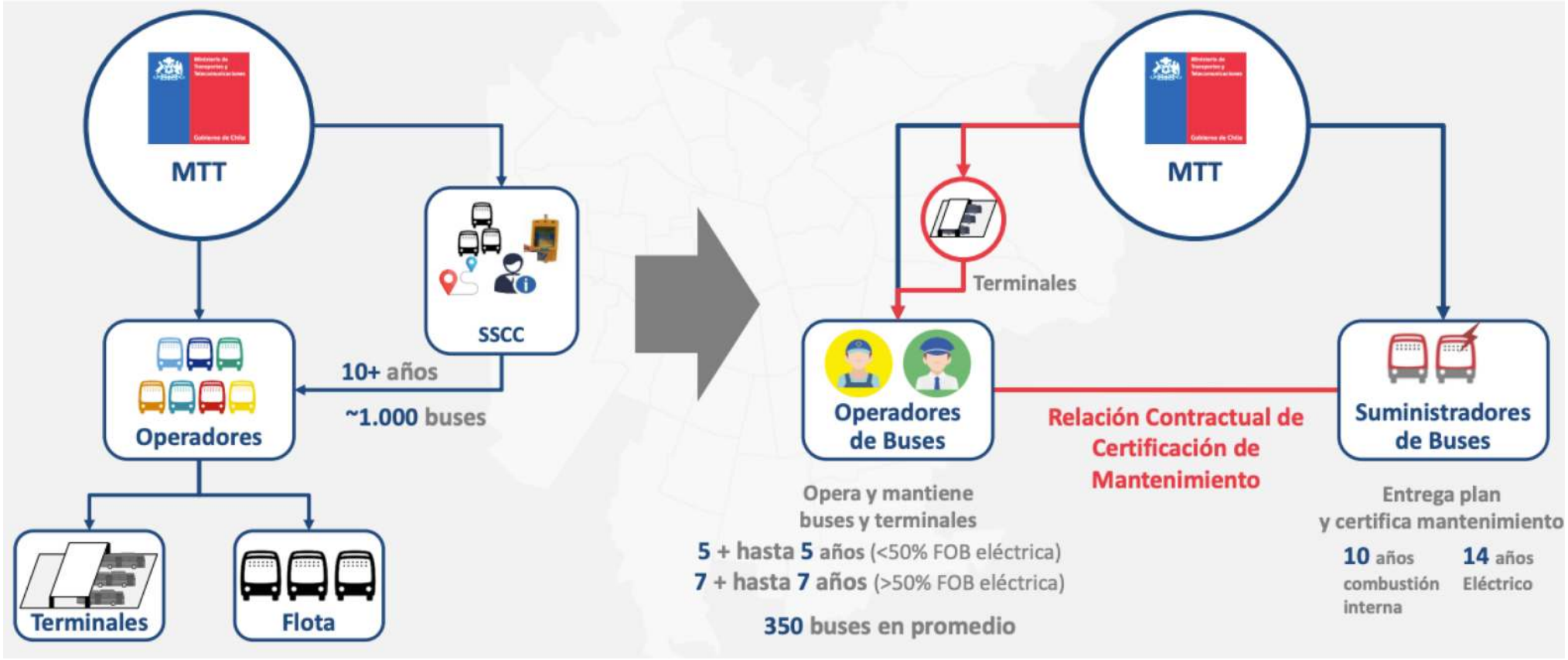
REQUISITOS TECNICOS PARA BUSES ELECTRICOS

Gianni López
Director
Centro Mario Molina Chile

Bases técnicas licitación suministro de buses para Santiago

- Fueron desarrolladas por el Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones de Chile, a través de DTPM.
- En los aspectos técnicos de los buses eléctricos contó con la asesoría de Centro Mario Molina Chile.
- Este trabajo fue apoyado por:
  - Global Fuel Economy Initiative y ONU Ambiente
  - ZEBRA Project y P4G
  - Banco Interamericano de desarrollo.
  - Centro de Desarrollo Tecnológico de Finlandia VTT

Licitación suministro de buses para Santiago



Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones de Chile

Objetivos generales en la compra de buses

- La adquisición de buses debe responder al desafío de mejorar el transporte público para transformarlo en una alternativa real al uso del automóvil.
- Los buses deben estar construidos de forma tal de ofrecer:
  - un grado de mayor confort,
  - prestaciones operacionales compatibles con los programas de operación,
  - bajas emisiones,
  - un costo total de propiedad del vehículo que no signifique un incremento de las tarifas.

Aspectos constructivos normados para buses de transporte público

Referencia Internacional
Chasis
Ejes
Ruedas y Neumáticos
Sistema de tracción
Prestaciones mínimas de los vehículos
Sistema de dirección
Maniobrabilidad
Sistemas de suspensión
Sistemas de frenos
Carrocería
Capacidad y dimensiones
Materialidad
Accesos y ventanas
Equipamiento y habitabilidad
Sistemas de control de incendios

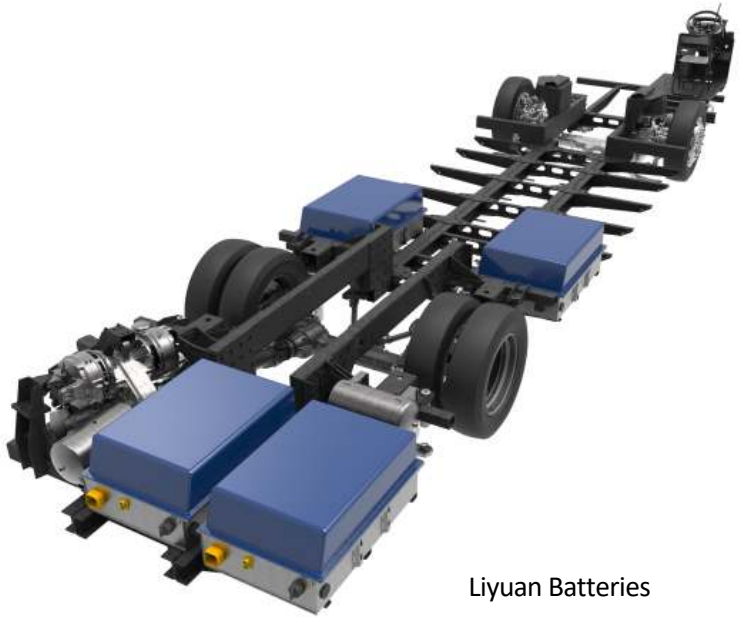
Basado en requisitos de Brasil, Santiago de Chile y la UE

Buses eléctricos

- La oferta internacional de buses eléctricos incorporan muchas de las características exigidas por estas normativas, lo que puede llevar a una competencia desleal por parte de los buses diésel si no se exigen estas normativas constructivas transversalmente a todo el mercado.
- Para el caso de buses eléctricos se debe incorporar además nuevos aspectos relacionados con esta tecnología y sus sistemas de carga.

Componentes más importantes

- Las baterías son el más importante, porque determinan las prestaciones del vehículo y tienen además una incidencia directa en su precio, porque a mayor capacidad de baterías mayor costo del vehículo.
- La prestación más importante es la autonomía.

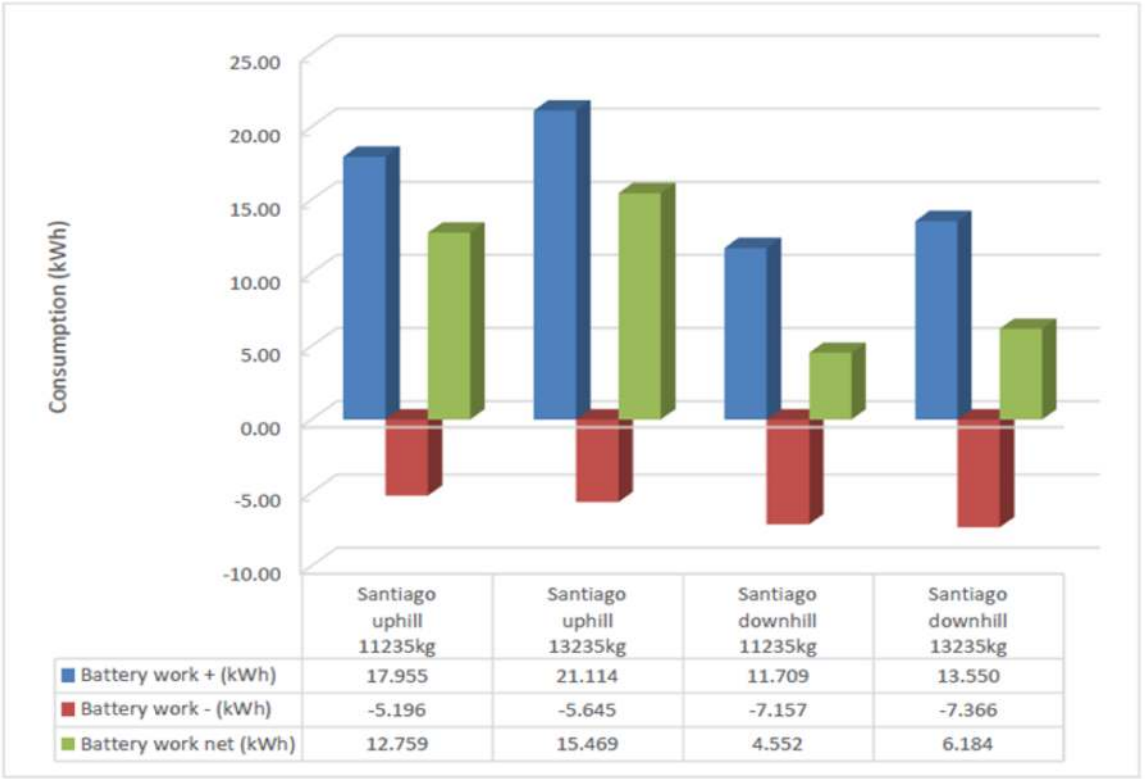


Liyuan Batteries



Eficiencia energética es clave en un bus eléctrico

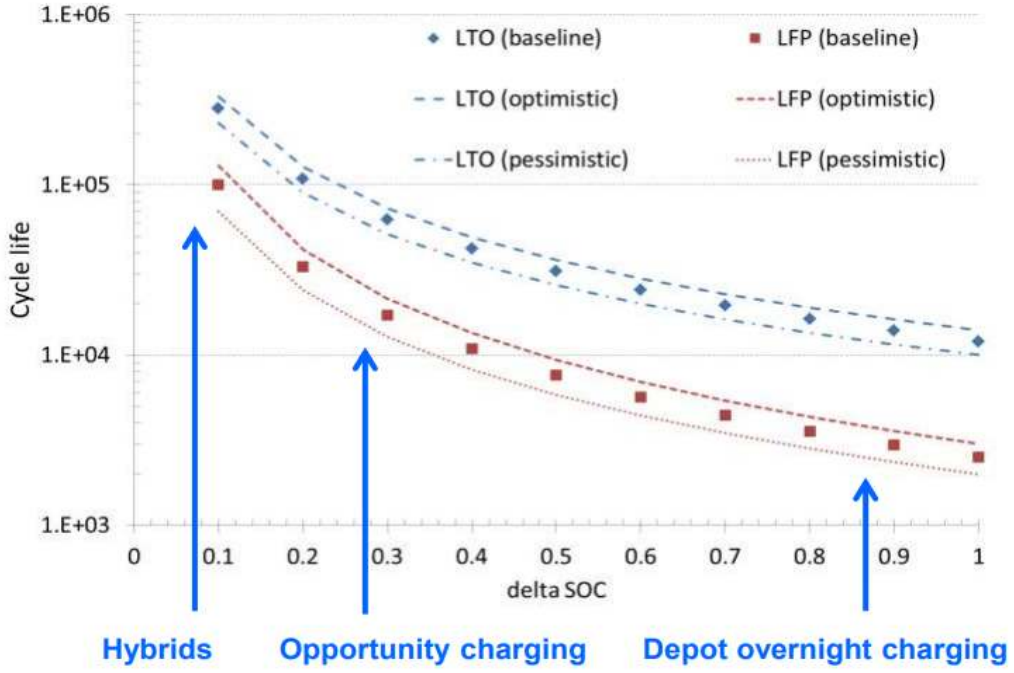
- Para reducir el consumo de energía se pueden optimizar los frenos regenerativos para las condiciones de conducción de una región en particular, logrando así una mayor recuperación de energía,
- se puede también emplear materiales más livianos, para reducir el peso de la carrocería del bus.



	Santiago uphill 11235kg	Santiago uphill 13235kg	Santiago downhill 11235kg	Santiago downhill 13235kg
Battery work + (kWh)	17.955	21.114	11.709	13.550
Battery work - (kWh)	-5.196	-5.645	-7.157	-7.366
Battery work net (kWh)	12.759	15.469	4.552	6.184

La autonomía se degrada junto con las baterías

- las baterías se van degradando con el uso, perdiendo progresivamente su capacidad de carga.
- Esta degradación se puede acelerar de acuerdo con la forma en que se están usando y cargando. Si en el uso diario la batería se somete a descargas muy profundas se va a reducir el número de ciclos de carga que puede recibir.



Variedad de oferta de buses eléctricos de baterías

- los fabricantes tienen distintos productos en el mercado, que, si bien en general corresponden a una tecnología similar de baterías y demás componentes del tren de potencia, difieren mucho en aspectos claves como potencias de los motores, capacidad de baterías, capacidad de pasajeros, consumo de energía, autonomía y precio del bus.

Oferta de buses eléctricos de baterías en Chile

Bus			Motor			Capacidad Baterias [kwh]	Capacidad Pasajeros
Clase	Marca	Modelo	Modelo	Tipo	Potencia [kw]		
B2	**BYD**	K9 FE	BYD 2912TZ-XY-A	Eléctrico	300	276.5	81
B2	**YUTONG**	ZK6128BEVG	YUTONG YTM280-CV9-H	Eléctrico	215	324.4	87
B2	**FOTON**	eBus U12 QC	PRESTOLITE TM4 E	Eléctrico	350	151.55	90
A1	**BYD**	K7	BYD TY90A	Eléctrico	180	156.6	45
A1	**FOTON**	EBus U8,5 QC	BEIQI FOTON MOTOR FTTB090-FT1VT120	Eléctrico	130	129	47
B2	**ZHONGTONG**	LCK6122EVG	PRESTOLITE TZ488XSPE 351 WH	Eléctrico	350	351.237	88
B2	**KING LONG**	XMQ 6127G PLUS	KING LONG DM2800	Eléctrico	280	374.65	90

Alternativas de carga

- Existen distintas opciones divididas en corriente alterna (AC) y corriente continua (DC).
- Las opciones de AC permiten cargar en baja potencia, menos de 50 kw, por lo que para un bus de 12 metros la carga completa puede tardar del orden de 5 o más horas.
- La carga en DC permite potencias de carga de 150 kw o incluso superiores, lo que lo hace más apropiado para su uso en buses, pudiendo reducir los tiempos de carga a dos horas.
- Es muy importante tener presente que la potencia de carga está limitada por el empalme eléctrico del plantel donde se guardan los buses.

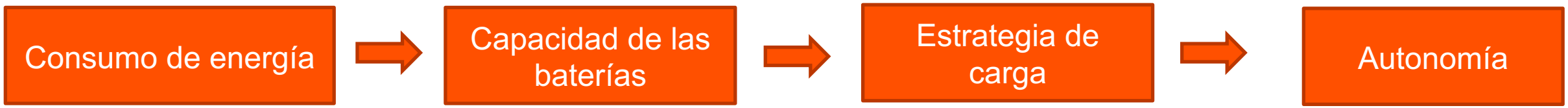
Protocolos de carga

- Respecto de los protocolos de carga, se recomienda el uso de un protocolo que permita carga en DC, ya sea CCS1 (Estados Unidos), CCS2 (Europa) o GB/T (China), siendo muy importante que se elija un solo protocolo de forma tal que permita el uso de los puntos de carga para todos los buses eléctricos operando en una misma ciudad.

Estrategia de carga

- Para una mayor rentabilidad de los buses eléctricos se debe definir una estrategia de carga que permita cumplir con la operación programada del servicio, sin que exista una degradación acelerada de las baterías ni una inversión muy grande en cargadores.
- Para esto se define una estrategia de carga, que debe coordinar la operación de los buses en la ruta con los períodos de carga en los planteles, maximizando la disponibilidad de los vehículos.
- En las ciudades en que existen períodos del día con distintas tarifas eléctricas, es necesario también introducir esta variable en la optimización de la estrategia de carga con el objetivo de reducir los costos

DEFINICION DE LA ESTRATEGIA DE ELECTRIFICACION DE LOS OPERADORES DE TRANSPORTE PUBLICO



Cual es el consumo en la operación real en mis rutas?

Cuanto se degrada la capacidad de las baterías en el tiempo?

De que opciones de recarga dispongo? Cómo adapto mis depósitos de buses?

En que recorridos esta autonomía es suficiente para sustituir 1 a 1 a los buses diésel?

¿Cómo afecta mis costos y la rentabilidad del sistema de transporte público?

Autonomía promedio para distintos escenarios desarrollados en conjunto con MTT/DTPM para Santiago de Chile

Escenarios	Autonomía Promedio (km)	
	Bus 1	Bus 2
30% carga de pasajeros sin AC	211	233
50% carga de pasajeros sin AC	195	219
30% carga de pasajeros con AC	154	175
100% carga de pasajeros sin AC	161	185
100% carga de pasajeros con AC	132	152

- Autonomía difiere en más de un 36% entre casos mas extremos
- Sistemas auxiliares (**AC) impacta en un 19% autonomía** de buses modelados
- Diferencia en autonomía de ambos buses (13%) se explica por **tamaño de baterías**
- En el caso mas favorable se podía obtener **una autonomía de 250km/carga en 40% de las rutas y 85% con 200km/carga**
- En el caso menos favorable, solo **1% tendrían una autonomía de 250km/carga y 2%, 200km/carga.** El **85% de las rutas** tendrían una **autonomía menor a 160km/carga**

Prestaciones apropiadas para operar con éxito en las condiciones particulares de las rutas de Santiago.

Para el caso de buses de carga lenta:

- la capacidad de las baterías del bus ofertado debe asegurar que, con el consumo de energía determinado bajo el protocolo técnico de la Resolución Exenta N°2243/2018 del MTT y una carga completa de la batería, se pueda obtener una autonomía de al menos 215 kilómetros.

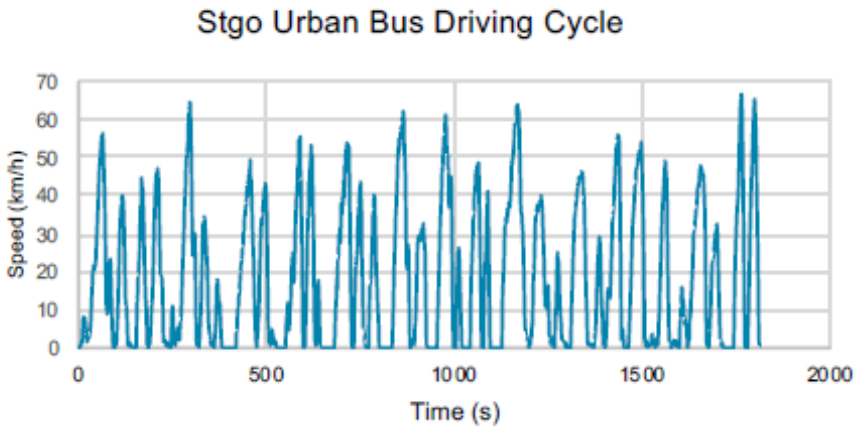
Para un bus de carga de oportunidad:

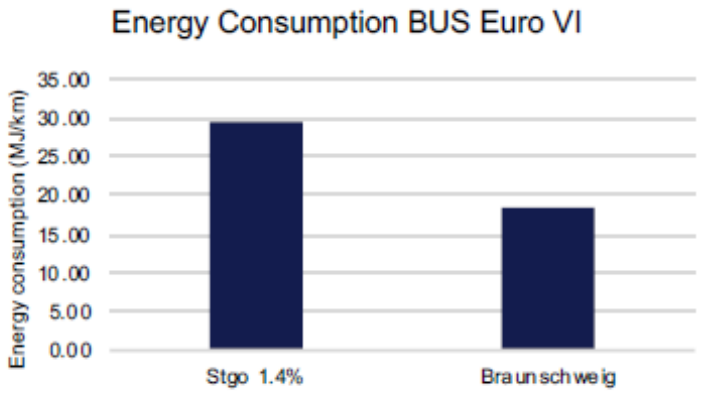
- La capacidad de las baterías debe permitir una autonomía mínima de 50 kilómetros, con el consumo de energía medido bajo las mismas condiciones.

Resolución Exenta N°2243/2018 del MTT

AMF: Annex 53, Sustainable Bus System

Results:







DIARIO OFICIAL
DE LA REPUBLICA DE CHILE
Ministerio del Interior y Seguridad Pública

I SECCIÓN

LEYES, REGLAMENTOS, DECRETOS Y RESOLUCIONES DE ORDEN GENERAL

Núm. 42.123 | Viernes 3 de Agosto de 2018 | Página 1 de 2

Normas Generales

CVE 1441036

MINISTERIO DE TRANSPORTES Y TELECOMUNICACIONES

APRUEBA PROTOCOLO TÉCNICO PARA OBTENER CONSUMO ENERGÉTICO EN BUSES DE TRANSPORTE PÚBLICO URBANO DE LA CIUDAD DE SANTIAGO

(Resolución)

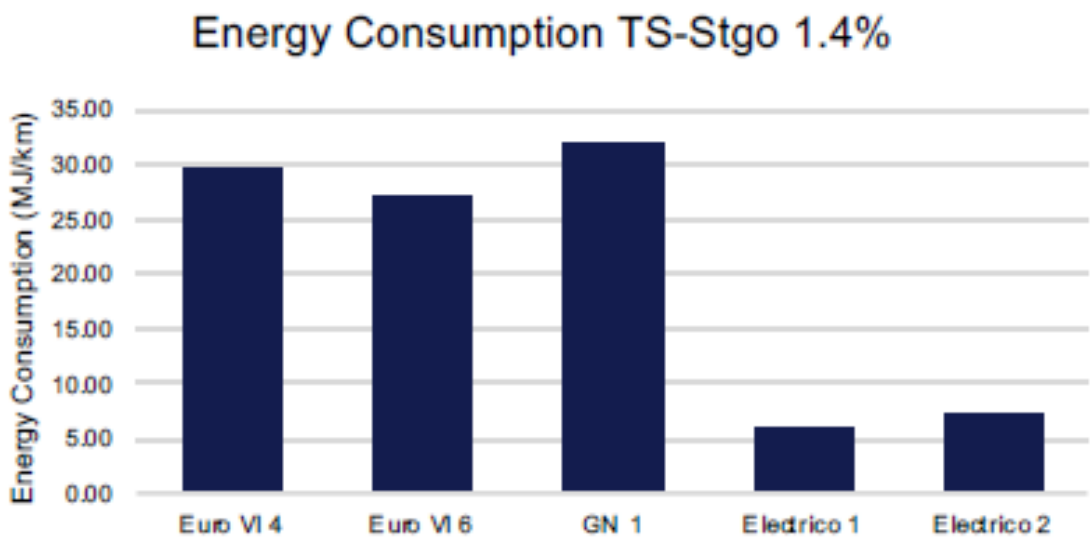
Núm. 2.243 exenta.- Santiago, 23 de julio de 2018.

La eficiencia energética corresponde al 25% de la evaluación técnica de los buses

Evaluación técnica

Puntaje por eficiencia energética (PEf_{pb})

Rango (Mj/km)	Puntaje
$> 0 - 4$	100
$> 4 - 8$	93
$> 8 - 12$	87
$> 12 - 16$	80
$> 16 - 20$	73
$> 20 - 24$	67
$> 24 - 28$	60
$> 28 - 32$	53
$> 32 - 36$	47
$> 36 - 40$	40
$> 40 - 44$	33
$> 44 - 48$	27
$> 48 - 52$	20
$> 52 - 56$	13
$> 56 - 60$	7
>60	1



Garantías sobre las prestaciones comprometidas

- durante la vida útil del bus no se permitirá una pérdida mayor al 20% en la capacidad energética original del pack de baterías del vehículo o una reducción equivalente en la autonomía de éste en relación con la autonomía inicial.
- Determinadas bajo el protocolo técnico de la Resolución Exenta N°2243/2018, del MTT.
- Una reducción mayor al 20% es condición suficiente para que el Suministrador de Buses deba reemplazar el pack de baterías del bus a su costo.

Monitoreo

- el sistema de carga debe entregar las funcionalidades requeridas para los sistemas de gestión de carga que permitan la administración, control, supervisión y gestión de la información relacionada con la carga de los buses eléctricos.
- con el objetivo de realizar una adecuada gestión de las baterías, se debe disponer de las siguientes señales que deben provenir del sistema de envío de datos CAN-BUS del vehículo:
  - Voltajes y corrientes de baterías, motores y accesorios.
  - Temperatura de baterías
  - Estado de carga

Normativas técnicas

- Las baterías y sus sistemas asociados deberán cumplir con el Reglamento N°100 de la Comisión Económica para Europa de las Naciones Unidas (CEPE/ONU), disposiciones uniformes relativas a la homologación de vehículos en relación con los requisitos específicos del grupo motopropulsor eléctrico [2015/505].
- Buses y cargadores deben cumplir con el estándar “CCS-2” también conocido como Conector Combinado 2 o “CCS combo 2” (CCS, Combined Charging System).
- El suministrador de Buses tendrá la responsabilidad de la disposición final de las baterías.