hacer nada", porque no supone como requisito infraestructura especial de carga de VE (sin estaciones de carga en el trabajo u otros lugares públicos). Además, no requiere de un control inteligente de cómo o cuándo se produce la carga, o los incentivos (como las tasas de tiempo de uso) para influir en el comportamiento del consumidor individual. El caso también podría ser considerado como un escenario límite (peor de los casos), dada la alta coincidencia de las cargas normales del sistema eléctrico y de las posibles pautas de consumo de VE.

Para este caso, se asumió una tasa constante de carga de 1,4 kW, que está basado conservadoramente en un tomacorriente común de la casa 220 V, 20 A por circuito, con una potencia constante de alrededor de 1,8 a 2,0 kW. A pesar de este tipo de baja carga, el tiempo de carga de una batería completamente descargada se asume aún menor a de seis horas.



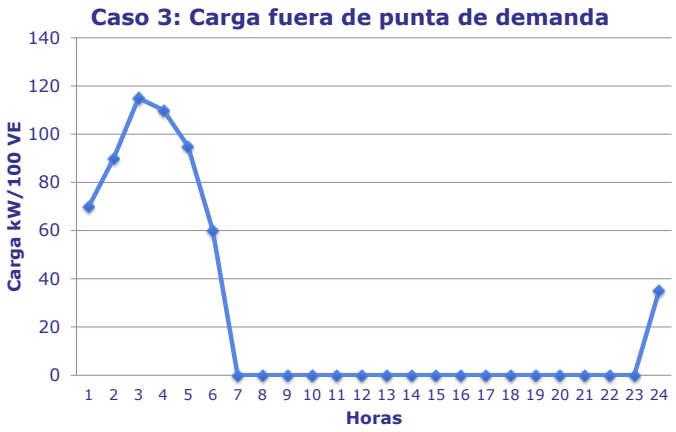
1.2 Caso 2: Retraso en la carga

El caso de retraso en la carga es similar al caso 1, en el que todos los VE se cargan en el hogar. Sin embargo, se intenta optimizar mejor la utilización de bajo costo de energía fuera de punta al retrasar el inicio de la carga en la casa hasta que pasan las 10 pm. Esto requiere sólo un pequeño aumento en infraestructura, es decir, un temporizador, ya sea en el vehículo o en la estación de carga del hogar. Este caso se consideraría un escenario más probable que la carga no controlada, si se aplicasen los incentivos para el uso de la energía fuera de horas punta. La velocidad de carga (1,4 kW) es idéntica al caso carga no controlada.



1.3 Caso 3: Carga fuera de punta de demanda

El escenario de la carga fuera de la punta de demanda también se supone que todos los VE se cargan en la casa en horas de la noche a la mañana. Sin embargo, se trata de proporcionar la carga de electricidad más óptima y de bajo costo, de suponiendo que la carga del VE pueda ser controlada, directa o indirectamente por la ANDE. Esto permite la utilidad de ajustar con precisión la carga del VE a los períodos de demanda mínima, permitiendo el uso de costos más bajos de electricidad, y mejorar el rendimiento general del sistema. Con el control directo, la red eléctrica enviaría una señal a un VE en particular o un grupo de VEs para iniciar o detener la carga cuando las condiciones lo ameriten. Este concepto ya está en marcha en otros países a través de otros medios de control de carga programado utilizados para calentadores de agua, aires acondicionadores de aire, etc. El control directo también podría ser establecido y optimizado través de una comercializadora que vende la demanda agregada de muchos VE individuales a un servicio público, el operador del sistema regional, o de un mercado regional de electricidad al por mayor.



Una opción alternativa - el control indirecto – sería cuando cada VE responde de forma inteligente a las señales de precios en tiempo real o alguna otra lista de precios para comprar la electricidad en el momento oportuno. En todos estos sistemas de control, los VE serían efectivamente cargados para proporcionar la carga y descarga más económica.

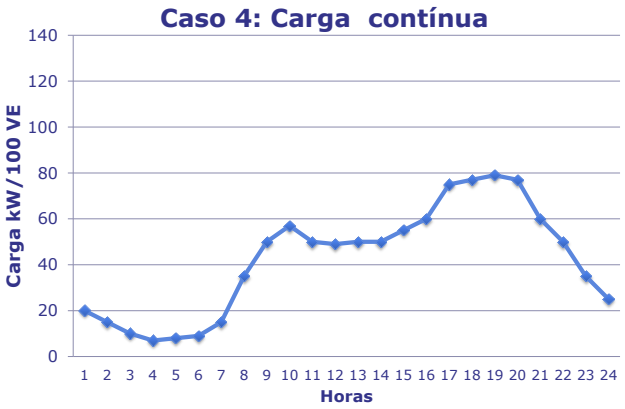
En éste modelado en particular se asume que la recarga de los VEs se lleva a cabo en el valle, la mínima demanda de la noche a la mañana y se asume que todos los VEs están efectivamente recargados para las 7 am.

Para permitir la optimización máxima del sistema, hemos aumentado el promedio permisible de carga de la flota a 3,2 kW. Esto es una consideración mayor que la velocidad de carga continua de un toma de corriente común por circuito, y se supone que al menos el 20% de toda la carga está circuitos de 40 A en 220V.

1.4 Caso 4: Carga continua

El escenario de la carga continua es similar al caso 1, en el que se asume que la carga se produce de forma incontrolada (a 1,4 kW) cuando el vehículo está enchufado Sin embargo, también supone que las estaciones de recarga públicas están disponibles siempre que el vehículo está estacionado. Como resultado, el vehículo se carga continuamente siempre que no está en movimiento, (limitado por la capacidad de la batería). La ventaja de este escenario es que se maximiza la operación eléctrica, y reduce al mínimo tanto el uso del petróleo y las emisiones de los vehículos (en caso de vehículos híbridos).

El patrón de carga puede ser mejor entendido tomando como partida las 4 am, cuando todos los vehículos están completamente cargados. La recarga se inicia después del tráfico y otras actividades de la mañana, con una velocidad de carga que permanece bastante uniforme, debido a la gran cantidad de viajes de medio día. Al final del día se produce un pico después del viaje de retorno al hogar, pero decae más rápidamente que en el caso de carga controlada, debido a que con la carga del mediodía las baterías están en un estado superior de la carga antes del viaje de retorno al hogar. Como resultado, hay aún menos fuera del pico de carga que en el caso de carga no controlada.



2. IMPACTO DE LA DEMANDA DE UN PARQUE AUTOMOTOR ELÉCTRICO.

Partiendo de la curva de demanda del Subsistema Metropolitano proyectada para dicho año, conforme al gráfico, la que presenta una demanda punta de 2917 MW.

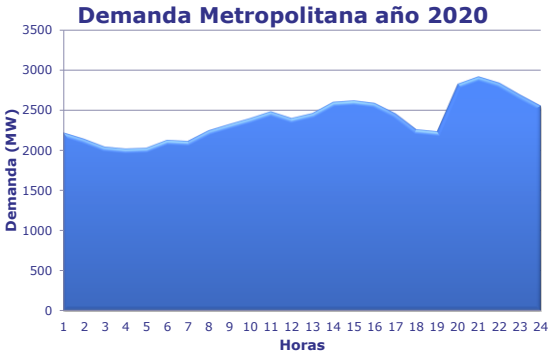


Gráfico 2.1: Demanda del Subsistema Metropolitano para el año 2020

Desde el punto de vista del Sistema Interconectado Nacional, el impacto de la demanda de un parque automotor eléctrico, estimado en 30 000 VE para el año 2020, se presenta en los siguientes gráficos de acuerdo al caso de estudio.

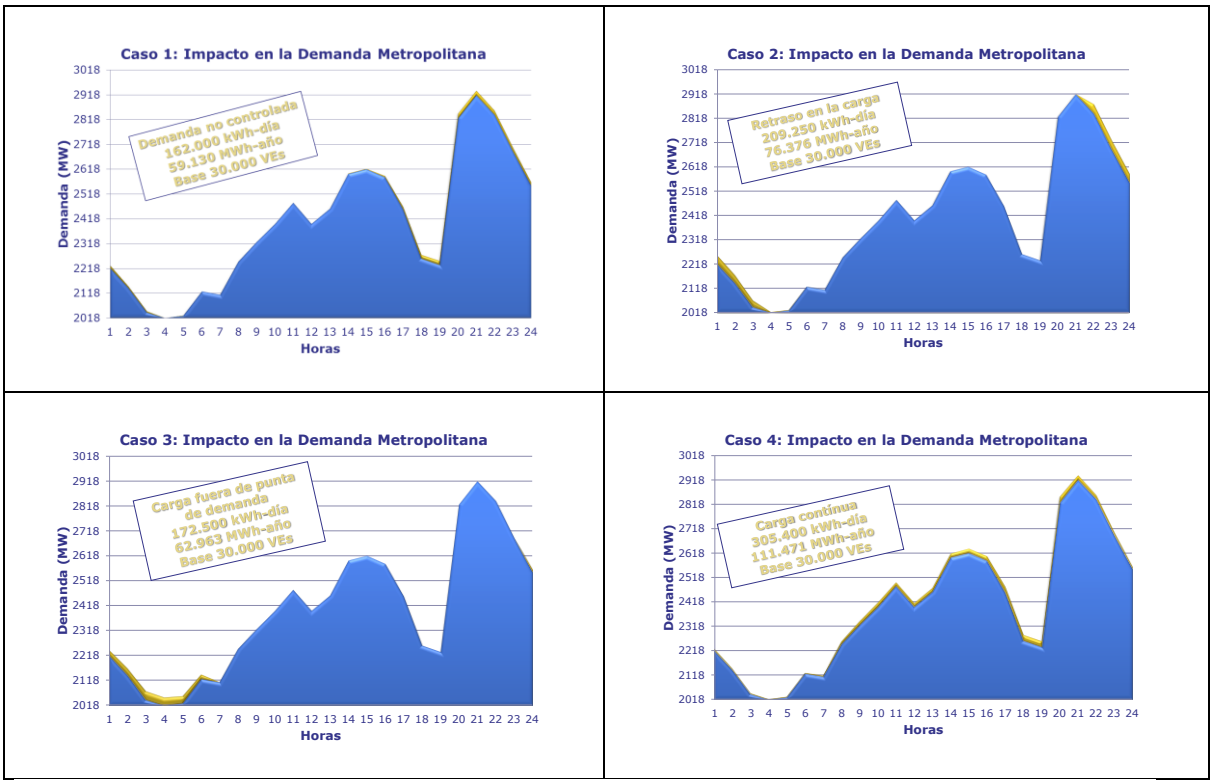


Gráfico 2.2: Impacto en el SIN según el caso en estudio

3. ¿MERECE LA PENA COMPRAR UN VEHICULO ELÉCTRICO O MEJOR NOS QUEDAMOS CON UNO GASOLINA O DIESEL DE TODA LA VIDA?

Debido a las dudas entre la posibilidad de comprar uno u otro, realizamos una comparación entre un vehículo diésel y un vehículo eléctrico de características similares (equipamiento, tamaño, prestaciones, etc.), con respecto al precio de venta y al consumo. Estos costos calculamos sin tener en cuenta mantenimientos, costo de los neumáticos, seguros y reparaciones que puedan tener, nos centramos únicamente en el valor del vehículo más el combustible. El eléctrico es más caro, pero ahorra energía y permite ahorrar dinero kilómetro a kilómetro

Hablando de consumos, esta es una comparativa teórica (no una prueba real de consumo), comparamos los datos de consumo oficiales homologados por las marcas. Algunos dirán que en el vehículo eléctrico la autonomía puede ser menor que la homologada (el caso es que también puede ser mayor), pero no debemos olvidar que el consumo real de cualquier vehículo diésel (o gasolina) también es algo mayor en la práctica.

Al tomar la decisión sobre si preferimos uno a gasolina, a diesel o un eléctrico estamos especulando con el futuro valor del petróleo.

El Nissan LEAF, es un vehículo eléctrico de baterías de casi inminente lanzamiento, tiene un precio aproximado (subvenciones incluidas) de 35.950 euros. Su autonomía homologada (media) es de 175 km, y lo consigue gracias a un paquete de baterías de iones de litio de 24 kWh de capacidad y 10 años de vida útil. Vamos a considerar por tanto un consumo teórico promedio de 13,72 kWh/100 km.

Comparamos su amortización con un vehículo similar, pero con motor de combustión interna (gasolina o diésel). Así que hemos elegido un vehículo diésel, el seleccionado para esta ocasión es el Volkswagen Golf 1.6 TDI 105 CV, Bluemotion Technology, con cambio automático DSG de 7 velocidades, precio aproximado 22.785 euros y consumo teórico promedio de 4,2 lt/100 km. Hemos recopilado todos los datos y calculado ciertas cifras que se presentan en la tabla siguiente.

Comparando costos entre Eléctrico VS Diésel: Nissan LEAF frente a Volkswagen Golf

- Eléctrico – Nissan LEAF (Precio: 35.950 Euros): 13,72 kWh/100 km, recargando por la noche en nuestra casa (recarga lenta) a 362 G/kWh (tarifa media residencial ANDE correspondiente al año 2011) nos costarían 4.967 G/100 km. (no incluye 10% de IVA).
- Diésel –Golf (Precio: 22.785 Euros): el consumo medio es 4,2 lt/100 km, así que con el precio actual del Diesel Podium en Paraguay (7.290 G/lt) nos costarían 30.618 G/100km. *(la diferencia de costos de utilización es de 6,2 veces más)* (exento de IVA).

Obs:Precios de compra de los vehículos obtenidos de internet a la fecha de hoy, precio del Diesel Podium obtenido de la estación de servicio Petrobras de Asunción y tarifa media residencial de la Memoria y Balance General de la ANDE - Año 2011, por lo que pueden variar en el futuro.

La diferencia en el precio de compra entre el Nissan LEAF y el Volkswagen Golf es de 13.165 euros (más caro el eléctrico). Sin embargo el eléctrico supone un ahorro de 25.651 G/100 km. Esto quiere decir que habría que realizar al menos 278.278 km para amortizar la diferencia de precio, realizando un promedio de 25.000km/año se amortizaría totalmente en 11,1 años. Cuantos más kilómetros anuales realice un conductor, más rápido amortizará el vehículo eléctrico. A partir de esa cifra, el ahorro es real y constante.

Asimismo, se deben tener en cuenta otros factores, que ayudan a amortizar un poco antes la diferencia de precio entre el eléctrico y el diésel:

- Costo de mantenimiento inferior
- Reducción en el impuesto municipal de circulación
- Exención del pago en las zonas de estacionamiento regulado

Obs: items a) y b) ya aplicados en otros países y recomendado para el nuestro.

Tabla 3.1: Comparación de costos entre Eléctrico VS Diésel: Nissan LEAF vs Volkswagen Golf

Vehículo	Precio Compra (Euros)	veces más	Combustible	consumo medio/100 km	precio unitario combustible	G/100 km	veces más
Nissan LEAF	35.950		Energía Eléctrica (kWh)	13,72	362,0	4.967	
Volkswagen Golf	22.785	1,6	Diesel Podium (litros)	4,20	7.290,0	30.618	6,2
Diferencia (Euros)	**13.165**					**25.651**	
Diferencia (G)	**71.382.210**					**278.278**	km adicionales
Fuente BCP- G/Euro: (16/08/2012)		5.422,12				25.000	km/año en prom
						11,1	años para amortizar

A efectos de realizar los análisis de sensibilidad de dicha comparación, se consideró el crecimiento anual del Diesel Podium en los últimos años resultando en 8% anual, aplicando esta tasa de crecimiento al precio de hoy se obtuvo un precio promedio para los siguientes 10 años (2013-2022) de 10.779,20 G/lt., y un crecimiento promedio para dicho periodo del 48%, el cual también se aplica a la tarifa media residencial de la ANDE.

Por lo tanto, se presentan 4 escenarios posibles, variando la tarifa media residencial de la ANDE y el precio del Diesel Podium, los cuales son los siguientes:

a. La tarifa media residencial de ANDE sube en 48% (se amortiza en más tiempo)
b. La tarifa media residencial de ANDE baja en 48% (se amortiza en menos tiempo)
c. Precio del Diesel Podium sube en 48% (se amortiza en menos tiempo)

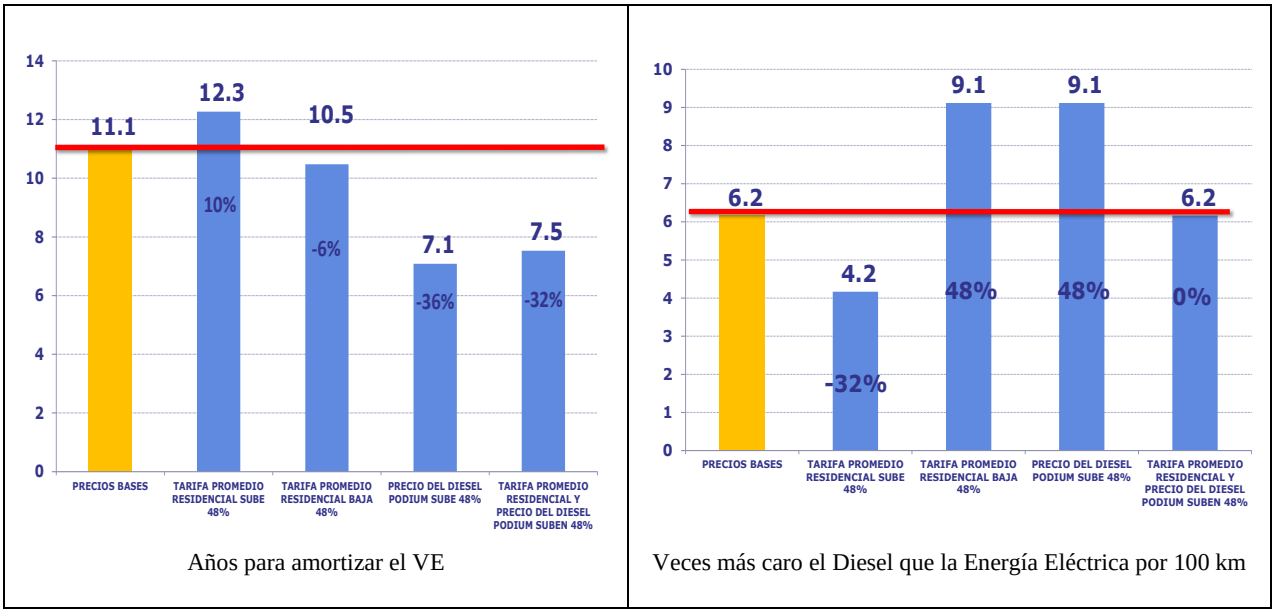
d. La tarifa media residencial de ANDE y Precio del Diesel Podium suben 48% (se amortiza en menos tiempo)

A continuación se presentan los resultados obtenidos para los 4 escenarios mencionados, comparando con el caso base.

Tabla 3.2: Resultados de los Análisis de Sensibilidad y Precios Bases

Escenario		precio unitario combustible	años para amortizar	km adicionales	veces más en combustible
-	PRECIOS BASES	362 G/kWh -7.290 G/lt	11,1	278.278	6,2
a	TARIFA PROMEDIO RESIDENCIAL SUBE 48%	535,2 G/kWh	12,3	306.701	4,2
b	TARIFA PROMEDIO RESIDENCIAL BAJA 48%	244,8 G/kWh	10,5	261.866	9,1
c	PRECIO DEL DIESEL PODIUM SUBE 48%	10.779,2 G/lt	7,1	177.101	9,1
d	TARIFA PROMEDIO RESIDENCIAL Y PRECIO DEL DIESEL PODIUM SUBEN 48%	535,3 G/kWh -10.779,2 G/lt	7,5	188.201	6,2

Teniendo en cuenta los resultados de los diferentes escenarios considerados se puede observar que la variable que más afecta es el "precio del Diesel Podium", ya que el aumento del mismo en un 48% representa una disminución de 3 años para amortizar el VE (de 11,1 a 7,1 años), lo que constituye una variación negativa de 36%, seguidamente la combinación del aumento en 48% del precio del Diesel Podium y de la tarifa media residencial de la ANDE obtiene una disminución del 32% en el tiempo a amortizar, amortizándose el VE en 7,5 años, como se puede ilustrar en la figura siguiente.



Años para amortizar el VE

Veces más caro el Diesel que la Energía Eléctrica por 100 km

Gráfico 3.1 Resultados de los Análisis de Sensibilidad

4. CONCLUSION

Se puede propiciar la generación de empleos, renta y tecnología fomentando la fabricación y el montaje de vehículos eléctricos en nuestro país, obteniendo beneficios económicos, energéticos y ambientales.

Fomentar la transformación de la matriz energética, utilizando energía eléctrica limpia y barata, que el Paraguay tiene en abundancia de las Binacionales, en sustitución de importar derivados del petróleo contaminantes caros y dejar de depender energéticamente de ellos.

La diferencia de consumo de combustible entre los modelos eléctricos y los convencionales a gasolina o diesel, no es tan abismal cuando se considera la diferencia en el precio de compra de ambos.

Y no es menos importante recordar que no solo el dinero es un factor a tener en cuenta para apostar por los vehículos eléctricos, las dificultades en la producción y alto precio del petróleo y luchar contra la contaminación han de ser tenidas en cuenta.

El impacto en el SIN de la demanda de un parque de VEs es marginal y para incentivar su inserción en el parque automotor nacional se recomienda aplicar incentivos tales como la reducción en el impuesto municipal de circulación e importación y la exención del pago en las zonas de estacionamiento regulado, ya que el principal obstáculo es el costo del VE en comparación al costo de un vehículo convencional.

5 BIBLIOGRAFIA

Technical Report NREL/TP-640-41410. Laboratorio Nacional de Energías Renovables de los Estados Unidos. www.nrel.gov

Nissan LEAF, Top 10 de los coches innovadores, Magazine Motorpasión-Futuro http://www.motorpasionfuturo.com/coches-electricos/nissan-leaf-top-10-de-los-coches-innovadores

Volkswagen Golf 1.6 TDI DSG, ya a la venta, Magazine Diariomotorhttp://www.diariomotor.com/2009/07/18/volkswagen-golf-1-6-tdi-dsg-ya-a-la-venta/