

IX CONGRESO INTERNACIONAL

Almacenamiento
DE ENERGÍA ⚡

una **nueva era** de alta Confiabilidad



Almacenamiento en Baterías para la Recarga de Vehículos Eléctricos Pesados

Jean Paul Zalaquett

OpenEVlab

jpz@openevlab.com

Hacemos parte de



Organizan:



**¿Porqué un BESS sería
buena idea para
acelerar la adopción
de electromovilidad
en vehículos pesados?**

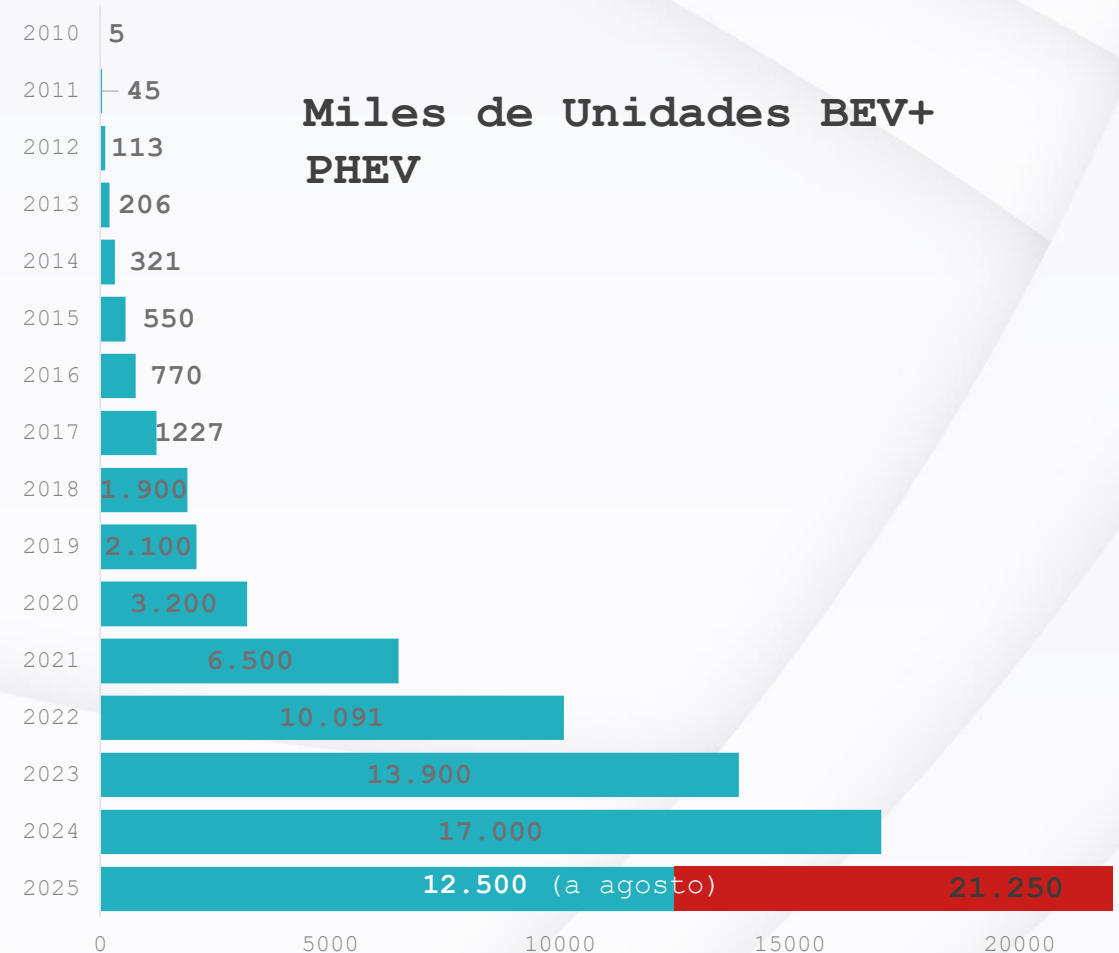
Mercado mundial con crecimiento sostenido anual del 57%

Ya hay 70 Millones de VE circulando. En 2025 se espera superar los 21 Millones de nuevas unidades, es decir **uno de cada cuatro** vehículos vendidos este año será eléctrico.

Muchos países aplican incentivos como subsidios directos a la compra, reducción de impuestos y beneficios en peajes para promover vehículos eléctricos (VE). Un mecanismo clave ha sido el sistema **CAP&TRADE**, que limita las emisiones promedio de vehículos nuevos, obligando a fabricantes a cumplir metas de emisión promedio o comprar créditos para compensar.

Independiente de los incentivos, un **92% de usuarios de vehículos eléctricos**, volvería a comprar uno, por lo tanto, hay una clara preferencia del consumidor.

(1) Comisión Europea: <https://alternative-fuels-observatory.ec.europa.eu>



Fuente 2025: Rho Motion

Para ciertos países la electromovilidad es mayoritaria y ¡los países emergentes están despegando!

Consolidación de la electromovilidad



NORUEGA: Liderazgo Mundial

Noruega alcanza una penetración del 96% (en 2025), impulsada por políticas robustas y una infraestructura de carga avanzada.

EUROPA: Consolidación Regional

Europa registra un 24% (en 2025) de penetración de vehículos eléctricos, consolidándose como actor clave en la transición global.



CHINA:

Motor de la Industria

China presenta una penetración del 50% (en 2025), siendo el principal fabricante y exportador mundial de vehículos eléctricos.

PAÍSES EMERGENTES:

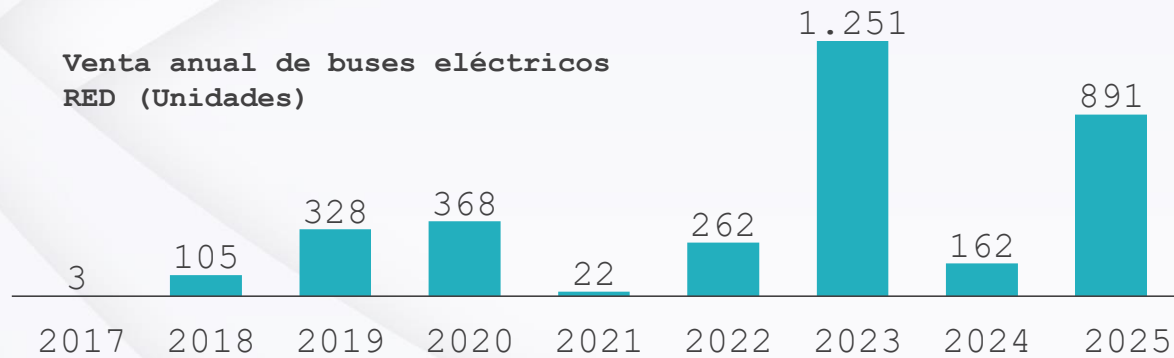
Sorpresa en 2024/25

Brasil muestra un crecimiento significativo en la adopción de vehículos eléctricos, reflejando interés en la electromovilidad. Mismo fenómeno en

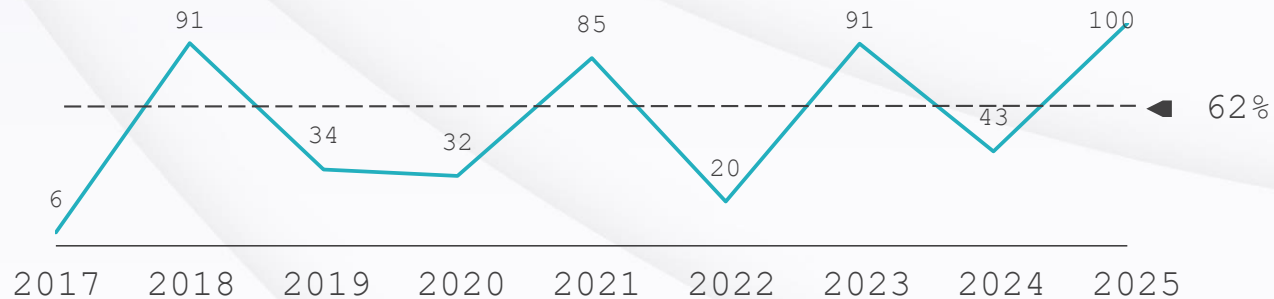


Chile: Liderazgo mundial en Transporte Público, 100% de buses eléctricos a partir de 2025

Venta anual de buses eléctricos
RED (Unidades)



Participación de venta anual: Mercado buses eléctricos RED.



- **Modelo Público-Privado.** Desde 2017, Chile implementa modelo público-privado que reduce riesgos financieros y tasas de interés para leasing de largo plazo, **logrando costos totales de operación menores que los buses tradicionales.**
- **Liderazgo en Latinoamérica junto a Colombia** Chile posee la mayor flota de buses eléctricos fuera de China en América Latina, manteniéndose entre los tres principales a nivel mundial fuera de China.
- **Electrificación Total**
Licitaciones con 100% de buses eléctricos en Santiago desde 2023, y todas las regiones alcanzarán electrificación completa desde 2025, con

Carga buses

Red:

Cargadores

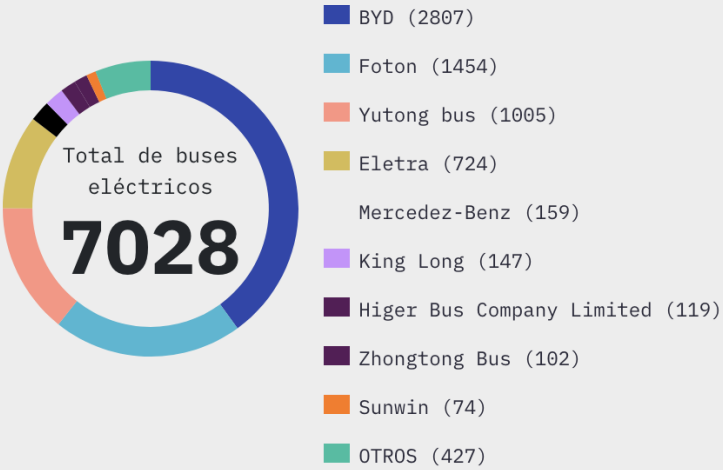
MW Instalados

	2019	2.020	2021	2.022	2023	2.024	2025	Total
# Cargadores	79	248	9	15	382	160	102	995
MW Instalados	4,84	12,69	1,29	2,07	29,5	11,73	8,05	70,17



Latinoamérica

por vehículo por fabricante



6880,18 kt

Emissiones evitadas por la flota (kt CO₂e)

Septiembre de 2025 - Información y Metodología

Download

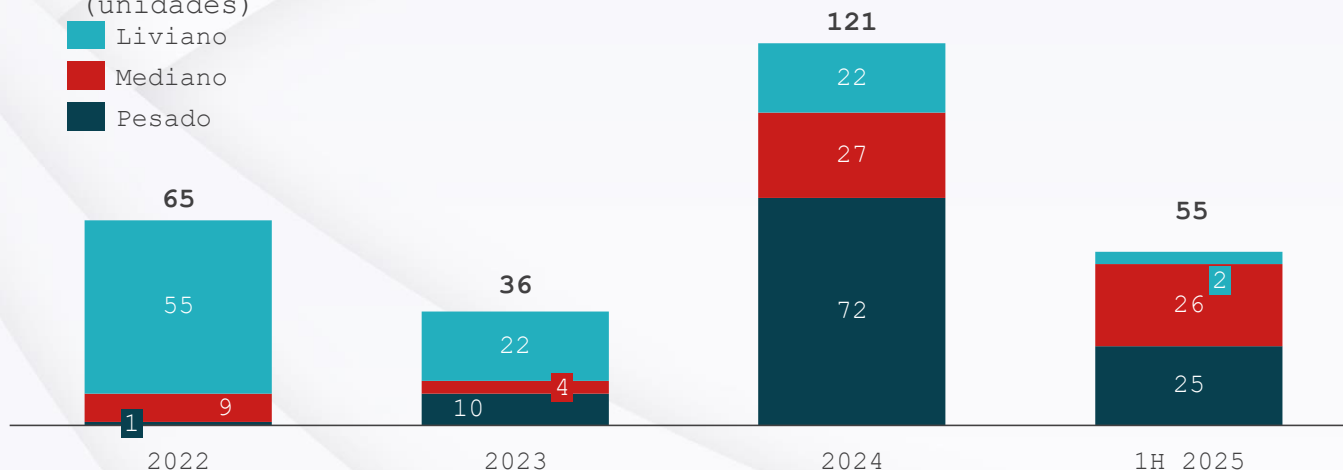
Sorpresa en segmento de camiones eléctricos en Chile

CRECIMIENTO A LA PAR CON PAÍSES DESARROLLADOS



Venta anual de camiones eléctricos
(unidades)

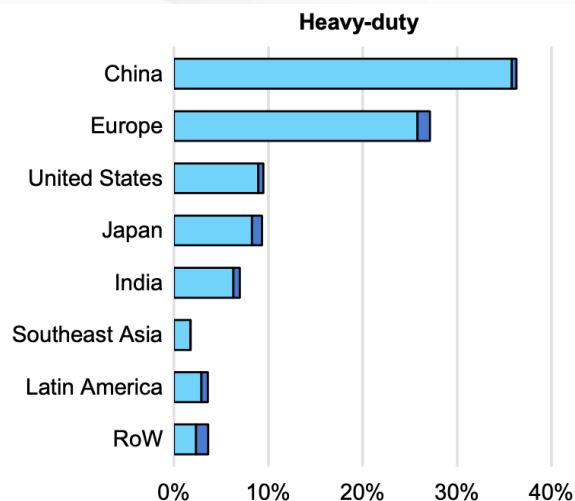
■ Liviano
■ Mediano
■ Pesado



Participación pesados :

■ BEV ■ PHEV

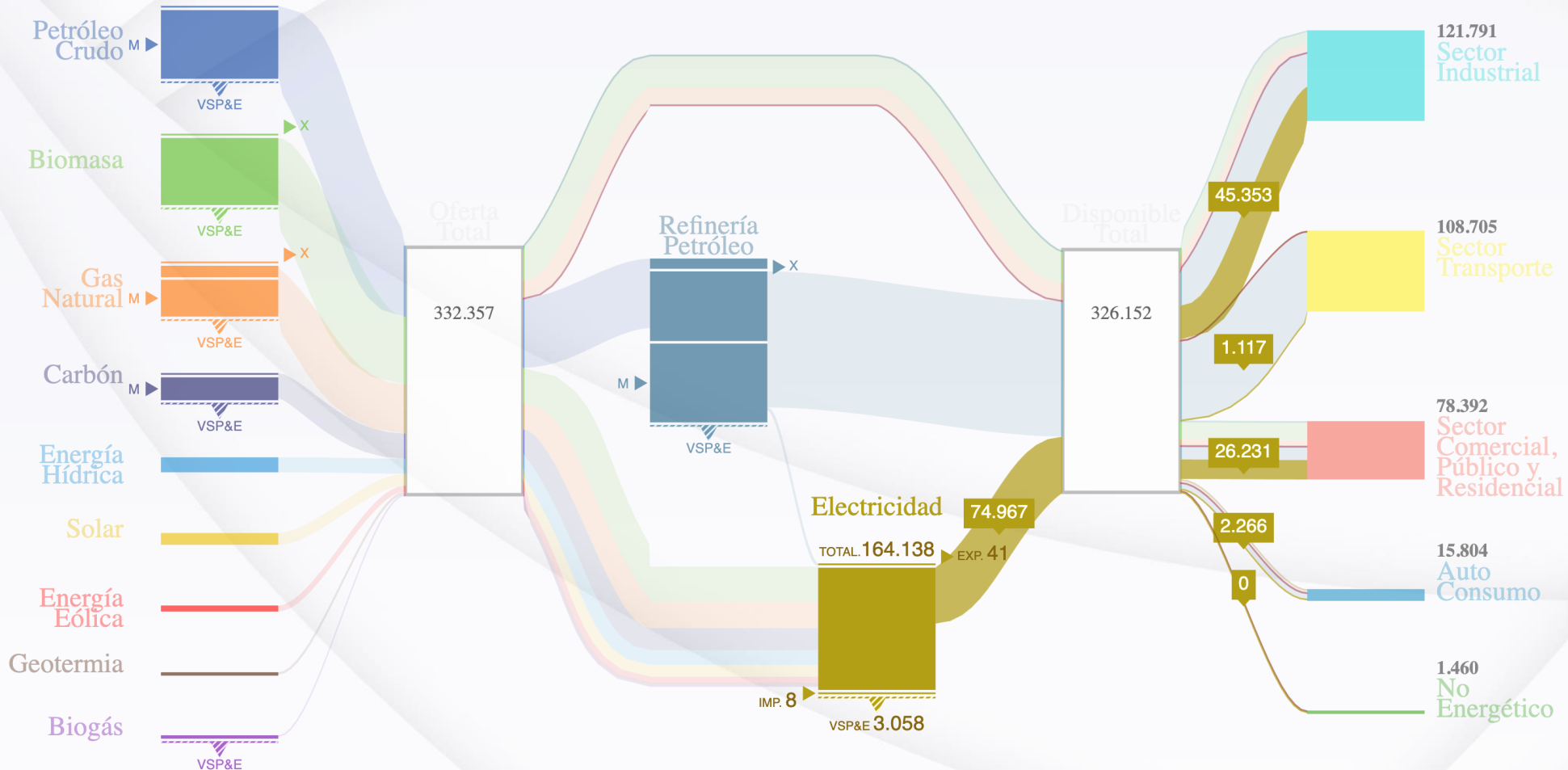
IEA. CC BY 4.0.



- La adopción en estos sectores refleja una **estrategia corporativa** orientada a la transición hacia flotas más limpias y eficientes.
- **Grandes empresas** que lideran este proceso incluyen Walmart, AB InBev, Unilever y Mineras. (minería, retail y alimentos y bebidas)
- Los grandes operadores de Chile declaran que **pueden ser competitivos** con tracto camiones eléctricos.
- **Equipos con 600 KWh de batería** serán importados en el semestre 2025, viabilizando rutas de 300/400Km con plena carga de mercadería.
- La penetración de camiones pesados en Chile está a la par con Europa.
- China está lanzando nuevos modelos mejorando autonomías, calidad y precios.
- Europa está construyendo **red Milence** de recarga pública para camiones, en

Electrificar el transporte implica aumentar en un 43% el consumo eléctrico, pero bajar un 23% la energía total

Todas las unidades están en TCal.



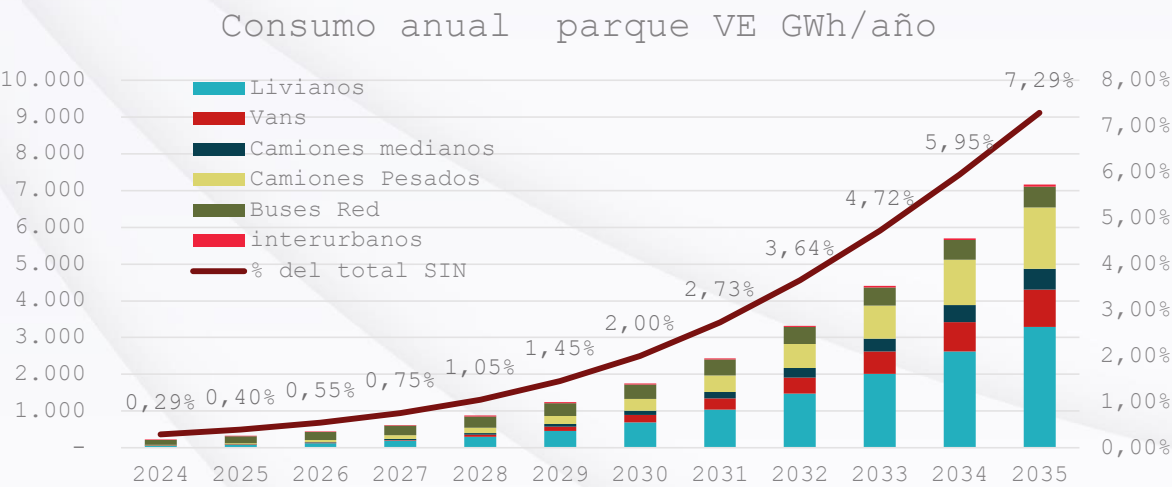
Transporte:
109 TCal

Pasar a eléctrico los lleva a 33 TCal, (triplicando eficiencia)

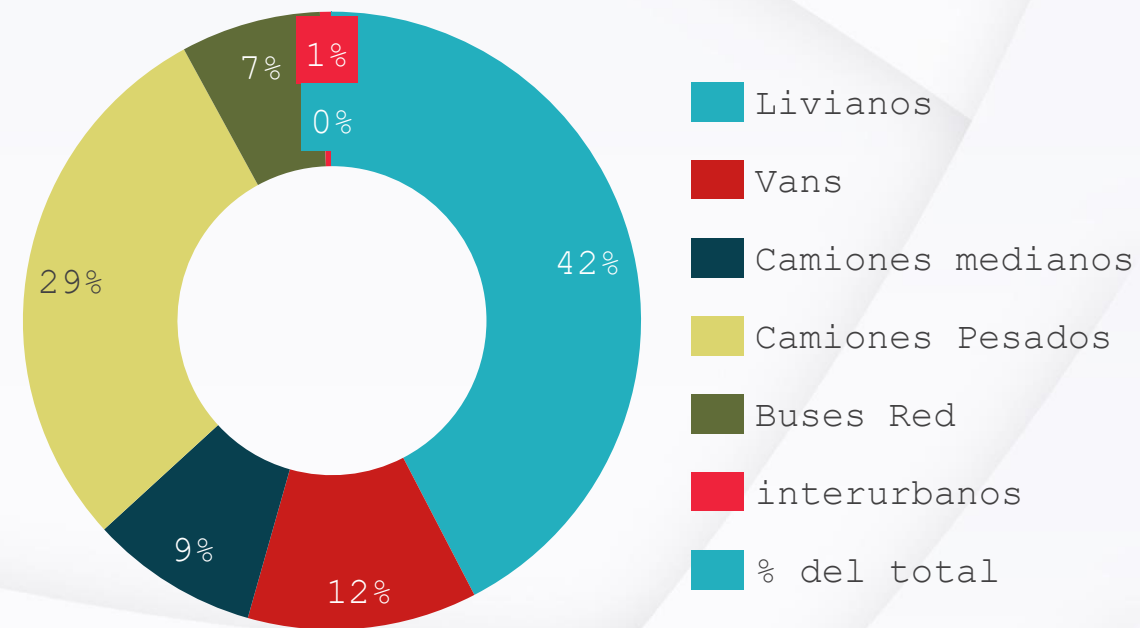
Aumentaría el consumo eléctrico en 32 TCal, bajaría el consumo de petróleo en 109 TCal

Camiones pesados y vehículos livianos serán el 70% del consumo energético por electromovilidad en Chile

Consumo Energético electromovilidad (GWh) y su porcentaje del consumo total de Chile



% Consumo Energético en 2035



El consumo energético crecerá rápido, impulsado por vehículos livianos y camiones pesados.



Vehículos livianos representan 42% y camiones pesados 29% del consumo total en 2035.

Surgimiento de los camiones pesados

- Nuevos modelos con mayores autonomías y baterías sobre 600KWh
- Requieren cargar en carretera a alta potencia



Tendencias Internacionales en Camiones Pesados



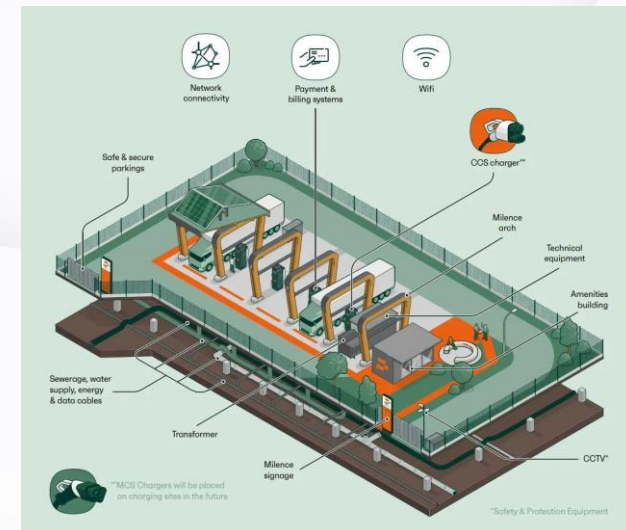
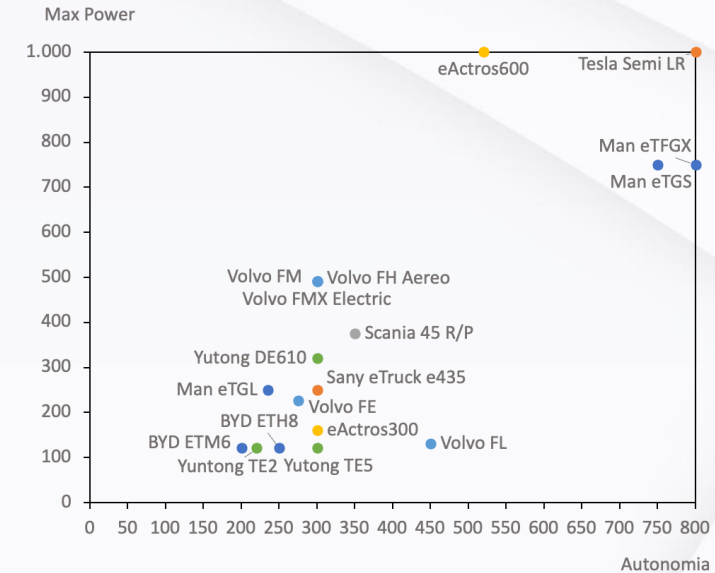
Expansión de Gamas Europeas

- Fabricantes europeos amplían sus líneas con camiones eléctricos pesados para transporte regional.
- Nuevos modelos apuntan a cubrir distancias medias y aplicaciones urbanas y suburbanas.
- Mayor enfoque en la autonomía y capacidad de carga para competir con vehículos convencionales. Innovaciones en diseño y tecnología para mejorar eficiencia y reducir costos operativos.



Alianzas Estratégicas Globales

- Colaboraciones entre fabricantes de baterías y vehículos para acelerar desarrollo. Ejemplo clave: acuerdo entre CATL (baterías) y FAW (vehículos comerciales) en China.
- Alianzas facilitan integración de sistemas de carga y optimización de la cadena logística.
- Impulsan la disponibilidad de camiones eléctricos con mejor autonomía y fiabilidad.



Tipos de cargadores eléctricos

Infraestructura

Cargadores de Corriente Alterna (AC)

Estos cargadores varían entre 1 y 22 kW, dependiendo si son monofásicos o trifásicos. Se usan comúnmente en hogares y lugares de trabajo. Formatos habituales incluyen Wallbox para uso residencial y cargadores tótem para espacios públicos. También existe la versión "cargador de viaje" incluida con cada vehículo vendido.

Cargadores de Corriente Continua (DC)

Diseñados para cargas rápidas, su potencia ha crecido notablemente, alcanzando desde 30KW hasta 400KW. Son ideales para usuarios que requieren tiempos de recarga mínimos y vehículos pesados, principalmente en estaciones públicas o centros de carga privados B2B/B2G.



Innovación en velocidad de carga

Infraestructura



Avances en velocidad de carga

BYD lanzó en 2025 un auto que puede cargar a 1 MW, completando 100 kWh en solo 6 minutos, equivalente a una carga a 10C, acercándose a tiempos de repostaje de vehículos convencionales.

Limitaciones técnicas actuales

Aunque BYD alcanzó picos de 1000 KW, la carga se estabiliza en 460 kW por limitaciones térmicas y químicas. CATL, líder mundial, ofrece cargas estándar a 4C y ha demostrado hasta 12C en pruebas.



Necesidad de carga para camiones pesados

- Los camiones pesados pueden recorrer largas distancias en carretera, siempre que se detengan a cargar cada 300 KM. Se puede aprovechar la pausa de descanso de los conductores, permitiendo que la recarga no alargue los tiempos de viaje: ¡Pero el requisito es cargar rápido!



- Un camión de 600KWh puede cargar el 75% de su batería (de 20% a 95% SoC) o sea **450KWh en 1,5 horas**, mediante un cargador de 300KW de potencia.
- Un centro de carga con 10 equipos requerirá una potencia de **3MW**

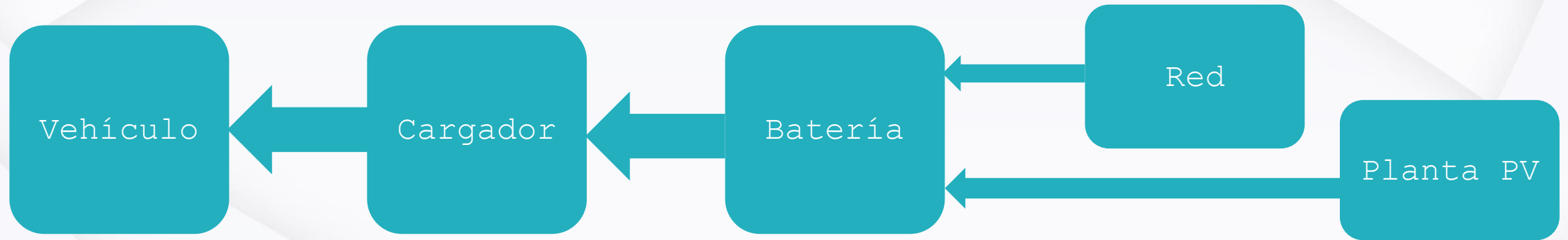
Desafíos en infraestructura de carga

- Infraestructura
- Obtención de permisos y **plazos prolongados para empalmes eléctricos** en zonas rurales, que retrasan la instalación de estaciones de carga.
 - Necesidad de **planificación anticipada** para coordinar crecimiento del parque vehicular con expansión de infraestructura de carga.
 - Alta demanda de potencia eléctrica para centros de carga rápida en rutas interurbanas, que **requiere robustas conexiones a la red**.
 - Falta de instalaciones de carga diseñadas para camiones en carretera, con necesidad urgente de desarrollo y despliegue.
 - Factores logísticos en localidades remotas que dificultan la construcción y mantención de puntos de carga.



¿Solución con baterías?

- Para reducir la potencia necesaria desde la Red, podemos instalar Baterías e incluso agregar Paneles Fotovoltaicos si no disponemos de red.



Vehículo

El vehículo recibe energía a través del cargador, permitiendo su funcionamiento eléctrico eficiente.



Cargador

El cargador conecta el vehículo con la batería, facilitando la transferencia de energía necesaria para la movilidad.



Batería

La batería actúa como intermediario, almacenando energía proveniente de la red o la planta PV para su posterior uso.



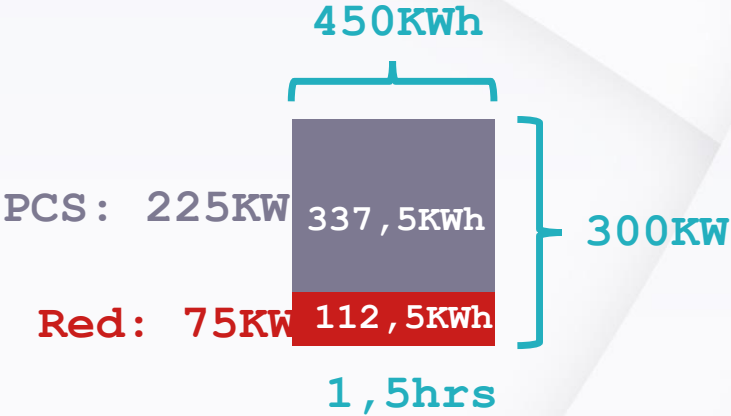
Red y Planta PV

La red y la planta fotovoltaica suministran energía a la batería, asegurando fuentes tanto convencionales como renovables.

¿Cómo dimensionamos el sistema?

- ¿en cuánto podemos reducir la potencia necesaria si cargamos un camión con 450KWh a una potencia de 300KW?
- En "teoría" se puede reducir la potencia a:

Potencia de red (KW)	Camiones al día	Mínima batería (KWh)	Tiempo de espera entre cada carga (hh:mm)
18,75	1	422	22:31
75	4	337,5	4:30
225	12	112,5	30 min



- | Potencia de red (KW) | Batería de 450KWh | Batería de 900KWh | Batería de 1800KWh |
|----------------------|-------------------|-------------------|--------------------|
| 18,75 | 1 | 2 | 4 |
| 75 | 1,3 | 2,6 | 5,3 |
| 225 | 4 | 8 | 16 |



¿Tiempos de espera?

- ¿cuánto debo esperar para si llegan varios camiones al hilo?

75KW de Potencia de red	Batería de 450KWh	Batería de 900KWh	Batería de 1800KWh
Camiones al hilo	1	2	5
Espera camión siguiente	3:00 hrs	1:30 hrs	0:30 hrs
Espera camiones subsiguientes	4:30 hrs	4:30 hrs	4:30 hrs
225 KW de Potencia de red	Batería de 450KWh	Batería de 900KWh	Batería de 1800KWh
Camiones al hilo	6	12	24
Espera camión siguiente	0:30 hrs	0:30 hrs	0:30 hrs
Espera camiones subsiguientes	0:30 hrs	0:30 hrs	0:30 hrs

Análisis económico:

- Para un sistema de alta potencia de
- Cargador de 300KW, PCS de 375KW y BESS 700KWh, con una conexión a la red eléctrica 75KW
- Capex aproximado: 250KUSD
- Camiones atendidos: 3, kilometraje anual: 100Mil KM/Año,
- Supuestos económicos: años de operación: 8 años, costo de capital 10%
- Energía total período 3,3TWh, valor presente de la energía (@10%IR)) 2,4Twh
- Costo de capital llevado a kwh: 0,112 USD/KWh
- Costo de la recarga: 0,112 USD + (Precio KWh Utility o costo KWh de planta PV)
- ¡Muy competitivo para un sistema de recarga!

Sistema con cargador de 300KW y BESS de 700KWh

CAPEX 250 mil USD

Capacidad de carga 3 camiones pesados / día

Costo x KWh: 0,118 USD

Sistema Real en Antofagasta

Cargador de 100KW, PCS de 100KW, BESS 200KWh,
PV 23KW

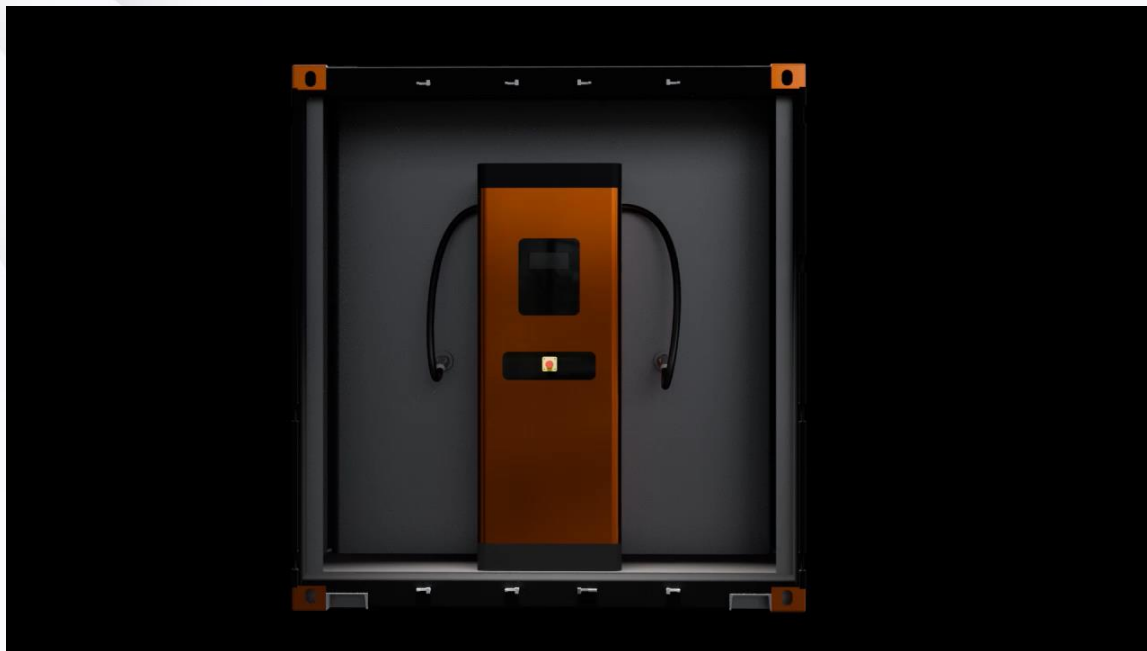




Oportunidad para segunda vida de baterías



- Emprendimiento chileno desarrolla un sistema de de carga de camiones con baterías de segunda vida de automóviles.



<https://www.yuzz.cl/>

Conclusiones:

- La electromovilidad se está **masificando** e implicará un aumento del consumo eléctrico en un **40%**
- Hace sentido estratégico y económico usar la tecnología de baterías para **acelerar** la puesta en marcha y **reducir los costos** de un centro de carga.
- Si el uso del cargador es parcial, se puede instalar un **sistema provisorio** hasta que la distribuidora haga una conexión o aumente el uso del cargador.
- Puede ser una **solución permanente**, sobre todo si agregamos una planta fotovoltaica.

¡Muchas gracias!

Jean Paul Zalaquett
jpz@openevlab.com

