

# Pruebas de Campo Automóvil 100 % Eléctrico Montevideo, Uruguay

Enero / Mayo 2014





---

# Índice

Resumen Ejecutivo .....	3
1. Antecedentes .....	4
2. Introducción .....	6
3. Objetivos .....	10
4. Procedimientos .....	10
5. Resultados .....	11
6. Costo por Kilómetro .....	18
7. Conclusión .....	24
ANEXO .....	25

## Resumen Ejecutivo

Durante los meses de enero a mayo del año 2014, se realizaron diferentes pruebas a un automóvil 100% eléctrico modelo “e6” marca BYD.

Con el objetivo principal de medir su rendimiento y consumo circulando en la ciudad de Montevideo, se transitaron diferentes recorridos que cubren gran parte de la ciudad. Además se realizaron pruebas de velocidad y de aceleración en ruta y se analizó la carga del banco de baterías.

De las pruebas urbanas considerando los diferentes recorridos, se destaca la autonomía media de 278 km por carga y el consumo de 0,23 kWh/km.

Del análisis de la carga del banco de baterías se constata que el cargador tiene una potencia máxima de 30,19 kW. El equipo no cuenta con etapas de carga, funcionando todo el tiempo a su potencia nominal y el tiempo de carga medido es de 2 horas 15 minutos.

En el documento, a partir del consumo registrado en las pruebas urbanas se calculó el costo por kilómetro considerando la tarifa eléctrica Mediano Consumidor (MC1). Este análisis se realizó para una flota de 5 taxis o remises eléctricos considerando dos escenarios, con solo carga nocturna (escenario 1) y con carga nocturna más carga parcial durante el día (escenario 2). Los resultados fueron 0,45 \$/km y 0,73 \$/km para el escenario 1 y escenario 2 respectivamente.

De las pruebas realizadas se concluye que el vehículo 100% eléctrico modelo “e6” de BYD, es aplicable y funcional para operar en el servicio de taxis o remises de la ciudad de Montevideo.

# 1. Antecedentes

La Dirección Nacional de Energía (DNE) del Ministerio de Industria, Energía y Minería (MIEM) establece en su documento Política Energética 2005-2030<sup>1</sup>, un Plan de Energía 2008-2030 que fija como meta para el año 2015 reducir a 39 % la participación del petróleo en la matriz global de energía primaria. Incluye las líneas de acción para cambiar la matriz energética, de las que transcribimos las referentes al transporte de cargas y pasajeros:

- Promoción del transporte fluvial y ferroviario
  - Recambio de flotas de carga y transporte colectivo
  - Promoción de la conducción eficiente
  - **Incentivos para vehículos eficientes**
  - Etiquetado de vehículos
  - Revisión tributaria y normativa
  - Promoción del transporte colectivo
  - Nuevas modalidades de movilidad urbana
  - Incorporación de biocombustibles
  - **Incorporación de vehículos eléctricos e híbridos**
  - Sustitución eficiente en el sector público
- (Se resaltan los puntos relacionado con este informe)

Este Plan incluye también entre las líneas de acción, en lo referente a promover el uso racional y equitativo de la energía, promover el uso racional de la energía en varios sectores entre los que se detalla al transporte en particular.

Por otra parte, el documento elaborado por la Comisión Multipartidaria de Energía se estructura en cuatro ejes principales: institucional, demanda, oferta y social, estableciendo para cada uno de éstos un conjunto de líneas de acción acordadas. En lo que se refiere al eje de la demanda, detalla un conjunto de adaptaciones necesarias para el transporte en particular que se transcriben a continuación:

Principales líneas de acción acordadas

- 1) En función del impacto sustantivo del transporte en el consumo de energía global del país, se acuerda la necesidad de encarar un conjunto de adaptaciones:
  - Promoción del transporte ferroviario de cargas y del transporte fluvial, para aquellos tipos de cargas y tramos en que resulte conveniente.

---

<sup>1</sup> Documento aprobado en agosto de 2008 por el Poder Ejecutivo y avalado por todos los Partidos Políticos con representación parlamentaria en febrero de 2010. <http://www.miem.gub.uy/web/energia>

- Promoción de un sistema de transporte colectivo urbano e interurbano más eficiente, de modo que el mismo sea atractivo y conveniente para el usuario, desalentando así el autotransporte.
  - Impulso de fuentes alternativas a los combustibles fósiles:
    - o **biocombustibles y comienzo de la utilización de vehículos híbridos y eléctricos**
    - o **Otras acciones complementarias como, por ejemplo: recambio de flotas de transporte de mercaderías y pasajeros, promoción de la conducción eficiente, adaptaciones impositivas, etc.**
- (Se resaltan los puntos relacionado con este informe)

Como primeras medidas que ya fueron adoptadas por el gobierno, se destaca el decreto 411/10 del 30 de diciembre 2010, fijando a partir del 01/01/2011, una significativa rebaja del IMESI sobre los vehículos eléctricos respecto a los que tienen motor a combustión interna. Los valores actuales de este impuesto son 5,75% para autos, 2,3% para utilitarios y 1,15 % para ómnibus.

Desde el 2010 el Grupo de Movilidad Eléctrica en Uruguay conformado por la Administración Nacional de Usinas y Trasmisiones Eléctrica (UTE), Ministerio de Industria, Energía y Minería (MIEM), Intendencia de Montevideo (IM) y Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTO), viene trabajando y estudiando alternativas al transporte convencional y su forma de implementación en el país desde el punto de vista de eficiencia energética y medioambiental.

Alineados con las principales líneas de acción acordadas, UTE convirtió un vehículo utilitario de su flota a eléctrico para estudiar su funcionamiento y rendimiento. A partir de estos estudios y analizando los avances tecnológicos en el mercado, el Directorio de UTE por Resolución R 13.-1916 de fecha 21/11/2013 decidió adjudicar la licitación de la compra de 30 vehículos utilitarios 100% eléctricos, siendo la flota de vehículos eléctricos más grande del país al momento.

## 2. Introducción

En virtud del convenio firmado entre UTE y el representante de BYD Auto para vehículos eléctricos (ABRILEY S.A.), autorizado por Resolución del Directorio de UTE R 13.-1676 de fecha 24/10/2013 y alineado al trabajo que viene realizando el Grupo de Movilidad Eléctrica, se acuerdan realizar pruebas sobre un automóvil totalmente eléctrico (modelo *BYD "e6"*) para analizar su funcionamiento circulando en la ciudad de Montevideo, Uruguay.

Durante los meses de enero a mayo del año 2014, se realizaron las pruebas de campo sobre el automóvil eléctrico con el objetivo principal de medir y verificar las prestaciones del vehículo operando en condiciones reales en Montevideo, recorriendo la ciudad al azar tal como podría hacerlo un taxi o remise.

En la siguiente figura se muestra el recorrido correspondiente al día 9 de marzo

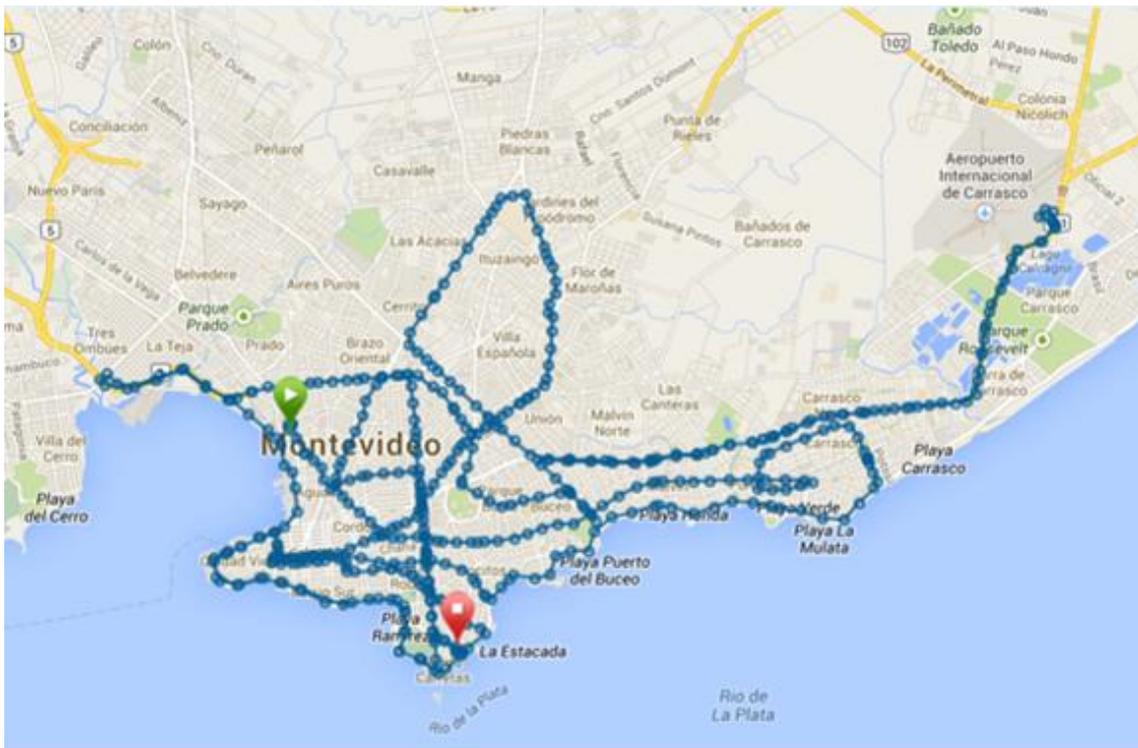


Figura 1: Recorrido de prueba, 9 de marzo de 2014

## Vehículo de Prueba

El vehículo objeto de las pruebas es un automóvil 100% eléctrico de la marca BYD<sup>2</sup>, modelo “e6”, con las siguientes especificaciones técnicas:

Fecha Técnica		Parameters
Dimensiones	Largo	4560 mm
	Ancho	1822 mm
	Alto	1645 mm
	Distancia entre ejes	2830 mm
	Ancho de vía (F/R)	1585 / 1560 mm
	Peso bruto Vehicular	2380 kg
	Capacidad Maletero	375 kg
Dimensiones Interiores	Neumáticos	235 / 65 R17
	Capacidad de asientos	5
	Espacio para la cabeza(F/R)	938 / 890 mm
	Espacio para los hombros(F/R)	1471 / 1454 mm
	Espacio para las caderas(F/R)	1406 / 1340 mm
Rendimiento	Espacio para las piernas(F/R)	1016 / 1188 mm
	Volumen interior y de carga	2.5 / 450L
	Velocidad máxima	140 km/h
	0 - 60 km/h	7.69 segundos
	Díámetro de giro mínimo	12m
	Distancia mínima al suelo	150 mm
	Enfoque / Ángulo de salida	21° / 25°
Chassis	Suspensión delantera / trasera	920 / 810 mm
	Frenos	Frenos regenerativo, pinzas delanteras doble pistón, pistones individuales traseros, freno de disco
Motor	Direcciones	EHPS, variable para velocidades altas / bajas
	Tipo de motor	Motor AC Synchronous (sin escobillas)
	Potencia Máxima	90kW
Batería	Torque Máxima	450 NM
	Tipo de Batería	Batería (Fe) de BYD hecha con fosfato de hierro
	Capacidad de asientos	61.4 kWh
Cargador	Rango <sup>3</sup>	300 km
	A bordo del vehículo	V2G 480/380 VAC, 3 phase, 2h (0-100% SOC) <sup>2</sup>

**Nota**  
<sup>1</sup> El alcance real puede variar dependiendo del accionamiento / carga hábitos, velocidad, condiciones meteorológicas, la temperatura, y la edad de la batería.  
 EPA Rango: 122 millas / 196 km.  
<sup>2</sup> Carga dependiente del tiempo en: potencia de salida de la interfaz de potencia, la edad de la batería, temperatura ambiente exterior.

**Tabla 1: Especificaciones del vehículo**

De las especificaciones técnicas se destaca que el automóvil tiene capacidad para cinco pasajeros, pesa 2380 Kg , posee una autonomía de 196 Km <sup>3</sup>, su velocidad máxima es de 140 km/h, la capacidad del banco de baterías es de 61.4 kWh y el tiempo de carga es de 2 horas <sup>4</sup>.

Por más información del vehículo de prueba ver el Anexo.

<sup>2</sup> *Build Your Dreams*

<sup>3</sup> Autonomía según test EPA (Environment Protection Agency) de Estados Unidos

<sup>4</sup> Tiempo para cargar el banco de batería luego de una descarga profunda.

En las siguientes imágenes se puede apreciar el tablero del vehículo. Se observa que proporciona información variada, tal como:

- Temperatura interior y exterior
- Promedio de energía consumida
- Odómetro parcial
- Autonomía remanente
- Estado del banco de baterías
- Brújula y altímetro
- Indicación del modo de conducción seleccionado (ECO o SPORT)



Figura 1: Tablero del vehículo



Figura 2: Display del cargador



**Figura 3: Automóvil B & D modelo "e6"**

### **Grupo de Trabajo**

Para la ejecución de las pruebas, medición y análisis de datos, se creó un grupo multidisciplinario formado con personal de ABRILEY S.A., BYD, MIEM, IM y UTE.

Dicho grupo está integrado por: Alejandro Fernández Funes, Isaac A. Attie por ABRILEY S.A., Marcelo Aguiar y Mauricio Zunino por el MIEM, Gonzalo Márquez por la IM y Alvaro Piano, Diego Bentancur, Fernando Costanzo, Gastón Hernández e Ignacio Cáceres por UTE.

### 3. Objetivos

Las pruebas sobre el automóvil 100% Eléctrico BYD “e6” en la ciudad de Montevideo tuvieron como objetivos:

- ✓ Verificar la funcionalidad y aplicabilidad de la tecnología dentro de la operación del transporte público de Montevideo en su modalidad de automóviles con taxímetro.
- ✓ Verificar el desempeño y prestaciones del vehículo en condiciones reales, circulando por Montevideo de manera aleatoria como podría hacerlo un taxi o remise.

### 4. Procedimientos

#### Pruebas

Durante el período de estudio se realizaron las siguientes pruebas:

1. Prestaciones del Auto eléctrico circulando en las calles de Montevideo. Se efectuaron pruebas en ciudad (tránsito urbano) seleccionando el modo de marcha “ECO” que maximiza la autonomía del vehículo. Los recorridos, aceleraciones y velocidades empleadas simularon a las de un taxi o remise, conducido en forma eficiente.
2. Consumo en modo “ECO”, “SPORT” y con Aire Acondicionado  
Del tablero del vehículo se puede seleccionar modo “ECO” o “SPORT”. En el modo “ECO” se limita la aceleración (entre otras cosas) para minimizar el consumo del vehículo y tener más autonomía, mientras que en el modo “SPORT” el vehículo tiene más “pique” pero el consumo aumenta y la autonomía baja.

Se seleccionó una ruta y se recorrió en modo ECO. De esa manera se determinó una línea base sobre la cual evaluar los demás resultados. Luego se recorrió exactamente la misma ruta, empleando el modo SPORT.

Se recorrió la misma ruta que se empleó para la realización de las pruebas anteriores, con el aire acondicionado encendido. De esa manera se determinó el consumo asociado al aire acondicionado, al compararse el consumo del vehículo con el manejo tipo ECO.

3. Análisis del banco de baterías. Al cargador eléctrico se le conectó un medidor con registrador de curva de carga. Luego de las pruebas se bajaron todos los datos para su análisis. Este control permitió conocer cómo es la demanda de energía, además de corroborar el consumo del vehículo y la potencia del cargador.

Asimismo, se fue registrando la disminución de la carga del banco de baterías a medida que se recorrían kilómetros, observando el tablero del vehículo.

#### 4. Velocidad constante y aceleración.

Las pruebas de aceleración y velocidad constante se realizaron en la ruta nacional N° 1 el 13 de mayo de 2014. Se realizaron varias aceleraciones de 0 a 100 km/h, y varias de 60 a 100 km/h, en zonas sin pendientes. Se realizaron aceleraciones tanto en modo ECO como en modo SPORT. Asimismo, se mantuvo el vehículo a ciertas velocidades constantes durante varios minutos, de modo de determinar cuál es el consumo y autonomía asociada a dicha velocidad.

## 5. Resultados

### 1 Prestaciones del Auto eléctrico circulando en las calles de Montevideo

En la tabla siguiente se pueden apreciar las distancias recorridas y los consumos asociados relacionados con la prueba 1

#### Datos relevados en Ciudad (MODO ECO)

Fecha	km Recorridos	Estado de carga del Banco		Energía Consumida kWh	Consumo kWh/km
		Salida	Llegada		
07-mar	267,30	100%	1%	62,28	0,23
09-mar	280,30	100%	2%	61,96	0,22
25-mar	271,95	100%	1%	62,62	0,23
<b>Total de km realizado:</b>		<b>819,6 km</b>			
<b>Total de Energía Consumida:</b>		<b>186,85 kWh</b>			
<b>Consumo:</b>		<b>0,23 kWh/km</b>			
<b>Autonomía media por carga:</b>		<b>278,18 km</b>			

Tabla 2: Modo "ECO" - tránsito urbano

En estas condiciones se obtiene una autonomía media por carga de 278 km, que es una cifra superior a los 196 km especificados por el fabricante.

### 2 Consumo en modo "ECO", "SPORT" y con Aire Acondicionado

Se realizaron pruebas para medir la variación en el consumo de energía debido al uso del sistema de aire acondicionado del vehículo. Las tres pruebas se hicieron sobre el mismo recorrido y comprenden las siguientes etapas:

1. Sin aire acondicionado en modo "ECO"
2. Con aire acondicionado en modo "ECO"
3. Sin aire acondicionado en modo "SPORT"

Las tablas siguientes recogen los resultados de las pruebas y se observa que en el modo "ECO" el incremento del consumo debido al aire acondicionado es del 9%.

Por otra parte, comparando el consumo sin aire acondicionado de las dos modalidades de funcionamiento del vehículo se observa que con el modo “SPORT” o deportivo el aumento es del 8%.

**Consumo Aire Acondicionado (MODO ECO) - 12 de mayo 2014**

Aire Acondicionado	km Recorridos	Energía Consumida kWh	Consumo kWh/km	Total de km recorridos por carga (valor estimado)
Apagado	62,4	14,20	0,23	279
Encendido @ 22°C	63,1	15,53	0,25	258
Temperatura media exterior con A A encendido:		17,3 °C		
Temperatura media interior con A A encendido:		22,0 °C		
Aumento de consumo por Aire Acondicionado:		9%		

**Consumo MODO SPORT - SIN Aire Acondicionado - 12 de mayo 2014**

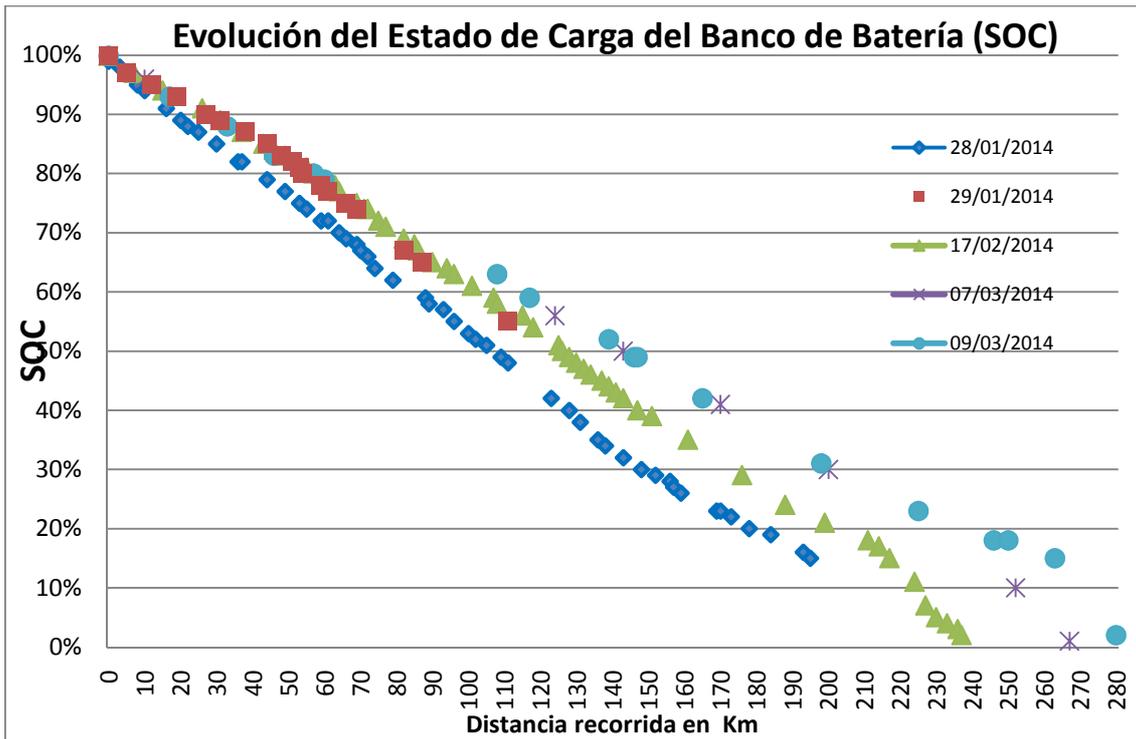
km Recorridos	Energía Consumida kWh	Consumo kWh/km	Total de km a recorrer por carga (valor estimado)
62,8	15,37	0,24	251
Aumento de consumo Modo SPORT:			8%

**Tabla 3: Consumos en modo ECO y SPORT**

### 3 Análisis del Banco de Baterías

Se analizó el estado de carga del Banco de Baterías (SOC), relevando del tablero del vehículo los valores observados y el kilometraje realizado.

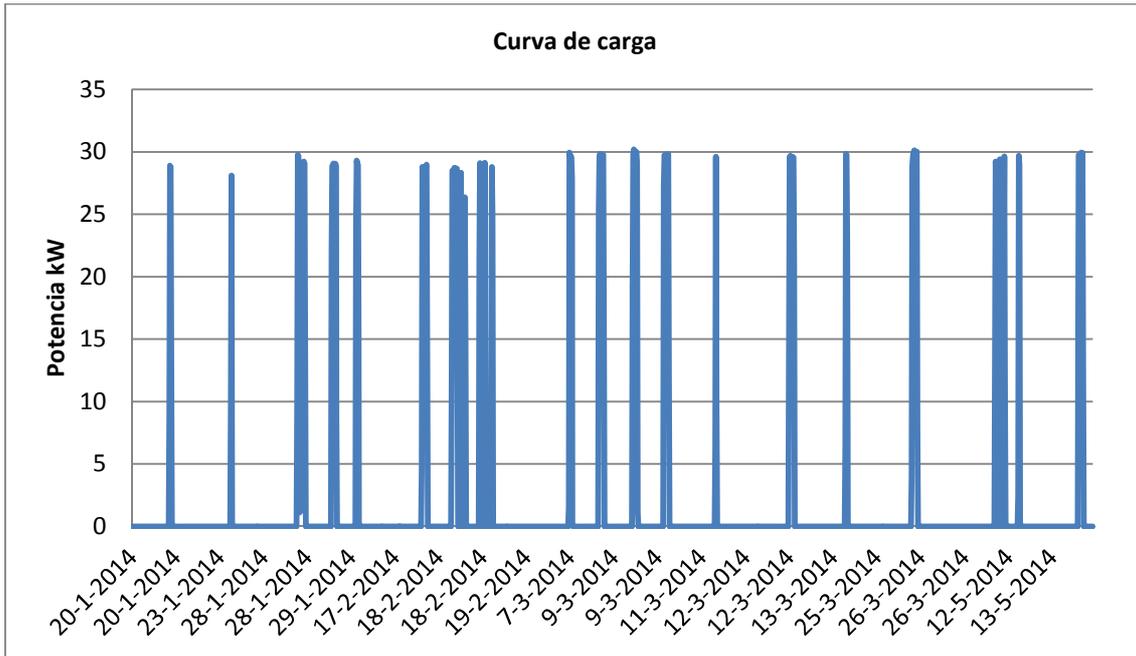
En la siguiente gráfica se aprecia la evolución del estado de la carga del banco de baterías (SOC– *State Of Charge*). Los valores registrados son los que reportaba el tablero del vehículo.



**Gráfico 1: Evolución del Estado de Carga del Banco de Baterías (SOC)**

Se observa que la evolución de la descarga responde a una curva lineal donde el porcentaje de carga remanente es inversamente proporcional a la distancia recorrida.

Asimismo se analizó la carga del banco de baterías. En la siguiente gráfica se muestran las curvas de carga de toda la prueba. Como se observa en el gráfico el cargador no cuenta con etapas de carga, funcionando siempre a plena potencia. Durante el período de prueba se registró una potencia máxima de 30,19 kW.

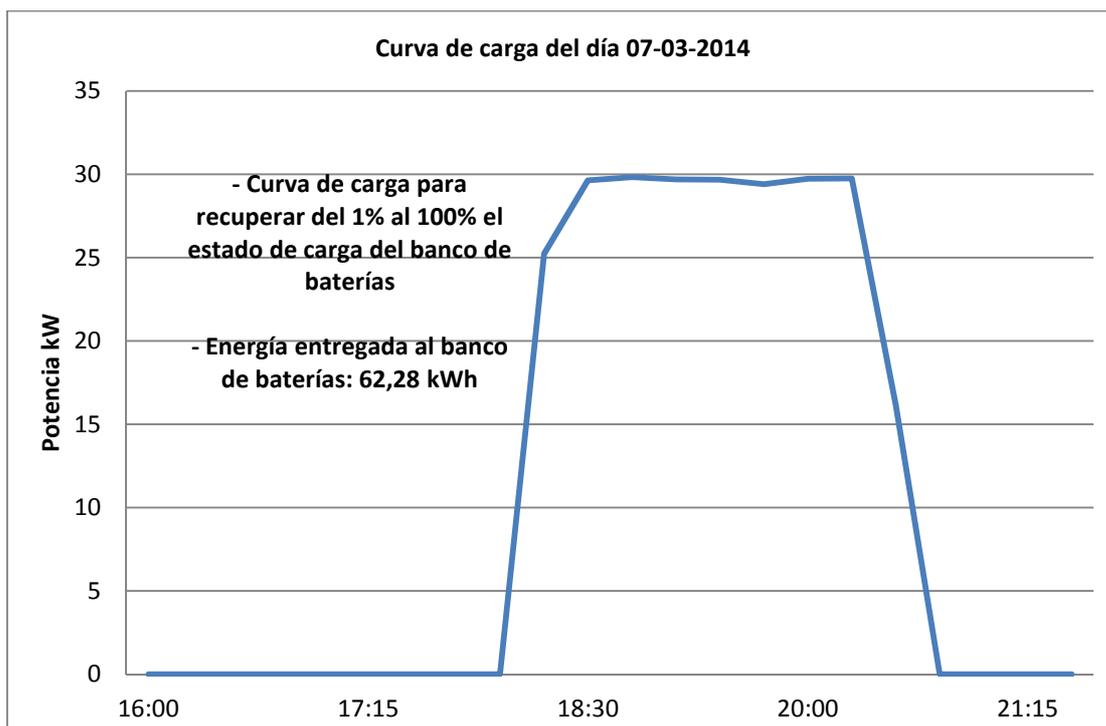


**Gráfico 2 - Curva de carga total**

Se hicieron dos cargas completas del banco de baterías. El día 18 de febrero del 2014 se hizo una carga de 0 a 100% y el 7 de marzo se hizo una carga de 1 a 100%. Ambas cargas tomaron un tiempo total de 2 horas con 15 minutos.

La energía entregada al banco de baterías fue de 63,42 kWh y de 62,28 kWh respectivamente.

En el gráfico siguiente se muestra el detalle de la carga para el día 7 de marzo del 2014.



**Gráfico 3 - Curva de carga de 1 a 100% de la capacidad total**

#### **4 Velocidad constante y aceleración.**

Las pruebas de aceleración y velocidad constante se realizaron en la ruta nacional N° 1 el 13 de mayo de 2014

Las pruebas de aceleración examinan el comportamiento del vehículo en dos rangos diferentes:

1. acelerando de 0 a 100 Km/h
2. acelerando de 60 a 100 Km/h

Las mismas pruebas se repitieron con el vehículo en modo "ECO" y en modo "SPORT".

Como era de esperar, la aceleración se incrementa cuando el vehículo es conducido en modo "SPORT". Los resultados se recogen en las tablas y gráficos siguientes.

**MODO ECO**

Aceleración	Pruebas	Velocidad en km/h - Tiempo en segundos									
		0	20	30	40	50	60	70	80	90	100
de 0 a 100 km/h	1	0	2,4	4,5	5,9	9,2	11,1	16,1	21,0	30,6	42,8
	2	0	2,8	4,5	6,2	8,4	11,6	15,3	21,2	29,9	44,6
	3	0	2,5	4,2	6,4	9,1	11,5	16,0	21,5	30,9	46,0
	4	0	2,6	4,8	6,4	9,0	11,4	15,7	20,7	30,9	45,0
	<b>Promedio en segundos</b>	<b>0</b>	<b>2,6</b>	<b>4,5</b>	<b>6,2</b>	<b>8,9</b>	<b>11,4</b>	<b>15,8</b>	<b>21,1</b>	<b>30,6</b>	<b>44,6</b>

**MODO SPORT**

Aceleración	Pruebas	Velocidad en km/h - Tiempo en segundos									
		0	20	30	40	50	60	70	80	90	100
de 0 a 100 km/h	1	0	3,1	4,2	5,2	6,7	8,7	10,4	13,1	16,0	19,8
	2	0	3,2	4,2	5,4	6,7	8,6	10,4	13,1	15,8	19,6
	3	0	2,9	4,3	5,4	6,4	8,0	10,0	12,8	15,9	19,6
	4	0	3,1	4,2	5,4	6,6	8,0	10,1	13,0	16,0	20,4
	<b>Promedio en segundos</b>	<b>0</b>	<b>3,1</b>	<b>4,2</b>	<b>5,4</b>	<b>6,6</b>	<b>8,3</b>	<b>10,2</b>	<b>13,0</b>	<b>15,9</b>	<b>19,9</b>

Tabla 4 - pruebas de aceleración de 0 a 100 km/h

**MODO ECO**

Aceleración	Pruebas	Velocidad en km/h - Tiempo en segundos				
		60	70	80	90	100
de 60 a 100 km/h	1	0	3,3	8,9	17,4	32,4
	2	0	4,7	10,9	19,2	36,3
	3	0	4,2	10,2	19,4	33,9
	4	0	3,8	9,2	16,8	28,5
	<b>Promedio en segundos</b>	<b>0</b>	<b>4,0</b>	<b>9,8</b>	<b>18,2</b>	<b>32,8</b>

**MODO SPORT**

Aceleración	Pruebas	Velocidad en km/h - Tiempo en segundos				
		60	70	80	90	100
de 60 a 100 km/h	1	0	3,0	5,4	8,5	12,1
	2	0	2,6	5,3	8,0	11,6
	3	0	3,1	5,5	8,5	12,2
	4	0	2,9	5,7	8,4	12,5
	<b>Promedio en segundos</b>	<b>0</b>	<b>2,9</b>	<b>5,5</b>	<b>8,4</b>	<b>12,1</b>

Tabla 5 - Pruebas de aceleración de 60 a 100 km/h

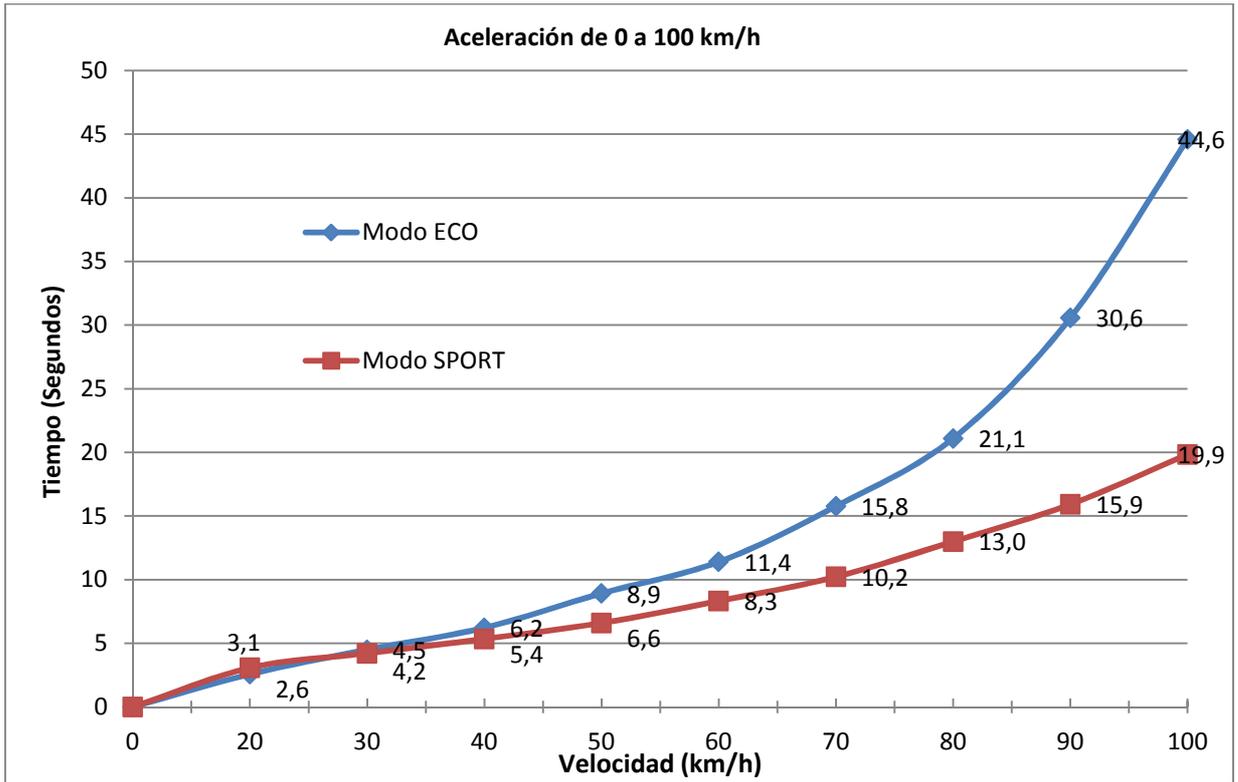


Gráfico 4 - Pruebas de aceleración de 0 a 100 km/h

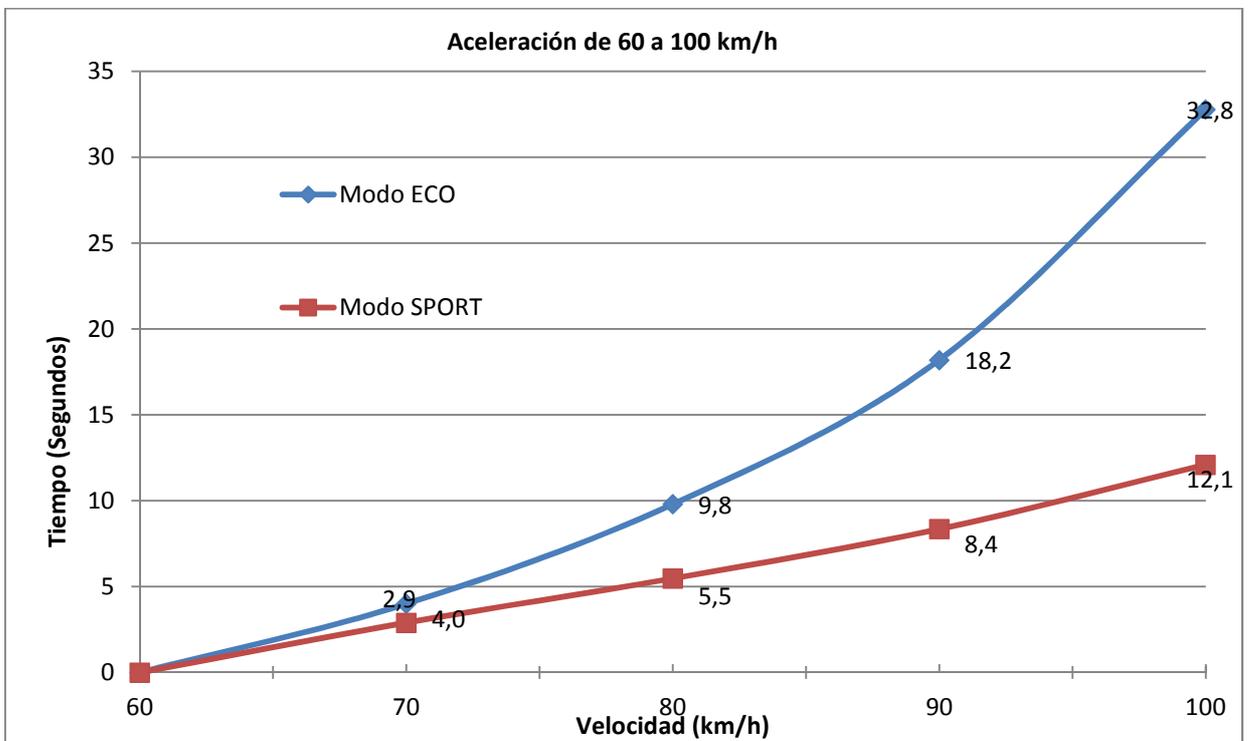


Gráfico 5 - Pruebas de aceleración de 60 a 100 km/h

Finalmente, en el cuadro siguiente se observa el consumo del vehículo conducido a *velocidad constante* en modo “ECO”.

Velocidad	km Recorridos	Estado de carga del Banco de Batería			Energía Consumida (valor estimado) kWh	Consumo (valor estimado) kWh/km	Total de km a recorrer por carga (valor estimado)
		Salida	Llegada	Diferencia			
@ 100 km/h	9,7	53%	49%	4%	2,46	0,25	243
@ 80 km/h	9,9	40%	37%	3%	1,84	0,19	330
@ 60 km/h	12,6	47%	43%	4%	2,46	0,19	315

**Tabla 6: Prueba de velocidad constante en modo ECO**

Como era previsible, el consumo aumenta de manera notoria con la velocidad más alta con la consiguiente reducción de la autonomía del vehículo.

## 6. Costo por Kilómetro

A los efectos de evaluar desde el punto de vista económico cuál es el consumo del automóvil, se considera el resultado de la prueba en cuanto al consumo en kWh por kilómetro recorrido. Las pruebas arrojaron un valor en recorrido urbano de 0,3 kWh de consumo por cada km recorrido.

Se realizara el cálculo en base a una flota de 5 vehículos. El análisis se puede replicar para flotas mayores.

Para el caso planteado, se estima conveniente adoptar la tarifa Mediano Consumidor (MC1), en baja tensión (230 – 400 V). Esta tarifa cuenta con 3 tramos horarios, con precios diferenciales. Los horarios son los siguientes:

Tramo horario	Horario Invierno	Horario Verano
Punta	18 a 22	19 a 23
Llano	7 a 18 y 22 a 24	8 a 19 y 23 a 1
Valle	0 a 7	1 a 8

El precio de dicha tarifa se compone de un cargo fijo, independientemente de la potencia contratada, un cargo por potencia y un cargo por energía. Tanto el cargo por potencia y por energía, dependerá del horario en que se demande a los efectos de determinar el precio.

En esta tarifa es posible realizar una doble contratación de potencia: una potencia en Punta y Llano, y una potencia superior en Valle. El mínimo de potencia contratada requerido para poder adoptar esta tarifa es de 10 kW.

Tarifa <sup>5</sup>	MC1 (\$)	MC1 (U\$S) <sup>6</sup>
Cargo Fijo mensual	463,00	21,79
Cargo Potencia Punta (\$/kW)	248,00	11,67
Cargo Potencia Llano (\$/kW)	248,00	11,67
Cargo Potencia Valle (\$/kW)	-	
Precio energía Punta (\$/kWh)	7,250	0,34
Precio energía Llano (\$/kWh)	3,173	0,15
Precio energía Valle (\$/kWh)	1,401	0,07

**Tabla 7: Costo tarifa UTE Mediano Consumidor (MC1)**

Todos los precios ya incluyen el Impuesto al Valor Agregado (IVA) que tiene una tasa del 22%. Para el caso del taxi o remise, ese Impuesto no se descuenta fiscalmente y por lo tanto es un costo que debe ser considerado en el análisis.

### **Escenario 1**

Un primer escenario a plantear es el siguiente:

- Flota de 5 taxis o remises 100% eléctricos.
- La carga se realiza el 100% en el horario Valle.
- No se realizan cargas parciales durante el día.
- Se realiza una doble contratación de potencia: 150 kW en Valle y 10 en Punta – Llano.
- Todos los taxis se cargan en forma simultánea durante la noche
- Cada vehículo recorre 260 km diarios durante 25 días al mes

Tarifa	MC1 (\$)
Cantidad de autos	5
Km Diarios	260
Días utilizado mes	25
Consumo kWh/km	0,228
Potencia de carga kW	30
Km recorridos (mes)	32.500
Consumo mensual kWh	7.410
Potencia Valle	150
Potencia Punta Llano	10
<b>Supuestos</b>	
Tipo Cambio	21,25

<sup>5</sup> Pliego tarifario de UTE vigente desde el 01/01/2014

<sup>6</sup> Tipo de Cambio: 21,25 \$/U\$S

**Tabla 8: Detalle del escenario 1**

El cargo por potencia contratada en Valle es 0 dado que la facturación de potencia es la realmente demandada en el horario Punta – Llano, con un mínimo del 50% de la potencia contratada en este último tramo horario. En este escenario como no se realizan cargas parciales durante el día, la demanda en el horario Punta – Llano es 0, teniendo el siguiente costo por potencia:  $10 \text{ kW} * 50 \% * \$ 302,60 = \$ 1513$

En base a este escenario, los costos en Pesos Uruguayos, son los siguientes

<i>Tarifa UTE (Enero 2014) \$UY</i>	<i>Tarifa</i>	<i>Total</i>	<i>x km</i>
Cargo Fijo (\$/mes)	564,9	565	0,0174
Cargo pot. Punta (\$/kW-mes)	-	-	-
Cargo pot. Llano (\$/kW-mes)	302,6	1.513	0,0465
Cargo pot. Valle (\$/kW-mes)	-	-	-
Cargo energía punta (\$/kWh)	8,8450	-	-
Cargo energía llano (\$/kWh)	3,8711	-	-
Cargo energía valle (\$/kWh)	1,7092	12.665	0,3897
<b>Total costo Energía</b>		<b>14.743</b>	
	<i>Pesos</i>	<i>USD</i>	
<b>Costo por Km (Auto Eléctrico)</b>	<b>0,45</b>	<b>0,02</b>	

**Tabla 9: Costos escenario 1**

Considerando que se realizan 32.500 km mensuales con la flota de 5 taxis, el costo por km, que incluye los costos fijos de la tarifa eléctrica, asciende a 0,45 \$/km. Con un tipo de cambio de 21,25 \$ por cada U\$, el costo mencionado es de 0,02 U\$/km.

## **Escenario 2**

Se analiza un segundo escenario, con las siguientes características:

- Flota de 5 taxis o remises 100% eléctricos (ídem escenario 1)
- La carga se realiza el 100% en el horario Valle (ídem escenario 1)
- Durante el día se conecta cada taxi durante 30 minutos, lo que le permite tener un recorrido adicional de 66 km
- Se realiza una doble contratación de potencia: 150 kW en Valle y 30 en Punta - Llano
- Todos los vehículos se cargan en forma simultánea durante la noche (ídem escenario 1)

Tarifa	MC1 (\$)
Cantidad de Buses	5
Km Diarios con carga nocturna	260
Km Diarios con carga diurna	66
Dias utilizado mes	25
Consumo kWh/km	0,228
Potencia de carga kW	30
Km recorridos (mes)	40.724
Consumo mensual kWh	9.285
Potencia Valle	150
Potencia Punta Llano	30
<b>Supuestos</b>	
Tipo Cambio	21,25

**Tabla 10: Detalle del escenario 2**

Cada taxi o remise recorre 260 km diarios<sup>7</sup> durante 25 días al mes con la carga nocturna, más los km que se adicionan con la carga parcial diurna. Durante la noche se utiliza toda la potencia (150 kW) con costo 0. Durante el día, se estima que cada vehículo estará 30 minutos conectado, reponiendo energía que le permitirá recorrer algunos kilómetros adicionales. Esa energía estará facturada a un precio más alto que la energía en Valle.

Asimismo, se facturará la potencia efectivamente demandada. Estará habilitado 1 cargador de 30 kW en el horario Llano, que servirá para ir cargando los vehículos a medida que vayan llegando a la estación de recarga luego de alguno de sus recorridos. En base a este escenario, los costos en Pesos Uruguayos, son los siguientes

<sup>7</sup> Se estima un recorrido máximo de 260 km para no utilizar el 100% de la capacidad del banco de baterías.

<i>Tarifa UTE (Enero 2014) \$UY</i>	<i>Tarifa</i>	<i>Total</i>	<i>x km</i>
Cargo Fijo (\$/mes)	564,9	565	0,0139
Cargo pot. Punta (\$/kW-mes)	-	-	-
Cargo pot. Llano (\$/kW-mes)	302,6	9.077	0,2229
Cargo pot. Valle (\$/kW-mes)	-	-	-
Cargo energía punta (\$/kWh)	8,8450	-	-
Cargo energía llano (\$/kWh)	3,8711	7.258	0,1782
Cargo energía valle (\$/kWh)	1,7092	12.665	0,3110
<b>Total costo Energía</b>		<b>29.565</b>	
	<i>Pesos</i>	<i>USD</i>	
<b>Costo por Km (Auto Eléctrico)</b>	<b>0,73</b>	<b>0,03</b>	

**Tabla 11: Costos escenario 2**

Considerando que se realizan 40.378 km mensuales con la flota de 5 vehículos, el costo por km, que incluye los costos fijos de la tarifa eléctrica, asciende a 0,73 \$/km. Con un tipo de cambio de 21,25 \$ por cada U\$, el costo mencionado es de 0,03 U\$/km.

### **Otras consideraciones**

Los cálculos realizados precedentemente fueron conservadores. Es posible contratar otras tarifas en UTE aún más convenientes, ya sea Mediano Consumidor con un nivel de tensión mayor, o alguna de las tarifas Grandes Consumidores. Deberá realizarse un estudio más en profundidad dada una flota y una localización que minimice la inversión inicial en infraestructura.

Por otra parte, no se consideraron en el análisis los costos de mantenimiento, que en el caso de los automóviles eléctricos, es sensiblemente menor que los de combustión. A modo de ejemplo y sin entrar en detalle que deberá ser objeto de futuros trabajos, los automóviles eléctricos no requieren cambios de aceite, ni filtros, ni caño de escape. Asimismo, el mantenimiento del motor es notablemente más sencillo y económico.

Se suma a lo anterior la baja emisión de ruidos; con los vehículos eléctricos se logrará mejorar sustancialmente la calidad de vida de los ciudadanos.

Otro factor a incorporar en el análisis es la emisión de CO<sub>2</sub>. De acuerdo a los resultados del Inventario de Gases de Efecto Invernadero (GEI) para Montevideo, las emisiones asociadas al transporte representan las de mayor peso (26 %), es decir que combatir las emisiones de GEI en el transporte es atacar directamente la causa del mayor problema en este sentido.

---

Según estudios realizados por el equipo de trabajo de Vehículo Eléctrico de UTE<sup>8</sup>, para autos eléctricos, se logra una reducción local del 100% y considerando el mix de generación eléctrica del país<sup>9</sup> del 60 %, de emisiones de CO<sub>2</sub> entre uno eléctrico y uno a gas oil. Se reduce también la cantidad de partículas contaminantes originadas en la combustión.

En un corto plazo considerando la nueva matriz energética del Uruguay, con una fuerte penetración de energía renovable, principalmente de origen eólico, la reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> considerando el mix de generación, entre un vehículo eléctrico y uno a gas oil será mayor al calculado.

---

<sup>8</sup> Informe con el objeto de adquirir vehículos eléctricos para integrar a la flota liviana de UTE – 21/10/2012

<sup>9</sup> Para calcular las emisiones generales a nivel país del vehículo eléctrico, se considera el mix de generación eléctrica media de los años 2007,2008 y 2009.

---

## 7. Conclusión

A partir de las pruebas se tiene que:

- el automóvil no presentó ningún problema de funcionalidad, teniendo buena respuesta de aceleración en todos los recorridos,
- el consumo operando en condiciones reales con la diferente topología que presenta la ciudad de Montevideo, en líneas generales está de acuerdo a lo informado en el catálogo comercial del automóvil,
- la autonomía por carga del vehículo es aceptable para operar en recorridos urbanos,
- el tiempo de carga del banco de baterías a partir de una descarga profunda es aceptable para realizarla en el horario nocturno,
- UTE cuenta con diferentes tarifas ajustadas para cubrir la necesidad energética de una flota de vehículos eléctricos. Del análisis particular con tarifa Mediano Consumidor (MC1), se deduce que el costo por km del taxi o remise eléctrico es bajo, aun siendo conservadores en este punto.

Dados todos estos puntos, **se concluye que el vehículo eléctrico es aplicable y funcional para operar en las flotas de taxis o remises de la ciudad de Montevideo, Uruguay.**

# ANEXO

## Características del automóvil 100% eléctrico



### BYD e6

Es un vehículo utilitario totalmente eléctrico de largo alcance. Se trata de un cruce entre un sedán y el espacio interior superior de un SUV. Con más de 650 e6 públicos funcionando como taxis, los e6 tienen el kilometraje acumulado de más de 88,4 millones kilómetros (a partir de 01 de julio 2013). El rango nominal del BYD e6 con una sola carga de energía (en un ciclo de trabajo) es de unos 300 km. Se puede cargar completamente durante la noche, y cargarse adicionalmente durante el día para funcionar en dos turnos de casi 24 horas.



**0** Emisiones **Cero**

**Cero contaminación**  
Cero emisiones y bajo nivel de ruido durante la conducción.

**19,5** kWh/100km

**Bajo costo de operación**  
19.5 kWh/100km,  
est. \$0.195 / km, (@\$0.1/kWh)

**2** Horas

**Carga optimizada**  
En 2 horas se carga completamente des 0 a 100% SOC (estado de carga).

**300** km

**Larga distancia de recorrido**  
300 kilómetros de recorrido con una sola carga (con frenado regenerativo para ampliar la gama)

**450** Nm

**Excelente capacidad de conducción**  
450 Nm gran torque y 0-60 km/h  
7.69 sec.

**5** Días

**Carga y descargar bidireccional**  
Si un hogar consume alrededor de 12 kWh/día, Entonces nuestro e6 puede tener un rendimiento superior a 5 días

## Estudio de eTaxi: El BYD e6 marcará el comienzo de una nueva era de pura electricidad

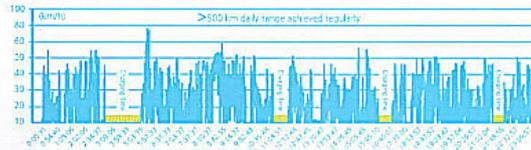
Hong Kong



ShenZhen



Coordinado la carga-recarga del vehículo durante el descanso de los taxistas, está permitiendo a los conductores en dos turnos conducir más de 500 km por día



2h from 0-100% SOC

### Fecha Técnica

	Parameters	
Dimensiones	Largo	4560 mm
	Ancho	1822 mm
	Alto	1645 mm
	Distancia entre ejes	2830 mm
	Ancho de vía (F/R)	1585 / 1560 mm
	Peso bruto Vehicular	2380 kg
	Capacidad Maletero	375 kg
Dimensiones Interiores	Neumáticos	235 / 65 R17
	Capacidad de asientos	5
	Espacio para la cabeza(F/R)	938 / 890 mm
	Espacio para los hombros(F/R)	1471 / 1454 mm
	Espacio para las caderas(F/R)	1406 / 1340 mm
	Espacio para las piernas(F/R)	1016 / 1188 mm
Rendimiento	Volumen interior y de carga	2.5 / 450L
	Velocidad máxima	140 km/h
	0 - 60 km/h	7.69 segundos
	Diámetro de giro mínimo	12m
	Distancia mínima al suelo	150 mm
Chasis	Enfoque / Ángulo de salida	21° / 25°
	Suspensión delantera / Trasera	920 / 810 mm
	Frenos	Frenos regenerativo, pinzas delanteras doble pistón, pistones individuales traseros, freno de disco
Motor	Direcciones	EHP5, variable para velocidades altas / bajas
	Tipo de motor	Motor AC Synchronous (sin escobillas)
	Potencia Máxima	90kW
Batería	Torque Máxima	450 NM
	Tipo de Batería	Batería (Fe) de BYD hecha con fosfato de hierro
	Capacidad de asientos	61.4 kWh
Cargador	Rango	300 km
	A bordo del vehículo	V2G 480/380 VAC, 3 phase, 2h (0-100% SOC)

#### Nota

① El alcance real puede variar dependiendo del accionamiento / carga hábitos, velocidad, condiciones meteorológicas, la temperatura, y la edad de la batería.

EPA Rango: 122 millas / 196 km.

② Carga dependiente del tiempo en: potencia de salida de la interfaz de potencia, la edad de la batería, temperatura ambiente exterior.



Toda la información presentada en este documento se basa en los últimos datos disponibles de publicación. BYD se reserva el derecho a realizar cambios en cualquier momento sin previo aviso.

BYD AUTO CO., LTD.

ADD.: No.3009, BYD Road, Pingshan, Shenzhen, P.R.China

Tel: +86-755-89888888

facebook.com/bydcompany

twitter.com/bydcompany

youtube.com/bydcompany



