



## **Taller “Movilidad eléctrica en el contexto de una recuperación verde: hacia la adopción de buses eléctricos en LAC”**

### **Preguntas y respuestas de la sesión 1 (13-10-20): Infraestructura y tecnologías disponibles para la operación de buses eléctricos**

**Speaker: Héctor Moya, Director de Buses Metropolitana S.A. METBUS, Santiago de Chile**

#### **Preguntas respondidas por el speaker durante la sesión:**

**P1: Respecto a la alianza privada que mencionó, ¿cuánto tiempo llevo alcanzar los acuerdos entre los privados, y cuánto con el Estado? ¿puede mencionar pasos o etapas que haya tenido este proceso?**

R1: En estos casos, los operadores de transporte público no estamos acostumbrados a hacer alianzas, y fue un aprendizaje para nosotros el hecho de hacer nuestra primera alianza con una empresa internacional que es ENEL, que en Santiago es distribuidora y generadora de la energía. Nosotros encontramos que era fundamental aliarnos con ellos. Nos comprometimos el año 2016 en un documento público a promover la electromovilidad, ese fue el compromiso principal. Inicialmente trajimos los dos buses y ahí nació la alianza de ENEL-METBUS, y buscamos a un fabricante de buses y nació la alianza con BYD, que efectivamente nos ha permitido ir conociendo paulatinamente de lo que no sabíamos nada. Nosotros sabemos operar buses, reparar carrocería, reparar buses diésel, pero de la tecnología del bus eléctrico, por muchas visitas que hicieron nuestros ingenieros a la fábrica, la verdad que no la conocíamos. Y creo que después de 4 años todavía no la conocemos. Por lo tanto, hemos entregado la responsabilidad del mantenimiento de los buses a la fábrica, y ese paso fue muy importante porque la fábrica BYD se encarga del mantenimiento de los buses en toda la parte eléctrica, y nosotros nos encargamos del mantenimiento de las carrocerías, los vidrios, los asientos, las puertas, los neumáticos.

**P2: ¿Qué tiempo de carga tienen los buses? ¿Tienen que llegar a la cabecera con algún porcentaje mínimo de batería?**

R2: Esto es clave y muy importante. Nosotros nos pasamos al menos un año respetando el tema de cargar en la noche, lo cual nos generaba indudablemente muchas complicaciones. Y ahí hicimos un descubrimiento junto con la fábrica y los profesores de la universidad de Chile que nos asesoraban,

en que el ciclo de carga el bus lo cumple cuando uno carga las baterías completas. Eso significa, en términos prácticos, que la fábrica nos autorizó a cargar las baterías las veces que quisiéramos durante el día y solamente teníamos que comprometernos a cargar una vez a la semana al 100% cada bus. Y cuando cargábamos una vez a la semana, ahí cumplíamos un ciclo, que eso es muy importante para la duración de las baterías. Entonces, con esa decisión, para nosotros se acabó el problema de cargar el 100% de los buses en la noche, y se acabó el problema de la autonomía, porque si tu cargas en bloques durante el día la autonomía del bus ya pasa a ser secundaria, porque efectivamente todos los buses pueden transitar sin problema durante el día. Ese es un tema extraordinariamente importante de la experiencia que nosotros hemos tenido.

**P3: En términos de la operación, ¿qué cambios tuvieron que realizar para la implementación de los buses eléctricos, sobre la operación con buses de combustión?**

R3: En Chile, para ser sinceros, la autoridad tomó un camino que fue cero subsidio, cero colaboración. El empresario que quiere dar el paso a la electromovilidad lo da bajo su riesgo, y en este minuto, nosotros tenemos que el valor que nos pagan es exactamente el mismo por un bus diésel y por un bus eléctrico. El Ministerio ha planteado de darle a los buses eléctricos duración de 14 años y a los buses diésel 10 años. Ese sería el único cambio que puede tener la norma chilena. Pero ustedes comprenden que en una operación como la de Santiago de Chile, un bus es muy difícil que dure 14 años, así que nosotros no la consideramos como un beneficio, y simplemente optamos por financiar estos buses a 10 años que creemos que es lo que van a durar. Respecto a cambios de operación, se han hecho pequeños cambios. La autoridad nos aceptó alargar algunos recorridos hasta el terminal eléctrico donde los buses cargan, pero no han sido mayores. Yo creo que en Chile estamos compitiendo e introduciendo la movilidad eléctrica sin ningún tipo de subsidio, lo cual me parece correcto. Y, por otro lado, en el tema de la operación, con el aprendizaje, tanto el Ministerio como nosotros, seguramente vamos a ir adaptando. De hecho, el bus eléctrico tiene menor capacidad que un bus diésel de igual tamaño, porque efectivamente las baterías le quitan parte de su capacidad. Por lo tanto, yo creo que la autoridad en algún minuto va a tener que reconocer en las bases de licitación y en los contratos que el bus eléctrico tiene menor capacidad que un bus diésel del mismo tamaño.

**P4: ¿Cuál ha sido la experiencia de ahorro mensual en comparación a una flota de vehículos de combustión?**

R4: Yo doy un ejemplo que es muy sencillo, pero es fácil de entender. En opinión nuestra, un bus eléctrico tiene un valor del orden del 50% más de lo que vale un diésel de igual dimensión. Entonces, el operador se ve enfrentado a una inversión mayor, lo que indica que la cuota del leasing mensual que tiene que pagar es mayor. Entonces, ¿dónde estuvo toda nuestra estrategia? ¿Cómo financiábamos ese mayor valor por la inversión que pagábamos en la cuota del leasing? Lo primero que estudiamos fue el tema del diferencial en el costo de la energía. Y ahí yo doy un ejemplo fácil en pesos chilenos, pero es fácil convertirlo a dólar. En el caso de un bus diésel lo normal es que rinda dos kilómetros por litro. Si el petróleo diésel en Chile cuesta 500 pesos, el kilómetro en un bus diésel en energía son 250 pesos. En el caso del bus eléctrico, el costo por kilómetro en energía es del orden de 80 pesos. En resumen, es un tercio. Si el bus transita durante el mes seis mil kilómetros, solo el diferencial de energía cubre el diferencial de la cuota del leasing mensual. ¿Y qué le queda de beneficio al operador? En mi opinión, dos cosas fundamentales. Una, mantenimiento. El

mantenimiento de un bus eléctrico, por razones obvias, es un tercio de lo que cuesta el mantenimiento de un diésel porque el bus eléctrico tiene infinitas menos piezas que un bus diésel y por lo tanto tiene menos para. Y esa disponibilidad diaria efectivamente es muy importante para un operador. Entonces le queda como ventaja al operador el ahorro en mantenimiento y la mejor disponibilidad. Y la diferencia de costo en la inversión la paga con la diferencia en energía. Esto, debo ser franco, dio resultado en Santiago de Chile porque aquí no se usa el subsidio, por lo tanto, nosotros compramos el petróleo al mismo valor que lo compra todo el público y al no tener subsidio se dio esta ventaja.

**P5: ¿Cuál es la diferencia entre teoría y práctica respecto a la autonomía de las baterías?**

R5: Cuando compramos los buses, la fábrica nos planteó que la autonomía del bus eran 250 kilómetros diarios. Y expliqué recién que al usar como método de carga el mantener las baterías siempre sobre el 50%, eso nos obliga a cargar durante el día. Nosotros lo que hacemos es que salimos a las 6 de la mañana a hacer la punta mañana, durante el valle entre las 10 de la mañana y las 4 de la tarde cargamos los buses de nuevo, y salimos a hacer la punta tarde que llega hasta las 10 de la noche. En la noche solo cargamos lo que gastamos durante la punta tarde. Con eso lo que hacemos es que la autonomía del bus pasa a ser secundaria, pero si tengo que decir que los buses nos han dado un rendimiento del orden de 240 kilómetros promedio con una carga de batería, y ahí es fundamental el conductor. De las estadísticas que nosotros llevamos, se ha determinado que un conductor tiene una incidencia de un 18% en el rendimiento del bus. El bus eléctrico se conduce totalmente distinto a un bus diesel. Por lo tanto, el conductor tiene que pasar por una etapa de aprendizaje. En el caso chileno tuvimos la suerte de que lo hizo la facultad de ingeniería de la universidad de Chile, firmamos un convenio y nos capacitó a los conductores. Eso fue un paso muy importante porque efectivamente un buen conductor puede llegar a darle al bus una autonomía de hasta 290 km. Y eso es una incidencia muy grande en los costos.

**P6: ¿Utilizan alguna herramienta informática para programar la recarga de los buses?**

R6: Nosotros tuvimos que contratar en Estados Unidos una empresa que nos instaló un sistema de carga remoto en el cual llevamos el control online de cada bus y cuanto carga tiene. Por lo tanto, cuando un bus entra a un terminal y tiene menos del 50%, queda bloqueado y no puede salir hasta que cargue sobre el 50%. Además, nos permite cargar por bloque. El corredor Grecia de Santiago tiene una pendiente del 10%, o sea el terminal está en la ladera de un cerro. Descubrimos que si cargábamos el bus al 100%, no funcionaba bien. Entonces, esos buses que cargan en altura se cargan al 90%, y en la bajada recuperan el 10% y llegan abajo con el 100% de energía. Son detalles que uno va aprendiendo en la operación pero que hay que tener sistemas en que controlamos a larga distancia la carga de los buses. Todos estos detalles son importantes para no cargar con toda la potencia en un terminal todos los buses juntos. Vamos cargando por bloques y pagamos la mitad de la potencia a la empresa generadora porque ocupamos menos.

**P7: ¿Quién y cómo se definió el itinerario del corredor Grecia? ¿Hay otros corredores sobre los cuales operan?**

R7: Se dieron condiciones únicas. Primero, éramos los únicos operadores, entonces la decisión era más fácil entre la autoridad y nosotros. Dos, estaba muy bien construido, en el sentido que eran vías

segregadas, que van por el medio y que no molestan a los buses los autos particulares que giran. Además, tenía una distancia de 12,5 kilómetros y trasladamos de la parte alta de la ciudad hasta el centro de la ciudad a los usuarios. Por esas condiciones, es que la autoridad definió que ese corredor se probara con buses 100% eléctricos. Indudablemente los usuarios en estos tiempos están muy contentos con el sistema. Y este año la autoridad nos pidió que operáramos buses eléctricos en el principal eje de Santiago que nosotros llamamos La Alameda, que es la calle principal de la ciudad. Esto ha sido un constante aprendizaje, pero la verdad que muy positivo.

### **Preguntas respondidas por el speaker posteriormente:**

**P8: ¿Estos servicios de transporte urbano se inscriben en un plan maestro de transporte urbano y en un proceso de planificación urbana y territorial?**

R8: Si, todos los buses eléctricos de Metbus operan en el transporte público de Santiago que es un plan diseñado por el Ministerio de Transportes.

**P9: ¿Los cargadores son solo dedicados para la carga de buses? ¿Y si lo son, el tipo de cargador solo sirve para ese tipo de bus o es versátil para otros modelos?**

R9: Los cargadores ByD solo sirven para buses de la marca, porque el convertidor de electricidad viene incorporado al bus. Los cargadores que tenemos instalados podrían servir para cargar otros vehículos de la tecnología ByD por ej. camiones, furgon, taxis, automóviles.

**P10: ¿El rendimiento Km/Kw, en temperatura superior a 40 grados centígrados es posible que varíe?**

R10: Si, la temperatura es una variable importante para la eficiencia de las baterías.

**P11: En la experiencia chilena ¿tiene la tarifa eléctrica algún tipo de subsidio?**

R11: No, en Chile se optó por introducir la movilidad eléctrica en el transporte público sin ningún tipo de subsidio, el valor de la electricidad lo negocia el operador con la empresa distribuidora de electricidad, en un contrato de largo plazo.

**P12: ¿Es posible conocer más sobre el software de gestión de recarga para flotas de vehículos eléctricos?**

R12: Si, las empresas que quieran conocer más sobre el software de gestión de carga pueden escribirme a mi correo y le enviaremos el nombre de la empresa.

**P13: ¿Qué fuentes de financiamiento internacionales están disponibles actualmente para este segmento?**

R13: Las que nosotros conocemos son el BID, algunos bancos chinos y en el caso nuestro Enel.

**P14: ¿Cómo conseguir más fondos para electromovilidad?**

R14: Los Gobiernos que realmente están convencidos que la electromovilidad es un avance importante para sus países, van a tener que generar líneas de créditos especiales con tasas de interés competitivas y generar una legislación que recoja todas las características que tiene la electromovilidad.

**P15: ¿Cómo van avanzando los procesos de estandarización de los sistemas de recarga?**

R15: En el caso chileno vamos avanzado en estandarizar los sistemas de recarga, se ha publicado por parte del Ministerio de Energía reglamentación para el uso de cargadores, en recintos públicos y privados. Esta normativa apareció posterior a la llegada de los buses eléctricos.

**P16: ¿Cómo es el proceso de reciclaje de baterías?**

R16: Es un tema interesante, porque el reciclaje de las baterías de un bus puede ayudar a financiar el proyecto, las baterías tienen un valor residual que es importante.

**P17: ¿Rendimiento de baterías en altura?**

R17: No registra ninguna diferencia, en algunos casos de altura superior a 2.400 mts. se ha detectado que el bus eléctrico funciona mejor que un diesel.

**P18: ¿Posibilidad de modificar estructura del bus a la topografía de ciudades. Altura?**

R18: Es un pregunta que debiera responder el fabricante

**P19: ¿Existe alguna documentación sobre la atención de emergencias con buses eléctricos (equipos de rescate)?**

R19: Si, en Santiago nos han quemado dos buses eléctricos, el comportamiento del bus en el incendio es similar a un bus tradicional y los sistemas de seguridad del bus eléctrico funcionan bien, Bomberos tiene un protocolo para enfrentar estos siniestros