

Sistema sustentable de recolección de desperdicios sólidos basado en vehículos eléctricos

Jorge Luis Juárez Salazar¹

Justificación y antecedentes

El objetivo de esta propuesta es desarrollar un sistema de vehículos eléctricos (VE's) aplicados a servicios municipales como recolectores de residuos sólidos urbanos (RSU) y barredoras en la Ciudad de México (DF), tomando como referencia el programa que lanzó la ciudad de Pekín a través del programa "1000 vehículos eléctricos en 10 ciudades"², donde incluye el desarrollo en servicios de transporte urbano como autobuses y taxis eléctricos, apoya a diversos proyectos en diferentes institutos de ciencia, centros de investigación y desarrollo, y apoya a empresas que desarrollan aplicaciones para distintos servicios para la población (Anexo C Tema 1.2)³.

Haciendo referencia al acuerdo de hermanamiento entre la Ciudad de México y Pekín⁴, se realizaron visitas a universidades, centros de investigación y desarrollo, empresas y organismos de gobierno, con la finalidad de encontrar la información necesaria para decidir por la aplicación más viable para el DF, por lo que a continuación se muestra lo obtenido en Pekín.

Cabe mencionar, que el estudio de VE's inició hace dos años con la participación de Olao Torres, quien con la investigación "Guía de recomendaciones y prácticas en transferencia de tecnología"⁵, tomó como ejemplo el intercambio tecnológico de las universidades a las empresas para que éstas desarrollaran VE's para el transporte público, como son los autobuses.

1 Licenciado en Ingeniería Electrónica. Ingeniero de Equipo y Automatización en Ford Motor Company Complejo Cuautitlán. Correo electrónico: jorge.juarez.salazar@gmail.com

2 Documento "1000 Vehículos en 10 Ciudades"

3 Todas los anexos referidos en esta obra pueden consultarse en la página electrónica del Cechimex.

4 <http://www.economia.unam.mx/cechimex/BECAS%20CH-MX/AnexoMecanismosdeatraccion-del%20turismo.pdf>

5 <http://www.economia.unam.mx/cechimex/BECAS%20CH-MX/OlaoTorresPropuesta.pdf>

Aplicaciones potenciales de vehículos eléctricos en México

Actualmente el gobierno del DF (GDF) ha tomado medidas en el transporte urbano para disminuir los efectos provocados por el consumo de petróleo. Uno de sus proyectos es el programa *Plan Verde*⁶, el cual ha implementado 20 taxis eléctricos y una estación de recarga como parte inicial del programa. En su eje temático, el programa de residuos sólidos urbanos (que en adelante se nombrará como RSU) tiene como objetivo instrumentar un sistema integral y sostenible de manejo de residuos sólidos urbanos, a través de diferentes estrategias que incluyen la modernización de los métodos de recolección, transferencia, tratamiento, disposición final de los residuos y el fortalecimiento del programa de separación y reciclaje de la RSU⁷. En total, la Secretaría de Obras y Servicios, y la de Medio Ambiente cubren 1730 rutas con 2485 vehículos, de los cuales sólo 299 son bicompartidos y ayudan a la separación de RSU orgánicos e inorgánicos; los demás recolectores son vehículos regulares y tienen al menos 30 años de operación.

Estos camiones recolectan alrededor de 21,500 toneladas de RSU en un tiempo de seis meses, lo que representa el 20% de recolección de toda la RSU que se produce en el DF en medio año⁸.

El 22 de octubre del presente año, en la UNAM, se realizó el taller “Propuestas para el transporte eléctrico público en la Ciudad de México” contando con la colaboración de la señora Estela Li, Vicepresidenta de BYD, empresa líder en China de autobuses eléctricos. En comparación, el costo diario entre autobuses convencionales y los eléctricos es 150 USD y 13 USD respectivamente, lo que representa un ahorro anual de \$621 millones USD en combustibles. En el taller, también se expuso el tema de los VE’s desarrollados en México⁹.

6 <http://www.planverde.df.gob.mx/planverde/inicio.html>

7 http://www.sma.df.gob.mx/sma/links/download/biblioteca/Informe_PV_a_4anos.pdfpp.92.

8 <http://www.eluniversaldf.mx/home/nota37666.html>

9 http://www.economia.unam.mx/cechimex/ws_public_electric.html

Experiencia de la República Popular China (R.P.C.)

Gracias al estudio realizado en la ciudad de Pekín, se conoció el programa para posicionar a China como el país más avanzado en manufactura de vehículos eléctricos, siendo su finalidad ser de los primeros países en desarrollar programas en diferentes aplicaciones como son: (Anexos D).

- Autobuses eléctricos
- Vehículos de seguridad
- Grúas
- Recolectores de RSU
- Vehículos militares como tanques y jeeps
- Taxis
- Camionetas de reparto
- Vehículos para el servicio postal
- Barredoras¹⁰

Algunas de estas aplicaciones se han implementado en 10 diferentes ciudades¹¹ desde el año 2008; en 2012 ya eran aplicadas en 25 ciudades. Es importante señalar que en cinco de ellas los habitantes que adquieren VE's y las compañías que los manufacturan reciben incentivos.

China cuenta con el Laboratorio Nacional de Vehículos Eléctricos (NELEV), creado por el Instituto de Tecnología de Pekín (BIT), el cual trabaja en equipo con el Gobierno desde el 8º hasta 12º plan quinquenal (Anexo C Tema 1.3.1).

En el año 2008, durante los Juegos Olímpicos, se pusieron en marcha 50 autobuses eléctricos en la Villa Olímpica y en el año 2010, los autobuses se presentaron en la feria de Shanghai.

Hacia finales de ese año, la industrialización de la producción en serie de los vehículos de saneamiento, como los recolectores de RSU con capacidad de 2, 8 y 16 ton, se completaron y se pusieron en marcha 1060 VE's para el saneamiento de Pekín (Anexo D Tema 1.1.4).

Tianjin Qingyuan Electric Vehicles Co., Ltd. (QYEV)¹², es una empresa especializada en manufacturar VE's, como recolectores de RSU, barredoras, grúas, carros de servicio para vigilancia y vehículos para el servicio postal, teniendo en la ciudad de Tianjin una flota de 25 carros prestando servicio por las mañanas y recargándose en las noches por un lapso de 8 horas (Anexo C Tema 1.3.3). QYEV manufactura piezas para los VE's que desarrolla, cuenta con laboratorios de pruebas con un centro de desarrollo. Actualmente exporta camionetas tipo Van a México.

BeiqiFoton, también comercializa VE's tanto para pasajeros como de limpieza, de hecho, fue la empresa responsable de entregar al gobierno de Pekín una flota de 1000 VE's para el sistema de limpieza¹³ en el mes de julio de 2012,

10 Catálogo de productos de la empresa QYEV

11 <http://www.theautochannel.com/news/2008/10/24/194348.html>

12 <http://www.qyev.com/en/>

13 <http://green.autoblog.com/2011/07/12/beijing-puts-1-060-electric-garbage-trucks-into-service/>

convirtiéndose en la empresa que más VE's de limpieza ha aportado al Gobierno Municipal de Pekín.

Transporte		Servicios Sanitarios	Servicio a la población
Autobuses	Taxis	Recolectores	Servicio Postal
			

A continuación se presenta una tabla donde se muestra la cantidad de VE's desarrollados en diferentes aplicaciones por centros de desarrollo y empresas.

Año	Autobuses	Autobuses híbridos	Servicios sanitarios	Pasajeros	Total
2009	100	870	30	-	1000
2010	50	-	1000	-	1050
2011	50	-	1300	500	1850
2012	50	-	1050	-	1100
Total	250	870	3380	500	5000

Tabla 1. VE's desarrollados por diferentes institutos de desarrollo y empresas.

Cabe destacar que los VE's para servicios sanitarios son los que más se han fabricado.

El Dr. Liqing Sun, profesor del Tecnológico de Pekín¹⁴ en entrevista comenta: "Los vehículos eléctricos no pueden estar aún en zonas donde la exigencia de servicio sea frecuente, ya que los vehículos siguen en un estado de prueba, y la infraestructura de las ciudades aún no es la adecuada". Por ejemplo, los autobuses eléctricos ofrecen servicio únicamente en el circuito de la Villa Olímpica, y los recolectores de RSU, barredoras y las estaciones de recarga se encuentran en la periferia de la Ciudad de Pekín.

En entrevista con el Dr. Ma Jun, de la Escuela Automotriz de la Universidad de Tongji, el 30 de octubre de 2012, se publicó el plan de China de invertir una cantidad de 64 millones de dólares en los próximos cinco años, sólo en infraestructura, además de mencionar que CATARC es el centro responsable de crear los estándares para el desarrollo de los VE's de todas las empresas.

14 Profesor asociado del NELEV, Configuración para la optimización de VE's.

En este marco, la presente propuesta consiste en implementar un sistema de VE's para los servicios municipales de la Ciudad de México, de acuerdo a las condiciones que mejor se adapten a ella, tales como: presupuesto, reducción de emisiones, costos, autonomía, velocidad, tiempo de recarga de las baterías, mantenimiento, entre otros.

Se pretende estudiar el desempeño de los VE's sanitarios, a través de una red piloto de recolección de RSU, y de recolectores como barredoras, e implementarla en un Delegación de la Ciudad de México.

De acuerdo al estudio realizado, la aplicación más recomendable para la Ciudad de México es un sistema de servicios municipales basados en VE's, ya que aporta los siguientes beneficios:

1. El costo de los automóviles es bajo, a la larga, el uso de combustible se encarecerá.
2. Los autos se adaptan fácilmente a la ciudad porque no se necesitan cambios para que puedan circular y realizar los trabajos diarios.
3. El cambio de infraestructura es mínimo porque dentro de los centros destinados para el depósito de los recolectores se pueden instalar estaciones de recarga.
4. La velocidad y autonomía de los VE's es adecuada para la Ciudad de México. Los VE's pueden circular a una velocidad de 40 km/h con una autonomía de 150 km.
5. Apoyo a la separación de residuos orgánicos e inorgánicos

Objetivo general

Incorporar a la Ciudad de México aplicaciones de vehículos eléctricos, a través del uso de barredoras y/o recolectores de residuos sólidos en una demarcación de la ciudad, demostrar su factibilidad y promover el uso de tecnologías sustentables.

Objetivos particulares

1. Renovar el 2.1% del parque vehicular de recolección en tres años (50 VE's).
2. Elaborar un proyecto integral para una Delegación, para obtener el financiamiento.
3. Convertir VE's aplicados a servicios de recolección de desechos.
4. Desarrollar conocimiento técnico en la conversión eficiente de VE's

Metodología

De acuerdo a la planeación estratégica en el Anexo E, la metodología propuesta es como se presenta a continuación:

- Realizar un proyecto técnico y plan de negocios con la finalidad de efectuar una investigación técnica necesaria para determinar las condiciones de operación.
- Determinar la factibilidad del proyecto respecto a las condiciones del mercado en México.
- Promocionar el proyecto ante las Secretarías responsables del manejo de residuos sólidos, transferencia y manejo, como la Secretaría de Medio Ambiente y la de Obras y Servicios, con la finalidad de encontrar el apoyo económico de éstas, de las Delegaciones beneficiarias y del ICyT para la compra e importación de los componentes necesarios, así como de los vehículos a convertir para llevar a cabo la transformación.

Una vez obtenido el financiamiento, por medio de una empresa integradora se dará seguimiento al proyecto para realizar las conversiones programadas, de modo que en unión con el ICyT y su programa de estancia en empresas para ingeniería y maestros en ciencia se desarrolle la parte técnica como es el diseño e ingeniería del proyecto.

- Integración de partes y adaptaciones de los VE's en un lapso de tres meses, realizado por técnicos, ingenieros y postulantes, para adaptar el nuevo sistema de funcionamiento de las camionetas. Una vez ensamblados los nuevos vehículos, las empresas responsables del proyecto realizarán las pruebas necesarias, por lo que deben contar con la infraestructura para desarrollar las actividades técnicas.
- Se pondrá en marcha el programa piloto de recolección de RSU, a través de los VE's.

La operación de los VE's usados para la recolección de RSU debe ser de la siguiente manera:

- Desde las 6:00 horas, comienza un servicio continuo de cuatro horas o 150 km. Después, el VE regresa a los depósitos para dejar los RSU recolectados y recargar baterías durante un periodo de cuatro horas. Por lo que a las 15:00 hrs., reinicia. Finalmente, los recolectores regresan a los depósitos de RSU para recargarse toda la noche.

Las siguientes dos etapas a realizar predisponen de la mejora de los recolectores de acuerdo al estudio realizado a los primeros tres vehículos previamente puestos en marcha. Por lo que la conversión debe llevar un menor tiempo debido a la experiencia obtenida con anterioridad.

Resultados esperados

- Tres vehículos eléctricos convertidos en el primer año, 17 en el segundo y 30 en el tercero.
- Vinculación efectiva con los organismos pertinentes.
- *Benchmarking* de proveedores confiables en México y el extranjero.
- Sistema progresivo de recolección de RSU basado en vehículos eléctricos.

Cronograma

	2012		2013											
Fase 1. Desarrollo e implementación del sistema (3EV)	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
Proyecto técnico y plan de negocios														
Promoción														
Financiamiento														
Diseño e ingeniería														
Partes														
Compras														
Importación														
Integración de partes y adaptaciones														
Pruebas y ajustes														
Puesta en marcha														
Capacitación														
Operación														
Ajustes														

Presupuesto requerido

Personal	Cantidad	Frecuencia		Costo (pesos)	
		#	Medida	Unitario	Total
Partes					
Vehículo ligero*	3	1	Unidad	\$65,000.00	\$195,000.00
Motor	4	1	Pza.	\$27,552.00	\$110,208.00
Cargador	3	1	Pza.	\$12,238.80	\$36,716.40
Controlador	3	1	Pza.	\$87,654.00	\$262,962.00
Banco de baterías**	3	1	Pza.	\$293,746.74	\$881,240.22
Convertidor	3	1	Pza.	\$3,088.26	\$9,264.78
Otros accesorios	1	1	-	\$15,000.00	\$15,000.00
Ingeniería y diseño					
Ingeniero responsable	1	40	Semana	\$3,500.00	\$140,000.00
Técnico de diseño	1	40	Semana	\$3,000.00	\$120,000.00
Asistentes	2	20	Semana	\$1,750.00	\$70,000.00
Gastos de operación	1	10	Semana	\$2,000.00	\$20,000.00
Integración					
Manufactura y adaptaciones	1	12	Semana	\$3,500.00	\$42,000.00
Contingencias	1	1	Única	\$15,000.00	\$15,000.00
Operación					
Capacitación	1	1	Única	\$20,000.00	\$20,000.00
Operarios***	6	12	Semana	\$1,000.00	\$72,000.00
				Subtotal	\$2,009,391.40
				IVA	\$321,502.62
				Total	\$2,330,894.02
				Costo unitario	\$776,964.67

* Conversión de un vehículo propiedad de la demarcación semioperativo

**Baterías de LiFePO4

***Empleados de la demarcación

Contactos

China

Nombre	Institución y Puesto	Datos		Tipo
		Correo electrónico	Teléfono	
Cheng Lin	<i>Electrical Engineering Department of Tsinghua Univ</i>	chenglin@mail.tsinghua.edu.cn	(86) 1391 0557 106	Real
Gallardo, Marco	<i>Delphi Packard</i>	marco.a.gallardo@delphi.com	(86) 5956 3300 Ext. 7095, 60	Real
Hanshing Urra Francesca	<i>Business Develop Manager</i>	francesca.hanshing@gmail.com	(86) 1343 9735 306	Real
Hao Wu	<i>School of Aerospace Engin. and Applied Mechanics</i>	-	-	Real
Liang Pei Duan	<i>QYEV Tianjin Qingyuan Electric Vehicle Co., Ltd.</i>	liangpeiduan@qyev.com	-	Real
Liutian Long	<i>FOTON IntTrade</i>	liutianlong@foton.com.cn	(86) 10 5991 2347	Real
Quan Margarita	<i>TongjiUniversity</i>	margarita0228@gmail.com	(86) 1592 2123 2542	Real
Xiaolin Zhou	<i>Beijing Institute of Tech. Nat Eng. Laboratory for E.V.</i>	engzxl@163.com	(86) 10 6891 8297	Real
Zhao-Sui Zhang	<i>State Key Lab of Pwr Sys.</i>	zhangzs05@mails.tsinghua.edu.cn	(86) 1346-6602-466	Real

México

Nombre	Institución y puesto	Datos		Tipo
		Correo electrónico	Teléfono	
Parra, Raúl	<i>China Radio International Departamento de Español</i>	raullparra@hotmail.com	132 6108 5846,	Real
Wang, William	<i>Euromed Management</i>	william-hua.wang@euromed-management.com	186 1662 7032	Real
Alpizar, Rodolfo	<i>Grupo ALME, Director Gral.</i>	alme@alme.com.mx	55901455	Real

Contactos México continuación

Beltrán Ortiz, Rogelio	Coordinación de Uso Eficiente de Energía	rogeliobeltran@hotmail.com	5345 8363	Real
Carmona, Germán	Instituto de Ingeniería	-	5623 3600 ext. 8858	Real
Delgado, Martha	Secretaría de Medio Amb.	-	5345 8176	Real
González Durán, Miguel	Consultor de Negocios y Transferencia Tecnológica	miguelgd10@hotmail.com	5276 3741	Real
Guillen, Enrique	Industrias Metal-Mecánicas	enriqueguillen_18@hotmail.com	5482 3025	Real
Fernández, Alejandro	Delegación Cuauhtémoc.	-	3300 1000	Potencial
Nava Omar	IPN-ESIME	omar_nr@yahoo.com	5729 6000 Ext. 54582	Potencial
Pérez de Salazar, María José	Dirección de Planeación y Evaluación de Proyectos "Plan Verde"	msoler@sma.df.gob.mx	(52) 5278 9931	Real
Ramírez, David	ESIME IPN	dro_ing@hotmail.com	-	Real
Romero, Jorge	Delegación Benito Juárez	-	(52) 5422 5300	Real
Rubalcava, Adrián	Delegación Cuajimalpa	-	(52) 5814 1100	Potencial
Torres Chávez, Olao D.	Tecnología e Innovación Sustentable S. de R. L. de C. V.	olao.torres@gmail.com	(52) 5392 4925	Real
Urriolagoitia, Guillermo	IPN SEPI ESIME Zacatenco	urrio332@hotmail.com	(52) 5729 6000 Ext 54815	Real

Fortalezas	Limitaciones
<p>*Inicio de un posible centro de conversión vinculado con el Gobierno.</p> <p>*Oportunidad de desarrollo a estudiantes y técnicos.</p> <p>*Apoyo a los recolectores de RSU que llevan más de 30 años dando servicio.</p> <p>*Bajo costo de inversión para la transformación de vehículos.</p>	<p>*Los componentes para la conversión del vehículo no se fabrican en México.</p> <p>*Falta de interés por parte del Gobierno al desarrollar nuevas aplicaciones de VE's.</p> <p>*Alto costo de las baterías para VE's.</p> <p>*Resultados a largo plazo.</p>

Temas de interés para China- México

En entrevista, las autoridades de la Comisión Municipal del Transporte de Pekín demostraron gran interés y preocupación acerca de las medidas tomadas para el control de embotellamientos vehiculares en la Ciudad de México, para la reducción de gases contaminantes, así como de las cifras, beneficios, costos y planes de los sistemas de transporte utilizados en México; siendo esta información la que se puede ofrecer al gobierno municipal de Pekín.

En el taller realizado en la Ciudad de México, se observa el deseo de utilizar un sistema de autobuses basado en vehículos eléctricos por parte de las compañías BYD y FOTON, para causar un mayor impacto en sus ventas e introducir VE's para el saneamiento de la ciudad, y a la vez realizar estudios de mercado para la venta de sus productos en México.

México se caracteriza por ser uno de los países ensambladores de automóviles a nivel mundial, por lo que hacer una alianza entre empresas mexicanas y chinas con la finalidad de implementar una fábrica ensambladora China en México para los VE's será de gran interés para las empresas asiáticas.