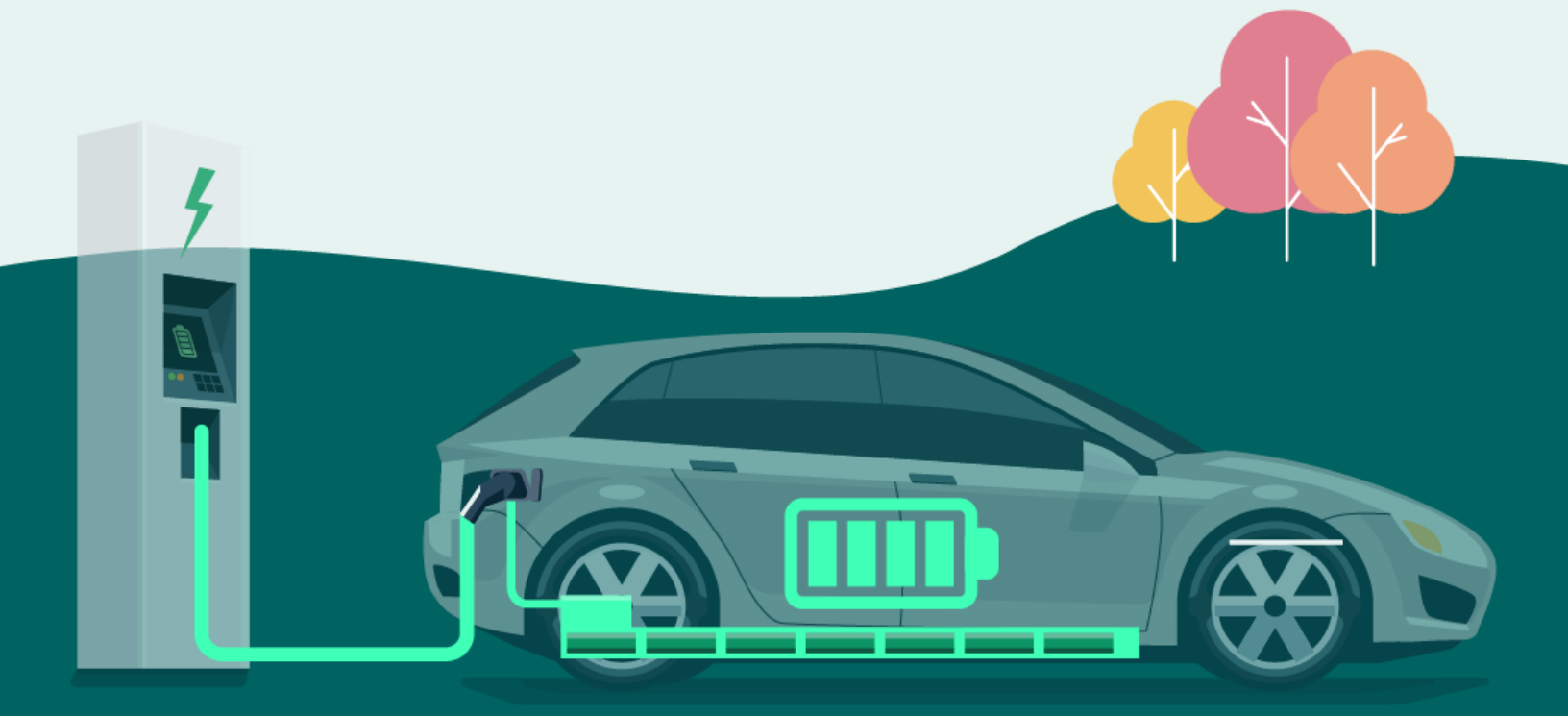
Septiembre 2025

Gestión de baterías de vehículos eléctricos en América Latina

Marcos Blasi (VEMO) y Álvaro Nuñez (REMSA)



Contenido

Introducción	3
Estado actual de la electromovilidad en América Latina	4
Desafíos actuales para la gestión de baterías de EVs	6
Avances regulatorios y marcos normativos para la gestión de baterías en América Latina y Europa	9
Creación de infraestructura y proveedores locales	11
Uso de baterías degradadas en almacenamiento de energía	14
Beneficios ambientales y económicos de la segunda vida en la gestión de baterías	16
Programas de empleo, educación y concienciación	19
Casos de Éxito Global y Regional	20
Conclusiones y próximos pasos	24
Glosario	26
Referencias y fuentes	28

Introducción

Hace apenas unos años la electromovilidad parecía un sueño lejano, casi una utopía: Una solución futurista reservada para países o sectores con la capacidad de explorar alternativas más limpias para el transporte de personas y mercancías, únicamente en rutas de alto valor estratégico.

Hoy en día, la electromovilidad ya representa una corriente imparable. Cada vez hay más países pensando en cómo adaptar el sistema y fomentando su adopción a través de políticas que permitan su rápido desarrollo.

Como ocurre con cualquier nueva tecnología, a medida que se va desarrollando y poniendo en uso surgen diferentes desafíos y oportunidades a abordar. Uno de los mayores es la reutilización y disposición final de las baterías de litio, un tema todavía en evolución donde las soluciones existentes son limitadas y las alternativas de segundo uso se encuentran en etapas tempranas de desarrollo.

Dado que el litio representa uno de los minerales principales para la transición energética, es de vital importancia que todo o la mayor parte de él (junto con otros minerales necesarios para la fabricación de estos activos), sean aprovechados al máximo a través de distintas iniciativas, como se muestra en la imagen a continuación:

Segunda Vida

Banco de almacenamiento de energía con baterías de EVs usados, para aprovechar capacidad remanente de las celdas de los packs.

Reciclaje

Retiro y reciclaje responsable de baterías de EVs, que no disponen de capacidad remanente para otras aplicaciones, reintroduciéndolos a la cadena de valor y reduciendo la huella de carbono asociada.

Disposición Final

Para aquellos materiales que no pueden ser recuperados, se debe llevar a cabo su disposición responsable.

Imagen 1 - Alternativas de disposición final de baterías

De esta manera, la alta demanda podría cubrirse en parte con materiales vírgenes, pero incorporando progresivamente una mayor proporción de materiales reciclados. Pero surgen los siguientes interrogantes:

a) ¿Es esto realmente necesario?

b) ¿O con el litio disponible en los reservorios naturales es suficiente para cubrir la demanda energética y más?

Según lo publicado por IEA en el Global EV Outlook 2023, la demanda de baterías de litio para vehículos eléctricos (EV, por sus siglas en inglés) alcanzó casi 800 GWh, mientras que la capacidad global de reciclaje de baterías alcanzó solo 300 GWh (de los cuales el 80% está ubicado en China, mientras que 10 del 20% restante se distribuye entre Estados Unidos y Europa). Y si bien estos 800 GWh estarán disponibles para segunda vida o reciclaje gradualmente de aquí a unos años, los números muestran que cuando sea necesario darles un destino a estas baterías no habrá capacidad suficiente a nivel global para procesarlas.

Esto podría forzar el envío de baterías a países donde existan instalaciones de reciclaje subutilizadas, incurriendo en altos costos logísticos, complejidad operativa y un mayor impacto en la huella de carbono debido al transporte terrestre o marítimo. En consecuencia, se afectaría negativamente la huella de carbono total de los vehículos eléctricos, ya que en su análisis de ciclo de vida se incluyen también las etapas de transporte y reciclaje.

En este whitepaper se analizan los principales desafíos que deberá afrontar la electromovilidad en Latam dado el escenario actual para la disposición final de las baterías de litio de diferentes químicas. Adicionalmente, exploraremos las opciones disponibles para aquellas baterías que tienen capacidad remanente, así como la forma en la que pueden ser reutilizadas antes de que sean recicladas.

Estado actual de la electromovilidad en América Latina

Para dimensionar el desafío al que nos enfrentamos es necesario tener claridad sobre el volumen de ventas de vehículos eléctricos en los principales países de Latam. Este dato nos dará una idea bastante clara sobre la cantidad de baterías que deberán reciclarse o reutilizarse los próximos años. La tabla debajo muestra las cifras de ventas de automóviles y buses eléctricos:

País	Categoría	Cantidad	Fuente
Brasil	Automóviles	170,417	*ABVE – 2022 a la fecha (EV + PHEV)*
	Buses	298	*E-Bus radar (EV)*
México	Automóviles	39,974	*INEGI - 2022 a la fecha (solo EV)*
	Buses	227	*E-Bus radar (EV)*
Costa Rica	Automóviles	6,446	*MINAE – 2022 a la fecha (solo BEV)*
	Buses	11	*MINAE*
Colombia	Automóviles	5,965	*ANDEMOS – 2022 a la fecha (EV)*
	Buses	1,590	*E-Bus radar (EV)*
Chile	Automóviles	≈ 900	*Enel X*
	Buses	2,659	*E-Bus radar (EV)*
Uruguay	Automóviles	5,240	*MIEM – 2021 a la fecha (EV + PHEV)*
	Buses	37	*E-Bus radar (EV)*
Totales LATAM	**Automóviles**	**221,546**	
	Buses	**5,811**	

Tabla 1 - Cantidades de vehículos eléctricos vendidos por clase y cantidad, en principales países de Latam (por cantidad de ventas). Fuente: Datos de agentes Gubernamentales

Para el caso de los buses, estimamos un peso promedio del pack de baterías de 2,500 kg (considerando una densidad energética para baterías de tipo LFP de 160 Wh/kg). Para el caso de los automóviles ese mismo valor ronda los 350 kg. Dicho esto, sabemos de antemano que al cabo de unos años (período de tiempo que depende del nivel de degradación e intensidad de uso de cada vehículo) habrá disponibles más de 92,000 toneladas de baterías para reciclar o enviar a segunda vida:

Tipo de EV	Cantidad en LATAM	Peso por batería [kg]	Total [ton]
Buses	5,811	2,500	14,528
Automóviles	221,546	350	77,541
		Total	**92,069**

Tabla 2 - Equivalente en peso, basado en # de packs de baterías disponibles. Fuente: VEMO.

Dando un orden de magnitud, esto equivale en peso a una flota de 52,600 Toyota Prius aproximadamente (cifra que puede ser mayor a una flotilla de taxis de una ciudad entera: Se estima que la flotilla de taxis de la ciudad de Buenos Aires ronda los 37,000 vehículos).

Hasta aquí hemos mostrado las cifras actuales, pero es interesante también conocer que cantidad de vehículos y baterías se proyecta vender en Latam en los próximos años, pensando en el stock de baterías que puede llegar a haber en la región para enviar a reciclaje y/o segunda vida.

Acorde a la primera edición del "Monitor de Movilidad Eléctrica para América Latina y el Caribe" publicado por la Organización Latinoamericana de Energía (OLADE) para 2030, y el estudio del Banco Interamericano de Desarrollo (BID) "Hacia una integración Sostenible: el potencial de la electromovilidad en América Latina y el Caribe", el número de ventas de vehículos eléctricos en la región ascenderá a 1.2 millones y el stock alcanzará un valor de 5 millones de vehículos.

Suponiendo que este valor estuviera representado por automóviles y buses en proporciones similares a las actuales (≈ 2,5% buses y 97,5% de automóviles), entonces estaríamos hablando de cantidades disponibles para reciclaje y/o segunda vida que se muestran a continuación en la tabla 3:

Tipo de EV	Cantidad en LATAM	Peso por batería [kg]	Total [ton]
Buses	125,000	2,500	312,500
Automóviles	4,875,000	350	1,706,250
		Total	**2,018,750**

Tabla 3 - Stock de vehículos eléctricos en Latam a 2030, con base en % por tipo de vehículo actuales. Fuente: VEMO, con base en estudios de OLADE y BID

Es importante aclarar que, si bien estas baterías no se procesarán ni almacenarán todas simultáneamente y las cifras pueden variar según el tipo de batería, los volúmenes proyectados siguen siendo significativos. Esto requiere una planificación adecuada para evitar que se conviertan en un problema de gran escala en el mediano plazo.

Desafíos actuales para la gestión de baterías de EVs

Si analizamos las cifras actuales de EVs, su crecimiento sostenido y las proyecciones de ventas hacia 2030, queda claro que es necesario desarrollar alternativas para el tratamiento de las celdas de baterías ya sea a través del reciclaje o de su segunda vida. El objetivo es

transformar estos componentes en activos reutilizables que puedan reincorporarse a la cadena de valor.

Esto nos lleva a realizarnos algunas preguntas:

A. ¿Qué están haciendo los fabricantes de equipamiento original (OEMs) al respecto?

B. ¿Desde el diseño y la concepción del vehículo eléctrico se contempla su disposición final y la posibilidad de reutilizar sus componentes?

C. ¿El uso de materiales reciclados o baterías con cierto nivel de degradación podría significar un ahorro para los fabricantes?

D. ¿Qué tipo de apoyo están brindando los gobiernos para impulsar estas soluciones?

En el mercado se observa que son pocas las entidades gubernamentales y los fabricantes que abordan este problema de fondo. El foco parece estar puesto principalmente en la adopción, venta y masificación de la tecnología, sin dar la debida importancia a su impacto. Como resultado, el problema se vuelve cada vez más grande y complejo de resolver, por los siguientes motivos:

- **Infraestructura para reciclaje:** Muchas instalaciones de reciclaje no cuentan con la tecnología necesaria para procesar celdas de baterías de litio. Las pocas compañías que sí realizan este trabajo, en la mayoría de los casos no aceptan baterías con química LFP. Y aquellas que las reciben, suelen cobrar un precio por kilogramo de celda que varía entre 1.77 y 4 u$D/kg, lo que en un pack de 350 kg puede representar hasta 1,400 u$D. La razón es que la química LFP no contiene minerales de alto valor en el mercado, a diferencia de otras como NMC, que sí poseen níquel, cobalto y manganeso. Estos minerales incrementan el valor de la black mass (o masa negra), un subproducto intermedio del reciclaje que luego atraviesa tratamientos adicionales para separar los distintos minerales presentes, los cuales se reutilizan en la fabricación de nuevas celdas.

- **Regulaciones desactualizadas o insuficientes:** Actualmente son pocos los países o regiones en Latam que han abordado este problema desde el punto de vista regulatorio. Las leyes que obligan a los fabricantes a hacerse cargo de las baterías una vez cumplida su función primaria junto con un plan de acción claro para su tratamiento, son prácticamente inexistentes. Lo mismo ocurre con los productos que, aun vendiéndose como nuevos, están fabricados con celdas de baterías que ya presentan cierto nivel de degradación. Debería definirse de manera explícita a qué ensayos de seguridad tendrían someterse estos productos antes de salir al mercado. Sin un marco regulatorio que lo establezca, resulta difícil que las compañías adopten medidas para evaluar y mitigar los impactos asociados a su cadena de suministro y a los

artículos que comercializan.

- **Costos y eficiencia de los procesos de reciclaje:** Un desafío relevante para Latam es el elevado costo logístico asociado al traslado de packs de baterías entre países, con el único propósito de reciclarlas o darles una segunda vida. Por ejemplo, en la operación de VEMO Conduce, exportar un pack desde Ciudad de México hacia Bogotá —donde podría encontrarse una planta de reciclaje para generar black mass— tendría un costo aproximado de 1,800 u$D. A ello se sumarían los 1,400 u$D mencionados anteriormente, alcanzando un total cercano a 3.200 u$D por pack.
- **Impactos ambientales:** La fabricación de baterías implica una alta huella de carbono, principalmente por la extracción de minerales, su transporte y el ensamblaje. En un vehículo liviano con batería de 55 kWh, esta etapa representa cerca del 38% de las emisiones de fabricación, equivalentes a 3.5 tCO_2e. En el reciclaje, el procesamiento en seco de cada pack genera unas 110 $kgCO_2e$ (40 kg por el electrolito y 70 kg por consumo eléctrico en planta). A ello se suman las emisiones del transporte de la black mass, el uso de energía y agua en la hidrometalurgia, y la producción de nuevos packs.
- **Diseño y concepción del producto:** Al igual que muchos otros productos en el mercado, los packs de baterías no se diseñan pensando en su reciclaje posterior. En numerosos casos, es necesario destruir gran parte de la carcasa externa para acceder a las celdas, lo que complica el proceso y puede dañar los componentes antes de su recuperación. Además, solo un pequeño porcentaje de los materiales de las carcasas suele reciclarse, y no todos los componentes son reciclables o reutilizables. Diseñar los productos considerando su impacto ambiental reduce significativamente la huella de carbono y facilita el retorno de los materiales a la cadena de valor.
- **Diversas químicas de baterías:** Actualmente, las baterías de litio utilizadas en vehículos eléctricos presentan distintas químicas para la fabricación de sus celdas. Las más comunes son NCA (níquel–cobalto–aluminio), NMC (níquel–manganeso–cobalto) y LFP (litio–hierro–fósforo). Las químicas NCA y NMC se popularizaron en los últimos años debido a su durabilidad y elevada densidad energética. Sin embargo, la presencia de cobalto implica que la extracción de minerales necesarios compromete la sostenibilidad del proceso, debido a su alto impacto ambiental. Además, en muchos casos la cadena de suministro del cobalto opera en condiciones informales o fuera del marco regulatorio, dificultando un abastecimiento responsable y fomentando prácticas no sostenibles. Esta situación impulsó la rápida adopción de la química LFP, especialmente en vehículos de origen chino

A pesar de los numerosos desafíos ya existen compañías, organismos y gobiernos trabajando en el desarrollo de alternativas sostenibles tanto desde una perspectiva ambiental, social, financiera y legislativa. Estas iniciativas no se limitan al reciclaje, sino que también contemplan la reutilización de las celdas de los packs de baterías en diversas aplicaciones para almacenar energía.

Avances regulatorios y marcos normativos para la gestión de baterías en América Latina y Europa

Para fomentar la reutilización de estos activos y que las compañías desarrollen e inviertan, es necesario que se desarrollen medidas impulsadas por los gobiernos. Así como existen legislaciones vigentes que regulan la comercialización de dispositivos electrónicos y sus requisitos de seguridad, deberían incluirse también dentro de estas normativas el uso en porcentaje de materiales reciclados, así como los requerimientos y ensayos a los que debieran someterse dichos productos para poder ser lanzados al mercado, asegurando la integridad y correcto funcionamiento en toda su vida. Algunos ejemplos de países y legislaciones más avanzados en este sentido se presentan a continuación:

Unión europea – Reglamento Unión Europea (UE) 2023/1542

El nuevo reglamento europeo sobre baterías, aprobado en 2023, representa un estándar global en sostenibilidad y economía circular. Establece requisitos estrictos de ecodiseño, contenido reciclado y trazabilidad para todas las categorías de baterías, incluyendo las de vehículos eléctricos. Impulsa la Responsabilidad Extendida del Productor (REP), exige la inclusión de un “pasaporte de batería” con datos técnicos y ambientales de cada uno de los packs, y prohíbe sustancias peligrosas como plomo, cadmio y mercurio. También fija metas específicas de reciclaje y uso de materiales reciclados, promoviendo un sistema transparente y trazable para toda la cadena de valor de las baterías. Este enfoque integral se posiciona como una referencia regulatoria clave para otras regiones del mundo, incluyendo América Latina.

Colombia

Colombia cuenta con uno de los marcos regulatorios más avanzados de la región en materia de gestión de baterías. Desde 2010 con la Resolución 1297, el país implementó un sistema de recolección selectiva que hoy abarca más de 12,000 puntos a nivel nacional.

Esta normativa fue actualizada en 2017 con la Resolución 2246, que introdujo indicadores de gestión para evaluar el desempeño de los sistemas implementados. En 2023 la Resolución 821 consolidó este marco, estableciendo metas nacionales para residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) bajo el principio de responsabilidad ética del productor. A partir de 2024 se exige la recolección obligatoria de baterías de vehículos eléctricos. Si bien la fiscalización aún es limitada para baterías industriales, sí se exige a los productores establecer canales de información sobre su recolección al final de vida útil. Además, la normativa colombiana pone énfasis en la sensibilización del consumidor y la cobertura territorial, integrando cinco indicadores clave que incluyen aspectos de educación, investigación y economía circular.

Costa Rica

En Costa Rica, la gestión de baterías de litio se encuentra en fase de consolidación normativa. Aunque la Ley para la Gestión Integral de Residuos establece la REP, su implementación enfrenta serios desafíos: escasa fiscalización, procesos manuales, y una falta de sanciones o incentivos para productores e importadores. Existen marcos complementarios como los Decretos 38272-S y 35993-S, que regulan la gestión de residuos especiales y electrónicos respectivamente, pero sin metas obligatorias de recolección o valorización. Una reforma pendiente a la Ley 10031 promete incluir medidas obligatorias para baterías de vehículos eléctricos. En 2022 se desarrolló una hoja de ruta con diagnóstico del sistema actual y se identificaron 19 gestores de residuos con capacidad potencial para procesar baterías de ion litio usadas, aunque ninguna realiza actualmente procesos de valorización directa, optando por la exportación. La falta de presupuesto municipal y seguimiento efectivo limita el desarrollo de una infraestructura nacional adecuada para la gestión de estas baterías al finalizar su uso.

Chile

Chile presenta una regulación dividida, pero con importantes avances. Aunque la Ley REP de 2016 promueve la valorización de residuos y establece la REP para productos prioritarios, las baterías de litio de electromovilidad aún no están incluidas explícitamente como tales. Actualmente, estas se consideran parte de aparatos eléctricos y electrónicos. No obstante, existe una creciente conciencia sobre su correcta gestión al final de la vida útil y se han desarrollado iniciativas privadas relevantes. En paralelo, la Estrategia Nacional de Electromovilidad establece metas ambiciosas de electrificación para el transporte hacia 2035-2045. Sin embargo, persisten desafíos como la ausencia de certificación para baterías reutilizadas, barreras logísticas internas y una baja articulación público-privada para

escalar modelos de segunda vida.

México

México carece aún de una regulación específica para baterías de litio, aunque estas están incluidas como residuos especiales no peligrosos en la Ley General de Residuos (2003) y la norma técnica NOM-161. Esta última permite la elaboración de planes de manejo voluntarios, pero no contempla sanciones por incumplimiento, lo que ha derivado en una débil implementación. En 2022 el gobierno lanzó un Programa Nacional para la Prevención y Gestión de Residuos Especiales que reconoce a las ULIBs como un desafío emergente. No obstante, persisten vacíos en información estadística y en la asignación de competencias para su regulación efectiva. Mientras tanto, la Estrategia Nacional de Movilidad Eléctrica (ENME) busca alcanzar el 10% de ventas de vehículos eléctricos para 2030 y una electrificación total al 2050, incluyendo como meta el desarrollo de un marco normativo robusto para el reciclaje y reúso de baterías. Sin embargo, los avances regulatorios en esta área específica han sido limitados.

Creación de infraestructura y proveedores locales

En algunos casos, a pesar de no contar con un marco normativo tan claro, hay proveedores que desarrollaron alternativas para dar uso a las baterías de los packs de vehículos eléctricos que tienen cierta capacidad remanente, como el caso de Recicla Electrónicos México (REMSA). Esta compañía se encuentra en la región de Querétaro, operando en una planta con 100% de energía renovable almacenada en bancos confeccionados con baterías de EVs usados, viabilizando una operación de reciclaje de baterías de litio de artículos electrónicos con energía renovable.

REMSA inició su camino en el sector de reúso de baterías de litio en el 2013, ejecutando pruebas piloto a partir del reciclaje de electrónicos obsoletos. En específico, con baterías de teléfonos móviles y computadoras portátiles, para ser recuperadas como refacciones en el reacondicionamiento.

En el 2016, iniciaron conversaciones con una marca que se encontraba introduciendo EVs al país. Al ser ya proveedor de reciclaje de sus artículos electrónicos, presentaron la problemática que preveían en el futuro cercano y los invitaron a presentar propuestas sobre el destino final de los módulos de litio. En ese entonces se pronosticaba que a los 5 años de uso (2021) comenzarían a recibir los módulos en sus puntos de venta, por lo que REMSA desarrolló un plan de acopio nacional con clasificación del tipo de química, pruebas de vida de los módulos de litio, y una aplicación de reúso

para los que presentaran potencial de funcionamiento en sistemas de almacenamiento de energía.

Así, en 2020 se desarrolló el primer prototipo de banco portátil de almacenamiento de energía eléctrica con el objetivo de evaluar el desempeño de un módulo de litio recuperado de la batería de un vehículo eléctrico. A partir de esa experiencia se implementó un sistema híbrido para una vivienda, como respuesta a las fallas recurrentes en el suministro de la red que comprometían la conservación de un medicamento biológico refrigerado indispensable para el paciente. Ambos sistemas —el autónomo y el híbrido de respaldo— llevan ya cinco años en operación, lo que constituye un resultado alentador que ha impulsado el análisis continuo de su factibilidad técnica, económica y de confiabilidad.

Esto dio lugar a que en el año 2022 se desarrollara un sistema autónomo de uso continuo para la operación en las instalaciones propias, el cual tiene ya 3 años de operación ininterrumpida 24 horas, 7 días a la semana.

En resumen, REMSA desarrolló varios sistemas estacionarios de almacenamiento de energía a partir de baterías de vehículos eléctricos con diferentes capacidades:

- Almacenamiento de energía a pequeña escala (soluciones a partir de 1 kWh), para autoconsumo en edificios privados y públicos: sistemas portátiles, móviles y domésticos.
- Almacenamiento de energía a mediana escala (soluciones a partir de 10 kWh), para autoconsumo industrial con el objetivo de ahorrar en la factura eléctrica.
- Almacenamiento de energía a gran escala (soluciones a partir de 100 kWh), que optimiza la red mediante parques eólicos y fotovoltaicos.

De esta manera, se transformó este problema de corto plazo en una oportunidad, siendo la Economía Circular la base de la propuesta del sistema de gestión. Se combinaron el desafío de qué hacer con las baterías de litio al final de su vida útil en el vehículo, con otras dos problemáticas que afectan especialmente a México, como lo son la continua falla en la red de suministro eléctrico y la reducción del alto costo de la energía en horas punta.

Nuevas oportunidades operativas como el almacenamiento estacionario permiten perpetuar el servicio que ofrece la batería. En este caso, la batería permite integrar electricidad procedente de fuentes renovables como la solar o eólica a escala de una vivienda individual, un edificio, una estación de recarga, o incluso una planta industrial.

Es así como se prevé que el mercado mundial de centrales eléctricas portátiles alcance los 1100 millones de dólares estadounidenses para

2028 (18.4%), siendo EE. UU. el de mayor crecimiento. Por otra parte, un análisis realizado por la Asociación Alemana de Sistemas de Almacenamiento de Energía (BVES) muestra que ya se han instalado en Alemania más de 300,000 sistemas de almacenamiento solar doméstico, con un aumento del 60% en las ventas en este segmento entre 2019 y 2020.

Por esto, es altamente probable que el número de sistemas de almacenamiento estacionario de baterías instalados aumente en México, debido a los elevados impuestos estatales por emisiones de gases de efecto invernadero y a los cambios de la Comisión Reguladora de Energía (CRE) implementados en este 2025.

En esta línea, la división de Energía de REMSA tiene como objetivo:

A. Fortalecer el sistema nacional de recolección de baterías obsoletas en el sector de vehículos eléctricos.

B. Capitalizar las habilidades para preparar las baterías para una segunda vida.

C. Desarrollar y fabricar sistemas de almacenamiento portátiles o móviles y productos electrónicos a partir de baterías nuevas y de segunda vida.

Adicionalmente, el desafío que REMSA está enfrentando es el desarrollo del modelo para reciclar los módulos de litio para producir la masa negra (black mass) como materia prima, y poder enviarla a refinerías especializadas que cuenten con procesos de hidro y pirometalurgia. Donde, de acuerdo con investigaciones internas, se puede recuperar el grafito del ánodo y reincorporar los elementos como el litio, manganeso, níquel y cobalto para la fabricación del cátodo de las baterías, cerrando el círculo virtuoso de la economía circular.

"And if you can get elements back to their elemental form, they are just as good as new. *And this is the fundamental difference between the combustion-engine history that we're living now and the new electric vehicle industry. Because* ***at the end of the life cycle, you can bring the metals back from the market, and you can use them again and again."*** Emma Nehrenheim

Uso de baterías degradadas en almacenamiento de energía

Cuando hablamos de un sistema estacionario nos referimos al uso de celdas de baterías con un cierto nivel de degradación para una aplicación diferente a la que se pensó o planeó inicialmente. Al igual que ocurre en otros dispositivos como una computadora personal o teléfono móvil, las baterías van perdiendo su capacidad de entregar energía de forma gradual debido a diversos factores entre los que podemos destacar:

1. **Ciclos de carga y descarga.**
2. **Degradación química.**
3. **Exposición al calor durante períodos prolongados de tiempo.**

En el caso de los vehículos eléctricos, es necesario superar un cierto umbral de degradación (por lo general entre el 20% y 40%), para que la batería pase a ser utilizada en otra aplicación. Este umbral puede variar dependiendo de la aplicación a la cual fue destinado el vehículo. La gráfica debajo explica de forma clara las etapas dentro de la fase de uso de la batería:

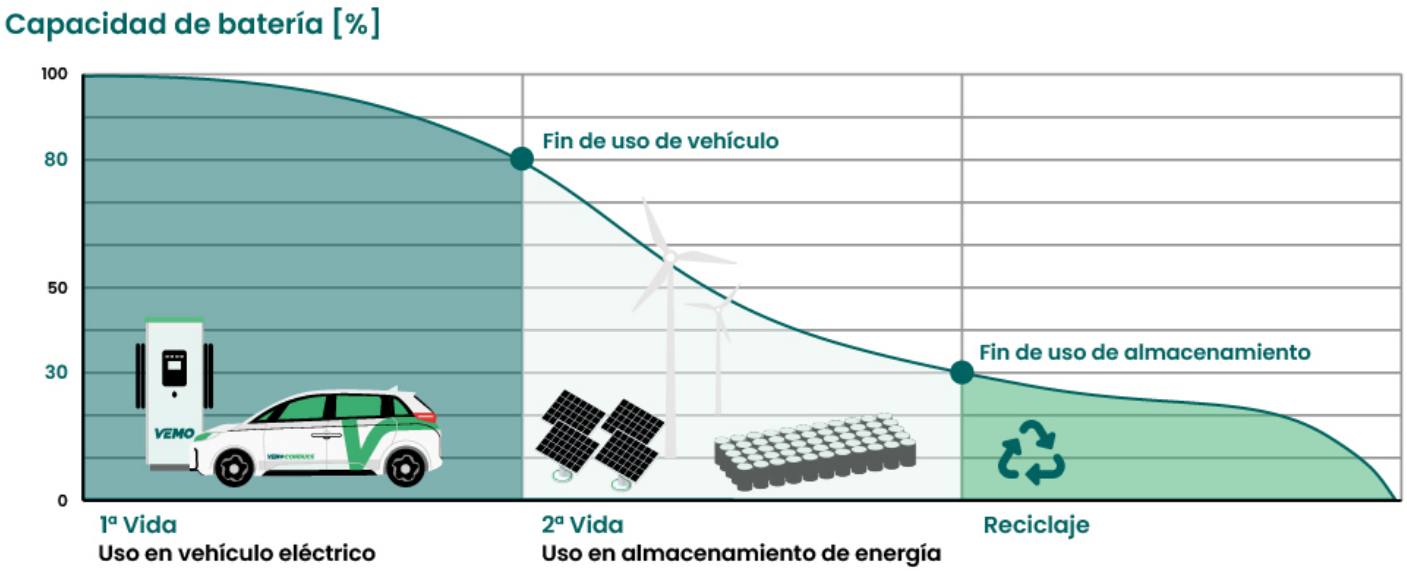


Imagen 2 – Etapas de uso de un pack de baterías

Es así como, luego de haber sido utilizada para una aplicación particular, aún tenemos capacidad remanente suficiente para continuar utilizando el activo durante varios años más, siendo el almacenamiento estacionario de energía una de las opciones más atractivas por el ahorro económico que representa y la relativa facilidad de adaptación de las baterías para esta aplicación.

De esta forma diversas compañías de electromovilidad están en condiciones de proveer las baterías para elaborar los packs o bancos de almacenamiento de energía. Pero entonces, ¿qué es y cómo funciona un banco de almacenamiento de energía?

Un banco de almacenamiento de energía (solar u eólico) consiste en una serie de baterías, que pueden estar instaladas para un funcionamiento autónomo o interconectado (híbrido). El funcionamiento autónomo consiste en que el banco no se encuentra conectado a una red de energía eléctrica por lo que siempre utiliza la energía almacenada en las baterías de litio, mientras que el funcionamiento híbrido normalmente toma la energía de la red eléctrica y en ciertos casos programados o por fallas en la red, emplea la energía almacenada de las baterías.

Ambas modalidades consisten en una instalación de paneles solares que captan fotones de luz y, mediante un controlador de carga, los convierte en electrones. Esta energía se almacena en módulos de litio recuperados de los vehículos eléctricos y, por medio de un inversor, convierten la energía directa en alterna, lista para ser utilizada. En el caso del sistema híbrido solo se agrega un equipo extra cuya función es regresar energía eléctrica sobrante a la red. Los voltajes y amperajes dependen de la necesidad del usuario de acuerdo con la configuración técnica de los equipos seleccionados. Debajo se muestra un esquema simplificado del circuito y abastecimiento de un EV con un sistema de almacenamiento de energía estacionario:

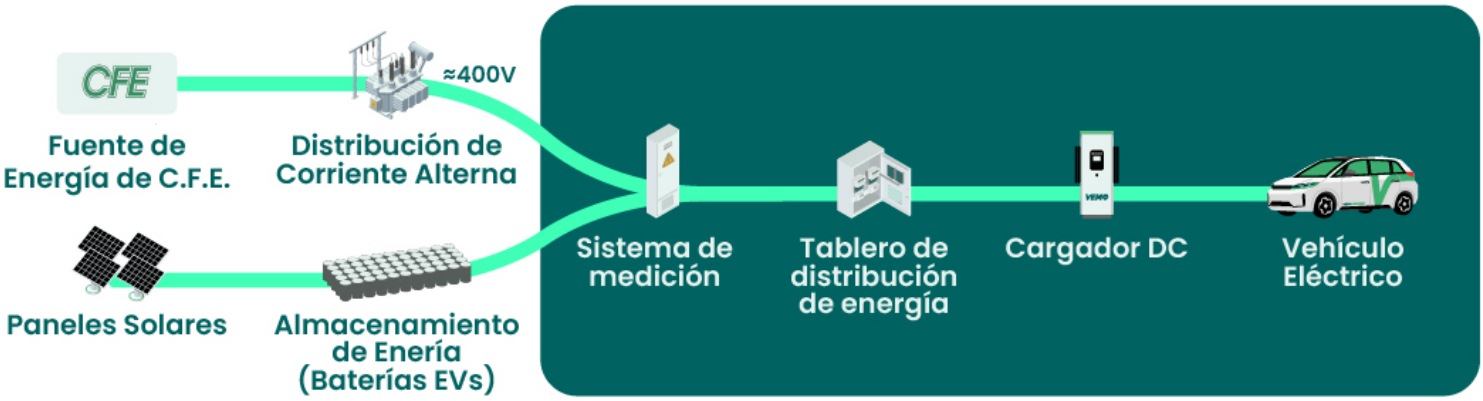


Imagen 3 – Diagrama simplificado de circuito para recarga de un EV con un sistema de almacenamiento de energía estacionario, adicional a la fuente primaria de energía de recarga (red).

A su vez, existen otras líneas donde se originan baterías de litio obsoletas como son los scooters, bicicletas, motos eléctricas, robots de servicio y camiones eléctricos, representando nuevas oportunidades para reutilizar las baterías y emplearlas en bancos de almacenamiento de energía renovable.

"So, the world is going electric. And batteries will do for electrification what the refrigerator did for food, because batteries will allow us to move clean energy through time and through space. And we don't have a problem with the availability of energy on this planet. We have a problem with getting this energy to where we need it, and when we need it." Emma Nehrenheim

Beneficios ambientales y económicos de la segunda vida en la gestión de baterías

Sabemos que las ventajas de la reutilización de las baterías son varias. Una de ellas es su aplicación en bancos de almacenamiento que permiten llevar a cabo arbitraje de energía, maximizando el aprovechamiento. Esto significa, llevar a cabo recargas de los bancos estacionarios en los horarios de baja demanda —cuando la energía suele ser más económica— para luego utilizar esta energía en los horarios de mayor demanda.

En el caso de vehículos eléctricos, esto puede significar un ahorro significativo por la cantidad de energía que es requerida y tomada de la red para realizar las recargas, aún más cuando la misma se lleva a cabo con energía solar fotovoltaica o generadores eólicos. Algunos hubs multipropósito pueden ser alimentados por bancos de baterías estacionarios, utilizados como complemento en instalaciones de energía solar fotovoltaica (paneles solares). A través de una serie de adaptaciones, es posible utilizar las

Además del ahorro generado por la reducción de la demanda de la red en ciertos horarios, es importante considerar la disminución de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y consumo de recursos que se logra mediante la reutilización de los packs de baterías. Sin un plan de tratamiento, estos packs podrían terminar en rellenos sanitarios, generando un impacto mucho mayor que si se reciclaran o se les diera una segunda vida.

Estudios internos de VEMO indican que, para un pack LFP de 55 kWh, la disposición final responsable genera aproximadamente 918 $kgCO_2e$. Si extrapolamos este valor a todos los packs de baterías de automóviles en Latam, la emisión neta de CO_2e alcanzaría ≈4.5 millones de toneladas, considerando reciclaje y disposición final adecuados.

El impacto ambiental se agrava si no se contempla el tratamiento

del electrolito y otros materiales, pudiendo incluso afectar acuíferos cercanos y generar consecuencias como:

- Filtración de materiales tóxicos como litio, cobalto, níquel, y manganeso al suelo, contaminando aguas subterráneas y superficiales, afectando la salud de los ecosistemas.
- Emisión de gases tóxicos si se disponen a través de procesos como incineración, liberando compuestos orgánicos volátiles que contribuyen a la contaminación del aire y afectan la salud respiratoria.
- Incendios y explosiones si las celdas no son descargadas por completo y sufren cortocircuitos al ser manipuladas o perforadas.
- Pérdida de biodiversidad derivada de la degradación de hábitats naturales por contaminación del suelo y el aire.

El diagrama a continuación muestra una potencial cadena de suministro para las baterías de vehículos eléctricos que maximiza el uso de los minerales, permitiendo desarrollar tanto actividades de reutilización como de reciclaje, minimizando el impacto ambiental de su ciclo de vida:

Imagen 4 - Cadena de suministro optimizada para baterías de vehículos eléctricos – Fuente: Oeko Institut

A pesar del valor generado por la reutilización de las baterías, eventualmente estas alcanzan un nivel de degradación que impide cualquier nuevo uso, y deben ser recicladas. Sin embargo, el reciclaje también genera emisiones de GEI y cierta polución ambiental inevitable. Durante las distintas etapas del proceso —como el desarme, la trituración, la separación química, la lixiviación ácida y el secado— pueden liberarse al medioambiente partículas sólidas con metales como níquel, cobalto, manganeso y litio, además de fluoruros, ácidos y otros compuestos contaminantes.

Por eso, es fundamental maximizar el aprovechamiento de la capacidad remanente de cada batería antes de enviarla al reciclaje. Priorizar su segunda vida no solo extiende su utilidad, sino que también reduce la necesidad de procesamiento intensivo y las emisiones asociadas, favoreciendo un enfoque más eficiente y sostenible en la gestión de estos activos.

En relación con el valor y aprovechamiento del recurso desde el punto de vista económico, las baterías contienen diversos componentes que pueden ser clasificados acordes a su valor en el mercado:

- **Componentes de bajo valor (≈ 30%):** en este grupo se incluyen materiales plásticos utilizados para la carcasa del pack, electrónicos, componentes volátiles y acero.
- **Componentes de valor intermedio (≈ 40%):** este grupo incluye el aluminio y sus aleaciones, utilizadas para la construcción de la carcasa, refuerzos y recubrimiento de las celdas.
- **Componentes de alto valor (≈ 30%):** estos son los minerales utilizados en las celdas de las baterías como ser litio, aluminio, cobalto, níquel y cobre.

Así, tanto sea para aplicar en segunda vida o para reciclar, se puede obtener un retorno por la comercialización de este tipo de activos, dependiendo su valor del tipo de química del activo en cuestión, así como de su capacidad. La tabla debajo muestra de forma estimada, el valor o precio de venta de una batería destinada a 2° vida:

Valores para la evaluación de los beneficios económicos de la reutilización de ULIB	
Precio para batería nueva	157 u$D/kWh
Precio de venta de una batería de segunda vida	82 u$D/kWh
Costos de reutilización (para baterías LFP)	20 u$D/kWh

Tabla 4 - Valores de referencia para estimar los beneficios económicos de la reutilización de baterías [u$D/kWh] de química LFP, suponiendo densidad energética de 150 Wh/kg. Fuente: Battery Second-Use Repurposing Cost Calculator (NREL 2020).

Entonces, nos damos una idea que el hecho de dar una segunda vida a las baterías hace que la vida del activo se extienda, minimizando el impacto ambiental y maximizando los recursos. Por ello, siempre es recomendable buscar aplicaciones secundarias luego de haber cumplido la función principal.

Programas de empleo, educación y concienciación

La educación, concientización y generación de empleo juegan un papel muy relevante en el fomento de prácticas sostenibles relacionadas con la segunda vida de las baterías de litio de vehículos eléctricos. Informar tanto a los consumidores como a las empresas sobre la importancia de extender la vida útil de estas baterías, así como los beneficios ambientales, sociales y económicos a largo plazo es esencial para impulsar su adopción responsable.

Es igualmente importante que todos los actores involucrados en estas iniciativas —desde fabricantes y gobiernos hasta organizaciones no gubernamentales (ONGs)— den a conocer las consecuencias negativas de no gestionar adecuadamente estas baterías al final de su vida útil. Esto incluye remarcar los riesgos ambientales asociados a la disposición incorrecta, así como los impactos económicos derivados de la pérdida de materiales valiosos que podrían ser recuperados y reintegrados en la cadena de valor.

Además, resulta necesario sensibilizar a las partes interesadas sobre las alternativas disponibles para garantizar una disposición final adecuada o una reutilización efectiva. En ese sentido, muchos países han comenzado a implementar esquemas de Responsabilidad Extendida del Productor (REP), obligando a fabricantes e importadores a hacerse cargo del manejo post-consumo de sus productos.

Este enfoque no solo promueve una economía circular, sino que también incentiva el diseño de productos más sostenibles desde su concepción. Un elemento clave en estos esquemas es el etiquetado de baterías, que permite mejorar la trazabilidad, facilitar su clasificación para procesos de reciclaje o reutilización, e informar a los usuarios sobre su composición, ciclo de vida y condiciones de manejo seguro. La incorporación de pasaportes digitales de batería, como se ha establecido en Europa, podría ser una buena práctica por replicar en la región.

Por otro lado, las compañías tienen la responsabilidad de incorporar estrategias de sostenibilidad en cada etapa del ciclo de vida de sus productos. Esto implica no solo maximizar la vida útil de las baterías en su aplicación original, sino también planificar su transición hacia nuevos usos una vez que estas ya no sean funcionales en vehículos eléctricos. Para ello es fundamental establecer alianzas estratégicas con entidades especializadas como centros de investigación, recicladoras y empresas de almacenamiento energético que permitan diseñar e implementar soluciones innovadoras y escalables.

Entre las acciones concretas que pueden fomentar esta transición se encuentran:

- **Capacitaciones y talleres abiertos:** Ofrecer formación accesible al público y a las empresas para explicar las mejores prácticas en

reutilización y reciclaje de baterías.

- **Documentos de difusión:** Crear guías prácticas, informes técnicos y campañas informativas que detallen las alternativas disponibles para una gestión responsable.
- **Programas comunitarios:** Impulsar iniciativas locales para recolectar, clasificar y reutilizar baterías, integrando a la comunidad en el proceso.

Además, es relevante destacar el componente social de generación de empleos verdes profesionales, que ayudan a mejorar la calidad de vida de las personas que sufren de continuas interrupciones de servicio al pasar a contar con líneas eléctricas mejor distribuidas, evitando recargas y sobrecalentamientos del sistema central. Esto resulta también en menos afectaciones económicas en las operaciones diarias por la falla constante y/o variable del suministro de energía eléctrica de la red.

Finalmente, es imperativo generar conciencia de manera continua para prevenir que las baterías terminen en rellenos sanitarios, lo que representa la opción más perjudicial para el medio ambiente. Este esfuerzo colectivo no solo ayudará a minimizar los impactos negativos, sino que también permitirá transformar un desafío ambiental en una oportunidad económica y socialmente beneficiosa para todos los actores involucrados.

Casos de Éxito Global y Regional

El aprovechamiento y la maximización de estos activos no es simplemente una idea. Así como REMSA impulsa este tipo de iniciativas, ya existen a nivel global compañías que están llevando adelante con éxito (y de forma sostenible en el tiempo) actividades de reciclaje y segunda vida de baterías. En el siguiente mapa mostramos algunas de las principales compañías dedicadas al desarrollo de iniciativas de reciclaje:

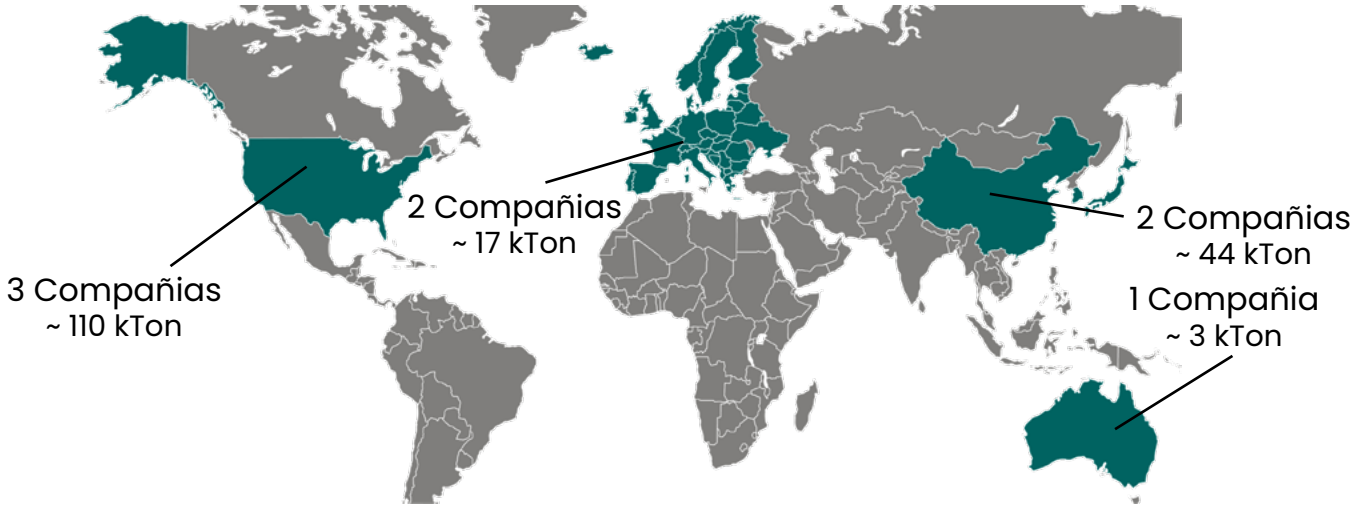


Imagen 5 - Capacidad de reciclaje por región, a nivel global

Región	País	Empresa	Capacidad de procesamiento (toneladas/año)	Descripción
América del Norte	Estados Unidos	Redwood Materials	~100,000 (en expansión a 500,000 para 2030)	Fundada por un cofundador de Tesla, enfocada en reciclaje de circuito cerrado.
	Canadá	Li-Cycle	~10,000 (por hub, en expansión a 60,000)	Opera múltiples centros con un modelo de reciclaje "spoke-and-hub" para expansión global.
Europa	Alemania	Redux Recycling	~10,000	Actor clave en Europa, especializado en reciclaje avanzado de baterías de iones de litio.
	Bélgica	Umicore	~7,000	Líder en recuperación de materiales para cátodos y metales críticos de baterías.
Asia	China	GEM Co., Ltd.	~100,000	Uno de los mayores recicladores del mundo, con fuerte presencia doméstica e internacional.
	Corea del Sur	SungEel HiTech	~24,000	Actor clave en Asia, enfocado en recuperar materiales valiosos como cobalto y níquel.
	Japón	JX Nippon Mining & Metals	~20,000	Alta tecnología en el reciclaje para cadenas de suministro de baterías de EV domésticas.
Ocenía	Australia	Envirostream	~3,000	Especializada en reciclaje a menor escala con altos estándares ambientales.

Tabla 5 - Descripción de compañías de reciclaje de baterías por región

De estas figuras puede observarse que la mayor capacidad de reciclaje está focalizada principalmente en Estados Unidos y China. Esto hace que muchas baterías sean transportadas desde diversos puntos hasta plantas en estas regiones, para poder reaprovechar los minerales contenidos en las mismas a fin de su vida útil. Por ello, es crucial el desarrollo de proveedores en otras regiones como Latinoamérica en donde la flota vehicular eléctrica viene en crecimiento sin contar con alternativas de plantas de reciclaje, así como de empresas que utilicen las celdas con capacidad remanente en bancos de almacenamiento de energía.

En el caso de compañías que dan segunda vida de baterías de litio de vehículos eléctricos, la mayor cantidad de proyectos a la fecha se encuentran concentrados en Europa y Estados Unidos. Todos ellos toman packs de vehículos con un cierto grado de uso y aprovechan los mismos para fabricar bancos de almacenamiento de energía para distintas aplicaciones:

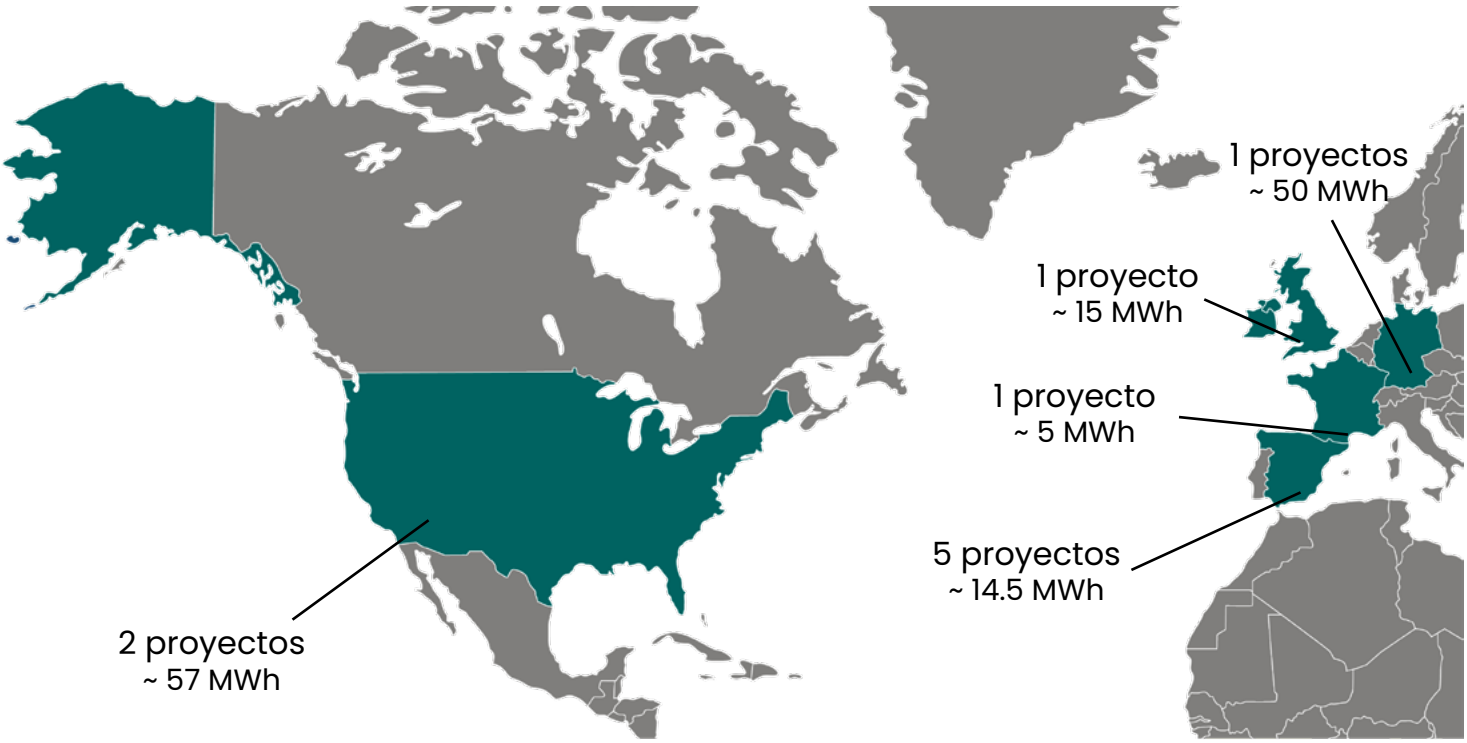


Imagen 6 - Proyectos de 2° Vida de baterías de EVs, relevantes a nivel global

Continente	País	Compañía	Capacidad Anual de Procesamiento [MWh]	Fuente
América del Norte	Estados Unidos	Element Energy	Proyecto de 53 MWh en Texas	*PV Magazine México*
	Estados Unidos	Smartville	Proyecto piloto de 4 MWh en California	*PV Magazine España*
Europa	Reino Unido	Connected Energy	Proyecto de 14,5 MWh en West Sussex	*Electrive*
	España	Naturgy y CIUDEN	Proyecto de 0,5 MWh en León	*Cadena SER*
		Capital Energy y socios	Proyecto de 11,6 MWh	*PV Magazine Latinoamérica*
		Acciona y BeePlanet	Proyecto de 0,13 MWh en Tudela	*PV Magazine Latinoamérica*
		Q-Energy y BeePlanet	Proyecto de 0,6 MWh	*PV Magazine Latinoamérica*
		Enel y Nissan	Proyecto de 1,7 MWh en Melilla	*Enel*
		BeePlanet Factory	No especificado	*El Pais*
	Alemania	Mercedes-Benz Energy y Lohum	Proyecto de 50 MWh al año	*Electrive*
	Francia	Renault	Proyecto de 4,7 MWh en Douai	*Electrive*

Tabla 6 - Proyectos de 2° Vida de baterías de EVs, relevantes a nivel global

Al igual que en los casos de reciclaje, Estados Unidos es uno de los países en donde más proyectos e iniciativas de segunda vida de baterías se desarrollan, con proyectos que alcanzan más de 50 MWh de capacidad instalada ya operativa. Por otra parte, en Europa encontramos proyectos impulsados por acuerdos entre OEMs y compañías fabricantes de baterías, para fabricar bancos de almacenamiento de energía con baterías usadas (como es el caso de Mercedes Benz y LG Energy Solution Vertech, comprometidos a comprar 50 MWh/año en baterías usadas).

Conclusiones y próximos pasos

La reutilización de baterías de vehículos eléctricos en bancos de almacenamiento de energía representa un paso fundamental hacia un modelo más sustentable de gestión de recursos y desarrollo tecnológico. A medida que la movilidad eléctrica sigue expandiéndose globalmente, el volumen de baterías que alcanzan el final de su vida útil en automóviles crecerá significativamente.

En este contexto, maximizar el aprovechamiento de estos activos mediante aplicaciones estacionarias de segunda vida no solo prolonga su ciclo de uso, sino que también reduce la demanda de extracción de minerales críticos como el litio, el cobalto y el níquel, cuya extracción conlleva desafíos ambientales y sociales en diversas regiones del mundo.

Desde una perspectiva de sustentabilidad, la reutilización de baterías contribuye de manera significativa a la reducción de la huella de carbono asociada a la electromovilidad. En lugar de desechar estos componentes o reciclarlos prematuramente, su aprovechamiento en sistemas de almacenamiento de energía permite mitigar el impacto ambiental asociado con la producción de nuevas baterías.

El enfoque en la economía circular resulta clave en este proceso. La implementación de estrategias para recuperar, reacondicionar y reutilizar baterías permite optimizar la inversión inicial en materiales y energía requeridos para su fabricación. Además, los bancos de almacenamiento con baterías reutilizadas ofrecen una solución eficiente y económicamente viable para mejorar la estabilidad de las redes eléctricas, facilitar la integración de energías renovables y proporcionar respaldo energético en zonas con suministro intermitente. Este tipo de almacenamiento descentralizado ayuda a evitar la construcción de nuevas infraestructuras de generación y transmisión de energía, reduciendo costos y promoviendo la resiliencia energética a nivel regional.

Otro aspecto fundamental es la reducción de la presión sobre la minería de minerales estratégicos. Actualmente, el abastecimiento de litio, cobalto y otros elementos esenciales para la fabricación de baterías depende en gran medida de regiones específicas del mundo, donde su explotación genera impactos ambientales y conflictos sociales. Al prolongar la vida útil de las baterías que ya se encuentran en el mercado, se puede disminuir la dependencia de estos recursos y reducir la necesidad de expandir la minería en ciertos ecosistemas.

Como conclusión, el aprovechamiento de baterías de vehículos eléctricos en sistemas de almacenamiento de energía es una estrategia clave para avanzar hacia una economía más sostenible y eficiente en el uso de recursos. Al extender la vida útil de estos dispositivos, se reduce la presión sobre la extracción de minerales críticos, minimizando la generación de residuos electrónicos y potenciando la transición hacia un sistema energético más flexible,

basado en fuentes renovables.

Pero está claro que, para llevar esto a cabo, se requiere un enfoque colaborativo entre industria, gobiernos y la sociedad civil para desarrollar políticas, normativas y tecnologías que faciliten su adopción a gran escala.

Solo mediante un compromiso conjunto y continuo se puede consolidar un sistema energético verdaderamente sostenible, alineado con los principios de la economía circular y la preservación de los recursos naturales para las generaciones futuras.

Glosario de términos

Black mass. Este término se refiere al material pulverizado que se obtiene tras procesar y triturar baterías gastadas, como las de iones de litio. Este material contiene los componentes valiosos de las baterías, como litio, níquel, cobalto, manganeso y grafito. El 'black mass' es el resultado de separar físicamente las celdas de batería y extraer los materiales activos sin un procesamiento químico completo. Se utiliza como punto de partida para recuperar metales críticos a través de procesos químicos avanzados como ser hidrometalurgia o pirometalurgia). Es un componente clave en la economía circular, ya que permite reutilizar metales escasos y reducir el impacto ambiental del desecho de baterías. · 7

EV de las siglas del ingles "electric vehicle", hacen referencia a vehículos impulsados 100% por energía eléctrica, que es almacenada en su batería. · 5

GEI, los GEI (gases de efecto invernadero) son compuestos gaseosos que absorben y emiten radiación infrarroja, contribuyendo al calentamiento global al retener el calor en la atmósfera terrestre. Ejemplos incluyen el dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4) y óxido nitroso (N_2O). Cualquier actividad humana está asociada a la emisión de este tipo de gases, pudiendo la misma ser cuantificada en términos relativos al gas de efecto invernadero más común, que es el CO2. Las unidades comúnmente utilizadas para cuantificar estas emisiones son los kilogramos o toneladas de dióxido de carbono equivalente (CO_{2e}). · 8

NCA Las siglas NCA en baterías de litio significan Nickel-Cobalt-Aluminum (Níquel-Cobalto-Aluminio en español). Este tipo de batería utiliza una mezcla de níquel, cobalto y aluminio en el cátodo. · 8

NMC De las siglas del ingles "nickel – manganese - cobalt" .En baterías de litio hacen referencia a una composición química específica del material del cátodo. Níquel, Manganeso y Cobalto. · 7

OEM En la industria automotriz significa "Original Equipment Manufacturer", que en español es "Fabricante de Equipamiento Original". Se refiere a las empresas que fabrican piezas o componentes que son los mismos que usan los fabricantes de automóviles cuando ensamblan los vehículos nuevos. · 6

Pack un pack de baterías de litio es un conjunto de celdas de batería individuales agrupadas y conectadas entre sí para trabajar como una unidad, proporcionando la energía necesaria para alimentar dispositivos o vehículos eléctricos. Está compuesto por las celdas individuales o módulos (varias celdas conectadas entre sí), el BMS (battery management system o sistema de gestión de baterías), la carcasa y sistema de enfriamiento y el conexionado eléctrico. Cuando hablamos de pack, hablamos del conjunto completo. · 5

PHEV De las siglas del inglés Plug-in Hybrid Electric Vehicle, que en español se traduce como Vehículo Híbrido Eléctrico Enchufable. Estos vehículos combinan un motor de combustión interna con un motor eléctrico y una batería recargable que puede cargarse mediante una fuente externa de electricidad. A diferencia de los híbridos convencionales (HEV), los PHEV pueden recorrer distancias más largas en modo completamente eléctrico antes de que el motor de combustión entre en funcionamiento · 4

Reciclaje de baterías en seco El proceso se reciclaje de baterías en seco implica la descarga inicial del pack, desarme y separación de las celdas individuales, y su procesamiento posterior a través de trituración y separación física de los distintos materiales que componen las celdas de las baterías, sin necesidad de un medio líquido. El subproducto de este proceso es el black mass o 'masa negra', del cual posteriormente, mediante tratamientos, pueden obtenerse el resto de los minerales necesarios para la fabricación de las celdas de packs de baterías nuevos, a través de procesos de piro e hidrometalurgia, que involucran consumos de agua considerables y utilización de maquinaria más compleja. · 8

REP Responsabilidad Extendida del Productor. Esto quiere decir que el fabricante, importador o primer comercializador de las baterías es responsable de la gestión de todo el ciclo de vida del producto, incluyendo su recolección, reciclaje o disposición final, después de que el consumidor lo desecha. · 10

ULIB De las siglas del inglés, "Used Lithium-Ion Battery", es decir, batería de ion de litio usada. Se usa para referirse a baterías que ya han terminado su vida útil en aplicaciones como autos eléctricos, electrónica de consumo o almacenamiento de energía, y que están listas para ser reutilizadas, recicladaso desechadas. · 12

Referencias y fuentes

1. Global EV Outlook 2023: https://iea.blob.core.windows.net/assets/dacf14d2-eabc-498a-8263-9f97fd5dc327/GEVO2023.pdf

2. Associação Brasileira do Veículo Elétrico do Brasil: https://abve.org.br/bi-geral/

3. E-Bus Radar: https://ebusradar.org/

4. Instituto Nacional de Estadística y Geografía de México: https://www.inegi.org.mx/datosprimarios/iavl/#datos_abiertos

5. Ministerio de Ambiente de Energía de Costa Rica: https://energia.minae.go.cr/?p=5634

6. Asociación Nacional de Movilidad Sostenible de Colombia: https://lookerstudio.google.com/u/0/reporting/ceb8deeb-3b00-4e08-8536-5a0f2ebb5cf2/page/pECHB

7. Enel Chile: https://www.enelx.com/cl/es/historias/autos-electricos-el-futuro-de-la-electromovilidad-en-chile

8. Ministerio de Industria, Energía y Minería de Uruguay: https://www.gub.uy/ministerio-industria-energia-mineria/politicas-y-gestion/estadisticas-movilidad-electrica

9. Ficha técnica Toyota Prius: https://www.centromotorsa.com.ar/wp-content/uploads/2017/01/ficha-tecnica-prius.pdf

10. Flota de taxis de Buenos Aires: https://buenosaires.gob.ar/infraestructura/movilidad/taxis/

11. Monitor para la movilidad eléctrica en América Latina y el Caribe: https://www.olade.org/wp-content/uploads/2024/09/Nota-Tecnica-Movilidad-electrica-en-America-Latina-y-el-Caribe-DEFINITIVA.pdf

12. Hacia una integración sostenible: El potencial de la electromovilidad en América Latina y el Caribe: https://publications.iadb.org/es/hacia-una-integracion-sostenible-el-potencial-de-la-electromovilidad-en-america-latina-y-el-caribe

13. Suny Group: Lithium Battery Recycling Machines: https://www.sunygroup.cn/products/Recycling_equipment/1309.html

14. Reglamento (UE) 2023/1542 relativo a pilas, baterías y sus residuos: https://www.isoexpertise.com/reglamento-ue-2023-

1542-relativo-a-pilas-y-baterias-y-sus-residuos/

15. Las claves del nuevo Reglamento europeo de pilas y baterías y sus residuos: https://www.terraqui.com/blog/actualidad/las-claves-del-nuevo-reglamento-europeo-de-pilas-y-baterias-y-sus-residuos/

16. Las claves del nuevo Reglamento europeo de pilas y baterías y sus residuos: https://georka.es/nuevo-reglamento-2023-1542-sobre-pilas-y-baterias-y-sus-residuos/

17. Reciclaje y reuso de baterías de litio y Latinoamérica y el Caribe: https://www.oeko.de/en/publications/recycling-and-reuse-of-lithium-batteries-in-latin-america-and-the-caribbean/

18. Valores para la evaluación de los beneficios económicos de la reutilización de ULIB: https://residuoselectronicosal.org/wp-content/uploads/2024/03/Reciclaje-y-reuso-de-baterias-de-litio-en-America-Latina-y-el-Caribe-revision-analitica-de-practicas-globales-y-regionales.pdf

19. Proyecto de uso de baterías de segunda vida en Texas: https://www.pv-magazine-mexico.com/2024/11/22/el-mayor-proyecto-mundial-de-almacenamiento-en-baterias-de-segunda-vida-se-incorpora-a-la-red-de-texas/

20. Proyecto de uso de baterías de segunda vida en España: https://www.pv-magazine.es/2023/03/03/una-segunda-vida-para-baterias-de-vehiculos-electricos-como-almacenamiento-a-escala-de-red/

21. Proyecto de uso de baterías de segunda vida en Reino Unido https://www.electrive.com/es/2020/10/21/renault-presenta-dos-proyectos-de-baterias-de-segunda-vida/

22. Proyecto de uso de baterías de segunda vida en España: https://www.pv-magazine-latam.com/2022/11/15/baterias-procedentes-de-vehiculos-electricos-para-almacenar-energia-en-grandes-plantas-renovables/

23. Proyecto de uso de baterías de segunda vida en España: https://www.enel.cl/es/conoce-enel/prensa/news/d202203-innovador-sistema-de-almacenamiento.html

24. Proyecto de uso de baterías de segunda vida en Alemania: https://www.electrive.com/es/2023/01/09/mercedes-benz-lohum-colabora-en-baterias-de-2a-vida/

25. Proyecto de uso de baterías de segunda vida en Francia:

https://www.electrive.com/es/2020/10/21/renault-presenta-dos-proyectos-de-baterias-de-segunda-vida/

26. Market Research Report, Markets and Markets report - Portable Power Station Market Size, Share, Growth, Analysis: https://www.marketsandmarkets.com/PressReleases/portable-power-station

27. BVES, market report: https://www.bves.de/en/news/publications/

VEMO

www.vemovilidad.com/esg

esg@vemo.com.mx

VEMO

REMSA
Recicla Electrónicos México®

www.reciclaelectronicos.com

recicla@reciclaelectronicos.com

Recicla Electrónicos México