



ING. AUTOMOTRIZ

**Trabajo integración Curricular previa a la obtención
del título de Ingeniería en Mecánica Automotriz**

AUTORES:

Iván Mateo Andrango Cabascango
Carlos Francisco Vilema Chachapoya

TUTOR:

Ing. Gorky Guillermo Reyes Campaña

Análisis de componentes y reciclaje de baterías de
ion de litio en Ecuador, según el nivel de
contaminación.

CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA

Nosotros, **Iván Mateo Andrango Cabascango** y **Carlos Francisco Vilema Chachapoya**, declaramos bajo juramento, que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría; que no ha sido presentado anteriormente para ningún grado o calificación profesional y que se ha consultado la bibliografía detallada.

Cedemos nuestros derechos de propiedad intelectual a la Universidad Internacional del Ecuador, para que sea publicado y divulgado en internet, según lo establecido en la Ley de Propiedad Intelectual, su reglamento y demás disposiciones legales.

Iván Mateo Andrango Cabascango

Carlos Francisco Vilema Chachapoya

APROBACIÓN DEL TUTOR

Yo, **Gorky Guillermo Reyes Campaña**, certifico que conozco a los autores del presente trabajo, siendo el responsable exclusivo tanto de su originalidad y autenticidad, como de su contenido.

Firma profesor

Dedicatoria

Dedico este trabajo de tesis a Dios, por brindarme la fortaleza, la sabiduría y la paciencia necesarias para culminar este importante paso en mi vida académica. A mi familia, por su amor incondicional, su apoyo constante y por ser mi fuente de inspiración en cada momento difícil.

A ellos les debo cada logro alcanzado y cada meta cumplida.

Carlos Francisco Vilema Chachapoya

Dedicatoria

Dedico esta tesis a mis padres, quienes con su ejemplo de esfuerzo y perseverancia me enseñaron el verdadero valor del trabajo y la superación. A mis amigos y compañeros, por acompañarme en este camino lleno de aprendizajes, desafíos y satisfacciones. Este logro es también suyo, por haber creído en mí incluso cuando las fuerzas parecían faltar.

Iván Mateo Andrango Cabascango

Agradecimiento

Agradezco en primer lugar a Dios, por darme salud, sabiduría y fortaleza para culminar este proyecto. A mi familia, por su apoyo incondicional, su comprensión y por ser mi motivación constante durante todo este proceso.

A todos quienes de alguna manera aportaron con su ayuda y consejo, mi más sincero agradecimiento.

Carlos Francisco Vilema Chachapoya

Agradecimiento

Expreso mi más profundo agradecimiento a la institución educativa que me acogió y brindó las herramientas necesarias para mi formación profesional. A mi familia y amigos, por su constante ánimo y apoyo emocional en los momentos más desafiantes.

A todos ellos, gracias por ser parte de este logro académico.

Iván Mateo Andrango Cabascango

Tabla de contenido

Certificación de autoría.....	2
Aprobación del tutor.....	3
Dedicatoria	4
Agradecimiento	6
Resumen	9
Introducción	10
Marco teórico	13
Materiales y métodos	22
Métodos.....	22
Materiales	23
Vehículo	23
Batería	24
Pruebas de laboratorio.....	25
Multímetro de alto voltaje	26
Escáner de diagnostico.....	27
Proceso de desmontaje.....	28
Resultados y discusión	29
Conclusiones	49
Anexos	51
Bibliografía	102

Resumen

La presente investigación analiza los niveles de contaminación de los componentes en baterías de ion-litio que son utilizadas en vehículos eléctricos, considerando la viabilidad de reciclarlas en Ecuador, partiendo desde el problema el cual es el incremento de baterías estancadas y la falta de normativas para poder tener un control de gestión de estas. Al realizar pruebas de laboratorio como las de espectrometría de masas con plasma copulado inductivamente se determinó la concentración de metales tóxicos en diferentes componentes. Las celdas son uno de los componentes con mayor contaminación alcanzando valores 92690,3 mg/kg de níquel y un valor de 57475 mg/kg de manganeso representando un riesgo sino son manejadas adecuadamente. Así mismo se identificaron métodos de reciclaje como el mecánico debido a su bajo coste y alta eficiencia de recuperación de un 70 y 90%. Se reviso normativas internacionales buscando implementarlas en Ecuador para que el manejo, transporte y almacenamiento de estas que se encuentran en el final de su vida útil sea más seguro.

Abstract

This research analyzes the contamination levels of components in lithium-ion batteries used in electric vehicles, considering the feasibility of recycling them in Ecuador, starting from the problem of the increase in stagnant batteries and the lack of regulations to control their management. Laboratory tests, such as inductively coupled plasma mass spectrometry, were performed to determine the concentration of toxic metals in different components. The cells are one of the most contaminated components, reaching values of 6.72% lithium, 31.78% nickel, and 20.34% manganese, which represent a risk if not handled properly. Recycling methods such as mechanical recycling were also identified due to their low cost and high recovery efficiency of 70% to 90%. International

regulations were reviewed with a view to implementing them in Ecuador to make the handling, transport, and storage of these batteries at the end of their useful life safer.

Palabras clave

ion de litio, vehículos eléctricos, espectrometría de masas, gestión de residuos, normativa ambiental.

Key Word

lithium-ion, electric vehicles, mass spectrometry, waste management, environmental regulations.

Introducción

En Ecuador, el aumento de vehículos eléctricos comienza a visibilizar un reto la acumulación y gestión de baterías de iones de litio al final de su vida útil. Estas baterías incorporan metales de interés económico, pero con toxicidad ambiental y un electrolito orgánico con sales como LiPF si se manejan inadecuadamente pueden lixiviar metales al suelo/agua o liberar compuestos peligrosos, lo que refuerza la necesidad de analizar el nivel de contaminación potencial de cada componente antes de definir rutas de reciclaje seguras. “Estas tecnologías de bajas emisiones de carbono, esenciales para combatir el cambio climático, son mucho más intensivas en el uso de una serie de minerales en comparación con las tecnologías convencionales basadas en combustibles fósiles. Según la Agencia Internacional de Energía (IEA, por sus siglas en inglés: International Energy Agency) (2021), los vehículos eléctricos consumen seis veces más minerales críticos que los vehículos que utilizan combustibles fósiles.” (Enfoques, 2024)

“Los peligros de la eliminación irresponsable de las baterías de los coches es uno de los argumentos más habituales entre los que se oponen a la movilidad eléctrica”. (Ludwiniak, 2023), por esta razón, las baterías representan un desafío ambiental debido

a los componentes tóxicos con los que cuentan en su estructura. Por lo que es importante realizar el análisis del nivel de contaminación de cada uno de los componentes que conforman la batería de ion de litio. A escala país, existen avances puntuales como convenios UIDE–KIA para explorar reciclaje, pero actores del sector señalan vacíos institucionales. “En la actualidad, no existe un proceso de reciclaje de baterías de ion litio de vehículos eléctricos respetuoso con el medio ambiente realmente comercializado y que sea económicamente viable.” (Dávila Tafur, R. C., & Villalobos Gómez, A. L, 2021, p. 3)

“El reciclaje reduce la demanda de nuevas extracciones, disminuyendo las emisiones de gases de efecto invernadero y la destrucción de ecosistemas, ayudando así a combatir el cambio climático.” (Maurad & Ligia, s.f.). Con el reciclaje de las baterías no solamente se puede minimizar el nivel de contaminación que estas producen al cumplir con su vida útil, a su vez ayudan con la preservación de ecosistemas en donde se encuentra la materia prima. “Este rápido crecimiento del mercado de vehículos eléctricos, es un fenómeno general, global e irreversible, su problemática radica cuando las baterías alcanzan el final de su vida útil, pues son de diseño complejo, provocando que finalmente acaben desechándose en vertederos, lo cual causa graves daños a la salud humana y al ambiente, por sus altos niveles de sustancias tóxicas como el litio, cobre, cobalto, níquel, manganeso entre otros en lugar de reintroducirlas en la cadena de valor.” (Baño-Saltos, F., & Coral-Carillo, K, 2025, p. 3)

“Hoy en día en los mercados de Europa y Estados Unidos se recicla una relativamente pequeña proporción, que se estima en el orden del 5% del volumen total de baterías de litio usadas de vehículos eléctricos.” (Zagordny, 2023, p. 15), el reciclaje de las baterías de vehículos eléctricos es muy limitado, ya que únicamente se recicla una mínima parte del total, esto se puede dar por la falta de tecnologías más eficientes que

ayuden con la recuperación de materiales reduciendo el impacto ambiental. En Ecuador la inexistencia de un sistema de gestión y reciclaje de las baterías de ion de litio provoca que estos dispositivos terminen en vertederos convencionales, generando un riesgo de contaminación ambiental. Por ello, este estudio propone medir y caracterizar la carga contaminante por componente como base técnica para seleccionar métodos de reciclaje y diseñar estrategias de gestión que minimicen la contaminación en el contexto regulatorio ecuatoriano. “José Errazuriz, subgerente de KIA Ecuador, añade que éste es un paso importante en Latinoamérica, pues aún no existe un organismo dedicado a darle un destino final a estos dispositivos”. (Enfoque, 2024).

Por medio de un análisis de información bibliográfica se identificarán los requisitos y practicas establecidas que buscan promover una gestión adecuada de los residuos para disminuir su impacto ambiental. Posteriormente, este proceso se lo llevara a cabo con un análisis de espectrometría, obteniendo el nivel de contaminación precisa con la que cuenta cada uno de los componentes de la batería, determinando si es posible realizar el proceso de reciclaje de dichos componentes. Finalmente se debe comprender y determinar cuáles son los métodos existentes para el reciclaje de las baterías a nivel del país, continental y mundial, con el fin de analizar cuál es la opción más viable para realizar el proceso de reciclaje y establecer el método apropiado para realizar este proceso.

“En el caso de América Latina, el reciclaje de baterías suele estar cubierto por regímenes más amplios de gestión de residuos sólidos cuyos datos no son muy alentadores. Solo el 55% de éstos se gestiona adecuadamente en rellenos sanitarios con importantes fallas en su recolección y la inexistencia de regímenes regulatorios.” (Céspedes, M., & Obaya, M. 2021, p. 66). En América Latina se evidencia un desafío importante en la gestión de los residuos tóxicos de las baterías de vehículos eléctricos,

debido a la falta de infraestructura y de políticas que se encarguen de su correcto reciclaje para obtener mayores beneficios de los materiales que las componen. Una de las prácticas para determinar el nivel de contaminación de un componente es la espectrometría, “La espectrometría es una técnica analítica que se utiliza en el ensayo cualitativo y cuantitativo de una sustancia química.” (Vázquez, 2024), de esta manera se determina si existe una posibilidad de reciclar dicho componente o si se tiene que someter a un tratamiento para su descontaminación. “Dentro de los componentes utilizados en la fabricación de estas baterías se encuentra el cadmio, elemento altamente contaminante y que obliga a aumentar la eficiencia en el reciclado de estas baterías, una vez que quedan fuera de servicio.” (Ordoñez, 2011, p. 26). Esta es una de las varias razones por las cuales el proceso de reciclaje se debe realizar con el cumplimiento de normas que protejan a las personas de posibles complicaciones en su salud o enfermedades.

Marco teórico

Las **baterías de ion de litio** son las más utilizadas en la actualidad en vehículos eléctricos debido a su vida útil prolongada y su alta eficiencia para almacenar energía, el uso de estas baterías en Ecuador plantea un desafío ambiental y de seguridad debido a los **elementos tóxicos** que los componen como el litio, níquel y cobalto, otro factor que afecta es la falta de **normativas** para realizar el proceso de reciclaje. Este tipo de baterías cuentan con **plásticos** como el polipropileno, polietileno y policarbonato por lo general usados en la carcasa y separadores, los cuales también complican su reciclaje por la toxicidad que estos puedan presentar. Para determinar el nivel de contaminación tóxica que presentan es necesario emplear pruebas de espectrometría donde se analiza y cuantifica elementos presentes en los componentes, por lo que es esencial para la optimización de la recuperación de materiales, mejorando el proceso de reciclaje. Para

realizar el **proceso de descontaminación** de los materiales que componen la batería de iones de litio se puede emplear la lixiviación y la pirometalurgia para los metales, por otro lado, para los plásticos se puede realizar un lavado y tratamiento químico, desgasificación térmica, o técnicas de filtración y purificación. En varias partes del mundo se cuenta con regulaciones ambientales para un correcto proceso de reciclaje de las baterías, En Ecuador existen **normativas** para asegurar que las baterías se gestionen de forma segura y responsable, pero no cuentan con una regulación que este destinada específicamente a las baterías de iones de litio.

La contaminación de los componentes de las baterías de ion de litio está vinculada a la presencia de metales potencialmente tóxicos, como litio, níquel, manganeso y cobalto, distribuidos en sus celdas, separadores y estructuras externas. La acumulación de estos elementos representa un riesgo ambiental, ya que una gestión inadecuada al final de la vida útil de la batería puede generar afectaciones al suelo, agua y aire. Asimismo, el grado de contaminación condiciona la viabilidad del reciclaje, dado que componentes con mayores concentraciones metálicas requieren procesos complejos, mientras que aquellos con menor carga contaminante pueden ser tratados mediante métodos físicos o mecánicos.

Vehículos eléctricos





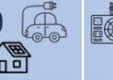

Los vehículos eléctricos cuentan con un motor que es propulsado por medio de una fuente de energía eléctrica que posteriormente es convertida en energía cinética. En la actualidad la tecnología más aplicada en este tipo de vehículos es la de las baterías de ion de litio, aunque existen otras variantes disponibles en el mercado. “Un vehículo 100% eléctrico, también conocido como EV o BEV, es un tipo de automóvil que funciona solo con un motor eléctrico impulsado por la electricidad almacenada en una batería

recargable, lo que lo diferencia de los carros tradicionales, que dependen de combustibles fósiles como la gasolina o el diésel para moverse.” (KIA, s. f.). Este tipo de vehículos no generan emisiones de gases contaminantes durante su vida útil, por lo que son una de las mejores opciones en la búsqueda de alternativas sostenibles, como solución para el cuidado del medio ambiente.

Batería de iones de Litio

“Una batería eléctrica, también llamada pila o acumulador eléctrico, es un artefacto compuesto por celdas electroquímicas capaces de convertir la energía química en su interior en energía eléctrica” (Álvarez, 2024). El uso de baterías de Ion Litio se ha expandido en la industria automotriz. “Los nuevos vehículos eléctricos utilizan esta tecnología para proveer energía a los sistemas de transmisión de potencia” (Avance, 2021). “Estas baterías se caracterizan por una alta densidad de energía, baja tasa de autodescarga, mínimo peso y mayor vida útil con respecto a otras baterías” (Miranda-Reyes et al., 2023, p. 63). Si bien las baterías de litio son las más utilizadas, existen distintas composiciones químicas que presentan litio en su estructura.

Figura 1*Características de las baterías de iones de litio.*

Denominación usual		LCO	LMO	NMC	LFP	NCA	LTO
Cátodo (química usual)		Óxido de litio-cobalto (LiCoO ₂)	Óxido de litio-manganeso (LiMn ₂ O ₄)	Óxido de litio-níquel-cobalto (LiNiMnCoO ₂)	Fosfato de litio-hierro (LiFePO ₄)	Óxido de litio-níquel-cobalto-aluminio (LiNiCoAlO ₂)	LMO o NMC
Ánodo (química usual)		Grafito	Grafito	Grafito	Grafito	Grafito	Óxido de litio-titanio (Li ₂ TiO ₃)
Densidad de energía (Wh/kg)		150–200	100–150	150–250	90–170	200–300	50–80
Ciclo de vida (carga/descarga)		500 a 1000	300 a 700	1.000 a 2.000	3.000 a 6.000	500 a 1.000	15.000 a 20.000
Usos							
Comparación relativa	Densidad de energía	Alta	Moderada	Muy alta	Moderada	Muy alta	Baja
	Densidad de potencia	Moderada	Alta	Alta	Muy alta	Alta	Alta
	Seguridad	Moderada	Alta	Alta	Muy alta	Moderada	Muy alta
	Vida útil	Moderada	Moderada	Alta	Muy alta	Alta	Muy alta
	Costo	Moderado	Moderado	Moderado	Bajo	Alto	Muy alto

Nota. En el gráfico se encuentra la comparación de las principales características de los diferentes tipos de baterías de ion de litio. Adaptado de *Características de las baterías de iones de litio (BIL)*. (2024, 8 diciembre).

CEPAL. <https://www.cepal.org/es/enfoques/minerales-criticos-la-transicion-energetica-la-electromovilidad-oportunidades-desarrollo>

El desempeño de las baterías de iones de litio puede variar de acuerdo a la química de sus principales componentes, se evidencia que no existe una sola solución óptima, en su lugar, las tecnologías se adaptan a los distintos usos. Las baterías de iones de litio tipo NMC y NCA, cuentan con una mayor densidad de energía, colocándolas como opciones preferentes para vehículos eléctricos y sistemas en los que la autonomía sea un factor crítico. En contraste, las baterías de iones de litio tipo LFP cuenta con un alto nivel de seguridad, mayor vida útil y menor costo, por lo que se emplea mayormente en el transporte eléctrico, a pesar de su menor densidad energética. Los tipos LCO y LMO son relevantes en electrónica de consumo y aplicaciones de potencia moderada, ya que cuentan con un equilibrio entre desempeño y costo.

Tabla 1

Composición química de los diferentes tipos de baterías ion-litio

Tipo	Abreviatura	Material del cátodo	Material del ánodo
Oxido de litio y cobalto	LCO	LiCoO ₂	Grafito
Oxido de litio y manganeso	LMO	LiMn ₂ O ₄	Grafito
Oxido de litio, níquel, manganeso y cobalto	NMC	LiNi _x Mn _y Co _z , O ₂	Grafito
Fosfato de litio y hierro	LFP	LiFePO ₄	Grafito
Oxido de litio, níquel, cobalto y aluminio	NCA	LiNi _x Co _y Al ₂ O ₂	Grafito
Titanato de litio	LTO	LMO o NMC	Li ₂ TiO ₃ /Li ₄ Ti ₅ O ₁₂

Nota. Adaptado de Miranda-Reyes, O. V., Ballesteros-López, J. G., Punina-Poveda, D.

H., & Lescano-Paredes, L. G. (2023). Avances actuales de las baterías de los automóviles eléctricos. *Revista Científica INGENIAR: Ingeniería, Tecnología E Investigación*. ISSN: 2737-6249., 6(11), 56-69. Recuperado a partir de <https://journalingeniar.org/index.php/ingeniar/article/view/111>

Reciclaje de baterías

Con el aumento de vehículos eléctricos en el mercado es indispensable establecer un sistema de reciclaje que ayude a frenar la contaminación que estas generan al cumplir con su vida útil. “El futuro del reciclado de baterías no sólo tendrá como objetivo recuperar los metales valiosos críticos, sino también tratar los elementos no metálicos (grafito, electrolito, disolvente, sales y polímeros)” (DARWIN, S. F. J. 2022, p. 14). “En la actualidad, no existe un proceso de reciclaje de baterías de ion litio de vehículos eléctricos respetuoso con el medio ambiente realmente comercializado y que sea económicamente viable” (Andi, 2021)

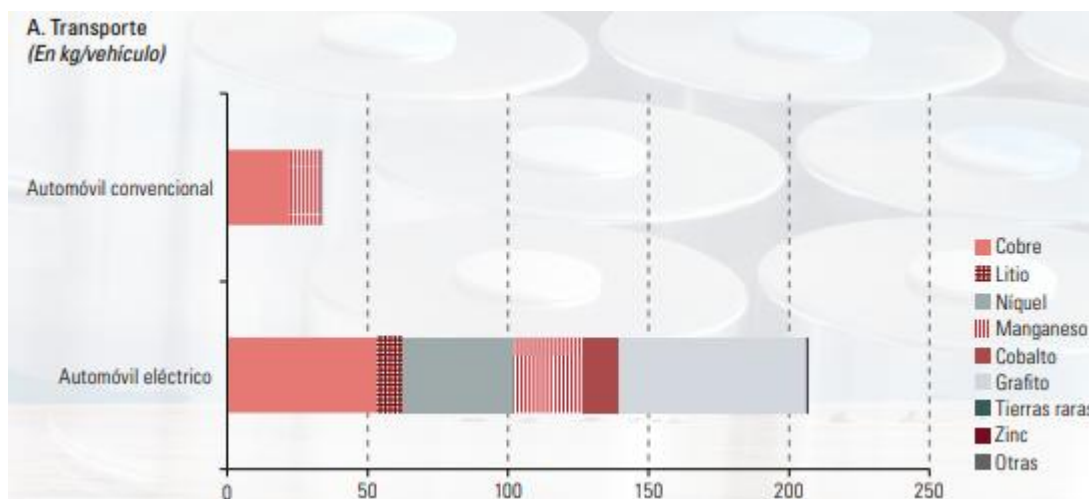
“Los peligros de la eliminación irresponsable de las baterías de los coches es uno de los argumentos más habituales entre los que se oponen a la movilidad eléctrica. También se cuestiona el agotamiento de los recursos necesarios para la fabricación de baterías, así como las emisiones de CO2 producidas durante su procesamiento en múltiples etapas, Algunos de estos problemas pueden resolverse reciclando adecuadamente las baterías de iones de litio” (Ludwiniak, 2023).

Materiales Tóxicos

“Las baterías de ion-Li de desecho son consideradas como residuos peligrosos. Los materiales principales de las baterías de ion-Li son Li, metales pesados, solventes orgánicos y plásticos no reciclables. Una batería de ion-Li está compuesta aproximadamente por 5-20 % cobalto, 5-10 % níquel, 5-7 % litio, 15 % compuestos orgánicos (solventes y grafito) y 7 % plástico. La composición específica varía de acuerdo al fabricante.” (Alcántara, 2024)

Figura 2

Cantidad de minerales utilizados en tecnologías energéticas limpias seleccionadas



Nota. Se puede evidenciar que el vehículo eléctrico requiere en promedio 6 veces más de minerales (seleccionados) en kilogramos que el convencional. Adaptado de *Cantidad*

de minerales utilizados en tecnologías energéticas limpias seleccionadas. (2023, junio). CEPAL. https://www.cepal.org/sites/default/files/presentation/files/informe_especial_litio_junio2023_-_final-jmsx-sn.pdf

Los PFAS son productos químicos sintéticos, que se suelen usar en las baterías de iones de litio, un estudio reciente descubrió que estos PFAS han tenido una creciente contaminación del agua y aire. “Los PFAS son conocidos como "químicos eternos" porque no se descomponen fácilmente en el medio ambiente ni en el cuerpo humano, lo que lleva a su acumulación y persistencia. Esta característica ha generado preocupaciones significativas sobre sus efectos potenciales en la salud y el medio ambiente” (Lagos, 2024). “Los productos químicos utilizados para fabricar baterías de automóviles eléctricos son tóxicos, por lo que cuando se liberan al medioambiente pueden tener efectos negativos en los organismos vivos, incluidos los humanos. Por ejemplo, el cadmio causa daño renal y anemia, el cobalto altera la función tiroidea, mientras que el litio se deposita en los pulmones, provocando su hinchazón” (Ludwiniak, 2023).

Los materiales tóxicos se combinan con los elementos metálicos y plásticos que se encuentran presentes en las baterías de los vehículos eléctricos, estas baterías al final de su vida útil tienen un impacto negativo en el medio ambiente de distintas maneras, en el caso de los plásticos al momento de descomponerse, estos pueden liberar sustancias tóxicas que empeoran la contaminación tanto del suelo como del agua.

Elementos plásticos

“El separador en una LIB corresponde a una membrana micro porosa hecha de polímeros plásticos, generalmente de poliolefina. Este elemento se dispone entre el ánodo y el cátodo de la batería, y su función principal es prevenir el contacto entre

electrodos, permitiendo también el paso de iones de litio” (Peña Torres, D. A. 2019, p. 8). Los plásticos son una parte fundamental en la estructura de las baterías, los cuales deben poseer ciertos requisitos como: reciclabilidad, resistencias a abrasivos, propiedades mecánicas entre otros.

“La utilización del material termoplástico reforzado con fibra de vidrio en la fabricación del contenedor ha permitido una reducción en el peso total del conjunto, consiguiendo mejorar la eficiencia energética entre un 10% y un 15% respecto a las soluciones tradicionales.” (Martínez Sáez, L., Rivera Hoyos, J., Espantaleón Ruiz, M., & García Álvarez, A. 2016, p. 995).

Elementos metálicos

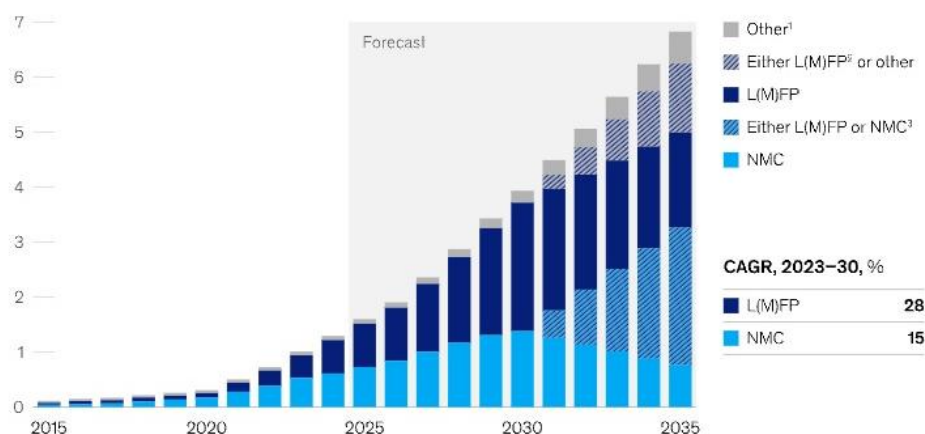
En las baterías empleadas en los vehículos eléctricos se pueden identificar los siguientes materiales críticos, cada uno con una función específica para su operación.

“Grafito: es abundante, barato y permite que las baterías duren mucho tiempo, el Aluminio: Se usa principalmente como colector de corriente en el cátodo, el Níquel: Es un componente clave en el cátodo del polo positivo de las baterías de muchos carros eléctricos. Ayuda a que las baterías guarden mucha energía y se carguen rápido, el Cobre: Se usa como colector de corriente tanto en el ánodo como en el cátodo, haciendo que todo funcione de manera eficiente. El Acero: Se utiliza para fabricar la caja o estructura externa de la batería, dándole protección, rigidez y durabilidad, el Manganeso: Su trabajo es estabilizar la estructura química, lo que hace a la batería más segura y duradera, además de ayudar a almacenar más energía, el Cobalto: da alta capacidad y vida útil. Sin embargo, su minería es problemática, por lo que se busca reciclarlo o eliminar su uso, el Litio: Es el ion que se mueve entre el ánodo y el cátodo para crear la corriente eléctrica. Es esencial para todo tipo de baterías de litio, el Oro:

No es común en las baterías en sí, pero se puede encontrar en la electrónica de control (como las placas de circuitos) de dispositivos de alta gama por su excelente conductividad y confiabilidad. Hierro: Es el material principal del cátodo en las baterías LFP (Fosfato, hierro y litio), una tecnología muy segura y estable. Es la razón por la que este tipo de baterías son tan confiables y duraderas.” (Lohum & Lohum, 2024, p. 2)

Figura 3

Creciente demanda de baterías para vehículos eléctricos



Nota. Se evidencia la demanda mundial de celdas de batería en Tera vatios-hora. La tasa del crecimiento anual compuesta (CAGR), por sus siglas en inglés es de 28% para L(M)FP y de 15% para NMC. Adaptado de Creciente demanda de baterías para vehículos eléctricos. (2024, 17 diciembre). McKinsey&Company.

<https://www.mckinsey.com/industries/automotive-and-assembly/our-insights/the-battery-chemistries-powering-the-future-of-electric-vehicles>

Procesos para el reciclaje de componentes contaminados

En los procesos químicos para extraer metales como litio, cobalto, níquel y manganeso se debe emplear disolventes, ácidos y reactivos. Los métodos hidrometalúrgicos, que involucran la lixiviación con ácido y la electrodeposición son ampliamente empleados debido a su selectividad y a la mínima emisión de gases. “A

partir del pretratamiento llevado a cabo mediante procesos mecánicos y de separación, se obtiene un polvo concentrado de metales, el cual ha sido separado de plásticos y hierro de una LIB. Este polvo es alimentado a una etapa de lixiviación con el fin de transferir los metales de interés a una solución acuosa” (Peña Torres, D. A. 2019, p. 15). También se pueden encontrar los métodos pirometalúrgicos los cuales recobran los metales al derretirlos a temperaturas elevadas. “Reciclaje pirometalúrgico: que implica la fundición de las baterías a altas temperaturas en un horno para recuperar los metales valiosos, como cobalto, níquel, cobre y hierro (Maurad & Parrales, 2024, p. 201).

Normativas

En Ecuador la regulación de las baterías de vehículos eléctricos e híbridos está bajo el acuerdo Ministerial 142 donde son clasificadas como desechos peligrosos con el código ES-01. “Las normativas ecuatorianas sobre el reciclaje de baterías, en especial las de vehículos eléctricos, son limitadas. Aunque existen leyes ambientales generales que promueven la gestión adecuada de residuos peligrosos, no hay una legislación específica que regule el ciclo de vida completo de las baterías de VE, desde su producción hasta su disposición final” (Maurad & Parrales, 2024, p. 206).

Materiales y métodos

Métodos

EL método que se empleó en la presente investigación es un método cuantitativo experimental, el cual se complementó con componentes cualitativos, se integraron ensayos de laboratorio para caracterizar la composición y la toxicidad de las baterías, complementándolo con un análisis cualitativo de los procesos de reciclado.

La presente investigación inició con una revisión bibliográfica para identificar las tecnologías de reciclaje existentes. Posteriormente, se desmontó el paquete de la

batería bajo normativa NTE INEN 3106, para analizar y recuperar cada uno de sus componentes. A través de pruebas de laboratorio con protocolos estandarizados, como la espectrometría de masas, se determinó la toxicidad y las concentraciones de los principales componentes (litio, cobalto, níquel y manganeso). Con los datos obtenidos, se evaluó la viabilidad de reciclaje de los elementos de la batería y sus posibles aplicaciones futuras. Durante todo el proceso, se documentó el equipo utilizado y el rendimiento en la recuperación de materiales.

Materiales

Vehículo

En la presente investigación se empleó un vehículo eléctrico coreano tipo SUV crossover subcompacto, este fue uno de los primeros modelos 100% eléctrico que salió a la venta en Ecuador, junto a otras marcas europeas y asiáticas se vendieron 105 unidades hasta mayo del 2017 según información de la Asociación de empresas automotrices del Ecuador (Aeade). Las predicciones de la vida útil de la batería de un vehículo eléctrico son de 10 a 20 años, por lo que este tipo de vehículo es un excelente candidato ya que se encuentra próximo a cumplir los 10 años de vida útil.

Figura 4

Venta de vehículos eléctricos por marca y modelo en 2017

Ventas de vehículos eléctricos por marca y modelo En unidades, 2016-2017			
Marca	Modelo	2016	2017
BYD	BYD7005BEV AC 4P 4X2 TA EV	-	36
DAYANG	DY-GD04A AC 2P 4X2 TA EV	15	33
KIA	SOUL AC 5P 4X2 TA EV	53	20
RENAULT	TWIZY URB X09 MOKA AC 2P 4X2 TA EV	23	13
DAYANG	DY-GD04B AC 3P 4X2 TA EV	-	13
DAYANG	DY-GD02B AC CS 4X2 TA EV	7	7
DAYANG	DY-GD02C AC 2P 4X2 TA EV	-	1
RENAULT	TWIZY TEC X09TEC80 2P 4X2 TA EV	6	-
VOLKSWAGEN	E-GOLF BE11B1 AC 5P 4X2 TA EV	1	-
DAYANG	DY-GD04A AC 4P 4X2 TA EV	2	-
RENAULT	TWIZY CARGO X09CAR80 2P 4X2 TA EV	1	-
RENAULT	TWIZY URB X09 MOKA 2P 4X2 TA	1	-
Total		109	123

Nota. El vehículo más vendido en el año 2016 fue el KIA Soul. Adaptado de Venta de vehículos eléctricos por marca y modelo en 2017. (2018). AEADE.

[https://www.aeade.net/wp-](https://www.aeade.net/wp-content/uploads/2018/04/anuario%202017%20final%20web.pdf)

[content/uploads/2018/04/anuario%202017%20final%20web.pdf](https://www.aeade.net/wp-content/uploads/2018/04/anuario%202017%20final%20web.pdf)

Batería

Este tipo de vehículo cuenta con una batería de SK Innovation, la cual está conformada por 192 celdas de tipo bolsa de polímero, óxido de litio, níquel, manganeso y cobalto. Cada una de las celdas posee 40 Ah con una densidad energética de 200 Wh/kg, la capacidad nominal con la que cuenta el paquete es de 75 A. El paquete de batería cuenta con 30 kWh y pesa 202.8 kg.

Tabla 2

Porcentaje de la participación de los fabricantes de baterías en el mercado.

Rank	Proveedor	fabricantes de ev atendidos	% participación mercado
1	Contemporary Amperex Technology Co. (CATL)	BMW, Dongfeng Motor Corp., Honda, SAIC Motor Corp., Stellantis, Tesla, Volkswagen Group, Volvo Car Group	26
2	LG Energy Solution	General Motors, Hyundai, Renault, Stellantis, Tesla, VW Group	26
3	Panasonic	Tesla, Toyota	17
4	Samsung SDI	BMW, Ford, Stellantis, VW Group	7
5	BYD Co.	BYD, Ford	7
6	SK Innovation	Daimler, Ford, Hyundai, Kia	4

Nota. Adaptado de Ulrich, L. (2024, 22 febrero). The top 10 EV battery makers. IEEE

Spectrum. <https://spectrum.ieee.org/the-top-10-ev-battery->

Tabla 3

Norma de los elementos de un equipo de espectrofotometría.

Equipo	Descripción	Norma
Espectrofotómetro UV-Vis (de absorción)	Medir coloración y absorbancia de electrolitos	Método instrumental para color de líquidos — ASTM D5386 (aplicable a colorimetría de electrolitos).
Celdas / cubetas (vidrio, cuarzo)	Contención de muestra para UV-Vis	ASTM D5386 (uso de equipos y condiciones de medida).
Campana extractora, guantes y protección química (PPE)	Muestreo y manipulación de electrolitos	Regulaciones ambientales INEN/MAE para manejo de residuos.
Centrífuga y vial centrifugable	Separación de partículas/contaminantes antes de análisis.	Buena práctica de preparación de muestras.

Nota. ASTM: American Society for Testing and Materials, INEN: Servicio Ecuatoriano de Normalización. MAE: Ministerio del Ambiente y Energía. Elaboración propia

Multímetro de alto voltaje

Es un instrumento de medición portátil el cual trabaja con sistemas de alta tensión de los EV, permite medir hasta 1000V en corriente continua y además cuenta con una seguridad eléctrica de CAT III 1000V establecida por normas internacionales como la IEC 61010, esta norma se enfoca más al nivel de energía transitoria que puede llegar a soportar un entorno, así permitiendo determinar si la batería se encuentra descargada por completo y así poder medir el voltaje en los terminales principales de la batería.

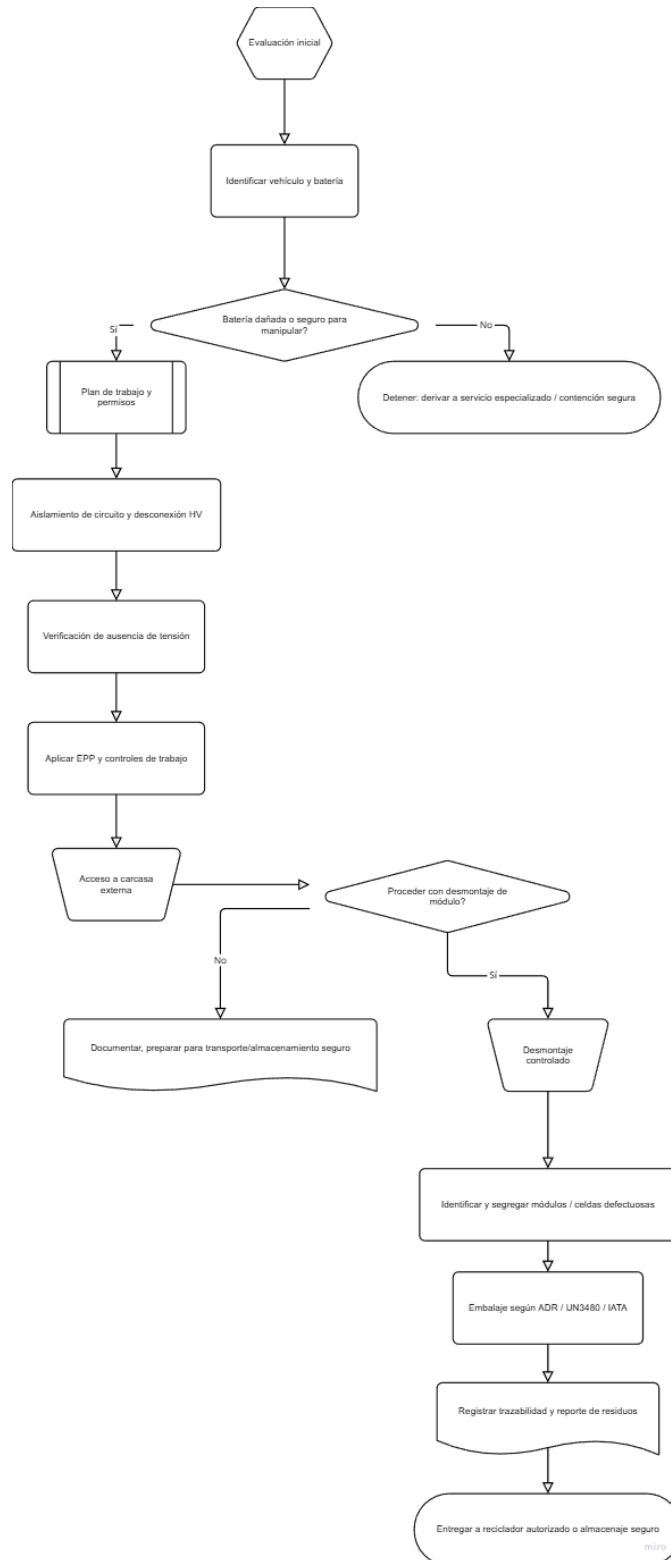
Escáner de diagnóstico

Es un equipo el cual se conecta con los módulos del vehículo mediante el CAN bus, además de que cuenta con una categoría de seguridad eléctrica para poder interactuar con los circuitos de esta manera nos permite desactivar el sistema de alto voltaje, el escáner se conecta al puerto OBD-II donde se accede al módulo de control de la batería y a la vez al módulo de control del cargador, así se ejecuta el proceso de desactivación de los interruptores de alta tensión los cuales proceden a abrirse así se asilan del paquete de baterías del resto del sistema y así poder realizar mantenimientos de forma segura.

Proceso de desmontaje

Figura 6

Diagrama de flujo del proceso de desmontaje de la batería de un EV.



Nota. Se presenta un esquema de un proceso de desmontaje básico para un módulo de batería de vehículos eléctricos. Adaptado de Autores, 2025.

Resultados y discusión

Mediante ensayos de laboratorio realizados en distintos materiales procedentes de una batería de iones de litio de un vehículo eléctrico, se evaluó el riesgo de migración de litio y de otros compuestos peligrosos. Para ello, se utilizó espectrometría de masas con plasma acoplado inductivamente, con el fin de examinar la composición básica de los componentes de la batería, como el plástico, los metales estructurales, el electrolito y el separador. Las muestras, obtenidas durante el proceso de reciclado, fueron analizadas mediante la espectrometría de masas para cuantificar las concentraciones de litio, níquel, cobalto y otros metales. Posteriormente, se contrastaron estos resultados para establecer el grado de contaminación de los materiales, prestando especial atención a la detección de sustancias tóxicas. El estudio consistió en comparar la composición elemental de los materiales libres de sustancias peligrosas con la de aquellas muestras en las que sí estaban presentes, lo que nos permitió identificar métodos de reciclaje y la aplicación que se les puede dar a estos de acuerdo al porcentaje de materiales tóxicos que presenta cada uno de los elementos analizados, reduciendo riesgos para la salud y el medio ambiente.

Datos de entrada

Tabla 4

Materiales de los componentes de la batería del vehículo eléctrico

Componente	Material
Celdas o módulos	Metales (litio, níquel, cobalto, manganeso, aluminio, cobre, hierro)
Carcasa exterior	Plásticos (ABS, PP, PE), aluminio o acero
Separadores	Polietileno (PE) o Polipropileno (PP)
Electrolito	Líquidos o geles con sales de litio
Conectores y terminales	Cobre, aluminio, acero.
Sistema de gestión electrónica (BMS)	Plásticos (ABS, PVC), componentes electrónicos.
Cubierta o encapsulado interno	Plásticos técnicos: poliamidas (nylon), PVC o epoxi

Nota. Elaboración propia.

Las baterías de los vehículos eléctricos se encuentran conformadas por distintos elementos que pueden almacenar y a la vez producir energía. Entre ellos se destacan las celdas o módulos, separadores que son encargados de que los polos positivo y negativo no lleguen a tener contacto, el electrolito se encarga del paso de iones, los conectores ayudan al paso de corriente y la carcasa encargada de proteger a todo el conjunto de la batería.

Desde un punto de vista ambiental la composición de cada parte nos ayuda a buscar procesos de reciclaje más eficientes. Desde un punto de vista técnico el comprender la estructura puede facilitar su reparación, su reutilización o nuevos diseños

de baterías. De esta manera se puede tener una producción más adecuada.

Tabla 5

Plásticos comunes utilizados en baterías de autos y su aplicación.

Aplicación	Tipo de plástico
Carcasas de baterías	Polipropileno (PP) o Acrilonitrilo butadieno estireno (ABS).
Separadores	Poliétileno (PE)
Aislamiento	Cloruro de polivinilo (PVC)
Cubiertas	Policarbonato (PC)

Nota. Elaboración propia

“Los plásticos se han vuelto cada vez más vitales para la industria automotriz, desempeñando un papel clave en las baterías de los automóviles debido a su resistencia química, durabilidad y estabilidad térmica. Cada tipo de plástico contribuye significativamente al rendimiento de la batería, ya sea la carcasa de polipropileno (PP) que protege los componentes internos o el separador de polietileno (PE) que evita cortocircuitos.” (Thermtest, 2024).

La variedad de plásticos que se puede encontrar en la batería puede ocasionar dificultades al realizar su reciclaje, debido a que cada uno necesita su tratamiento adecuado, por lo que se obliga a diseñar procesos específicos de clasificación y reciclaje.

Tabla 6

Funciones principales de los componentes presentes en las baterías de EV.

Metal o Componente	Función principal en la batería
Litio (Li)	Material activo del cátodo en baterías Li-ion.
Cobalto (Co)	Mejora la estabilidad térmica y la capacidad del cátodo.
Níquel (Ni)	Incrementa la densidad energética del cátodo.

Manganeso (Mn)	Estabiliza la estructura del cátodo.
Hierro (Fe)	Componente estructural o parte del ánodo en baterías LFP.
Cobre (Cu)	Material conductor en colectores de corriente del ánodo.
Aluminio (Al)	Colector de corriente del cátodo y carcasa.
Grafito (C)	Material activo del ánodo.

Nota. Elaboración propia

Las baterías de los vehículos EV cuentan con elementos como el cobalto, níquel, cobre y aluminio los cuales realizan el funcionamiento electroquímico en la batería, siendo importante en la economía circular por su alto valor en la recuperación y reutilización.

El cobalto se encarga de controlar la estabilidad térmica entre las celdas, y el níquel es el encargado de aumentar la capacidad energética, así mismo al finalizar el proceso son utilizados en nuevas baterías, catalizadores. El grafito no es un metal en sí, pero cumple su función en la parte del ánodo, siendo reutilizado como lubricante o material de relleno.

Tabla 7

Materiales eléctricos de la batería de vehículo eléctrico.

Componente	Materiales
Cátodo	NMC, LFP, NCA (en lámina de Aluminio)
Ánodo	Grafito, Silicio (en lámina de Cobre)
Electrolito	Sales de Litio en solventes orgánicos (o sólido)
Separador	Polipropileno (PP), Polietileno (PE)
Cables / Busbars	Cobre, Aluminio (con aislamiento de Silicona/XLPE)
BMS & Sensores	PCB de fibra de vidrio/cobre, microchips, termistores
Fusibles, Relés, Carcasa	Aleaciones metálicas, Plásticos de alta resistencia, Aluminio, Acero

Nota. Elaboración propia.

Los diseños de las baterías de los EV dependerán del tipo de material, como el NMC que ofrece una mayor demanda energética, pero en el tema económico es caro, el LFP prioriza que su coste sea más bajo y su seguridad sea mayor además es más duradero. Todo esto dependerá del fabricante si elige usar materiales de alta gama o los más accesibles.

El electrolito líquido es eficaz, pero con riesgo de inflamación es ahí donde interviene el separador encargado de evitar los cortocircuitos al actuar como un reactivo seguro, a futuro se espera un electrolito sólido el cual permitirá a las baterías ser más densas eliminando el riesgo de inflamación.

Tabla 8*Migración de materiales tóxicos a los componentes de las baterías*

Parte	Litio	Níquel	Manganeso
Uniones de Bornes inf. 5632	0,001662%	0,469518%	0,000335%
Separador inf. 5634	0,127514%	2,340498%	35,63031%
Base mppo + gf10 inf. 5635	0,007188%	0,025805%	0,0361275%
Porta celdas mppo + Gf10 inf. 5636	0,030864%	0,032621%	0,0353140%
Celda	6,716690%	31,78271%	20.34178%

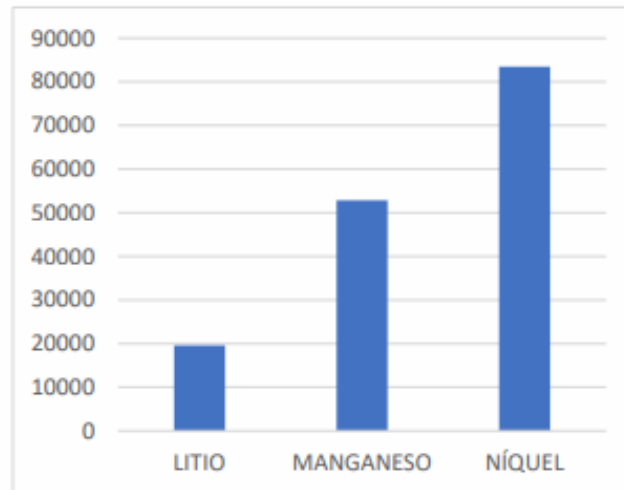
Nota. Autores, 2025; Tomado de: Peñaloza, D & Cobos, D; 2024.

De acuerdo con los resultados presentados en la Tabla 8, se determinó que el componente de la batería que experimenta la mayor migración de contaminantes es la celda, al registrar los niveles más elevados de litio y níquel en comparación con los demás elementos analizados. La composición de la celda mostró una presencia de litio de un 6,72%, un 31,78% de níquel y un 20,34% de manganeso. Con la prueba de espectrometría de masas que se realizó sobre la celda proporcionaron un análisis a detalle de su composición, esta prueba cuantificó con precisión la presencia de litio, níquel y manganeso en la celda, como se muestra a continuación en la figura 1.

Análisis de resultados

Figura 1

Cantidad de elementos tóxicos en la Celda en mg/kg



Nota.: Adaptado de Investigación sobre los métodos de reciclaje de las baterías de ion de litio en sus procesos físicos y químicos, Peñaloza, D & Cobos, D, 2024.

Como se puede observar en la Figura 1, el nivel presente de elementos tóxicos es elevado, con un valor de 18281,9 mg/kg con respecto al litio, el manganeso se encuentra presente con un valor de 57475 mg/kg y finalmente el níquel presenta un valor de 92690,3 mg/kg. Por lo que la celda no se podría reciclar con un método tradicional, teniendo que someterse a tratamientos como la pirometalurgia o hidrometalurgia.

Como se puede observar en la tabla 1, existen alrededor de 6 tipos de composiciones de baterías. En Ecuador en el año 2016 el tipo de batería más dominante fue la de cobre-manganeso-litio, por lo que es el objetivo de la presente investigación. Con los datos generales obtenidos, se puede determinar que la manipulación de los elementos debe ser de extremo cuidado, los elementos que se buscan reciclar son metales, plásticos y electrolitos. Estos elementos pueden ser reciclados por medio de empresas locales o a su vez empresas internacionales.

Métodos de reciclaje

Existen dificultades técnicas y así mismo de producción lo que niega el reciclaje en lo absoluto de las baterías de iones de litio, sin embargo, si se pueden llegar a recuperar algunos materiales como los plásticos y los metales por eso, esta investigación se centró en ver que tan factible es reciclar estos componentes.

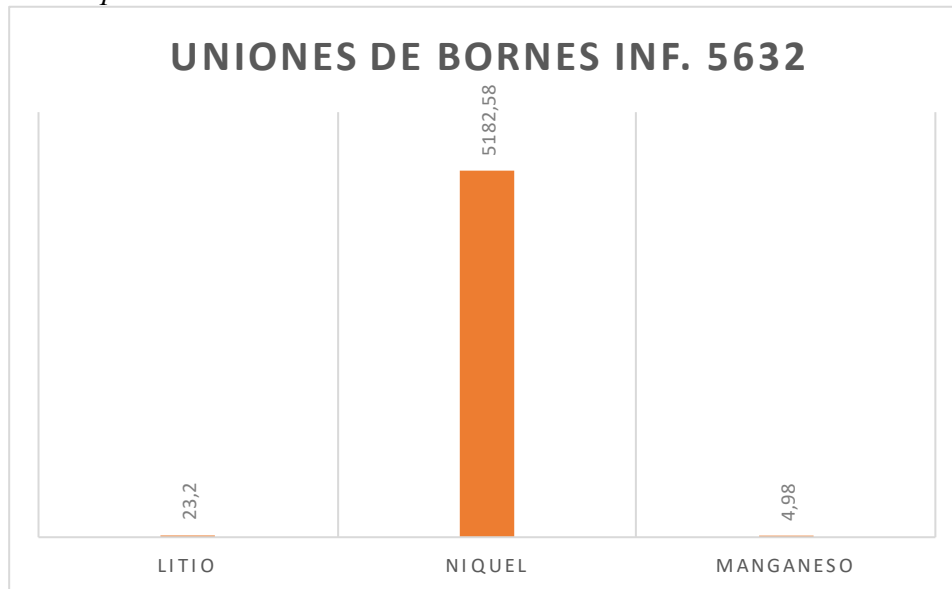
Para el Ecuador el reciclaje mecánico es una opción más conveniente relacionado con otros tipos, ya que es más económico y además no se necesita tanta maquinaria, al implementar este tipo de reciclaje se puede recuperar entre un 70% y 90% de material porque lo que tiende a ser un método más eficiente al momento de reciclar en Latinoamérica (T. Hundertmark, 2019).

A partir de las figuras se observa el nivel de contaminación que se puede encontrar en los materiales plásticos, metálicos y electrolitos. Aclarando que sean seguros para su correcta manipulación. El litio no debe pasar del nivel de contaminación, que es de 300 mg, así mismo el manganeso no debe de superar el 8.8 mg y el níquel no debe pasar de 15 mg.

Los datos obtenidos son los que se muestran a continuación, en la que se detalla el nivel de presencia de materiales tóxicos en los elementos analizados, en el cual se observa que la celda es el elemento que cuenta con una mayor presencia de partículas por millón de contaminación.

Figura 2

Contaminación presente en las uniones de bornes.

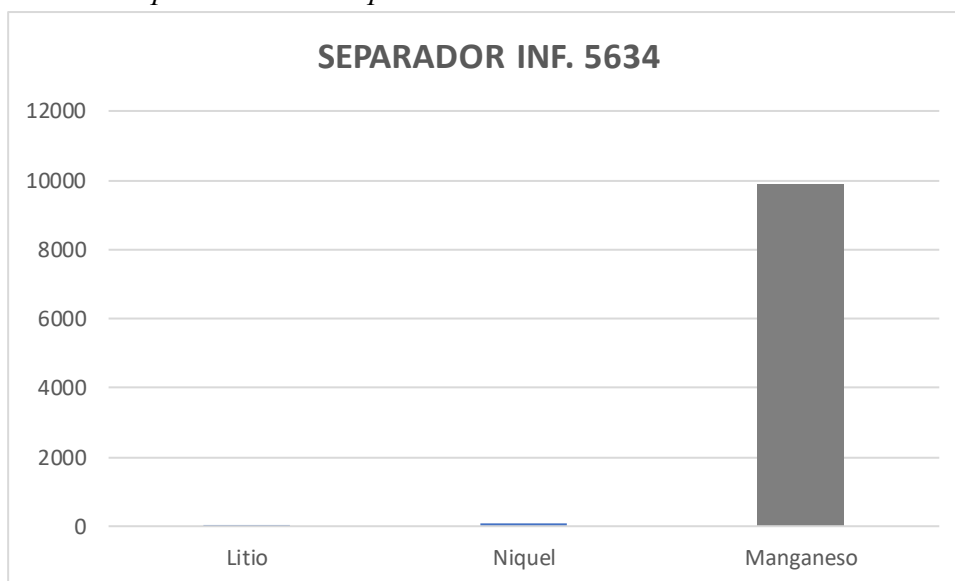


Nota. Los valores presentes se encuentran en partículas por millón.

Las uniones de los bornes presentan una contaminación elevada de níquel debido a una degradación de los componentes metálicos ya sea por temperatura o desgaste mecánico afectando la conductividad eléctrica y acelerando su oxidación.

Figura 3

Contaminación presente en el separador.

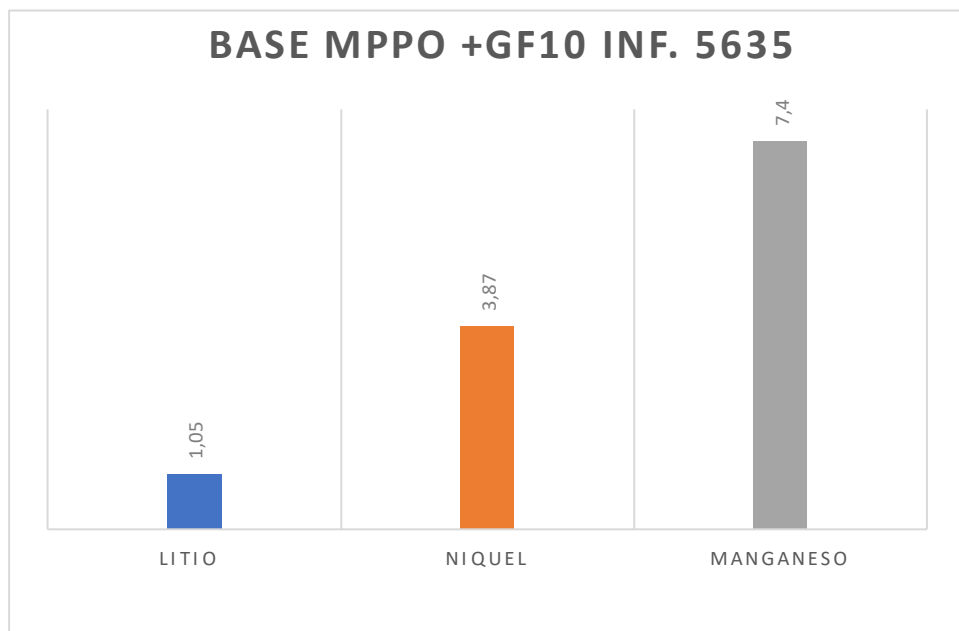


Nota. Elaboración propia. Los valores se encuentran en mg/kg

La contaminación que se encuentra presente en el separador es liderada por el manganeso al ser un elemento esencial en los cátodos de las baterías de ion litio, la existencia de un exceso de manganeso se debe al desprendimiento de las partículas de cátodo lo que genera deterioro en las propiedades del separador, reduciendo la resistencia mecánica y su estabilidad térmica.

Figura 4

Contaminación presente en la base.

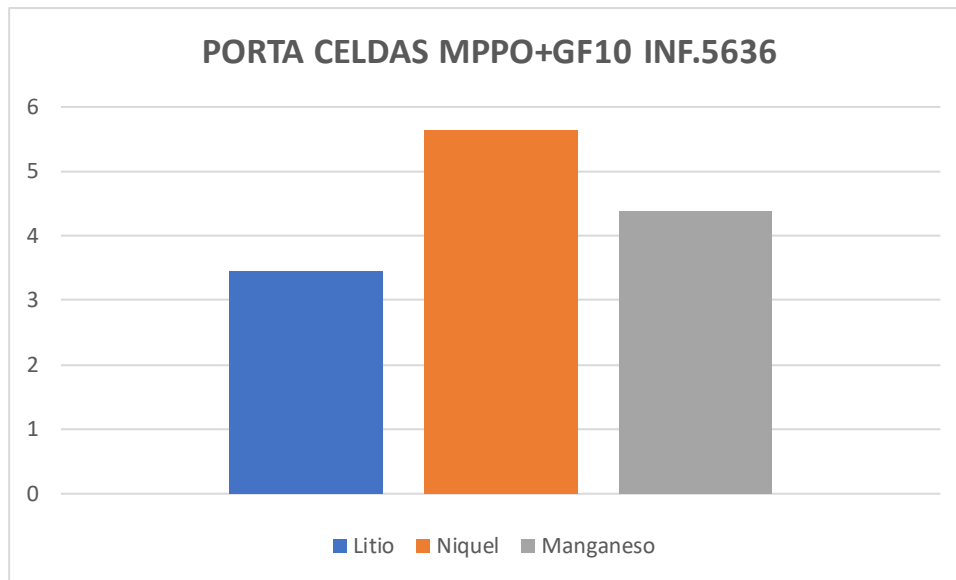


Nota. Elaboración propia. Los valores se encuentran en mg/kg

La base presenta una contaminación metálica mínima haciendo que la base todavía conserve sus propiedades aislantes y estructurales, sin embargo, la presencia de níquel y litio se debe al desgaste electroquímico que sufre con el paso del tiempo además del contacto con componentes internos de la batería.

Figura 5

Contaminación presente en porta celdas.



Nota. Elaboración propia. Los valores se encuentran en mg/kg

La porta celdas muestran una contaminación moderada debido al contacto con las celdas de la batería, aunque el exceso de níquel presente puede deberse a electrodos o terminales así mismo permitiendo recuperar materiales ayudando a un ciclo de vida más sostenible para los EV

Tabla 9

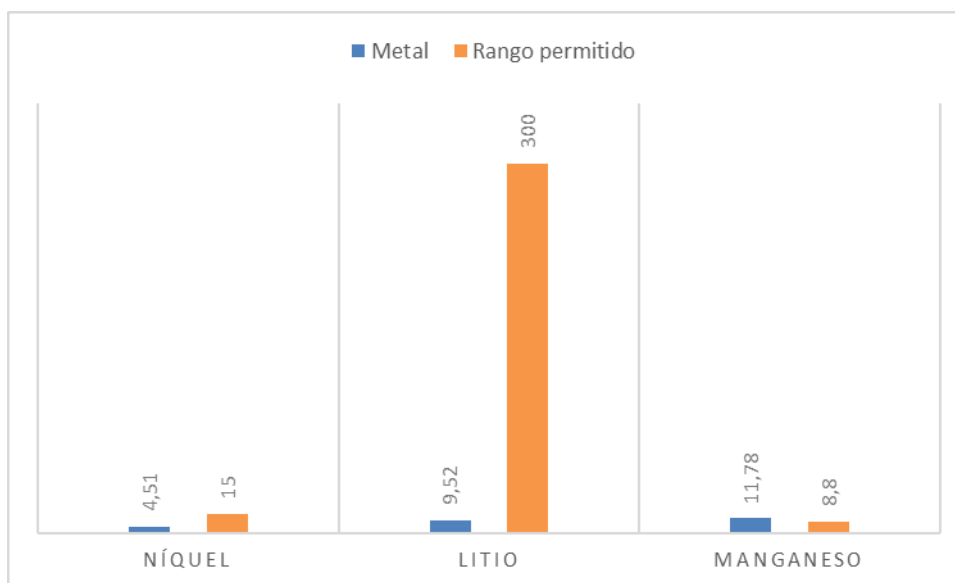
Comparación de contaminación en elementos plásticos y metálicos con rango permitido en mg/m³

Muestra	Níquel	Litio	Manganeso
Plástico	4.51	9.52	11.78
Metal	13.1	75.1	19.93
Rango permitido	15	300	8.8

Nota. Adaptado de Investigación sobre los métodos de reciclaje de las baterías de ion de litio en sus procesos físicos y químicos, Peñaloza, D & Cobos, D, 2024.

Figura 6

Contaminación de los componentes plásticos y rango permitido mg/m³.



Nota. (Autores, 2025; Tomado de: Investigación sobre los métodos de reciclaje de las baterías de ion de litio en sus procesos físicos y químicos)

Como se puede observar en la figura 6, el manganeso excede los límites de contaminación con un valor de alrededor de 3 sobre el límite establecido.

La falta de infraestructuras industriales de procesos avanzados relacionados a la hidrometalurgia en Ecuador limita la posibilidad de recuperar materiales importantes de las baterías, por eso se opta por el reciclaje de plásticos al ser más practica y clave para disminuir la contaminación ambiental.

Los plásticos no son el material predominante, sin embargo, se vieron afectados por una migración de elementos contaminantes desde las celdas de las baterías, esto es importante para mejorar las estrategias del reciclaje y manejar los residuos de los plásticos del país.

Para la limpieza o desintoxicación de los plásticos se puede aplicar el método de fitorremediación, en el cual se utilizan plantas para que estas puedan absorber y eliminar los metales que se encuentran en el suelo o en los materiales ya

contaminados, este proceso se destaca en la eliminación de metales como litio, el cobalto y el níquel (J. Henschel, 2020).

Tabla 10

Procesos de reciclaje para cada tipo de plástico presente en la batería de EV.

Plástico recuperado	Proceso	Segundo uso útil
ABS (de carcasa)	Triturado, fundido e inyección	Esferos, carcasas de computadoras, piezas de automóviles, juguetes
PP / PE (de separadores)	Lavado, extrusión y pelletizado	Tapas de botellas, macetas, muebles de plástico, contenedores
PVC (aislantes o cables)	Granulación o pirolisis	Mangueras, pisos vinílicos, tubos flexibles
PC o PA (de circuitos y BMS)	Fundición controlada	Carcasas electrónicas recicladas

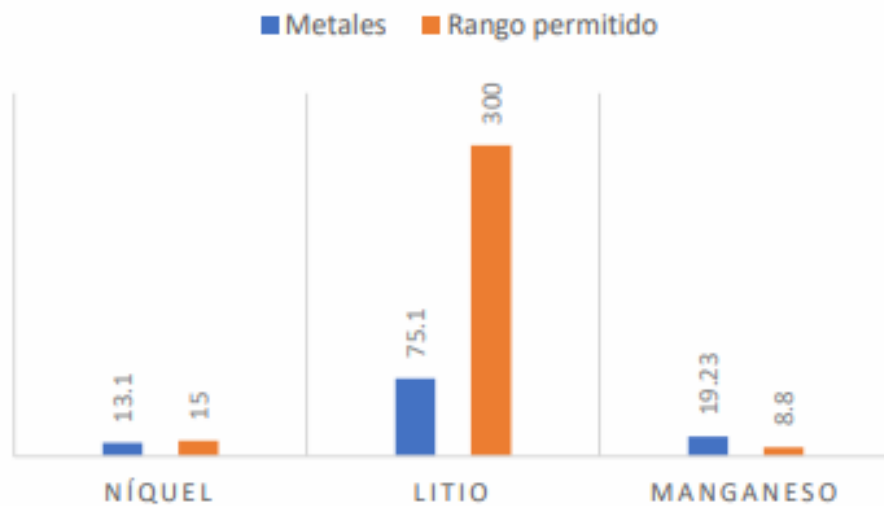
Nota. Elaboración propia.

Existen métodos como el triturado, lavado, fundido e inyección que nos ayuda a convertir cada tipo de plástico de la batería en un nuevo producto cuando llega al final de su vida útil. En el caso del polipropileno (PP) proveniente de la carcasa de la batería se le puede reciclar en piezas automotrices, envases o hasta en carcasas nuevas. El ABS se lo recicla en esferos, juguetes como bloques de construcción y vehículos plásticos. El PVC de los cables y recubrimientos se pueden emplear en mangueras y tubos.

De esta manera se demuestra que los plásticos presentes en las baterías de los EV cuentan con un alto potencial de reciclaje y reutilización, además de reducir residuos y el consumo de recursos naturales.

Figura 7

Contaminación de los componentes metálicos y rango permitido mg/m3.



Nota. Adaptado de Contaminación de los componentes metálicos y rango permitido mg/m3, por Peñaloza, D & Cobos, D, 2024.

En la figura 7 se puede evidenciar que el manganeso presenta valores de 19.23, lo que quiere decir que supero los límites permitidos de contaminación, lo que conlleva a buscar métodos de reciclaje más modernos y versátiles que permitan gestionar estos materiales sin que afecten al medio ambiente.

Para los metales existen métodos como el hidrometalúrgico el cual busca soluciones químicas para extraer metales como el litio, cobalto y más elementos que pueden recuperarse para la reutilización. Existen procesos como la oxidación en el agua subcrítica los cuales muestran resultados positivos donde se recupera en mayoría el litio y el cobalto de las baterías de iones de litio que ya han sido utilizadas (A. Goldberg, 2023).

Para cualquier proceso de identificación o almacenamiento los metales como los plásticos deben analizarse similarmente.

Tabla 11

Proceso de reciclaje para elementos metálicos presentes en las baterías de EV.

Metal o Componente	Proceso de recuperación o reciclaje	Posible segundo uso o aplicación
Litio (Li)	Lixiviación hidrometalúrgica, precipitación selectiva, o extracción con solventes.	Fabricación de nuevas baterías de ion-litio, vidrios cerámicos, y aleaciones ligeras.
Cobalto (Co)	hidrometalurgia y pirometalurgia para obtener CoSO_4 o Co(OH)_2 .	Producción de nuevas celdas de batería.
Níquel (Ni)	Lixiviación ácida y electrodeposición.	Nuevas baterías Ni-MH, acero inoxidable, catalizadores industriales.
Manganeso (Mn)	Precipitación química y separación por solventes.	Fabricación de nuevos cátodos o producción de fertilizantes y pigmentos.
Hierro (Fe)	Separación magnética y fundición.	Reutilización en aceros, estructuras metálicas o materiales de construcción.
Cobre (Cu)	Separación mecánica y refinación electrolítica.	Conductores eléctricos, cableado y componentes electrónicos.
Aluminio (Al)	Fundición y refinación.	Fabricación de piezas livianas, estructuras automotrices o envases.
Grafito (C)	Flotación, separación por gravedad y purificación térmica.	Material de ánodo reciclado, lubricantes industriales o aditivos para cemento.

Nota. Elaboración propia.

Las baterías de los vehículos EV cuentan con elementos como el cobalto, níquel, cobre y aluminio los cuales realizan el funcionamiento electroquímico en la batería, siendo importante en la economía circular por su alto valor en la recuperación y reutilización.

El litio es uno de los componentes más importantes debido que se puede reciclar mediante procesos hidrometalúrgicos lo que permite su uso en nuevas baterías o aleaciones ligeras. El cobalto se encarga de controlar la estabilidad térmica entre las celdas y el níquel es el encargado de aumentar la capacidad energética, ambos pueden reciclarse mediante lixiviación acida y electrodeposición, así mismo al finalizar el proceso son utilizados en nuevas baterías, catalizadores.

El hierro y el manganeso pueden reciclarse mediante el proceso de separación magnética o por fundición teniendo un segundo uso estructuras industriales, se encargan de cumplir funciones estructurales. Metales como el cobre y aluminio pueden reciclarse mediante procesos de fundición o mecánicos estos pueden reincorporarse en la industria automotriz sin perder sus propiedades, lo que representa una cadena de reciclaje sólida.

El grafito no es un metal en sí, pero cumple su función en la parte del ánodo para su reciclaje se da mediante procesos físicos o térmicos siendo reutilizado como lubricante o material de relleno.

Tabla 12

Valor estimado de componentes en reciclaje.

Componente	Material	Peso (kg)	Precio reciclaje (USD/kg)	Valor estimado a recibir (USD)
Uniones de Bornes	Cobre	0.088	5.41	0.47
Separador	PP/PE	0.219	1.80	0.39
Base mppo + gf10	PP/GF	0.377	4.80	1.80
Porta celdas mppo + Gf10	PP/GF	0.196	4.80	0.94
Total				3.60

Nota. Elaboración propia

En la tabla 12 se presenta una estimación de peso, material, precio de reciclaje y el valor económico de los distintos componentes de la batería del vehículo eléctrico, aclarando que los metales presentan una mejor rentabilidad aun en pequeñas cantidades, mientras que los polímeros presentan un valor económico reducido. Los valores presentados son referenciales, obtenidos a partir de precios promedio del mercado ecuatoriano de materiales reciclables y del peso individual de cada uno de los elementos, obteniendo un valor aproximado de reciclaje de 3,60 USD. Además, se debe tener en cuenta la cantidad total de los componentes para obtener un valor referencial total del reciclaje de la batería.

Tabla 13

Elementos metálicos presentes en los componentes analizados de la batería.

Metal	% presente	Peso recuperable (kg)	Precio estimado (USD/KG)	Valor potencial (USD)
Litio	6.8830	0.11	50.00	5.5
Niquel	34.6501	0.55	15.00	8.25
Manganeso	56.0434	0.91	2.00	1.82

Nota. Elaboración propia.

En la tabla 13 se evidencia la principal estimación de elementos metálicos recuperables a partir de los componentes analizados, considerando el porcentaje de presencia, peso recuperable, valores económicos referenciales del mercado ecuatoriano. Se evidencia que la rentabilidad económica de los elementos metálicos no depende exclusivamente de la cantidad en masa. En cuanto al litio, a pesar de tener el menor porcentaje del total, su valor económico es potencial debido a su precio por

kilogramo, resaltando como uno de los metales más estratégicos en la cadena de valor de las baterías. El níquel cuenta con una alta presencia porcentual y con un precio de mercado intermedio, por lo que se posiciona como uno de los principales promotores para los procesos de reciclaje y por último el manganeso, aporta un valor económico bajo, ya que no es tan rentable en el mercado ecuatoriano aun teniendo en cuenta que es el metal con un mayor porcentaje presente.

Transporte

Costa Rica cuenta con la ley N° 9518, “Incentivos y promoción para el transporte eléctrico”. En esta ley se establece que los importadores de dichos vehículos se deben encargar de las baterías desechadas de los vehículos vendidos. Aunque no se define el procedimiento de transporte de las baterías.

En la hoja de ruta para la gestión integral de residuos de baterías de vehículos eléctricos propuesta por MINAE, nos dice: “Capítulo II de la Ley N° 8839, Ley GIR. Correspondiente a los Movimientos Transfronterizos; este capítulo presenta de manera especial todo lo referente al movimiento transfronterizo de residuos como exportación, importación y tránsito de residuos (Art. 38), describe disposiciones en caso de prohibición para la importación y el movimiento transfronterizo (Art. 39), Exenciones para importación de residuos (Art. 40), Inspección de aduanas (Art. 41) y repatriación (Art. 42).” (Urcuyo, González, Castro, & Perez, 2023)

En el caso de Europa, Flash battery nos dice que: “Todas las mercancías consideradas “peligrosas” deben cumplir los requisitos específicos establecidos en el documento internacional elaborado por las Naciones Unidas, a saber, el Manual de Pruebas y Criterios. Este contiene todas las normas que deben seguirse para la manipulación segura de las mercancías que se envían y la sección 38.3 del mismo proporciona especificaciones para las baterías de iones de litio.

Con la excepción de los prototipos o las series de prueba pequeñas, la certificación UN 38.3 es obligatoria para la manipulación segura de las baterías en cualquier modo de transporte, tanto nacional como internacional, para evitar sanciones o detenciones aduaneras y para garantizar que no haya peligros durante el envío.” (Battery, 2022)

“Dependiendo del modo de envío seleccionado, el transporte de mercancías peligrosas, y de baterías de litio en particular, está regulado por normas específicas, tanto europeas como internacionales, que los transportistas están obligados a cumplir:

RID: Reglamento relativo al transporte internacional de mercancías peligrosas por ferrocarril

ADR: Acuerdo europeo relativo al transporte internacional de mercancías peligrosas por carretera

ADN: Acuerdo europeo relativo al transporte internacional de mercancías peligrosas por vías navegables interiores

IMDG: Código Marítimo Internacional de Mercancías Peligrosas

IATA DGR: Reglamento de Mercancías Peligrosas de la Asociación Internacional de Transporte Aéreo”. (Battery, 2022)

En Ecuador, la normativa sobre el reciclaje de baterías es limitada, “no hay una legislación específica que regule el ciclo de vida completo de las baterías de VE, desde su producción hasta su disposición final. La falta de regulaciones claras y específicas dificulta la creación de incentivos y obligaciones tanto para los consumidores como para los fabricantes y recicladores de baterías. El transporte de baterías de VE usadas implica altos costos debido a su peso, tamaño y los riesgos asociados al manejo de materiales peligrosos. En Ecuador, la infraestructura de transporte y manejo de residuos peligrosos es limitada, lo que encarece el envío de

baterías a plantas de reciclaje en el extranjero. Los altos costos de transporte y logística reducen la viabilidad económica del reciclaje de baterías en Ecuador.”

(Maurad Maurad, G. E., & Sánchez Parrales, L. V., 2024)

Normativas

En Costa Rica una normativa o reglamento específico para el manejo correcto de las baterías de los EV cuando estas cumplen con su vida útil se encuentra en desarrollo, esta es la ley de gestión integral de residuos N° 8839. La cual busca Regular la gestión integral de residuos mediante la planificación y ejecución de acciones regulatorias, operativas, financieras, administrativas, educativas, ambientales y saludables.

En Europa se emplea el reglamento (UE) 2023/1542. “El nuevo Reglamento sobre Baterías garantizará que, en el futuro, las baterías tengan una baja huella de carbono, utilicen la mínima cantidad de sustancias nocivas, necesiten menos materias primas de países no pertenecientes a la UE y se recojan, reutilicen y reciclen en gran medida en Europa”. (European Commission, 2023)

En Ecuador No existe una normativa específica hacia el reciclaje de las baterías de los EV, ya que estas se rigen más a las leyes ambientales, como puede ser las normativas INEN NTE, la ISO 17025.

Almacenamiento

“Las baterías son dispositivos que tienen desafíos específicos a la hora de ser transportadas y almacenadas debido a los peligros asociados. Eventos como los fuegos causados por cortocircuitos pueden llegar a ser muy comunes con un mal manejo y aislamiento de los electrodos. En ese sentido, se diagnosticó que se debe generar una normativa específica para regular la manera en la que estos dispositivos son movidos de un lugar a otro y guardados de forma segura. La legislación canadiense Transport of

Dangerous Goods SOR/2001-286 debe ser una referencia para la puesta en marcha de este paso.” (Urcuyo Solórzano, R. y González Flores, D., 2022)

En Europa el reglamento que se aplica es: “Regulation (EU) 2023/1542 on batteries and waste batteries”. Este reglamento no se dirige de manera única al almacenamiento de las baterías, pero si existen varios requisitos que se implican de manera directa con este apartado. “Etiquetado general: código QR (el identificador único conforme a la norma ISO 15459, etc.), marcado CE, símbolo de recogida selectiva, instrucciones para el uso y almacenamiento seguros, identificación del fabricante, categoría y detalles de la batería, fecha y lugar de fabricación, peso, composición química, instrucciones para la mitigación de incendios y explosiones, instrucciones de eliminación, etc.” (Moring, 2025)

En Ecuador no existe una norma estricta para el almacenamiento de las baterías de vehículos eléctricos, pero si existen normativas que se relacionan de manera indirecta, como lo es el acuerdo ministerial N°. MAATE-2021-034, en este se establece disposiciones, requisitos, y lineamientos ambientales de la aplicación de la REP (responsabilidad extendida del productor) para baterías de ácido plomo, usadas desde su importación o generación, recolección/transporte, almacenamiento y eliminación mediante el aprovechamiento.

Conclusiones

- Se identifico mediante el análisis de espectrometría los niveles de toxicidad de los componentes, los cuales fueron plasmados en las figuras 1 – 5, donde las celdas eran el componente más crítico ya que presentaban cantidades de 92690,3 mg/kg de níquel y un valor de 57475 mg/kg de manganeso, mientras que en los plásticos y metales los resultados fueron plasmados en la tabla numero 8 donde

el níquel tenía una concentración de 4.51mg/m³ en plástico y en el metal un 13.1 mg/m³, los cuales entran dentro del rango permitido que es de un 15 mg/m³, en cuanto al litio presentaban un 9.52 en plásticos y un 75.1 mg/m³ en metales, los cuales se encuentran en el rango permitido que es de 300 mg/m³, siendo viables para un proceso de reciclaje descartando las celdas.

- En base a las normativas existentes en el país no son lo suficiente para manejar los riesgos que conllevan los componentes como las celdas cuyos niveles de contaminación exceden los niveles permitidos como se muestran en la Figura 1, de esta manera el país requiere fortalecer el marco legal para obligar los tratamientos especializados en los componentes de alto riesgo.

- La viabilidad de reciclaje de los elementos plásticos y metálicos estructurales posiciona al procesamiento mecánico como la estrategia óptima, al garantizar una recuperación de material de un 70% y 90%, según se sustenta en la investigación. Se identifica a la fitorremediación como una tecnología efectiva en la absorción de metales residuales como litio, cobalto y níquel. Finalmente, se determina que metodologías de alcance global como la hidrometalurgia pese a su alta eficiencia presentan una aplicabilidad limitada en el escenario local actual, dada la insuficiente dotación de infraestructura especializada.

Anexos

Anexo 1. Eliminación irresponsable de desechos de baterías de EV.

Esto plantea la cuestión de cómo gestionar las baterías cuando llegan al final de su ciclo de vida para que no representen una amenaza para el medioambiente. En la práctica, ¿qué implica, en la práctica, la eliminación y el reciclaje de las baterías de los coches?

EL IMPACTO AMBIENTAL DE LAS BATERÍAS DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS

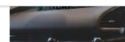
Los **productos químicos** utilizados para fabricar baterías de automóviles eléctricos son **tóxicos**, por lo que cuando se liberan al medioambiente pueden tener **efectos negativos en los organismos vivos**, incluidos los humanos.

Por ejemplo, el cadmio causa daño renal y anemia, el cobalto altera la función tiroidea, mientras que el litio se deposita en los pulmones, provocando su hinchazón.

Los peligros de la **eliminación irresponsable de las baterías de los coches** es uno de los argumentos más habituales entre los que se oponen a la movilidad eléctrica. También se cuestiona el **agotamiento de los recursos necesarios** para la fabricación de baterías, así como las **emisiones de CO₂** producidas durante su procesamiento en múltiples etapas.



Algunos de estos **problemas pueden resolverse reciclando adecuadamente las baterías de iones de**



09 SEPTIEMBRE 2020



BATERÍAS DE AUTOMÓVILES ELÉCTRICOS: LOS PRINCIPALES FABRICANTES Y EL PAPEL DE LOS COMPONENTES ADICIONALES

01 ABRIL 2022



CARSHARING, COCHES AUTÓNOMOS Y AUTOPISTAS ELÉCTRICAS: LAS TRES GRANDES TENDENCIAS DEL TRANSPORTE DEL FUTURO

27 JUNIO 2022



¿COCHES DIESEL O ELÉCTRICOS? ¿POR QUÉ LOS EUROPEOS ELIGEN VEHÍCULOS DE BAJAS EMISIONES?

04 ABRIL 2022



¿BAJARÁN LOS PRECIOS DE LOS COCHES ELÉCTRICOS?

29 JULIO 2022

Anexo 2. Importancia del reciclaje de baterías de EV.

Revista Científica Arbitrada Multidisciplinaria PENTACIENCIAS, Vol. 6, Núm. 6. (Edición Especial III 2024) Pág 200-210. ISSN 2688-2000

Métodos de reciclaje de las baterías utilizadas en vehículos eléctricos en el Ecuador



- **Reciclaje hidrometalúrgico:** es un proceso donde las baterías se disuelven en soluciones ácidas o alcalinas. Luego, se utilizan diferentes procesos químicos para separar los metales. El litio, cobalto, níquel, manganeso y otros metales se pueden extraer en forma pura o en compuestos utilizables. Este método es más eficiente y respetuoso con el medio ambiente que el pirometalúrgico y es ideal para extraer litio y otros metales ligeros.
- **Reciclaje directo (mecánico):** en este método, las baterías se desensamblan mecánicamente para recuperar sus componentes sin necesidad de someterlos a altas temperaturas o productos químicos. Los materiales como los electrodos y los electrolitos se pueden recuperar y reutilizar directamente en nuevas baterías. Este es un método en desarrollo que aún enfrenta desafíos técnicos, pero tiene un gran potencial para el futuro, especialmente en la reutilización de materiales de baterías.
- **Reciclaje electroquímico:** es un método emergente que utiliza técnicas electroquímicas para recuperar los materiales activos de las baterías, especialmente los metales. Mediante la aplicación de corriente eléctrica, los iones de los metales se separan en una solución. Este proceso tiene un futuro prometedor, pero aún no está ampliamente utilizado en el reciclaje de baterías de VE.
- **Reutilización y segunda vida:** las baterías de VE que ya no son aptas para su uso en automóviles pueden seguir teniendo una capacidad considerable y ser reutilizadas en aplicaciones de menor demanda de energía, como sistemas de almacenamiento de energía para hogares o empresas. Esto se conoce como el concepto de "segunda vida" de las baterías. Este método ya se está implementando, especialmente en sistemas de almacenamiento de energía renovable.
- **Reciclaje biológico (biohidrometalurgia):** método experimental utiliza microorganismos para extraer metales de las baterías. Los microbios oxidan los metales, facilitando su recuperación sin necesidad de altas temperaturas ni productos químicos agresivos. Este es un campo en desarrollo con potencial para el futuro, pero actualmente no es un método ampliamente utilizado.

El abordaje de este tema tiene gran importancia en el desarrollo de la ciencia. Los beneficios de reciclar las baterías de los vehículos eléctricos abarcan desde la protección ambiental y el ahorro de recursos hasta la creación de empleo, la reducción de costos y el impulso a la innovación tecnológica. Esto contribuye a una economía más sostenible y a una mayor seguridad energética (Setti, Quintero, & Pimentel, n.d.).

Algunos de los impactos probados en materia de reciclaje es que de acuerdo con la literatura especializada (Dubois et al., 2021), se relacionan con la conservación de recursos: las baterías de los VE, especialmente las de iones de litio, contienen materiales valiosos como litio, cobalto, níquel y manganeso. Estos minerales son limitados y su extracción tiene un alto costo económico y ambiental. El reciclaje permite recuperar estos materiales y reutilizarlos en nuevas baterías, reduciendo la necesidad de extraer más recursos naturales. Con el reciclaje se reducen volúmenes de residuos peligrosos que contienen las baterías, productos químicos y metales pesados que pueden ser tóxicos y dañinos para el medio ambiente si se desechan de forma incorrecta. Si se liberan en vertederos o cuerpos de agua, pueden contaminar el suelo y las fuentes de agua, afectando tanto a la vida silvestre como a los seres humanos.

También se ha manifestado impacto en la disminución de la huella ambiental, la extracción de materias primas y la fabricación de baterías genera una considerable huella de carbono. El reciclaje reduce la demanda de nuevas extracciones, disminuyendo las emisiones de gases de efecto invernadero y la destrucción de ecosistemas, ayudando así a combatir el cambio climático. En cuanto a la seguridad, las baterías de los VE



Esta obra está bajo una licencia *Creative Commons* de tipo (CC-BY-NC-SA).
Grupo Editorial "ALEMA-Pentacencias" E-mail: alema.pentacencias@gmail.com

202

Anexo 3. Gestión integral de las baterías fuera de uso de vehículos eléctricos en el marco de una estrategia de economía circular.

Entre 2015 y 2020, el mundo comenzó a ver nuevos modelos de vehículos eléctricos más competitivos como resultado de nuevas baterías de litio más poderosas y económicas. Recién a partir de 2018-2019 los vehículos eléctricos pasaron a ser la demanda principal de baterías de litio (Bloomberg 2021.a). La rápida expansión de los vehículos eléctricos provocará que la demanda global de baterías de litio supere los 2.000 GWh al año hacia 2030, lo que representa un incremento de 9,45 veces la demanda de 2021 (Bloomberg, 2021.b). Por otro lado, se espera que la capacidad de producción de baterías supere los 2.500 GWh en 2025, según la Asociación de Energía Limpia (CEA, 2021). En consecuencia, se espera que en pocos años los vehículos eléctricos pasen a ser la mayor fuente de residuos de baterías agotadas, con volúmenes que multiplicarán varias veces a los volúmenes provenientes de la industria electrónica y del almacenamiento de energía.

Otro factor que ha potenciado la demanda de las baterías de litio es la notoria reducción de su precio. Según Bloomberg, por primera vez en 2021 las baterías de litio han tenido precios tan bajos (132 dólares/kWh a nivel sistema)², cuando en 2010 su precio promedio era aproximadamente 1.100 dólares/kWh, lo que representa una reducción del 89% en el precio durante la década 2010-2020 (Bloomberg NEF, 2021.c). Por primera vez también se han visto precios mínimos del orden de 100 dólares/kWh en el caso de baterías para buses eléctricos en China, si bien el promedio ponderado por volumen se mantuvo en aproximadamente 105 dólares/kWh.

Desde que estas baterías salieron al mercado en 1991, la caída de su precio fue de más de 30 veces (Castelvecchi, 2021) en 20 años. Naturalmente los precios fluctúan mes a mes, y en 2021 hubo subidas de precios ocasionadas por los efectos tardíos de la pandemia de COVID-19, la crisis de logística marítima en todo el mundo provocó a su vez congestión y colapso de las cadenas de suministro de materiales, que empujaron los precios de los insumos hacia arriba e impactando en el precio de las baterías (Bloomberg NEF, 2021.c). Estas fluctuaciones son transitorias, y se espera que el precio vuelva a su tendencia anterior conforme se normalicen las vías comerciales.

La autonomía de muchos vehículos eléctricos se ha incrementado desde 2012 hasta 2021, manteniendo el valor total del vehículo o incluso disminuyéndolo. Por ejemplo, la autonomía de un Nissan Leaf entre 2010 y 2012 era de unos 200 a 220 km, con una batería de 24 kWh; en 2015 era de 280 km con una batería de 30 kWh; en 2017 subió a 400 km con una batería de 40 kWh, y en 2019 se pudo alcanzar unos 570 km con una batería de 62 kWh. Esto ha sido producto de mejoras continuas, tanto en los materiales de las baterías como en la ingeniería de los sistemas (Nissan, 2019).

Las baterías de litio tienen una vida útil estimada en 8 a 10 años en los vehículos eléctricos grandes como autos y buses eléctricos, y es usual que los fabricantes de dichos vehículos garanticen sus baterías por períodos de similar duración³. A partir de allí, las baterías agotadas pueden tener todavía una capacidad remanente suficiente para ser usadas en una segunda vida en otras aplicaciones de menor exigencia, como en almacenamiento de energía estacionaria. Por lo tanto, el mercado del final de vida de las baterías de litio está desfasado en esa misma cantidad de años respecto al propio mercado de los vehículos eléctricos.

Las baterías son valiosas y contienen materiales reciclables, pero debido a ciertos factores transitorios, de tipo técnico, económico y político, hoy en día en los mercados de Europa y Estados Unidos se recicla una relativamente pequeña proporción, que se estima en el orden del 5% del volumen total de baterías de litio usadas de vehículos eléctricos (Jacoby, 2019), mientras que en China la proporción es algo mayor, pero estimada en torno al 10% en 2019 (Li, 2021)³. Entre las razones




² La nomenclatura de unidades de energía y electricidad se encuentra en el Anexo 1.

³ Sin embargo, estas duraciones y garantías típicas son bastante distintas en vehículos livianos como bicicletas y motos eléctricas, en los que las baterías de litio suelen durar aproximadamente 4 a 6 años, dependiendo de la exigencia, y suelen no tener garantías extendidas.

³ Debido a una gran componente de reciclado informal de baterías de litio (al igual que sucede con las baterías de plomo-ácido), que impide tener registros, los números de China solo pueden ser estimados (Li, 2021).

Anexo 4. Ecuador incursiona en soluciones de reciclaje para las baterías de litio

VISTAZO




Suscríbete

La alianza contempla además el desarrollo de prácticas responsables en el manejo de residuos tecnológicos, tomando en cuenta procesos, certificaciones y normativas ambientales.

Lea también: [Nueva planta evitará que más de 12.000 toneladas de desechos se conviertan en basura](#)

El decano de la Facultad de Ciencias Técnicas, Andrés Castillo, cuenta que la universidad junto a la carrera de Ingeniería Automotriz, participará con todo el contingente académico para la puesta en marcha del proyecto, el cual asegura es **pionero en la región**.

José Errazuriz, subgerente de KIA Ecuador, añade que éste es un paso importante en Latinoamérica, pues aún no existe un organismo dedicado a darle un destino final a estos dispositivos. El convenio permitirá también diseñar protocolos que guíen el futuro en relación con las **baterías de litio**.

Por su parte, el canciller de la UIDE, Nicolás Fernández, señala que Ecuador puede convertirse en un epicentro donde se generen propuestas académicas significativas para colaborar con el sector automotriz.

En el 2023 en el país, según la Asociación de Empresas Automotrices del Ecuador (AEADE), **se comercializaron 12.277 automotores electrificados**, 10.454 fueron híbridos y 1.825 eléctricos, 75% por ciento más que en el 2022.

Lea también: [Desde las estaciones de servicio se impulsa movilidad menos contaminante](#)

Anexo 5. Análisis de las redes globales de producción de baterías de ion de litio.

66 CEPAL

Análisis de las redes globales de producción de baterías de ion de litio...



Fuente: Elaboración propia, sobre la base de BIS Research (2020), "Global lithium-ion battery recycling market: focus on technology, chemistry, end source, and regional analysis", BIS Research: <https://www.researchandmarkets.com/>.

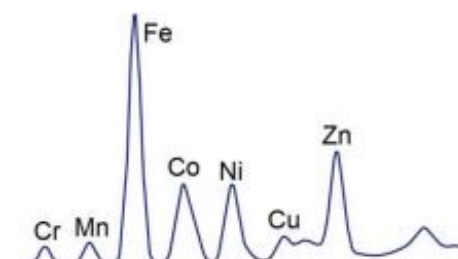
En cuanto al aspecto normativo, a nivel global, se vienen desarrollando estándares y regulaciones para las prácticas de reciclaje y reutilización de BiL. China y Europa son los líderes regulatorios en la actualidad, dejando a los países en desarrollo muy atrás. En diciembre de 2020, la Comisión Europea ha presentado un proyecto de directiva sobre baterías que incluye requerimientos sobre el ciclo de producto de las BiL y el contenido de elementos provenientes del reciclaje⁴¹. En el caso de América Latina, el reciclaje de baterías suele estar cubierto por regímenes más amplios de gestión de residuos sólidos cuyos datos no son muy alentadores. Solo el 55% de éstos se gestiona adecuadamente en rellenos sanitarios con importantes fallas en su recolección y la inexistencia de regímenes regulatorios, así como infraestructura para el reciclaje (World Bank, 2020).

Anexo 6. Espectrometría; mecanismo, tipos y usos

¿Qué es la espectrometría?

La espectrometría es una técnica analítica que se utiliza en el ensayo cualitativo y cuantitativo de una sustancia química. En otras palabras, puede usarse en la evaluación espectroscópica de una sustancia de muestra, es decir, para investigar el espectro de composición de esa muestra en particular. En pocas palabras, le dice a un químico o físico sobre los componentes reales presentes en una muestra de prueba y también sobre la concentración de cada uno de los componentes. La espectrometría de masas es el procedimiento espectrométrico más importante prácticamente utilizado en un laboratorio.

Dependiendo de la técnica de ionización empleada, un espectrómetro puede clasificarse en varios tipos, algunos de los cuales incluyen el espectrómetro de emisión de óptica (OES), también conocido como chispas, el espectrómetro de rayos X de dispersión de energía (EDX) por Fluorescencia de Rayos X (XRF), el espectrómetro de plasma de acoplamiento inductivo (ICP) y el espectrómetro de ruptura inducida por láser (LIBS).



Anexo 7. Características funcionales de las baterías de níquel-cadmio.



Desventajas:

- Precio elevado, en comparación con las baterías de plomo-ácido (por encima de los 300 €/kWh).
- Dentro de los componentes utilizados en la fabricación de estas baterías se encuentra el cadmio, elemento altamente contaminante y que obliga a aumentar la eficiencia en el reciclado de estas baterías, una vez que quedan fuera de servicio. En la actualidad existen técnicas para el reciclado total de este tipo de baterías y los esfuerzos encaminados en este sentido están apoyados de forma conjunta por los gobiernos y los grandes fabricantes de baterías.
- Actualmente ya no se fabrican en muchos de los países desarrollados.
- Autodescarga de un 10% mensual.
- La tensión nominal es de 1,2 V/celda, un valor bastante bajo por celda, lo que requiere la conexión en serie de un mayor número de celdas para alcanzar una determinada tensión.
- Efecto memoria muy alto.
- Sufren envejecimiento prematuro con el calor.

1.6. BATERÍAS DE NÍQUEL-HIDRURO METÁLICO.

El hidruro metálico de níquel (NiMH) se introdujo comercialmente en la última década del siglo XX. Tiene un rendimiento similar al de la batería de NiCd, siendo la principal diferencia que en la batería de NiMH utiliza un ánodo de hidróxido de níquel y un cátodo de una aleación de hidruro metálico, que las hacen libre de cadmio, lo que conlleva una ventaja considerable.

Estas ventajas se centran básicamente en un aumento de la capacidad, una disminución del peso y un menor efecto memoria.

1.6.1. Características funcionales de las baterías de níquel-hidruro metálico.

La tecnología de níquel-hidruro metálico tiene características eléctricas similares a la tecnología de níquel-cadmio. La tensión nominal por celda es 1,2V y las curvas de carga y descarga son bastante parecidas. Al igual que en las baterías de NiCd es el efecto "delta peak" el utilizado para marcar el fin de carga en las baterías.

Anexo 8. Características de un vehículo eléctrico

Noticias



Conoce qué es un vehículo 100% eléctrico

2025-05-09

En un mundo en constante evolución, la búsqueda de alternativas sostenibles a los carros en venta tradicionales resulta crucial. Por este motivo, los modelos ecológicos, como las camionetas eléctricas, se presentan como soluciones prometedoras que combinan eficiencia, tecnología y cuidado del medio ambiente.

Pero, ¿qué es un vehículo eléctrico y cuáles son las características que lo convierten en una opción revolucionaria en el transporte moderno? ¡En el siguiente artículo aclaramos todas estas dudas!

¿Qué es un vehículo 100% eléctrico?

Un **vehículo 100% eléctrico**, también conocido como EV o BEV, es un tipo de automóvil que funciona solo con un motor eléctrico impulsado por la electricidad almacenada en una batería recargable, lo que lo diferencia de los carros tradicionales, que dependen de combustibles fósiles como la gasolina o el diésel para moverse.

Al no tener un motor de combustión interna, estos autos no producen emisiones de gases contaminantes durante su funcionamiento. Por ello, se han convertido en una opción muy popular entre las personas que quieren conducir de manera más eficiente a la vez que cuidan el medio ambiente.

Te puede interesar: [Conoce 3 diferencias entre los autos híbridos y eléctricos](#)

¿Cuáles son las características de un vehículo eléctrico?

Los **carros totalmente eléctricos** tienen una serie de características que los distinguen de los vehículos con combustión interna. Entre las más destacadas están las siguientes:

1. Cero emisiones de gases de escape

¡Cotiza
ahora!

Anexo 9. Concepto de batería

Batería

Índice ▾

Te explicamos qué es una batería y cómo funciona este artefacto. Además, los tipos de baterías que existen y qué es una pila.

▶ Escuchar

3 min. de lectura



Las baterías convierten energía química en energía eléctrica.

¿Qué es una batería?

Una batería eléctrica, también llamada pila o acumulador eléctrico, es un artefacto compuesto por celdas electroquímicas capaces de convertir la **energía química** en su interior en **energía eléctrica**. Así, las baterías generan corriente continua y, de esta manera, **sirven para alimentar distintos circuitos eléctricos**, dependiendo de su tamaño y potencia.

Anexo 10. AVANCES ACTUALES DE LAS BATERÍAS DE LOS AUTOMÓVILES ELÉCTRICOS

Miranda-Reyes et al. (2023)



sistemas de baterías. Dentro de las ventajas que tienen las celdas de litio son:

- Tienen un alto voltaje, las celdas pueden tener hasta 4 V tensiones, lo cual dependerá del material del cátodo
- Tienen alta energía específica y densidad de energía
- La energía transmitida es mayor a 200 Wh/Kg y 400 Wh/L.
- Operan en un rango de temperatura entre -40°C a 70°C, pudiendo ser un poco mayor
- Poseen alta densidad de potencia
- Otorgan una gran capacidad de energía en altos niveles de potencia y corriente
- Posee una curva de descarga con voltaje constante y tienen mayor resistencia
- Tienen larga vida útil y si trabajan con temperatura ambiente pueden durar hasta 10 años.

Además menciona que estas baterías se subdividen en:

Batería de Litio / Sulfuro de Hierro

Tienen un alto rendimiento, bajo peso, desarrollan un voltaje muy alto 2.3 V y densidad corriente alta 1

A/cm²., usan electrodos de sal fundido y electrodos porosos sólidos, conforme a la composición de estas las baterías podrán operar en un extenso rango de temperatura. Tienen alta eficiencia, que es la razón entre la carga generada y la carga teórica. Toleran la sobrecarga, tienen corriente continua de carga y se ubica por debajo de la auto descarga baja. Dentro de las desventajas están: necesita un sistema de gestión térmica, para poder mantener la temperatura en un nivel aceptable, por lo que necesita consumo de energía.

Baterías de Ion-Litio

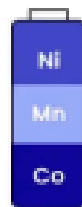
Según lo expuesto por Navarro (2022) estas baterías se caracterizan por una alta densidad de energía, baja tasa de autodescarga, mínimo peso y mayor vida útil con respecto a otras baterías. Además, menciona que los automóviles eléctricos que están actualmente en el mercado usan baterías con distintas composiciones químicas, sin embargo, en la tabla 1, se mostraran las que presentan litio en su composición, destacando que la cantidad de litio en una batería en comparación a otros materiales que

Anexo 11. Porcentaje de materiales en diferentes tipos de NMC



mejorada para solucionar problemas de estabilidad a altas temperaturas. Ampliamente utilizado en vehículos eléctricos premium (como el Tesla Model 3).

Tendencia: La industria está adoptando productos químicos con alto contenido de níquel (como la serie NMC 9) para aumentar la autonomía. Sin embargo, persisten preocupaciones de seguridad que podrían abordarse con innovaciones como los electrolitos de estado sólido.



NMC 111

Nickel 33.3%
Manganese 33.3%
Cobalt 33.3%



NMC 622

Nickel 60%
Manganese 20%
Cobalt 20%



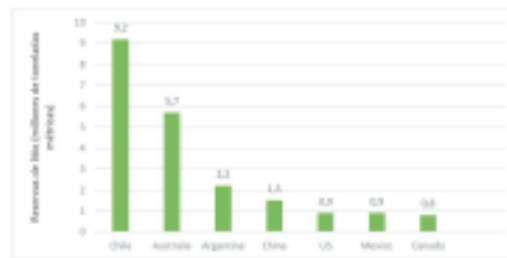
NMC 811

Nickel 80%
Manganese 10%
Cobalt 10%

Curva de voltaje y descarga de la batería NMC

El voltaje, la degradación de la capacidad y el comportamiento de descarga son tres factores vitales que influyen en la vida útil de la batería NMC de litio. Afectan la vida útil de la batería, su capacidad de almacenamiento de energía y la consistencia de su potencia de salida a lo largo del tiempo.

Anexo 12. El níquel como elemento clave en baterías NMC.



Fuente: Servicio Geológico de Estados Unidos, MineSpans, 2022.

El níquel es un elemento clave en la composición química de las baterías de iones de litio de níquel, manganeso y cobalto (NMC) y de níquel, cobalto y aluminio (NCA), que contienen un 33% y un 80% de níquel, respectivamente. La extracción de níquel tiene la mayor intensidad de emisiones de todos los metales, al generar una media de 10 toneladas de CO₂ por cada tonelada de metal. Esta práctica se ha relacionado también con la creciente deforestación y la contaminación de ríos y lagos locales en Indonesia, que posee las mayores reservas de níquel del mundo.

Preocupación por la seguridad

Igual que las baterías de los smartphones pueden calentarse al cargarse, las de los vehículos eléctricos tienden a sobrecalentarse. Lógicamente, esto plantea graves riesgos para la salud o puede poner en peligro la vida del usuario final si las baterías se incendian.

Anexo 13. Composición de los diferentes tipos de baterías ion – litio

Revista Científica "INGENIAR": Ingeniería, Tecnología e Investigación, Vol. 6 Núm. (11) 2023, ISSN: 2737-6249
Avances actuales de las baterías de los automóviles eléctricos



la componen dependerá de la composición química de la misma.

Tabla 1. Composición de los diferentes tipos de baterías ion-litio

Tipo	Abreviatura	Material del cátodo	Material del ánodo	Arreglo geométrico del mineral
Oxido de litio y cobalto	LCO	LiCoO_2	Grafito	Capas
Oxido de litio y manganeso	LMO	LiMn_2O_4	Grafito	Espinela
Oxido de litio, níquel, manganeso y cobalto	NMC	$\text{LiNi}_x\text{Mn}_y\text{Co}_z\text{O}_2$	Grafito	Capas
Fosfato de litio y hierro	LFP	LiFePO_4	Grafito	Olivino
Oxido de litio, níquel, cobalto y aluminio	NCA	$\text{LiNi}_x\text{Co}_y\text{Al}_z\text{O}_2$	Grafito	Capas
Titanato de litio	LTO	LMO o NMC	Li_2TiO_5 o $\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{13}$	Espinela

Fuente: (Navarro, 2022)

Por otro lado, Enriquez (2022), asegura que estas son una de las más usadas en vehículos eléctricos, compuestas por iones de litio con electrolito líquido, por lo que son consideradas como la excelente tecnología en baterías recargables.

Por ello se siguen desarrollando estas baterías que puedan tener excelentes características para ser usadas en vehículos de motor eléctrico o e híbridos. En la figura 4 se muestran este tipo de baterías.

Figura 4. Baterías de ion litio



Fuente: (Enriquez, 2022)

Baterías de hierro fosfato con componentes de litio

Valencia y Rey (2022), menciona que estas baterías de hierro litio fosfato (Li Fe Po_4), se crearon

tomando como punto de partida la tecnología Litio-ion introducida al mercado a comienzos del año 2000. Actualmente se usan en los vehículos eléctricos para almacenar

Anexo 14. Análisis de los métodos de reciclaje de materia prima a partir de baterías de litio en desuso de vehículos eléctricos e híbrido.

14

permitir alcanzar el mayor rendimiento de recuperación de elementos. Desde un punto de vista económico y de seguridad, la presencia de metales alcalinos (Li o Na) y de disolventes orgánicos implica una investigación profunda de nuevas tecnologías de fragmentación. En los últimos años, varios estudios se han centrado en el pretratamiento mecánico y la separación segura y rentable durante las operaciones de desmontaje. La optimización de las tecnologías de clasificación según la química de las baterías o los materiales activos es un reto para garantizar una separación eficaz de los componentes recuperables (Energigune, 2021).

Se están estudiando soluciones innovadoras en este campo utilizando técnicas avanzadas de caracterización, inteligencia artificial y tecnologías de automatización. Este paso tiene como objetivo mejorar la separación de la masa negra de los colectores, la carcasa y otros componentes mediante separadores gravimétricos, magnéticos, electrostáticos y mecánicos después de la etapa de trituración. Tras la optimización de la separación de componentes, el siguiente paso podría ser el más desafiante, que implica el diseño de procesos metalúrgicos avanzados para hacer rentable y sostenible la recuperación de los principales elementos constitutivos de la batería (Energigune, 2021).

1.3. Justificación del proyecto

El futuro del reciclado de baterías no sólo tendrá como objetivo recuperar los metales valiosos críticos, sino también tratar los elementos no metálicos (grafito, electrolito, disolvente, sales y polímeros). Hasta el momento, se ha investigado una gran cantidad de opciones de procesamiento: pretratamiento térmico (para la

Anexo 15. Peligros de la eliminación irresponsable de las baterías de EV.

☰
KNAUF INDUSTRIES
🔍

El número de vehículos eléctricos en todo el mundo crece a pasos agigantados. Se prevé que en el año 2030 habrá unos 145 millones de estos vehículos en circulación, por lo que se espera que la demanda de baterías de iones de litio aumente hasta 14 veces.

Esto plantea la cuestión de cómo gestionar las baterías cuando llegan al final de su ciclo de vida para que no representen una amenaza para el medioambiente. En la práctica, ¿qué implica, en la práctica, la eliminación y el reciclaje de las baterías de los coches?

EL IMPACTO AMBIENTAL DE LAS BATERÍAS DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS

Los **productos químicos** utilizados para fabricar baterías de automóviles eléctricos son **tóxicos**, por lo que cuando se liberan al medioambiente pueden tener **efectos negativos en los organismos vivos**, incluidos los humanos.

Por ejemplo, el cadmio causa daño renal y anemia, el cobalto altera la función tiroidea, mientras que el litio se deposita en los pulmones, provocando su hinchazón.

Los peligros de la **eliminación irresponsable de las baterías de los coches** es uno de los argumentos más habituales entre los que se oponen a la movilidad eléctrica. También se cuestiona el **agotamiento de los recursos necesarios** para la fabricación de baterías, así como las **emisiones de CO₂** producidas durante su procesamiento en múltiples etapas.

Algunos de estos **problemas pueden resolverse reciclando adecuadamente las baterías de iones de litio**. Se trata de reutilizarlos como almacenamiento de energía, por ejemplo, así como recuperar materiales y materias primas valiosas al final de su vida.

Esta práctica elimina cualquier desperdicio o riesgo de que sustancias potencialmente peligrosas entren al medio ambiente. El grado de dificultad y, por tanto, la rentabilidad de la recuperación depende del tipo de batería.

¿CUÁLES SON LOS TIPOS DE BATERÍAS DE AUTOMÓVIL MÁS ECOLÓGICAS Y SOSTENIBLES?

Las **baterías de iones de litio** constan de **cuatro componentes** principales: **cátodo, ánodo, electrolito y separador**. También incluyen un contenedor protector de aluminio sólido y una carcasa del módulo, así como cubiertas de plástico para las celdas, cables o conectores.

Dependiendo del material del cátodo, existen varios tipos de baterías de iones de litio. Actualmente, en todo el mundo se utilizan **tres tipos de baterías** para los coches eléctricos: baterías de **litio-níquel-manganeso-**

in
f
@
⋮

Anexo 16. Materiales principales de la batería de ion – litio.

comercialización de este tipo de baterías. El número de baterías de ion-Li gastadas (de desecho) está creciendo desde ese entonces. En 2019, la Academia Sueca de Ciencias otorgó el premio Nobel de Química a John B. Goodenough, M. Stanley Whittingham y Akira Yoshino.

En un principio, se puede pensar que usar baterías de ion-Li es más ecológico (por ser recargables) que las baterías desechables como las alcalinas. Sin embargo, el uso de baterías de ion-Li supone un problema medio ambiental grave: las baterías de ion-Li contienen materiales altamente contaminantes, que actualmente no se están reciclando. En el mejor de los casos, las baterías de ion-Li se confinan, en el peor de los casos, las baterías se van a los tiraderos, donde los componentes pueden generar una gran contaminación ambiental en la tierra, agua y aire.

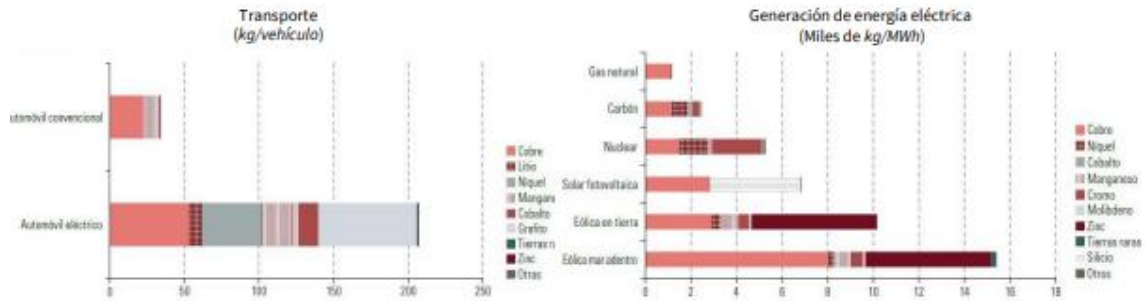
Por otro lado, hay que tener en cuenta algunos datos importantes de la producción y uso de baterías de ion-Li [1] [2] [3]:

- Las baterías de ion-Li de desecho son consideradas como residuos peligrosos. Los materiales principales de las baterías de ion-Li son Li, metales pesados, solventes orgánicos y plásticos no reciclables. Una batería de ion-Li está compuesta aproximadamente por 5-20 % cobalto, 5-10 % níquel, 5-7 % litio, 15 % compuestos orgánicos (solventes y grafito) y 7 % plástico. La composición específica varía de acuerdo al fabricante.
- El mayor consumidor de los componentes de las baterías de ion-Li es China, por su puesto, en su papel como productor de baterías para todo el mundo.
- A la fecha, ningún tipo de baterías se fabrican en México.
- Durante el periodo 2015-2018 se observó un incremento anual del 24 % de la producción de baterías de ion-Li.
- Se espera un aumento de al menos 5 veces la producción en esta década (2020-2030), en particular por la llegada del automóvil eléctrico a baterías de ion-Li. Algunos estudios señalan incluso un incremento de 10 veces sobre la producción actual.
- El Li no se encuentra libre en la naturaleza, se encuentra principalmente en minerales o como sales de Li (en salmueras). Los lugares donde abunda el Li son: Salar de Atacama en Chile, Salar de Uyuni en Bolivia, además de China, Argentina, y Australia, principalmente.
- En México se localizaron yacimientos de litio en Sonora.
- Los procesos industriales en minas y salares usualmente se enfocan en producir Li_2CO_3 (carbonato de litio) para ser usado como materia prima en otras industrias, como la cerámica, farmacéutica y baterías. En el caso de baterías, se deben realizar procesos químicos a partir de Li_2CO_3 para producir óxidos de Li con Co, Mn o Fe (LiCoO_2 , LiMnO_2 , etc.).
- La vida útil de una batería de ion-Li es de entre 3 y 8 años, dependiendo de la aplicación y del grado de sustitución de la tecnología. Es decir, las baterías de ion-Li se desechan principalmente porque cambiamos nuestros aparatos, no porque dejen de funcionar propiamente. ¿Cada cuando cambias de celular?
- Al ritmo del consumo y el bajo nivel de reciclaje actual, se estima que las reservas mundiales de Li se agotarían aproximadamente para el 2050-2055.
- Se estima que solo el 3 % de las baterías de ion-Li se reciclan a nivel mundial.

Anexo 17. Minerales empleados en tecnologías energéticas limpias.

I. La transición energética hacia fuentes renovables, la lucha contra el cambio climático y el aumento de la electromovilidad explican el alto crecimiento actual y esperado de la demanda mundial de minerales

Cantidad de minerales utilizados en tecnologías energéticas limpias seleccionadas



Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de Agencia Internacional de Energía (AIE), The Role of Critical Minerals in Clean Energy Transitions, París, 2021.

El vehículo eléctrico requiere en promedio 6 veces más de minerales (seleccionados) en kilogramos que el convencional.

La solar fotovoltaica requiere más de 8 veces de minerales (seleccionados) en toneladas que la térmica a gas natural.

Anexo 18. Definición de PFAS.

8/11/25, 10:54

Las baterías de iones de litio son una fuente creciente de contaminación por químicos tóxicos, revela un nuevo estudio | WIRED

Los PFAS son conocidos como "químicos eternos" porque no se descomponen fácilmente en el medio ambiente ni en el cuerpo humano, lo que lleva a su acumulación y persistencia. Esta característica ha generado preocupaciones significativas sobre sus efectos potenciales en la salud y el medio ambiente. La exposición a PFAS se ha asociado con una serie de problemas de salud, incluyendo cáncer, trastornos hormonales, problemas del sistema inmunológico y efectos adversos en el desarrollo fetal y el crecimiento infantil. Debido a estos riesgos, la regulación y el control del uso de PFAS se han convertido en una prioridad en muchas partes del mundo.

Necesitamos tratamientos eficaces y colaboración para un futuro energético limpio

Los datos también sugieren que las emisiones atmosféricas de bis-FASI pueden facilitar su transporte a larga distancia, lo que significa que áreas alejadas de los sitios de fabricación también podrían verse afectadas.

El análisis de varios vertederos municipales en el sureste de EE. UU. indicó que estos compuestos también pueden ingresar al medio ambiente a través de la eliminación de productos, incluidas las baterías de iones de litio.

Las pruebas de toxicidad demostraron que concentraciones de bis-FASI similares a las encontradas en los sitios de muestreo pueden alterar el comportamiento y los procesos metabólicos fundamentales de los organismos acuáticos. Aunque la toxicidad de los bis-FASI en humanos aún no se ha estudiado, otros PFAS más investigados están vinculados con el cáncer, la infertilidad y otros graves problemas de salud.

PUBLICIDAD

Las pruebas de tratabilidad demostraron que los bis-FASI no se descomponen durante la oxidación, un comportamiento observado también en otros PFAS. Sin embargo, los datos mostraron que las concentraciones de bis-FASI en el agua podrían reducirse utilizando carbón activado granular e intercambio iónico, métodos que ya se utilizan para eliminar PFAS del agua potable.

"Estos resultados demuestran que los métodos de tratamiento diseñados para el PFOA y el PFOS (ácido perfluorooctanosulfónico) también pueden eliminar los bis-FASI", afirmó Lee Ferguson, profesor asociado de ingeniería ambiental en la Universidad de Duke y autor del estudio. "Es probable que el uso de estos métodos aumente a medida que las instalaciones de tratamiento se actualicen para cumplir con los nuevos niveles máximos de contaminantes de la EPA para los PFAS".

Guelfo y Ferguson enfatizan que este es un momento crucial para la adopción de tecnologías de energía limpia que puedan reducir las emisiones de dióxido de carbono.

"Deberíamos aprovechar la experiencia de equipos multidisciplinarios de científicos, ingenieros, sociólogos y formuladores de políticas para desarrollar y promover el uso de infraestructura de energía limpia, minimizando al mismo tiempo la huella ambiental", dijo Ferguson. "Es importante aprovechar el impulso de las iniciativas energéticas actuales para garantizar que las nuevas tecnologías sean verdaderamente limpias", añadió Guelfo.

Anexo 19. Elementos plásticos presentes en una batería LIB.

1.2.5. Separador

El separador en una LIB corresponde a una membrana microporosa hecha de polímeros plásticos, generalmente de poliolefina. Este elemento se dispone entre el ánodo y el cátodo de la batería, y su función principal es prevenir el contacto entre electrodos, permitiendo también el paso de iones de litio.

1.2.6. Contenedor

Con el fin de que la batería no se encuentre expuesta al ambiente, distintos componentes estructuran un elemento de aislación de la batería. Este elemento, denominado como contenedor, se compone principalmente de aluminio, plásticos y acero.

1.3. Reciclaje de baterías de litio

El amplio uso de LIBs, tanto en aplicaciones industriales como privadas, lleva a una necesidad de reciclar y reutilizar sus componentes principales. Esta necesidad es impulsada, principalmente, por el precio actual del níquel y del cobalto, los cuales son 12 USD kg^{-1} y 35 USD kg^{-1} , respectivamente [10, 11].

Si bien existe una razón económica para la recuperación de cobalto, en el futuro se espera que sea sustituido por níquel y manganeso [8]. En cambio para el litio no existe un sustituto en un futuro cercano y, debido al constante crecimiento en su demanda, se espera que la demanda de litio supere su producción global en el año 2020, si es que no se establece reciclaje de este material para ese año [12].

1.3.1. Reciclaje en el mundo

Actualmente, existen diversas compañías en el mundo encargadas de la recuperación de componentes de LIBs. Entre ellas destacan *Umicore AG & Co. KG*, *Boliden* y *Retriev Technologies*.

Umicore AG & Co. KG es uno de los líderes en reciclaje y refinamiento de residuos que contengan metales no ferrosos y metales preciosos. Además de tratar LIBs y baterías de níquel-metal-hidruro, el proceso de la compañía puede tratar otros tipos de baterías, como lo son las alcalinas. Esta compañía opera 51 plantas industriales ubicadas en 30 países distintos, dentro de los cuales se encuentran Argentina, Perú y Brasil [13].

Como tecnología fundamental, el proceso de *Umicore* presenta un proceso de pirometalurgia, siguiendo con un refinamiento de níquel y cobalto mediante un proceso

Anexo 20. Aplicaciones de elementos plásticos en la batería de EV.

4. Conclusiones

Mediante un proceso de diseño iterativo y el análisis por elementos finitos del comportamiento mecánico de un contenedor de baterías, fue posible obtener un producto final con grandes prestaciones de seguridad y un alto grado de integridad estructural frente a eventos de choque. Con la realización de ensayos virtuales de choque, así como de ensayos reales de deceleración en laboratorio, se demostró la capacidad que tiene el contenedor desarrollado dentro del proyecto OPERA4FEV, de soportar las cargas definidas dentro del Reglamento 100 para vehículos de la categoría N1, en condiciones de temperatura de operación de +20°C.

La utilización del material termoplástico reforzado con fibra de vidrio en la fabricación del contenedor ha permitido una reducción en el peso total del conjunto, consiguiendo mejorar la eficiencia energética entre un 10% y un 15% respecto a las soluciones tradicionales.

Gracias a la utilización de los modelos de elementos finitos se han realizado cambios en el diseño que han incrementado en más de cinco veces la capacidad de absorción de energía con un incremento inferior al 2% de la masa total del contenedor de baterías. Además, el diseño de partida estaba realizado en base a la experiencia del fabricante, sin embargo las piezas fabricadas anteriormente por el mismo no tenían tan altos requisitos de resistencia ante choque.

Por último, el análisis del comportamiento mecánico de componentes plásticos mediante ensayos virtuales, permite un proceso de optimización más eficiente y más económico en las etapas de diseño y fabricación de piezas, puesto que las grandes dimensiones del contenedor de baterías implica un coste muy elevado de fabricación de las matrices para la posterior fabricación de los mismos.

5. Agradecimientos

Este trabajo fue financieramente soportado por la Comisión Europea, en el marco del proyecto OPERA4FEV dentro del programa FP7-2011-GC-Almacenamiento electroquímico, con número de contrato SCP1-GA-2011-285671. Parte de esta investigación fue financiada por la Comunidad de Madrid a través del programa SEGVAUTO-TRIES. Seguridad de los vehículos Automóviles, por un Transporte Inteligente, Eficiente y Seguro, con número de contrato S2013/MIT-2713.

6. Referencias

- [1] Thierry Coosemans et al, Lightweight and Integrated Plastic Solutions for Power Battery Racks in Electric Vehicles, In E. Briec, & B. Müller (Eds), Electric Vehicle Batteries: Moving from Research towards Innovation (pp 61-70), Springer International Publishing, (2015). ISBN 978-3-319-12705-7.
- [2] OPERA4FEV Project aims to manufacture electrical vehicle cheaper and lighter by using thermoplastic solutions for battery racks. OPERA4FEV PROJECT – Press release 2011, Sep 29th (<http://www.opera4fev.org>).
- [3] ETSII-UPM. Industriales Research Meeting '16, Universidad Politécnica de Madrid, (2016). ISBN-978-84-16397-31-0.
- [4] Javier Rivera. Análisis del comportamiento mecánico de un rack de baterías frente a eventos de choque. Tesis (Master), E.T.S.I. Industriales (UPM) <http://oa.upm.es/view/institution/Industriales/> (2014)
- [5] United Nations, Regulation No. 100: Uniform provisions concerning the approval of vehicles with regard to specific requirements for the electric power train, United Nations agreement (2013).
- [6] United Nations Economic Commission for Europe (UNECE), ST/SG/AC.10/C.3/2010/72: Testing of large lithium batteries and lithium battery assemblies, United Nations (2010).
- [7] Luis Martínez et al. Delivery Van's Battery Rack Design for Crash Safety, in Thermoplastic with Embedded Sort Fiberglass. European Electric Vehicle Congress (EEVC 2015), Bruselas, Bélgica (2014). ISSN-0774-5036.

Anexo 21. Minerales más utilizados en baterías de vehículos eléctricos.

8/11/25, 11:12

Descubre los 10 mejores minerales para materiales de baterías

mantenimiento del almacenamiento de energía. Si bien el litio es el elemento predominante en las baterías de iones de litio (<https://lohum.com/lithium-ion-battery/>), también es altamente volátil y reactivo, además de costoso. Por ello, los innovadores han estado buscando maneras de reducir la cantidad de litio utilizada en las baterías, sustituyéndolo por otros materiales (<https://lohum.com/battery-raw-material/>) menos reactivos sin comprometer su funcionalidad.

Anteriormente, analizamos las tecnologías actuales de baterías de litio (<https://lohum.com/media/blog/understanding-the-basics-of-contemporary-lithium-battery-technologies/>) y su función en diversos dispositivos electrónicos. Estas baterías se componen principalmente de litio, níquel, cobalto, grafito o manganeso. Este artículo incluye información sobre esos elementos de las baterías de litio, así como otros componentes que cumplen funciones auxiliares, además del cátodo y el ánodo.

1. Grafito: Material contemporáneo para baterías con arquitectura de ánodo

El grafito se erige como el principal material para ánodos de baterías, gracias a su abundante disponibilidad, bajo costo y larga vida útil. Su eficiente empaquetamiento de partículas (<https://www.thermo-fisher.com/blog/materials/analysis-of-graphite-for-lithium-ion-batteries/>) mejora la conductividad general, convirtiéndolo en un elemento esencial para baterías de iones de litio eficientes y duraderas.

2. Aluminio: Material de ánodo para baterías de bajo costo

Aunque el aluminio no se usa habitualmente como material de ánodo, es fundamental en las baterías de iones de litio (<https://lohum.com/lithium-ion-battery/>). Actúa como colector de corriente en el cátodo y en otros componentes de la batería. El aluminio se perfila como un prometedor candidato para ánodo, como se observa en las baterías NCA, al combinar bajo costo, alta capacidad y un potencial de equilibrio favorable para la litación/delitación. A pesar de su potencial, desafíos como la formación de una capa de óxido superficial compacta y los cambios de volumen dificultan su aplicación generalizada como ánodo.

3. Níquel: Alimentando los cátodos de los vehículos eléctricos

El níquel desempeña un papel fundamental (https://www.sigmaaldrich.com/IN/en/product/aldrich/915432?&msclid=258dbd13f48714ef812bd8454a9c452&utm_source=bing&utm_medium=cpc&utm_con) en los cátodos de las baterías de iones de litio de níquel-manganeso-cobalto y es muy apreciado en la revolución del vehículo eléctrico. Sus atributos, como su alta densidad energética, su larga vida útil y su capacidad de carga rápida, lo convierten en un elemento clave en el camino hacia el transporte sostenible.

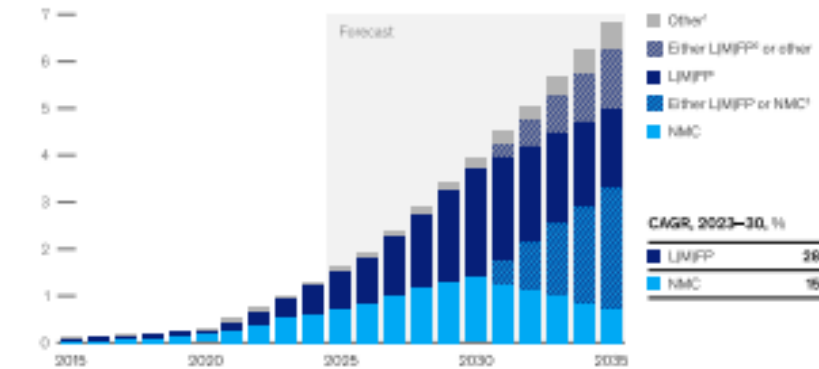
Anexo 22. Demanda creciente de baterías de vehículos eléctricos.

V11/25, 11:19

The future of electric vehicles & battery chemistry | McKinsey

Battery demand will increase globally, but L(M)FP is expected to see a more accelerated uptake than NMC.

Global battery cell demand by source, terawatt-hours



¹Including cobalt-free and other lithium-ion chemistries.
²Either manganese iron phosphate, or L(M)FP is a type of lithium-ion battery with a manganese and iron phosphate-based cathode active material.
³Other manganese cobalt, or NMC, is a type of lithium-ion battery with a nickel, cobalt, manganese iron oxide-based cathode active material.
 Source: McKinsey Battery Insights

McKinsey & Company

En resumen, creemos que la demanda de NMC y L(M)FP crecerá hasta 2030. Después de ese momento, la demanda de uno de estos productos químicos podría estancarse o disminuir, y son posibles múltiples escenarios.

El impacto potencial del crecimiento de L(M)FP a lo largo de la cadena de valor

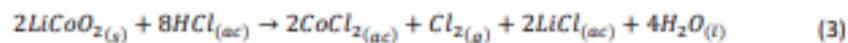
Un mayor uso de baterías L(M)FP tendría importantes repercusiones para los fabricantes de equipos originales (OEM). Por ejemplo, podrían modificar el diseño de los paquetes de baterías y los componentes eléctricos/electrónicos, o incluso su arquitectura, dado que las variantes L(M)FP difieren de las NMC en voltaje, seguridad, perfil de refrigeración y otras características. La tendencia a migrar de paquetes modulares a arquitecturas de celda a paquete con

Anexo 22. Proceso de reciclaje por el método de lixiviación.

2.2.1. Lixiviación

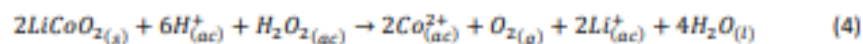
A partir del pretratamiento llevado a cabo mediante procesos mecánicos y de separación, se obtiene un polvo concentrado de metales, el cual ha sido separado de plásticos y hierro de una LIB. Este polvo es alimentado a una etapa de lixiviación con el fin de transferir los metales de interés a una solución acuosa.

La lixiviación de $LiCoO_2$ de LIBs en desuso se realiza generalmente utilizando ácidos inorgánicos como agente lixivante, tales como H_2SO_4 , HCl y HNO_3 . El estudio llevado a cabo por Zhang et al. indica que la mayor eficiencia de lixiviación para el cobalto es alcanzada utilizando ácido clorhídrico, y que mientras mayor es la temperatura, mayor es la eficiencia [29]. La reacción de lixiviación del $LiCoO_2$ de LIBs en HCl se muestra a continuación:



Sin embargo, este proceso necesita la instalación de equipos para el tratamiento de Cl_2 , lo cual se puede traducir en un mayor costo, o en un problema ambiental de no existir dichos equipos.

Para evitar esto, se ha investigado también el uso de H_2SO_4 y HNO_3 como agentes lixivantes, en presencia de H_2O_2 como agente reductor [30]. Así, se tiene la siguiente reacción de lixiviación de $LiCoO_2$ en H_2SO_4 o HNO_3 , con la adición de peróxido de hidrógeno:



La eficiencia de lixiviación del cobalto y litio, en este estudio, aumenta a medida que aumenta la concentración del agente lixivante, la temperatura y la concentración del agente reductor. Se alcanzó una condición de operación efectiva con una concentración de 1 M HNO_3 , una temperatura de 75 °C y una adición de 1,7% v/v de H_2O_2 .

Sin embargo, este estudio tiene como desventaja que, utilizando H_2SO_4 como agente lixivante en ausencia del agente reductor, la eficiencia de lixiviación disminuye a una 30%. Por otra parte, utilizando soluciones de HCl o HNO_3 , la eficiencia de extracción de cobalto y de litio es cercana al 85%, pero, al utilizar dichos reactivos, existe la generación de Cl_2 o NO_x , lo que se puede traducir en un problema ambiental.

Anexo 23. Proceso de reciclaje mediante el proceso de pirometalurgia.

transformation is the proper management and recycling of the batteries used in these vehicles. In Ecuador, this situation is exacerbated by the lack of adequate infrastructure and specific policies for the management and recycling of these batteries, which poses significant challenges. In this sense, the objective is to identify the most technically and economically feasible methods and technologies for recycling the batteries used in electric vehicles in order to reduce the environmental impact in Ecuador. A mixed research paradigm was used, with a focus on linking theoretical and empirical methods. Semi-structured interviews and surveys were used and official documents were consulted to obtain relevant information. The sample was selected with non-probabilistic sampling. The most applicable battery recycling methods and technologies in the Ecuadorian context were obtained as results, taking into account technical and economic feasibility. The impact of these methods and technologies on the environment was evaluated in order to contribute to more sustainable approaches.

Keywords: *methods; technologies; recycling; batteries; environmental impact*

Fecha de recibido: 18/07/2024

Fecha de aceptado: 26/09/2024

Fecha de publicado: 02/10/2024

Introducción

Con los avances científicos tecnológicos del hombre las necesidades de transportarse a disímiles lugares se han vuelto cada vez más fáciles de satisfacer. Los medios de transporte han evolucionado y con esto se ha disminuido el consumo de combustibles y se han comenzado a utilizar variantes y alternativas más ecológicas y sustentables (Zagorodny, 2023). El aumento de la adopción de vehículos eléctricos a nivel del mundo está impulsando una transición hacia una movilidad más sostenible y amigable con el medio ambiente. Sin embargo, uno de los desafíos críticos que acompaña a esta transformación es el manejo y reciclaje adecuado de las baterías utilizadas en estos vehículos (Dávila Tafur & Villalobos Gómez, 2021).

Se entiende por reciclar, someter materiales o productos usados a un proceso para convertirlos en nuevos productos, con el fin de reducir el consumo de recursos naturales, minimizar la cantidad de desechos y disminuir el impacto ambiental. El reciclaje es una de las tres "R" de la sostenibilidad (reducir, reutilizar, reciclar), y es fundamental para la protección del medio ambiente y el ahorro de energía. Se aplica a diversos materiales como el plástico, vidrio, papel, metales, y otros productos que pueden ser reutilizados en nuevos procesos productivos (Pelegri, 2022). Los métodos y tecnologías utilizados en el proceso de reciclaje de baterías están descritos en la literatura especializada, algunos más utilizados y otros aún en desarrollo. Algunos de los más extendidos son (Yang, 2021):

- Reciclaje pirometalúrgico: que implica la fundición de las baterías a altas temperaturas en un horno para recuperar los metales valiosos, como cobalto, níquel, cobre y hierro. La batería se descompone en sus componentes básicos, dejando los metales que luego se pueden reutilizar. Este método es muy utilizado actualmente debido a su capacidad para recuperar metales de alto valor.

Anexo 24. Desafíos presentes en Ecuador para realizar un proceso de reciclaje de baterías.

tecnológica. Esto genera mayores costos de transporte y logística, lo que dificulta la implementación de una cadena de reciclaje efectiva en el país.

2. Falta de regulaciones específicas

Las normativas ecuatorianas sobre el reciclaje de baterías, en especial las de vehículos eléctricos, son limitadas. Aunque existen leyes ambientales generales que promueven la gestión adecuada de residuos peligrosos, no hay una legislación específica que regule el ciclo de vida completo de las baterías de VE, desde su producción hasta su disposición final. La falta de regulaciones claras y específicas dificulta la creación de incentivos y obligaciones tanto para los consumidores como para los fabricantes y recicladores de baterías.

3. Dependencia de importaciones

Ecuador depende de la importación de vehículos eléctricos y sus baterías, ya que no cuenta con una industria local de fabricación de baterías de iones de litio. Esta dependencia implica que el país tiene un acceso limitado a los conocimientos técnicos y a la capacidad industrial para gestionar el reciclaje de estas baterías de manera eficiente. La dependencia de la tecnología extranjera limita la capacidad local para desarrollar procesos de reciclaje especializados y genera la necesidad de exportar baterías usadas.

4. Costos elevados de transporte y manejo

El transporte de baterías de VE usadas implica altos costos debido a su peso, tamaño y los riesgos asociados al manejo de materiales peligrosos. En Ecuador, la infraestructura de transporte y manejo de residuos peligrosos es limitada, lo que encarece el envío de baterías a plantas de reciclaje en el extranjero. Los altos costos de transporte y logística reducen la viabilidad económica del reciclaje de baterías en Ecuador.

5. Baja adopción de vehículos eléctricos

A pesar de los esfuerzos del gobierno ecuatoriano para promover el uso de vehículos eléctricos, la adopción de estos vehículos sigue siendo relativamente baja en comparación con otros países de la región. Esto significa que la cantidad de baterías de VE que necesitan ser recicladas es actualmente limitada. La baja demanda de reciclaje de baterías hace que las inversiones en infraestructura de reciclaje local no sean rentables a corto plazo, lo que frena el desarrollo de este sector.

6. Oportunidades de economía circular

Aunque la infraestructura de reciclaje es limitada, Ecuador tiene una creciente conciencia sobre la sostenibilidad y la economía circular. El país ya cuenta con programas de reciclaje para otros tipos de residuos electrónicos y peligrosos, lo que podría facilitar la futura inclusión de baterías de VE en estos esquemas. Con el desarrollo de regulaciones e incentivos adecuados, Ecuador podría aprovechar la economía circular para fomentar el reciclaje de baterías de VE y disminuir su dependencia de las importaciones de materias primas.

7. Capacitación y desarrollo tecnológico

Ecuador carece de los conocimientos técnicos avanzados necesarios para el reciclaje eficiente de baterías de VE, ya que este proceso requiere equipos especializados y expertos en química de materiales y gestión de residuos peligrosos. Además, el país necesita más capacitación en el manejo seguro de baterías y la implementación de tecnologías de reciclaje. La falta de capacidad técnica retrasa el desarrollo de soluciones

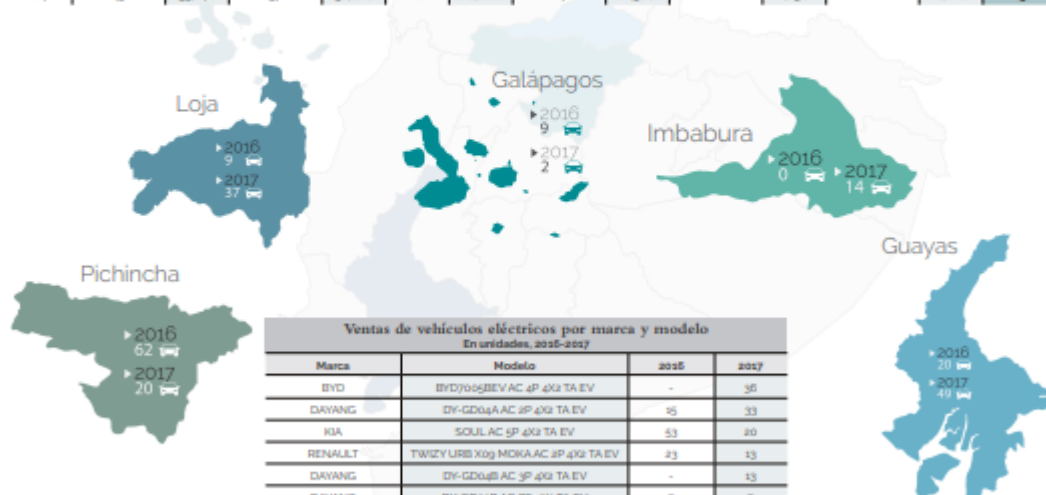
Anexo 25. Ventas anuales de vehículos eléctricos en el periodo 2016 – 2017

LIITAS | 75

Ventas anuales de vehículos eléctricos
2016-2017
Unidades

Ventas anuales de vehículos eléctricos por segmento En unidades / porcentaje de participación 2016-2017							
Año	Automóviles	%	SUV	%	Camionetas	%	Total
2016	56	54,38%	53	48,62%	-	0,00%	109
2017	96	78,05%	20	16,20%	7	5,69%	123

Ventas anuales de vehículos eléctricos en principales provincias En unidades / porcentaje de participación 2016-2017													
Año	Guayas	%	Loja	%	Pichincha	%	Imbabura	%	Galápagos	%	Otras provincias	%	Total
2016	20	18,35%	9	8,26%	62	56,88%	-	0,00%	9	8,26%	9	8,26%	109
2017	49	39,84%	37	30,08%	20	16,20%	14	11,38%	2	1,63%	1	0,81%	123



Ventas de vehículos eléctricos por marca y modelo En unidades, 2016-2017			
Marca	Modelo	2016	2017
BYD	BYD7005BEV AC 4P 4X2 TA EV	-	36
DIYANG	DY-GD04AAC 3P 4X2 TA EV	16	33
DA	SOUL AC 3P 4X2 TA EV	53	20
RENAULT	TWIZY URB X09 MOKA AC 3P 4X2 TA EV	23	13
DIYANG	DY-GD04S AC 3P 4X2 TA EV	-	13
DIYANG	DY-GD04B AC CS 4X2 TA EV	7	7
DIYANG	DY-GD03C AC 3P 4X2 TA EV	-	3
RENAULT	TWIZY TEC X09f ECB0 3P 4X2 TA EV	6	-
VOLKSWAGEN	E-GOLF BE11B5 AC 3P 4X2 TA EV	1	-
DIYANG	DY-GD03A AC 3P 4X2 TA EV	2	-
RENAULT	TWIZY CARGO X09CARB0 3P 4X2 TA EV	1	-
RENAULT	TWIZY URB X09 MOKA 3P 4X2 TA	1	-
Total		109	123

Anexo 26. Los 10 principales fabricantes de baterías

8/11/25, 11:39

The Top 10 EV Battery Makers - IEEE Spectrum

IEEE Spectrum

NEWS TRANSPORTATION

The Top 10 EV Battery Makers > CATL, LG Chem, and Panasonic control 69 percent of the market

BY LAWRENCE ULRICH

PUBLISHED 25 AUG 2021UPDATED 22 FEB 2024

Lawrence Ulrich is an award-winning auto writer and former chief auto critic at The New York Times and The Detroit Free Press.

Who's Powering the EV Revolution? > CATL, LG Energy Solution, and Panasonic control 69 percent of the market

Meeting Demand
With the EV market heating up, and some EV makers' supply chains stretched, the global EV market is expected to reach 10 million units in 2024, up from 6.5 million in 2023. To meet production demand, EV makers are looking for ways to increase production and capacity. This is why the global EV market is expected to reach 10 million units in 2024, up from 6.5 million in 2023. To meet production demand, EV makers are looking for ways to increase production and capacity. This is why the global EV market is expected to reach 10 million units in 2024, up from 6.5 million in 2023.

Old Tech, New Tricks
New EV models are being introduced in 2024, and EV makers are looking for ways to increase production and capacity. This is why the global EV market is expected to reach 10 million units in 2024, up from 6.5 million in 2023. To meet production demand, EV makers are looking for ways to increase production and capacity. This is why the global EV market is expected to reach 10 million units in 2024, up from 6.5 million in 2023.

Rank	Company Name	Headquarters	Revenue (Bn \$)	Market Share (%)
1	CATL	Yangzhou, China	100.0	29.0
2	LG Energy Solution	Yongin, South Korea	55.0	16.0
3	Panasonic	Osaka, Japan	44.0	13.0
4	SK On	Seoul, South Korea	24.0	7.0
5	BYD	Shenzhen, China	23.0	7.0
6	Northvolt	Gothenburg, Sweden	19.0	6.0
7	SK Power	Seoul, South Korea	18.0	5.0
8	Shaanxi	Xi'an, China	17.0	5.0
9	Amperion	Chennai, India	16.0	5.0
10	Shaanxi	Xi'an, China	15.0	4.0
Total			340.0	69.0

Downside in Batteries
It's a competitive market. The world's top 10 EV battery makers control 69 percent of the market, according to IEEE Spectrum's analysis. The top 10 EV battery makers control 69 percent of the market, according to IEEE Spectrum's analysis. The top 10 EV battery makers control 69 percent of the market, according to IEEE Spectrum's analysis.

Big Players Dominate
The top 10 EV battery makers control 69 percent of the market, according to IEEE Spectrum's analysis. The top 10 EV battery makers control 69 percent of the market, according to IEEE Spectrum's analysis. The top 10 EV battery makers control 69 percent of the market, according to IEEE Spectrum's analysis.

Explosive Growth
The global EV market is expected to reach 10 million units in 2024, up from 6.5 million in 2023. To meet production demand, EV makers are looking for ways to increase production and capacity. This is why the global EV market is expected to reach 10 million units in 2024, up from 6.5 million in 2023.

Click here to see larger.

Anexo 27. Espectrometría de masas

8/11/25, 11:43

Espectrometría: Mecanismos, Tipos y Usos en la Industria - Espectrometría

¿Qué es la espectrometría?

La espectrometría es una técnica analítica que se utiliza en el **ensayo cualitativo y cuantitativo de una sustancia química**. En otras palabras, puede usarse en la evaluación espectroscópica de una sustancia de muestra, es decir, para investigar el espectro de composición de esa muestra en particular. En pocas palabras, le dice a un químico o físico sobre los componentes reales presentes en una muestra de prueba y también sobre la concentración de cada uno de los componentes. La espectrometría de masas es el procedimiento espectrométrico más importante prácticamente utilizado en un laboratorio.

Dependiendo de la técnica de ionización empleada, un espectrómetro puede clasificarse en varios tipos, algunos de los cuales incluyen el espectrómetro de emisión de óptica (OES), también conocido como chispas, el espectrómetro de rayos X de dispersión de energía (EDX) por Fluorescencia de Rayos X (XRF), el espectrómetro de plasma de acoplamiento inductivo (ICP) y el espectrómetro de ruptura inducida por láser (LIBS) .

Anexo 28. Principio de la espectrometría de emisiones

Los espectrómetros con fuentes de arco y de chispa fueron los primeros métodos instrumentales de amplio uso en análisis, empezaron a sustituir en los 20s a los métodos gravimétricos y volumétricos clásicos para el análisis elemental, los espectros permiten la determinación cuantitativa de elementos metálicos en varios tipos de muestras metales, aleaciones, suelos, minerales y rocas.

En las fuentes de arco y chispa, la excitación de la muestra se produce en el pequeño espacio existente entre un par de electrodos, el paso de electricidad entre los electrodos a través de este pequeño espacio proporciona la energía necesaria para atomizar la muestra y producir átomos o iones en estado electrónico excitado. Actualmente, los métodos con fuentes de arco o de chispa se aplican principalmente al análisis elemental de muestras sólidas, ya que las muestras líquidas o gaseosas se manipulan mucho mejor por espectrometría de emisión de plasma.

Principio

La espectrometría de emisión es una técnica espectroscópica que analiza las longitudes de onda de los fotones emitidos por los átomos o moléculas durante su transición desde un estado de inferior energía.

Cada elemento emite un conjunto característico de longitudes de onda discretas en función de su estructura electrónica. Mediante la observación de estas longitudes de onda puede determinarse la composición elemental de la muestra.

Anexo 29. Plásticos más empleados en baterías de autos.



[Blog](#) - 10 plásticos comunes utilizados en las baterías de automóviles



10 plásticos comunes utilizados en baterías de automóviles

08 de agosto de 2024

La intrusión de los plásticos en el desarrollo y la aceptación de los vehículos eléctricos es fundamental. Descubre por qué estos materiales son mucho más que componentes: son la base de la industria automotriz.

Las baterías de los automóviles alimentan silenciosamente los sistemas eléctricos de los que dependemos a diario. Dentro de estas centrales eléctricas se encuentra una compleja interacción de componentes, en la que los plásticos desempeñan un papel fundamental. Los plásticos no solo protegen la delicada composición química de la batería, sino que también contribuyen al revestimiento y la durabilidad generales de la unidad de potencia. En este artículo, profundizamos en el mundo de los plásticos para baterías, destacando los tipos más comunes utilizados y su importancia en el ámbito del almacenamiento de energía en los automóviles.

Desde ofrecer resistencia a materiales corrosivos hasta garantizar la integridad estructural de [las baterías](#) en condiciones de alta vibración, los plásticos se han vuelto esenciales. Su capacidad para moldearse en formas y configuraciones precisas permite optimizar el espacio e integrar las baterías en los diseños en constante evolución de los vehículos modernos. Acompáñenos a explorar los 10 plásticos más importantes para la tecnología de baterías automotrices y las razones por las que se eligen para esta aplicación crucial.

Plásticos más comunes en las baterías de automóviles

La [selección de plásticos](#) para baterías de automóviles se basa en un equilibrio de propiedades como la resistencia química, la estabilidad térmica, la resistencia mecánica y la rentabilidad.



Anexo 30. Reciclaje viable de acuerdo al entorno en Ecuador.

8/11/25, 12:00

Accelerating plastic recovery in the United States | McKinsey

McKinsey
& Company

Chemicals



Accelerating plastic recovery in the United States

December 20, 2019 | Article

By Thomas Hundertmark, Manuel Prieto, Andrew Ryba, Theo Jan Simons, and [Jeremy Wallach](#)

Plastic waste is a critical issue of our time. Effecting change will require an integrated approach.

DOWNLOADS

[↓ Article \(PDF-746 KB\)](#)

Plastic has become ubiquitous in modern life. It keeps our food from spoiling, helps us transport goods with less energy and less breakage than other materials, makes our vehicles lighter and more energy efficient, and is inexpensive, durable, and easily formed. However, its attractive performance and low cost have enabled broad adoption, creating a fundamental challenge with the growth in plastic waste—including in packaging and single-use food-service waste. Over the past two years, societal pressure around plastic waste has grown considerably, mainly driven by the highly visible impact on marine environments and a broader awareness of sustainable lifestyles. Studies show that plastic pollution in the world's oceans is largely the result of unmanaged waste in developing economies in

Anexo 31. Prueba de Laboratorio ICP Uniones de Bornes 1.

INFORME DE RESULTADOSINF.LASA-31-05-24 -5647
ORDEN DE TRABAJO No. 24-3389-1

INFORMACIÓN SUMINISTRADA POR EL CLIENTE			
SOLICITADO POR: ALEX DAVID GIL LEAL		DIRECCIÓN: AV. JORGE FERNANDEZ Y LINEA ALFARO	
TELÉFONO: 0984332497	TIPO DE MUESTRA: ESPECIAL	PROCEDENCIA: UIDE	
IDENTIFICACIÓN: UNIONES DE BORNES			
INFORMACIÓN DEL LABORATORIO			
MUESTREO POR:	SOLICITANTE	FECHA DE MUESTREO: -	INGRESO AL LABORATORIO: 21/05/2024
FECHA DE ANÁLISIS:	21-05-31/05/2024	FECHA DE ENTREGA: 31/05/2024	NÚMERO DE MUESTRAS: U _m (1)
CÓDIGO DE MUESTRA:	24-10026	REALIZACIÓN DE ENSAYOS: LABORATORIO MATRIZ	CÓDIGO INICIAL: M1

ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO

ITEM	PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	INCERTIDUMBRE U (k=2)	MÉTODO DE ENSAYO
1	ANTIMONIO	mg/kg	0,331	-	PEE.LASA.INS.15 AGAC 2015.01
2	ARSÉNICO	mg/kg	0,835	-	PEE.LASA.INS.15 AGAC 2015.01
3	AZUFRE	mg/kg	<-57,0	-	PEE.LASA.INS.15 AGAC 2015.01
4	BARIO	mg/kg	0,756	-	PEE.LASA.INS.15 AGAC 2015.01
5	BORO	mg/kg	<-4,30	-	PEE.LASA.INS.15 AGAC 2015.01
6	CADMO	mg/kg	<-0,0400	-	PEE.LASA.INS.15 AGAC 2015.01
7	CALCIO	mg/kg	<-57,0	-	PEE.LASA.INS.15 AGAC 2015.01
8	COBALTO	mg/kg	5,16	-	PEE.LASA.INS.15 AGAC 2015.01
9	COBRE	mg/kg	96959,4	-	PEE.LASA.INS.15 AGAC 2015.01
10	CROMO	mg/kg	0,140	-	PEE.LASA.INS.15 AGAC 2015.01
11	ESTAÑO	mg/kg	924,4	-	PEE.LASA.INS.15 AGAC 2015.01
12	FÓSFORO	mg/kg	<-8,00	-	PEE.LASA.INS.15 AGAC 2015.01
13	HERRO	mg/kg	18,2	-	PEE.LASA.INS.15 AGAC 2015.01
14	LITIO	mg/kg	13,6	-	PEE.LASA.INS.15 AGAC 2015.01
15	MAGNESIO	mg/kg	<-57,0	-	PEE.LASA.INS.15 AGAC 2015.01
16	MANGANESO	mg/kg	2,02	-	PEE.LASA.INS.15 AGAC 2015.01
17	MERCURIO	mg/kg	<-0,0400	-	PEE.LASA.INS.15 AGAC 2015.01
18	MOLIBDENO	mg/kg	<-0,0400	-	PEE.LASA.INS.15 AGAC 2015.01
19	NÍQUEL	mg/kg	5182,68	-	PEE.LASA.INS.15 AGAC 2015.01
20	PLATA	mg/kg	8,75	-	PEE.LASA.INS.15 AGAC 2015.01
21	PLOMO	mg/kg	2,23	-	PEE.LASA.INS.15 AGAC 2015.01
22	POTASIO	mg/kg	<-57,0	-	PEE.LASA.INS.15 AGAC 2015.01
23	SELENIO	mg/kg	0,773	-	PEE.LASA.INS.15 AGAC 2015.01
24	SODIO	mg/kg	<-57,0	-	PEE.LASA.INS.15 AGAC 2015.01
25	TALCO	mg/kg	<-0,0250	-	PEE.LASA.INS.15 AGAC 2015.01
26	VANADIO	mg/kg	<-0,800	-	PEE.LASA.INS.15 AGAC 2015.01
27	ZINC	mg/kg	18,9	-	PEE.LASA.INS.15 AGAC 2015.01

Anexo 32. Prueba de Laboratorio ICP Celda 1.

INFORME DE RESULTADOSINF.LASA-31-05-24 -5648
ORDEN DE TRABAJO No. 24-3399-1

INFORMACIÓN SUMINISTRADA POR EL CLIENTE		
SOLICITADO POR: ALEX DAVID GIL LEAL	DIRECCIÓN: AV. JORGE FERNANDEZ Y LINEA ALFARO	
TELÉFONO: 0984352497	TIPO DE MUESTRA: ESPECIAL	PROCEDENCIA: UIDE
IDENTIFICACIÓN: CELDA		

INFORMACIÓN DEL LABORATORIO			
MUESTREO POR:	SOLICITANTE	FECHA DE MUESTREO: -	INGRESO AL LABORATORIO: 21/05/2024
FECHA DE ANÁLISIS:	21/05-31/05/2024	FECHA DE ENTREGA:	31/05/2024
CÓDIGO DE MUESTRA:	24-10027	REALIZACIÓN DE ENSAYOS: LABORATORIO MATRIZ	NÚMERO DE MUESTRAS: Una (1) CÓDIGO INICIAL: M2

ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO

ITEM	PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	INCERTIDUMBRE U (k=2)	MÉTODO DE ENSAYO
1	ANTIMONIO	mg/kg	1,81	-	PEE.LASA.INS.13 AOAC 2015.01
2	ARSÉNICO	mg/kg	4,55	-	PEE.LASA.INS.13 AOAC 2015.01
3	AZUFRE	mg/kg	4692,0	-	PEE.LASA.INS.13 AOAC 2015.01
4	BARIO	mg/kg	31,6	-	PEE.LASA.INS.13 AOAC 2015.01
5	BORO	mg/kg	13,6	-	PEE.LASA.INS.13 AOAC 2015.01
6	CADMO	mg/kg	-0,100	-	PEE.LASA.INS.13 AOAC 2015.01
7	CALCIO	mg/kg	788,1	-	PEE.LASA.INS.13 AOAC 2015.01
8	COBALTO	mg/kg	3176,5	-	PEE.LASA.INS.13 AOAC 2015.01
9	COBRE	mg/kg	86357,9	-	PEE.LASA.INS.13 AOAC 2015.01
10	CROMO	mg/kg	6,58	-	PEE.LASA.INS.13 AOAC 2015.01
11	ESTAÑO	mg/kg	0,146	-	PEE.LASA.INS.13 AOAC 2015.01
12	FÓSFORO	mg/kg	4424,9	-	PEE.LASA.INS.13 AOAC 2015.01
13	HERRO	mg/kg	339,8	-	PEE.LASA.INS.13 AOAC 2015.01
14	LITIO	mg/kg	18281,9	-	PEE.LASA.INS.13 AOAC 2015.01
15	MAGNESIO	mg/kg	-108,0	-	PEE.LASA.INS.13 AOAC 2015.01
16	MANGANESO	mg/kg	57475,0	-	PEE.LASA.INS.13 AOAC 2015.01
17	MERCURIO	mg/kg	-0,0625	-	PEE.LASA.INS.13 AOAC 2015.01
18	MOLIBDENO	mg/kg	0,427	-	PEE.LASA.INS.13 AOAC 2015.01
19	NIQUEL	mg/kg	92690,3	-	PEE.LASA.INS.13 AOAC 2015.01
20	PLATA	mg/kg	1,17	-	PEE.LASA.INS.13 AOAC 2015.01
21	PLOMO	mg/kg	1,70	-	PEE.LASA.INS.13 AOAC 2015.01
22	POTASIO	mg/kg	87,1	-	PEE.LASA.INS.13 AOAC 2015.01
23	SELENO	mg/kg	2,08	-	PEE.LASA.INS.13 AOAC 2015.01
24	SODIO	mg/kg	642,8	*	PEE.LASA.INS.13 AOAC 2015.01
25	TALCO	mg/kg	-0,0625	-	PEE.LASA.INS.13 AOAC 2015.01
26	VANADIO	mg/kg	5,83	-	PEE.LASA.INS.13 AOAC 2015.01
27	ZINC	mg/kg	75,1	-	PEE.LASA.INS.13 AOAC 2015.01

Anexo 33. Prueba de Laboratorio ICP Separador 1.

INFORME DE RESULTADOS			
		INF.LASA-31-05-24 -5649 ORDEN DE TRABAJO No. 24-3389-1	
INFORMACIÓN SUMINISTRADA POR EL CLIENTE			
SOLICITADO POR: ALEX DAVID GIL LEAL		DIRECCIÓN: AV. JORGE FERNANDEZ Y LINEA ALFARO	
TELÉFONO: 0984352497	TIPO DE MUESTRA: ESPECIAL	PROCEDENCIA: UIDE	
IDENTIFICACIÓN: SEPARADOR			
INFORMACIÓN DEL LABORATORIO			
MUESTREO POR:	SOLICITANTE	FECHA DE MUESTREO: -	INGRESO AL LABORATORIO: 21/05/2024
FECHA DE ANÁLISIS:	21/05-31/05/2024	FECHA DE ENTREGA: 31/05/2024	NÚMERO DE MUESTRAS: Una (1)
CÓDIGO DE MUESTRA:	24-10028	REALIZACIÓN DE ENSAYOS: LABORATORIO MATRIZ	CÓDIGO INICIAL: M3

ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO

ITEM	PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	INCERTIDUMBRE U (k=2)	MÉTODO DE ENSAYO
1	ANTIMONIO	mg/kg	2,80	-	PIE.LASA,INS.15 ADAC 2015.01
2	ARSENICO	mg/kg	0,515	-	PIE.LASA,INS.15 ADAC 2015.01
3	AZUFRE	mg/kg	1842,3	-	PIE.LASA,INS.15 ADAC 2015.01
4	BORO	mg/kg	3,76	-	PIE.LASA,INS.15 ADAC 2015.01
5	BORO	mg/kg	<80,0	-	PIE.LASA,INS.15 ADAC 2015.01
6	CADMO	mg/kg	0,607	-	PIE.LASA,INS.15 ADAC 2015.01
7	CALCIO	mg/kg	<1000,0	-	PIE.LASA,INS.15 ADAC 2015.01
8	CORALTO	mg/kg	32,8	-	PIE.LASA,INS.15 ADAC 2015.01
9	COBRE	mg/kg	1879,2	-	PIE.LASA,INS.15 ADAC 2015.01
10	CROMO	mg/kg	392,2	-	PIE.LASA,INS.15 ADAC 2015.01
11	ESTAÑO	mg/kg	13,3	-	PIE.LASA,INS.15 ADAC 2015.01
12	FÓSFORO	mg/kg	<200,0	-	PIE.LASA,INS.15 ADAC 2015.01
13	HERRO	mg/kg	4065,9	-	PIE.LASA,INS.15 ADAC 2015.01
14	LITIO	mg/kg	27,3	-	PIE.LASA,INS.15 ADAC 2015.01
15	MAGNESIO	mg/kg	5316,9	-	PIE.LASA,INS.15 ADAC 2015.01
16	MANGANESO	mg/kg	9870,3	-	PIE.LASA,INS.15 ADAC 2015.01
17	MERCURIO	mg/kg	<0,500	-	PIE.LASA,INS.15 ADAC 2015.01
18	MOLIBDENO	mg/kg	2,49	-	PIE.LASA,INS.15 ADAC 2015.01
19	NÍQUEL	mg/kg	665,8	-	PIE.LASA,INS.15 ADAC 2015.01
20	PLATA	mg/kg	0,336	-	PIE.LASA,INS.15 ADAC 2015.01
21	PLOMO	mg/kg	33,4	-	PIE.LASA,INS.15 ADAC 2015.01
22	POTASIO	mg/kg	<1000,0	-	PIE.LASA,INS.15 ADAC 2015.01
23	SELENIO	mg/kg	1,92	-	PIE.LASA,INS.15 ADAC 2015.01
24	SODIO	mg/kg	<1000,0	-	PIE.LASA,INS.15 ADAC 2015.01
25	TALIO	mg/kg	<0,500	-	PIE.LASA,INS.15 ADAC 2015.01
26	VANADIO	mg/kg	92,4	-	PIE.LASA,INS.15 ADAC 2015.01
27	ZINC	mg/kg	311,7	-	PIE.LASA,INS.15 ADAC 2015.01

Anexo 34. Prueba de Laboratorio ICP Base 1.

INFORME DE RESULTADOS					
INF.LASA-31-05-24 -5650 ORDEN DE TRABAJO No. 24-3389-1					
INFORMACIÓN SUMINISTRADA POR EL CLIENTE					
SOLICITADO POR: ALEX DAVID GIL LEAL			DIRECCIÓN: AV. JORGE FERNANDEZ Y LINEA ALFARO		
TELÉFONO: 0984352497		TIPO DE MUESTRA: ESPECIAL		PROCEDENCIA: UIDE	
IDENTIFICACIÓN: BASE					
INFORMACIÓN DEL LABORATORIO					
MUESTREO POR: SOLICITANTE		FECHA DE MUESTREO: -		INGRESO AL LABORATORIO: 21.05/2024	
FECHA DE ANÁLISIS: 21.05-31.05/2024		FECHA DE ENTREGA: 31.05/2024		NÚMERO DE MUESTRAS: Una (1)	
CÓDIGO DE MUESTRA: 24-10029		REALIZACIÓN DE ENSAYOS: LABORATORIO MATRIZ		CÓDIGO INICIAL: M4	
ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO					
ITEM	PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	INCERTIDUMBRE U (k=2)	MÉTODO DE ENSAYO
1	ANTIMONIO	mg/kg	0,155	-	PTE.LASA.INS.13 ADAC 2015.01
2	ARSÉNICO	mg/kg	0,154	-	PTE.LASA.INS.13 ADAC 2015.01
3	AZUFRE	mg/kg	-40,0	-	PTE.LASA.INS.13 ADAC 2015.01
4	BERILO	mg/kg	41,2	-	PTE.LASA.INS.13 ADAC 2015.01
5	BORO	mg/kg	40,6	-	PTE.LASA.INS.13 ADAC 2015.01
6	CADMO	mg/kg	0,0504	-	PTE.LASA.INS.13 ADAC 2015.01
7	CALCIO	mg/kg	5161,4	-	PTE.LASA.INS.13 ADAC 2015.01
8	COBALTO	mg/kg	1,50	-	PTE.LASA.INS.13 ADAC 2015.01
9	COBRE	mg/kg	2,12	-	PTE.LASA.INS.13 ADAC 2015.01
10	CROMO	mg/kg	2,24	-	PTE.LASA.INS.13 ADAC 2015.01
11	ESTAÑO	mg/kg	0,935	-	PTE.LASA.INS.13 ADAC 2015.01
12	FOSFORO	mg/kg	3304,6	-	PTE.LASA.INS.13 ADAC 2015.01
13	HERRO	mg/kg	2165,1	-	PTE.LASA.INS.13 ADAC 2015.01
14	LITIO	mg/kg	0,818	-	PTE.LASA.INS.13 ADAC 2015.01
15	MAGNESIO	mg/kg	65,3	-	PTE.LASA.INS.13 ADAC 2015.01
16	MANGANESO	mg/kg	7,40	-	PTE.LASA.INS.13 ADAC 2015.01
17	MERCURIO	mg/kg	-0,0200	-	PTE.LASA.INS.13 ADAC 2015.01
18	MOLIBDENO	mg/kg	0,179	-	PTE.LASA.INS.13 ADAC 2015.01
19	NÍQUEL	mg/kg	2,69	-	PTE.LASA.INS.13 ADAC 2015.01
20	PLATA	mg/kg	-0,0200	-	PTE.LASA.INS.13 ADAC 2015.01
21	PLOMBO	mg/kg	1,08	-	PTE.LASA.INS.13 ADAC 2015.01
22	POTASIO	mg/kg	-40,0	-	PTE.LASA.INS.13 ADAC 2015.01
23	SELENIO	mg/kg	-0,0800	-	PTE.LASA.INS.13 ADAC 2015.01
24	SODIO	mg/kg	76,7	-	PTE.LASA.INS.13 ADAC 2015.01
25	TALIO	mg/kg	-0,0200	-	PTE.LASA.INS.13 ADAC 2015.01
26	VANADIO	mg/kg	-0,500	-	PTE.LASA.INS.13 ADAC 2015.01
27	ZINC	mg/kg	2150,8	-	PTE.LASA.INS.13 ADAC 2015.01

Anexo 35. Prueba de Laboratorio ICP Porta Celdas 1.

INFORME DE RESULTADOS					
INF LASA-31-05-24 -5651 ORDEN DE TRABAJO No. 24-3389-1					
INFORMACIÓN SUMINISTRADA POR EL CLIENTE					
SOLICITADO POR: ALEX DAVID GIL LEAL			DIRECCIÓN: AV. JORGE FERNANDEZ Y LINEA ALFARO		
TELÉFONO: 0984352497		TIPO DE MUESTRA: ESPECIAL		PROCEDENCIA: UIIDE	
IDENTIFICACIÓN: PORTA CELDAS					
INFORMACIÓN DEL LABORATORIO					
MUESTREO POR:	SOLICITANTE	FECHA DE MUESTREO: -	INGRESO AL LABORATORIO: 21/05/2024		
FECHA DE ANÁLISIS:	21/05-31/05/2024	FECHA DE ENTREGA:	31/05/2024	NÚMERO DE MUESTRAS: Una (1)	
CÓDIGO DE MUESTRA:	24-10030	REALIZACIÓN DE ENSAYOS:	LABORATORIO MATRIZ	CÓDIGO INICIAL: M5	
ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO					
ITEM	PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	INCERTIDUMBRE U (k=2)	MÉTODO DE ENSAYO
1	ANTIMONIO	mg/kg	0,108	-	PIE LASA, INS. 13 AOAC 2015.01
2	ARSÉNICO	mg/kg	0,228	-	PIE LASA, INS. 15 AOAC 2015.01
3	AZUFRE	mg/kg	2035,8	-	PIE LASA, INS. 13 AOAC 2015.01
4	BARIO	mg/kg	18,1	-	PIE LASA, INS. 13 AOAC 2015.01
5	BORO	mg/kg	355,3	-	PIE LASA, INS. 15 AOAC 2015.01
6	CADMO	mg/kg	0,00831	-	PIE LASA, INS. 13 AOAC 2015.01
7	CALCIO	mg/kg	7832,8	-	PIE LASA, INS. 15 AOAC 2015.01
8	COBALTO	mg/kg	0,367	-	PIE LASA, INS. 13 AOAC 2015.01
9	COBRE	mg/kg	2,56	-	PIE LASA, INS. 15 AOAC 2015.01
10	CROMO	mg/kg	2,61	-	PIE LASA, INS. 13 AOAC 2015.01
11	ESTAÑO	mg/kg	1,12	-	PIE LASA, INS. 13 AOAC 2015.01
12	FÓSFORO	mg/kg	37,4	-	PIE LASA, INS. 15 AOAC 2015.01
13	HIERRO	mg/kg	138,4	-	PIE LASA, INS. 13 AOAC 2015.01
14	LITIO	mg/kg	3,41	-	PIE LASA, INS. 13 AOAC 2015.01
15	MAGNESIO	mg/kg	248,5	-	PIE LASA, INS. 15 AOAC 2015.01
16	MANGANESO	mg/kg	3,80	-	PIE LASA, INS. 13 AOAC 2015.01
17	MERCURIO	mg/kg	-0,0200	-	PIE LASA, INS. 15 AOAC 2015.01
18	MOLIBDENO	mg/kg	0,367	-	PIE LASA, INS. 13 AOAC 2015.01
19	NÍQUEL	mg/kg	2,39	-	PIE LASA, INS. 15 AOAC 2015.01
20	PLATA	mg/kg	0,108	-	PIE LASA, INS. 13 AOAC 2015.01
21	PLOMO	mg/kg	0,614	-	PIE LASA, INS. 13 AOAC 2015.01
22	POTASIO	mg/kg	49,0	-	PIE LASA, INS. 15 AOAC 2015.01
23	SELENIO	mg/kg	0,157	-	PIE LASA, INS. 13 AOAC 2015.01
24	SODIO	mg/kg	248,6	-	PIE LASA, INS. 15 AOAC 2015.01
25	TALIO	mg/kg	-0,0200	-	PIE LASA, INS. 13 AOAC 2015.01
26	VANADIO	mg/kg	1,04	-	PIE LASA, INS. 15 AOAC 2015.01
27	ZINC	mg/kg	12,8	-	PIE LASA, INS. 13 AOAC 2015.01

Anexo 36. Prueba de Laboratorio ICP Uniones de Bornes 2.

INFORME DE RESULTADOS					
INF.LASA-31-05-24 -5642 ORDEN DE TRABAJO No. 24-3389-2					
INFORMACIÓN SUMINISTRADA POR EL CLIENTE					
SOLICITADO POR: ALEX DAVID GIL LEAL			DIRECCIÓN: AV. JORGE FERNANDEZ Y LINEA ALFARO		
TELÉFONO: 0984352497		TIPO DE MUESTRA: ESPECIAL		PROCEDENCIA: UIDE	
IDENTIFICACIÓN: UNIONES DE BORNERS					
INFORMACIÓN DEL LABORATORIO					
MUESTREO POR:	SOLICITANTE	FECHA DE MUESTREO: -		INGRESO AL LABORATORIO: 21/05/2024	
FECHA DE ANÁLISIS:	21/05-31/05/2024	FECHA DE ENTREGA: 31/05/2024		NÚMERO DE MUESTRAS: Una (1)	
CÓDIGO DE MUESTRA:	24-10026	REALIZACIÓN DE ENSAYOS: LABORATORIO MATRIZ		CÓDIGO INICIAL: M1	
ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO					
ITEM	PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	INCERTIDUMBRE U (k=2)	MÉTODO DE ENSAYO
1	ANTIMONIO	mg/kg	0,313	-	PEE.LASA.INS.15 AOAC 2015.01
2	ARSÉNICO	mg/kg	0,745	-	PEE.LASA.INS.15 AOAC 2015.01
3	AZUFRE	mg/kg	<57,0	-	PEE.LASA.INS.15 AOAC 2015.01
4	BARIO	mg/kg	3,01	-	PEE.LASA.INS.15 AOAC 2015.01
5	BORO	mg/kg	<4,50	-	PEE.LASA.INS.15 AOAC 2015.01
6	CADMIO	mg/kg	<0,0400	-	PEE.LASA.INS.15 AOAC 2015.01
7	CALCIO	mg/kg	<57,0	-	PEE.LASA.INS.15 AOAC 2015.01
8	CORALTO	mg/kg	4,17	-	PEE.LASA.INS.15 AOAC 2015.01
9	COBRE	mg/kg	980114,1	-	PEE.LASA.INS.15 AOAC 2015.01
10	CROMO	mg/kg	0,212	-	PEE.LASA.INS.15 AOAC 2015.01
11	ESTAÑO	mg/kg	946,7	-	PEE.LASA.INS.15 AOAC 2015.01
12	FÓSFORO	mg/kg	<8,00	-	PEE.LASA.INS.15 AOAC 2015.01
13	HERRO	mg/kg	32,3	-	PEE.LASA.INS.15 AOAC 2015.01
14	LITIO	mg/kg	12,5	-	PEE.LASA.INS.15 AOAC 2015.01
15	MAGNESIO	mg/kg	<57,0	-	PEE.LASA.INS.15 AOAC 2015.01
16	MANGANESO	mg/kg	2,05	-	PEE.LASA.INS.15 AOAC 2015.01
17	MERCURIO	mg/kg	<0,0400	-	PEE.LASA.INS.15 AOAC 2015.01
18	MOLIBDENO	mg/kg	<0,0400	-	PEE.LASA.INS.15 AOAC 2015.01
19	NIQUEL	mg/kg	4467,69	-	PEE.LASA.INS.15 AOAC 2015.01
20	PLATA	mg/kg	8,90	-	PEE.LASA.INS.15 AOAC 2015.01
21	PLOMO	mg/kg	2,40	-	PEE.LASA.INS.15 AOAC 2015.01
22	POTASIO	mg/kg	<57,0	-	PEE.LASA.INS.15 AOAC 2015.01
23	SELENIO	mg/kg	1,55	-	PEE.LASA.INS.15 AOAC 2015.01
24	SODIO	mg/kg	<57,0	-	PEE.LASA.INS.15 AOAC 2015.01
25	TALIO	mg/kg	<0,0250	-	PEE.LASA.INS.15 AOAC 2015.01
26	VANADIO	mg/kg	<0,800	-	PEE.LASA.INS.15 AOAC 2015.01
27	ZINC	mg/kg	11,3	-	PEE.LASA.INS.15 AOAC 2015.01

Anexo 37. Prueba de Laboratorio ICP Celda 2.

INFORME DE RESULTADOS					
INF.LASA-31-05-24 -5643 ORDEN DE TRABAJO No. 24-3389-2					
INFORMACIÓN SUMINISTRADA POR EL CLIENTE					
SOLICITADO POR: ALEX DAVID GIL LEAL			DIRECCIÓN: AV. JORGE FERNANDEZ Y LINEA ALFARO		
TELÉFONO: 0984352497		TIPO DE MUESTRA: ESPECIAL		PROCEDENCIA: UIDE	
IDENTIFICACIÓN: CELDA					
INFORMACIÓN DEL LABORATORIO					
MUESTREO POR:	SOLICITANTE	FECHA DE MUESTREO: -	INGRESO AL LABORATORIO: 21/05/2024		
FECHA DE ANÁLISIS:	21/05-31/05/2024	FECHA DE ENTREGA:	31/05/2024	NÚMERO DE MUESTRAS: Una (1)	
CÓDIGO DE MUESTRA:	24-10027	REALIZACIÓN DE ENSAYOS: LABORATORIO MATRIZ	CÓDIGO INICIAL: M2		
ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO					
ITEM	PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	INCERTIDUMBRE U (k=2)	MÉTODO DE ENSAYO
1	ANTIMONIO	mg/kg	1,32	-	PEE.LASA.INS.15 AOAC 2015.01
2	ARSÉNICO	mg/kg	3,24	-	PEE.LASA.INS.15 AOAC 2015.01
3	AZUFRE	mg/kg	4412,0	-	PEE.LASA.INS.15 AOAC 2015.01
4	BARIO	mg/kg	30,4	-	PEE.LASA.INS.15 AOAC 2015.01
5	BORO	mg/kg	18,1	-	PEE.LASA.INS.15 AOAC 2015.01
6	CADMIO	mg/kg	<-0,100	-	PEE.LASA.INS.15 AOAC 2015.01
7	CALCIO	mg/kg	764,2	-	PEE.LASA.INS.15 AOAC 2015.01
8	COBALTO	mg/kg	27172,5	-	PEE.LASA.INS.15 AOAC 2015.01
9	COBRE	mg/kg	79934,0	-	PEE.LASA.INS.15 AOAC 2015.01
10	CROMO	mg/kg	8,27	-	PEE.LASA.INS.15 AOAC 2015.01
11	ESTAÑO	mg/kg	0,124	-	PEE.LASA.INS.15 AOAC 2015.01
12	FÓSFORO	mg/kg	4223,7	-	PEE.LASA.INS.15 AOAC 2015.01
13	HERRO	mg/kg	310,8	-	PEE.LASA.INS.15 AOAC 2015.01
14	LITIO	mg/kg	16732,2	-	PEE.LASA.INS.15 AOAC 2015.01
15	MAGNESIO	mg/kg	<100,0	-	PEE.LASA.INS.15 AOAC 2015.01
16	MANGANESO	mg/kg	55077,5	-	PEE.LASA.INS.15 AOAC 2015.01
17	MERCURIO	mg/kg	<0,0625	-	PEE.LASA.INS.15 AOAC 2015.01
18	MOLIBDENO	mg/kg	0,403	-	PEE.LASA.INS.15 AOAC 2015.01
19	NÍQUEL	mg/kg	82222,9	-	PEE.LASA.INS.15 AOAC 2015.01
20	PLATA	mg/kg	0,843	-	PEE.LASA.INS.15 AOAC 2015.01
21	PLOMO	mg/kg	3,45	-	PEE.LASA.INS.15 AOAC 2015.01
22	POTASIO	mg/kg	110,0	-	PEE.LASA.INS.15 AOAC 2015.01
23	SELENIO	mg/kg	3,37	-	PEE.LASA.INS.15 AOAC 2015.01
24	SODIO	mg/kg	599,6	-	PEE.LASA.INS.15 AOAC 2015.01
25	TALIO	mg/kg	<0,0625	-	PEE.LASA.INS.15 AOAC 2015.01
26	VANADIO	mg/kg	5,34	-	PEE.LASA.INS.15 AOAC 2015.01
27	ZINC	mg/kg	68,3	-	PEE.LASA.INS.15 AOAC 2015.01

Anexo 38. Prueba de Laboratorio ICP Separador 2.

INFORME DE RESULTADOS					
INF.LASA-31-05-24 -5644 ORDEN DE TRABAJO No. 24-3389-2					
INFORMACIÓN SUMINISTRADA POR EL CLIENTE					
SOLICITADO POR: ALEX DAVID GIL LEAL			DIRECCIÓN: AV. JORGE FERNANDEZ Y LINEA ALFARO		
TELÉFONO: 0984352497		TIPO DE MUESTRA: ESPECIAL		PROCEDENCIA: UIDE	
IDENTIFICACIÓN: SEPARADOR					
INFORMACIÓN DEL LABORATORIO					
MUESTREO POR:	SOLICITANTE	FECHA DE MUESTREO: -	INGRESO AL LABORATORIO: 21/05/2024		
FECHA DE ANALISIS:	21/05-31/05/2024	FECHA DE ENTREGA:	31/05/2024	NÚMERO DE MUESTRAS: Una (1)	
CÓDIGO DE MUESTRA:	24-10028	REALIZACIÓN DE ENSAYOS: LABORATORIO MATRIZ	CÓDIGO INICIAL: M3		
ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO					
ITEM	PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	INCERTIDUMBRE U (k=2)	MÉTODO DE ENSAYO
1	ANTIMONIO	mg/kg	2,66	-	PEE.LASA.INS.13 AGAC 2015.01
2	ARSÉNICO	mg/kg	0,628	-	PEE.LASA.INS.13 AGAC 2015.01
3	AZUFRE	mg/kg	2531,5	-	PEE.LASA.INS.13 AGAC 2015.01
4	BARIO	mg/kg	14,6	-	PEE.LASA.INS.13 AGAC 2015.01
5	BORO	mg/kg	<90,0	-	PEE.LASA.INS.13 AGAC 2015.01
6	CADMIO	mg/kg	1,14	-	PEE.LASA.INS.13 AGAC 2015.01
7	CALCIO	mg/kg	<1000,0	-	PEE.LASA.INS.13 AGAC 2015.01
8	COBALTO	mg/kg	46,8	-	PEE.LASA.INS.13 AGAC 2015.01
9	COBRE	mg/kg	1656,2	-	PEE.LASA.INS.13 AGAC 2015.01
10	CROMO	mg/kg	388,2	-	PEE.LASA.INS.13 AGAC 2015.01
11	ESTAÑO	mg/kg	12,3	-	PEE.LASA.INS.13 AGAC 2015.01
12	FÓSFORO	mg/kg	<200,0	-	PEE.LASA.INS.13 AGAC 2015.01
13	HERRO	mg/kg	4032,8	-	PEE.LASA.INS.13 AGAC 2015.01
14	LITIO	mg/kg	26,5	-	PEE.LASA.INS.13 AGAC 2015.01
15	MAGNESIO	mg/kg	5236,1	-	PEE.LASA.INS.13 AGAC 2015.01
16	MANGANESO	mg/kg	9776,8	-	PEE.LASA.INS.13 AGAC 2015.01
17	MERCURIO	mg/kg	<0,500	-	PEE.LASA.INS.13 AGAC 2015.01
18	MOLIBDENO	mg/kg	2,54	-	PEE.LASA.INS.13 AGAC 2015.01
19	NÍQUEL	mg/kg	583,3	-	PEE.LASA.INS.13 AGAC 2015.01
20	PLATA	mg/kg	0,573	-	PEE.LASA.INS.13 AGAC 2015.01
21	PLOMO	mg/kg	42,8	-	PEE.LASA.INS.13 AGAC 2015.01
22	POTASIO	mg/kg	<1000,0	-	PEE.LASA.INS.13 AGAC 2015.01
23	SELENO	mg/kg	2,63	-	PEE.LASA.INS.13 AGAC 2015.01
24	SODIO	mg/kg	<1000,0	-	PEE.LASA.INS.13 AGAC 2015.01
25	TALIO	mg/kg	<0,500	-	PEE.LASA.INS.13 AGAC 2015.01
26	VANADIO	mg/kg	94,2	-	PEE.LASA.INS.13 AGAC 2015.01
27	ZINC	mg/kg	307,1	-	PEE.LASA.INS.13 AGAC 2015.01

Anexo 39. Prueba de Laboratorio ICP Base 2.

INFORME DE RESULTADOS					
INF.LASA-31-05-24 -5645 ORDEN DE TRABAJO No. 24-3389-2					
INFORMACIÓN SUMINISTRADA POR EL CLIENTE					
SOLICITADO POR: ALEX DAVID GIL LEAL			DIRECCIÓN: AV. JORGE FERNANDEZ Y LINEA ALFARO		
TELÉFONO: 0984352497		TIPO DE MUESTRA: ESPECIAL		PROCEDENCIA: UIDE	
IDENTIFICACIÓN: BASE					
INFORMACIÓN DEL LABORATORIO					
MUESTREO POR:	SOLICITANTE	FECHA DE MUESTREO: -	INGRESO AL LABORATORIO: 21/05/2024		
FECHA DE ANÁLISIS:	21.05-31/05/2024	FECHA DE ENTREGA:	31/05/2024	NÚMERO DE MUESTRAS: Una (1)	
CÓDIGO DE MUESTRA:	24-10029	REALIZACIÓN DE ENSAYOS:	LABORATORIO MATRIZ	CÓDIGO INICIAL: M4	
ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO					
ITEM	PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	INCERTIDUMBRE U (k=2)	MÉTODO DE ENSAYO
1	ANTIMONIO	mg/kg	0,211	-	PTE.LASA.INS.13 AGAC 2015.01
2	ARSÉNICO	mg/kg	0,0709	-	PTE.LASA.INS.13 AGAC 2015.01
3	AZUFRE	mg/kg	<40,0	-	PTE.LASA.INS.13 AGAC 2015.01
4	BARIO	mg/kg	39,4	-	PTE.LASA.INS.13 AGAC 2015.01
5	BORO	mg/kg	35,3	-	PTE.LASA.INS.13 AGAC 2015.01
6	CADMO	mg/kg	0,105	-	PTE.LASA.INS.13 AGAC 2015.01
7	CALCIO	mg/kg	5303,7	-	PTE.LASA.INS.13 AGAC 2015.01
8	COBALTO	mg/kg	1,36	-	PTE.LASA.INS.13 AGAC 2015.01
9	COBRE	mg/kg	1,44	-	PTE.LASA.INS.13 AGAC 2015.01
10	CROMO	mg/kg	1,96	-	PTE.LASA.INS.13 AGAC 2015.01
11	ESTAÑO	mg/kg	0,888	-	PTE.LASA.INS.13 AGAC 2015.01
12	FÓSFORO	mg/kg	3032,6	-	PTE.LASA.INS.13 AGAC 2015.01
13	HERRO	mg/kg	67	-	PTE.LASA.INS.13 AGAC 2015.01
14	LITIO	mg/kg	0,597	-	PTE.LASA.INS.13 AGAC 2015.01
15	MAGNESIO	mg/kg	67,6	-	PTE.LASA.INS.13 AGAC 2015.01
16	MANGANESO	mg/kg	2,36	-	PTE.LASA.INS.13 AGAC 2015.01
17	MERCURIO	mg/kg	<0,0200	-	PTE.LASA.INS.13 AGAC 2015.01
18	MOLIBDENO	mg/kg	0,0675	-	PTE.LASA.INS.13 AGAC 2015.01
19	NÍQUEL	mg/kg	2,29	-	PTE.LASA.INS.13 AGAC 2015.01
20	PLATA	mg/kg	<0,0200	-	PTE.LASA.INS.13 AGAC 2015.01
21	PLOMO	mg/kg	4,73	-	PTE.LASA.INS.13 AGAC 2015.01
22	POTASIO	mg/kg	<40,0	-	PTE.LASA.INS.13 AGAC 2015.01
23	SELENIO	mg/kg	<0,0000	-	PTE.LASA.INS.13 AGAC 2015.01
24	SODIO	mg/kg	80,1	-	PTE.LASA.INS.13 AGAC 2015.01
25	TALIO	mg/kg	<0,0200	-	PTE.LASA.INS.13 AGAC 2015.01
26	VANADIO	mg/kg	<0,500	-	PTE.LASA.INS.13 AGAC 2015.01
27	ZINC	mg/kg	1911,9	-	PTE.LASA.INS.13 AGAC 2015.01

Anexo 40. Prueba de Laboratorio ICP Porta Celdas 2.

INFORME DE RESULTADOS		
INF.LASA-31-05-24 -5646 ORDEN DE TRABAJO No. 24-3389-2		
INFORMACIÓN SUMINISTRADA POR EL CLIENTE		
SOLICITADO POR: ALEX DAVID GIL LEAL		DIRECCIÓN: AV. JORGE FERNANDEZ Y LINEA ALFARO
TELÉFONO: 0984352497	TIPO DE MUESTRA: ESPECIAL	PROCEDENCIA: UIDE
IDENTIFICACIÓN: PORTA CELDAS		

INFORMACIÓN DEL LABORATORIO			
MUESTREO POR:	SOLICITANTE	FECHA DE MUESTREO: -	INGRESO AL LABORATORIO: 21/05/2024
FECHA DE ANÁLISIS:	21/05-31/05/2024	FECHA DE ENTREGA: 31/05/2024	NÚMERO DE MUESTRAS: Una (1)
CÓDIGO DE MUESTRA:	24-10030	REALIZACIÓN DE ENSAYOS: LABORATORIO MATRIZ	CÓDIGO INICIAL: M5

ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO

ITEM	PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	INCERTIDUMBRE U (k=2)	MÉTODO DE ENSAYO
1	ANTIMONIO	mg/kg	0,134	-	PEE.LASA.INS.15 AOAC 2015.01
2	ARSÉNICO	mg/kg	0,275	-	PEE.LASA.INS.15 AOAC 2015.01
3	AZUFRE	mg/kg	1963,9	-	PEE.LASA.INS.15 AOAC 2015.01
4	BERIO	mg/kg	21,7	-	PEE.LASA.INS.15 AOAC 2015.01
5	BORO	mg/kg	457,2	-	PEE.LASA.INS.15 AOAC 2015.01
6	CADMIO	mg/kg	0,0330	-	PEE.LASA.INS.15 AOAC 2015.01
7	CALCIO	mg/kg	9229,0	-	PEE.LASA.INS.15 AOAC 2015.01
8	COBALTO	mg/kg	0,620	-	PEE.LASA.INS.15 AOAC 2015.01
9	COBRE	mg/kg	4,02	-	PEE.LASA.INS.15 AOAC 2015.01
10	CROMO	mg/kg	3,38	-	PEE.LASA.INS.15 AOAC 2015.01
11	ESTAÑO	mg/kg	1,30	-	PEE.LASA.INS.15 AOAC 2015.01
12	FÓSFORO	mg/kg	49,4	-	PEE.LASA.INS.15 AOAC 2015.01
13	HERRO	mg/kg	103,1	-	PEE.LASA.INS.15 AOAC 2015.01
14	LITIO	mg/kg	4,02	-	PEE.LASA.INS.15 AOAC 2015.01
15	MAGNESIO	mg/kg	309,2	-	PEE.LASA.INS.15 AOAC 2015.01
16	MANGANESO	mg/kg	4,38	-	PEE.LASA.INS.15 AOAC 2015.01
17	MERCURIO	mg/kg	<0,0200	-	PEE.LASA.INS.15 AOAC 2015.01
18	MOLIBDENO	mg/kg	0,505	-	PEE.LASA.INS.15 AOAC 2015.01
19	NÍQUEL	mg/kg	3,47	-	PEE.LASA.INS.15 AOAC 2015.01
20	PLATA	mg/kg	0,0319	-	PEE.LASA.INS.15 AOAC 2015.01
21	PLOMO	mg/kg	2,15	-	PEE.LASA.INS.15 AOAC 2015.01
22	POTASIO	mg/kg	58,2	-	PEE.LASA.INS.15 AOAC 2015.01
23	SELENIO	mg/kg	0,254	-	PEE.LASA.INS.15 AOAC 2015.01
24	SODIO	mg/kg	280,3	-	PEE.LASA.INS.15 AOAC 2015.01
25	TALIO	mg/kg	<0,0200	-	PEE.LASA.INS.15 AOAC 2015.01
26	VANADIO	mg/kg	1,29	-	PEE.LASA.INS.15 AOAC 2015.01
27	ZINC	mg/kg	6,97	-	PEE.LASA.INS.15 AOAC 2015.01

Anexo 41. Prueba de Laboratorio ICP Unión de Bornes 3.

INFORME DE RESULTADOS					
INF LASA-31-05-24 -5632 ORDEN DE TRABAJO No. 24-3389					
INFORMACIÓN SUMINISTRADA POR EL CLIENTE					
SOLICITADO POR: ALEX DAVID GIL LEAL			DIRECCIÓN: AV. JORGE FERNANDEZ Y LINEA ALFARO		
TELÉFONO: 0984352497		TIPO DE MUESTRA: ESPECIAL		PROCEDENCIA: UIDE	
IDENTIFICACIÓN: UNIONES DE BORNERS					
INFORMACIÓN DEL LABORATORIO					
MUESTREO POR:	SOLICITANTE	FECHA DE MUESTREO: -	INGRESO AL LABORATORIO: 21/05/2024		
FECHA DE ANÁLISIS:	21/05-31/05/2024	FECHA DE ENTREGA:	31/05/2024	NÚMERO DE MUESTRAS: Una (1)	
CÓDIGO DE MUESTRA:	24-10026	REALIZACIÓN DE ENSAYOS: LABORATORIO MATRIZ	CÓDIGO INICIAL: M1		
ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO					
ITEM	PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	INCERTIDUMBRE U (k=2)	MÉTODO DE ENSAYO
1	ANTIMONIO	mg/kg	0,37	-	PIE LASA INK 15 ADAC 2015.01
2	ARSÉNICO	mg/kg	0,794	-	PIE LASA INK 15 ADAC 2015.01
3	AZUFRE	mg/kg	<57,0	-	PIE LASA INK 15 ADAC 2015.01
4	BARIO	mg/kg	0,032	-	PIE LASA INK 15 ADAC 2015.01
5	BORO	mg/kg	<4,50	-	PIE LASA INK 15 ADAC 2015.01
6	CADMIO	mg/kg	<0,0400	-	PIE LASA INK 15 ADAC 2015.01
7	CALCIO	mg/kg	<57,0	-	PIE LASA INK 15 ADAC 2015.01
8	COBALTO	mg/kg	5,24	-	PIE LASA INK 15 ADAC 2015.01
9	COBRE	mg/kg	999249,7	-	PIE LASA INK 15 ADAC 2015.01
10	CROMO	mg/kg	0,160	-	PIE LASA INK 15 ADAC 2015.01
11	ESTAÑO	mg/kg	631,6	-	PIE LASA INK 15 ADAC 2015.01
12	FÓSFORO	mg/kg	<8,00	-	PIE LASA INK 15 ADAC 2015.01
13	HERRO	mg/kg	48,1	-	PIE LASA INK 15 ADAC 2015.01
14	LITIO	mg/kg	23,2	-	PIE LASA INK 15 ADAC 2015.01
15	MAGNESIO	mg/kg	<57,0	-	PIE LASA INK 15 ADAC 2015.01
16	MANGANESO	mg/kg	4,98	-	PIE LASA INK 15 ADAC 2015.01
17	MERCURIO	mg/kg	<0,0400	-	PIE LASA INK 15 ADAC 2015.01
18	MOLIBDENO	mg/kg	<0,0400	-	PIE LASA INK 15 ADAC 2015.01
19	NÍQUEL	mg/kg	4077,99	-	PIE LASA INK 15 ADAC 2015.01
20	PLATA	mg/kg	8,99	-	PIE LASA INK 15 ADAC 2015.01
21	PLOMO	mg/kg	2,11	-	PIE LASA INK 15 ADAC 2015.01
22	POTASIO	mg/kg	<57,0	-	PIE LASA INK 15 ADAC 2015.01
23	SELENIO	mg/kg	0,765	-	PIE LASA INK 15 ADAC 2015.01
24	SODIO	mg/kg	<57,0	-	PIE LASA INK 15 ADAC 2015.01
25	TALIO	mg/kg	<0,0250	-	PIE LASA INK 15 ADAC 2015.01
26	VANADIO	mg/kg	<0,800	-	PIE LASA INK 15 ADAC 2015.01
27	ZINC	mg/kg	11,2	-	PIE LASA INK 15 ADAC 2015.01

Anexo 42. Prueba de Laboratorio ICP Celda 3.

INFORME DE RESULTADOS					
INF.LASA-31-05-24 -5633 ORDEN DE TRABAJO No. 24-3389					
INFORMACIÓN SUMINISTRADA POR EL CLIENTE					
SOLICITADO POR: ALEX DAVID GIL LEAL			DIRECCIÓN: AV. JORGE FERNANDEZ Y LINEA ALFARO		
TELÉFONO: 0984352497		TIPO DE MUESTRA: ESPECIAL		PROCEDENCIA: UIDE	
IDENTIFICACIÓN: CELDA					
INFORMACIÓN DEL LABORATORIO					
MUESTREO POR: SOLICITANTE		FECHA DE MUESTREO: -		INGRESO AL LABORATORIO: 21/05/2024	
FECHA DE ANÁLISIS: 21/05-31/05/2024		FECHA DE ENTREGA: 31/05/2024		NÚMERO DE MUESTRAS: Una (1)	
CÓDIGO DE MUESTRA: 24-10027		REALIZACIÓN DE ENSAYOS: LABORATORIO MATRIZ		CÓDIGO INICIAL: M2	
ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO					
ITEM	PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	INCERTIDUMBRE U (k=2)	MÉTODO DE ENSAYO
1	ANTIMONIO	mg/kg	1,81	-	PIE.LASA.INS.15 AOAC 2015.01
2	ARSÉNICO	mg/kg	3,35	-	PIE.LASA.INS.15 AOAC 2015.01
3	AZUFRE	mg/kg	4635,0	-	PIE.LASA.INS.15 AOAC 2015.01
4	BARIO	mg/kg	51,7	-	PIE.LASA.INS.15 AOAC 2015.01
5	BORO	mg/kg	35,5	-	PIE.LASA.INS.15 AOAC 2015.01
6	CADMIO	mg/kg	<0,100	-	PIE.LASA.INS.15 AOAC 2015.01
7	CALCIO	mg/kg	957,2	-	PIE.LASA.INS.15 AOAC 2015.01
8	COBALTO	mg/kg	27291,2	-	PIE.LASA.INS.15 AOAC 2015.01
9	COBRE	mg/kg	77022,6	-	PIE.LASA.INS.15 AOAC 2015.01
10	CROMO	mg/kg	9,61	-	PIE.LASA.INS.15 AOAC 2015.01
11	ESTAÑO	mg/kg	0,155	-	PIE.LASA.INS.15 AOAC 2015.01
12	FÓSFORO	mg/kg	4548,3	-	PIE.LASA.INS.15 AOAC 2015.01
13	HERRO	mg/kg	351,3	-	PIE.LASA.INS.15 AOAC 2015.01
14	LITIO	mg/kg	19589,3	-	PIE.LASA.INS.15 AOAC 2015.01
15	MAGNESIO	mg/kg	<100,0	-	PIE.LASA.INS.15 AOAC 2015.01
16	MANGANESO	mg/kg	52811,3	-	PIE.LASA.INS.15 AOAC 2015.01
17	MERCURIO	mg/kg	<0,0625	-	PIE.LASA.INS.15 AOAC 2015.01
18	MOLIBDENO	mg/kg	0,506	-	PIE.LASA.INS.15 AOAC 2015.01
19	NÍQUEL	mg/kg	83464,7	-	PIE.LASA.INS.15 AOAC 2015.01
20	PLATA	mg/kg	0,766	-	PIE.LASA.INS.15 AOAC 2015.01
21	PLOMO	mg/kg	1,91	-	PIE.LASA.INS.15 AOAC 2015.01
22	POTASIO	mg/kg	96,9	-	PIE.LASA.INS.15 AOAC 2015.01
23	SELENIO	mg/kg	2,36	-	PIE.LASA.INS.15 AOAC 2015.01
24	SODIO	mg/kg	938,1	-	PIE.LASA.INS.15 AOAC 2015.01
25	TALIO	mg/kg	<0,0625	-	PIE.LASA.INS.15 AOAC 2015.01
26	VANADIO	mg/kg	6,15	-	PIE.LASA.INS.15 AOAC 2015.01
27	ZINC	mg/kg	84,2	-	PIE.LASA.INS.15 AOAC 2015.01

Anexo 43. Prueba de Laboratorio ICP Separador 3.

INFORME DE RESULTADOS						
				INF.LASA-31-05-24 -5634 ORDEN DE TRABAJO No. 24-3389		
INFORMACIÓN SUMINISTRADA POR EL CLIENTE						
SOLICITADO POR: ALEX DAVID GIL LEAL				DIRECCIÓN: AV. JORGE FERNANDEZ Y LINEA ALFARO		
TELÉFONO: 0984352497		TIPO DE MUESTRA: ESPECIAL		PROCEDENCIA: UIDE		
IDENTIFICACIÓN: SEPARADOR						
INFORMACIÓN DEL LABORATORIO						
MUESTREO POR: SOLICITANTE		FECHA DE MUESTREO: -		INGRESO AL LABORATORIO: 21/05/2024		
FECHA DE ANÁLISIS: 21/05-31/05/2024		FECHA DE ENTREGA: 31/05/2024		NÚMERO DE MUESTRAS: Una (1)		
CÓDIGO DE MUESTRA: 24-10028		REALIZACIÓN DE ENSAYOS: LABORATORIO MATRIZ		CÓDIGO INICIAL: M3		
ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO						
ITEM	PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	INCERTIDUMBRE U (k=2)	MÉTODO DE ENSAYO	
1	ANTIMONIO	mg/kg	2,76	-	PEE.LASA.INS.15 AOAC 2015.01	
2	ARSÉNICO	mg/kg	0,805	-	PEE.LASA.INS.15 AOAC 2015.01	
3	AZUFRE	mg/kg	1326,0	-	PEE.LASA.INS.15 AOAC 2015.01	
4	BARIO	mg/kg	19,6	-	PEE.LASA.INS.15 AOAC 2015.01	
5	BORO	mg/kg	<80,0	-	PEE.LASA.INS.15 AOAC 2015.01	
6	CADMIO	mg/kg	0,554	-	PEE.LASA.INS.15 AOAC 2015.01	
7	CALCIO	mg/kg	<1000,0	-	PEE.LASA.INS.15 AOAC 2015.01	
8	CORALTO	mg/kg	83,8	-	PEE.LASA.INS.15 AOAC 2015.01	
9	COBRE	mg/kg	1707,7	-	PEE.LASA.INS.15 AOAC 2015.01	
10	CROMO	mg/kg	398,4	-	PEE.LASA.INS.15 AOAC 2015.01	
11	ESTAÑO	mg/kg	11,3	-	PEE.LASA.INS.15 AOAC 2015.01	
12	FÓSFORO	mg/kg	<200,0	-	PEE.LASA.INS.15 AOAC 2015.01	
13	HIERRO	mg/kg	4067,7	-	PEE.LASA.INS.15 AOAC 2015.01	
14	LITIO	mg/kg	51,9	-	PEE.LASA.INS.15 AOAC 2015.01	
15	MAGNESIO	mg/kg	5020,1	-	PEE.LASA.INS.15 AOAC 2015.01	
16	MANGANESO	mg/kg	9887,8	-	PEE.LASA.INS.15 AOAC 2015.01	
17	MERCURIO	mg/kg	<0,500	-	PEE.LASA.INS.15 AOAC 2015.01	
18	MOLIBDENO	mg/kg	2,67	-	PEE.LASA.INS.15 AOAC 2015.01	
19	NÍQUEL	mg/kg	691,0	-	PEE.LASA.INS.15 AOAC 2015.01	
20	PLATA	mg/kg	0,763	-	PEE.LASA.INS.15 AOAC 2015.01	
21	PLOMO	mg/kg	34,5	-	PEE.LASA.INS.15 AOAC 2015.01	
22	POTASIO	mg/kg	<1000,0	-	PEE.LASA.INS.15 AOAC 2015.01	
23	SELENIO	mg/kg	2,85	-	PEE.LASA.INS.15 AOAC 2015.01	
24	SODIO	mg/kg	<1000,0	-	PEE.LASA.INS.15 AOAC 2015.01	
25	TALIO	mg/kg	<0,500	-	PEE.LASA.INS.15 AOAC 2015.01	
26	VANADIO	mg/kg	93,7	-	PEE.LASA.INS.15 AOAC 2015.01	
27	ZINC	mg/kg	311,2	-	PEE.LASA.INS.15 AOAC 2015.01	

Anexo 44. Prueba de Laboratorio ICP Base 3.

INFORME DE RESULTADOS					
INF LASA-31-05-24 -5635 ORDEN DE TRABAJO No. 24-3389					
INFORMACIÓN SUMINISTRADA POR EL CLIENTE					
SOLICITADO POR: ALEX DAVID GIL LEAL			DIRECCIÓN: AV. JORGE FERNANDEZ Y LINEA ALFARO		
TELÉFONO: 0984352497		TIPO DE MUESTRA: ESPECIAL		PROCEDENCIA: UIDE	
IDENTIFICACIÓN: BASE					
INFORMACIÓN DEL LABORATORIO					
MUESTREO POR: SOLICITANTE		FECHA DE MUESTREO: -		INGRESO AL LABORATORIO: 21/05/2024	
FECHA DE ANÁLISIS: 21/05-31/05/2024		FECHA DE ENTREGA: 31/05/2024		NÚMERO DE MUESTRAS: Una (1)	
CÓDIGO DE MUESTRA: 24-10029		REALIZACIÓN DE ENSAYOS: LABORATORIO MATRIZ		CÓDIGO INICIAL: M4	
ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO					
ITEM	PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	INCERTIDUMBRE U (k=2)	MÉTODO DE ENSAYO
1	ANTIMONIO	mg/kg	0,136	-	PEE LASA, INS.15 AOAC 2005.01
2	ARSÉNICO	mg/kg	0,0652	-	PEE LASA, INS.15 AOAC 2005.01
3	AZUFRE	mg/kg	<40,0	-	PEE LASA, INS.15 AOAC 2005.01
4	BARIO	mg/kg	54,2	-	PEE LASA, INS.15 AOAC 2005.01
5	BORO	mg/kg	44,2	-	PEE LASA, INS.15 AOAC 2005.01
6	CADMO	mg/kg	0,0518	-	PEE LASA, INS.15 AOAC 2005.01
7	CALCIO	mg/kg	5064,6	-	PEE LASA, INS.15 AOAC 2005.01
8	COBALTO	mg/kg	1,20	-	PEE LASA, INS.15 AOAC 2005.01
9	COBRE	mg/kg	2,07	-	PEE LASA, INS.15 AOAC 2005.01
10	CROMO	mg/kg	1,15	-	PEE LASA, INS.15 AOAC 2005.01
11	ESTAÑO	mg/kg	0,994	-	PEE LASA, INS.15 AOAC 2005.01
12	FÓSFORO	mg/kg	3282,9	-	PEE LASA, INS.15 AOAC 2005.01
13	HERRO	mg/kg	71,7	-	PEE LASA, INS.15 AOAC 2005.01
14	LITIO	mg/kg	1,05	-	PEE LASA, INS.15 AOAC 2005.01
15	MAGNESIO	mg/kg	83,8	-	PEE LASA, INS.15 AOAC 2005.01
16	MANGANESO	mg/kg	2,63	-	PEE LASA, INS.15 AOAC 2005.01
17	MERCURIO	mg/kg	<0,0200	-	PEE LASA, INS.15 AOAC 2005.01
18	MOLIBDENO	mg/kg	0,0436	-	PEE LASA, INS.15 AOAC 2005.01
19	NIQUEL	mg/kg	3,87	-	PEE LASA, INS.15 AOAC 2005.01
20	PLATA	mg/kg	<0,0200	-	PEE LASA, INS.15 AOAC 2005.01
21	PLOMO	mg/kg	0,775	-	PEE LASA, INS.15 AOAC 2005.01
22	POTASIO	mg/kg	<40,0	-	PEE LASA, INS.15 AOAC 2005.01
23	SELENIO	mg/kg	<0,0000	-	PEE LASA, INS.15 AOAC 2005.01
24	SODIO	mg/kg	92,8	-	PEE LASA, INS.15 AOAC 2005.01
25	TALIO	mg/kg	<0,0200	-	PEE LASA, INS.15 AOAC 2005.01
26	VANADIO	mg/kg	<0,500	-	PEE LASA, INS.15 AOAC 2005.01
27	ZINC	mg/kg	1766,3	-	PEE LASA, INS.15 AOAC 2005.01

Anexo 45. Prueba de Laboratorio ICP Porta Celdas 3.

INFORME DE RESULTADOS		
INF.LASA-31-05-24 -5636 ORDEN DE TRABAJO No. 24-3389		
INFORMACIÓN SUMINISTRADA POR EL CLIENTE		
SOLICITADO POR: ALEX DAVID GIL LEAL		DIRECCIÓN: AV. JORGE FERNANDEZ Y LINEA ALFARO
TELÉFONO: 0984352497	TIPO DE MUESTRA: ESPECIAL	PROCEDENCIA: UIDE
IDENTIFICACIÓN: PORTA CELDAS		

INFORMACIÓN DEL LABORATORIO			
MUESTREO POR:	SOLICITANTE	FECHA DE MUESTREO: -	INGRESO AL LABORATORIO: 21/05/2024
FECHA DE ANÁLISIS:	21/05-31/05/2024	FECHA DE ENTREGA: 31/05/2024	NÚMERO DE MUESTRAS: Una (1)
CÓDIGO DE MUESTRA:	24-10030	REALIZACIÓN DE ENSAYOS: LABORATORIO MATRIZ	CÓDIGO INICIAL: M5

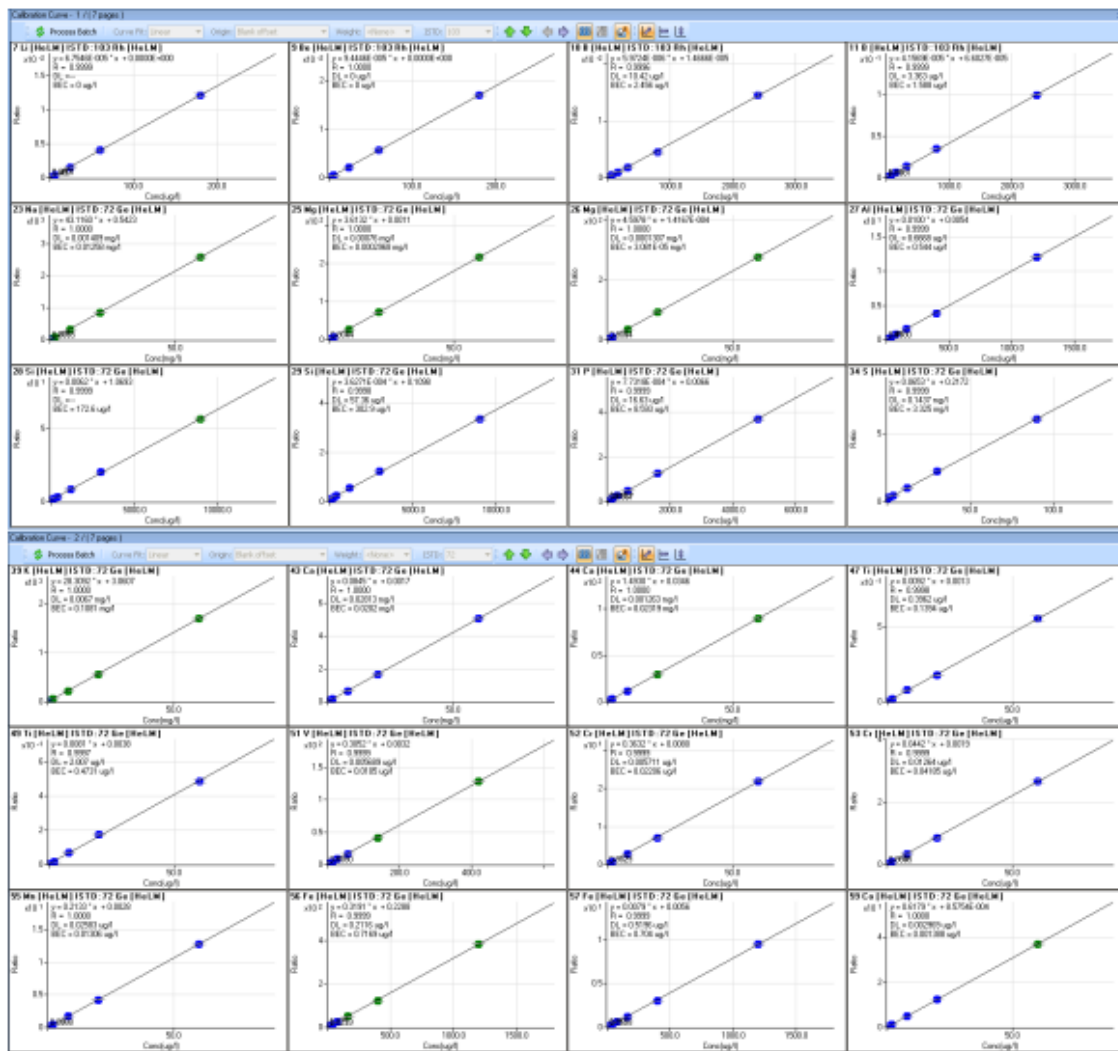
ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO

ITEM	PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	INCERTIDUMBRE U (k=2)	MÉTODO DE ENSAYO
1	ANTIMONIO	mg/kg	0,117	-	PEE.LASA.INS.13 ADAC 2015.01
2	ARSENICO	mg/kg	0,232	-	PEE.LASA.INS.13 ADAC 2015.01
3	AZUFRE	mg/kg	2280,4	-	PEE.LASA.INS.13 ADAC 2015.01
4	BARIO	mg/kg	19,5	-	PEE.LASA.INS.13 ADAC 2015.01
5	BORO	mg/kg	370,2	-	PEE.LASA.INS.13 ADAC 2015.01
6	CADMIO	mg/kg	0,0429	-	PEE.LASA.INS.13 ADAC 2015.01
7	CALCIO	mg/kg	8357,2	-	PEE.LASA.INS.13 ADAC 2015.01
8	COBALTO	mg/kg	0,739	-	PEE.LASA.INS.13 ADAC 2015.01
9	COBRE	mg/kg	3,42	-	PEE.LASA.INS.13 ADAC 2015.01
10	CROMO	mg/kg	8,37	-	PEE.LASA.INS.13 ADAC 2015.01
11	ESTAÑO	mg/kg	1,35	-	PEE.LASA.INS.13 ADAC 2015.01
12	FÓSFORO	mg/kg	37,1	-	PEE.LASA.INS.13 ADAC 2015.01
13	HIERRO	mg/kg	115,1	-	PEE.LASA.INS.13 ADAC 2015.01
14	LITIO	mg/kg	3,46	-	PEE.LASA.INS.13 ADAC 2015.01
15	MAGNESIO	mg/kg	265,4	-	PEE.LASA.INS.13 ADAC 2015.01
16	MANGANESO	mg/kg	4,28	-	PEE.LASA.INS.13 ADAC 2015.01
17	MERCURIO	mg/kg	-0,0200	-	PEE.LASA.INS.13 ADAC 2015.01
18	MOLIBDENO	mg/kg	0,46	-	PEE.LASA.INS.13 ADAC 2015.01
19	NÍQUEL	mg/kg	5,65	-	PEE.LASA.INS.13 ADAC 2015.01
20	PLATA	mg/kg	0,0409	-	PEE.LASA.INS.13 ADAC 2015.01
21	PLOMO	mg/kg	1,52	-	PEE.LASA.INS.13 ADAC 2015.01
22	POTASIO	mg/kg	51,4	-	PEE.LASA.INS.13 ADAC 2015.01
23	SELENIO	mg/kg	0,339	-	PEE.LASA.INS.13 ADAC 2015.01
24	SODIO	mg/kg	246,3	-	PEE.LASA.INS.13 ADAC 2015.01
25	TALCO	mg/kg	-0,0200	-	PEE.LASA.INS.13 ADAC 2015.01
26	VANADIO	mg/kg	1,07	-	PEE.LASA.INS.13 ADAC 2015.01
27	ZINC	mg/kg	8,25	-	PEE.LASA.INS.13 ADAC 2015.01

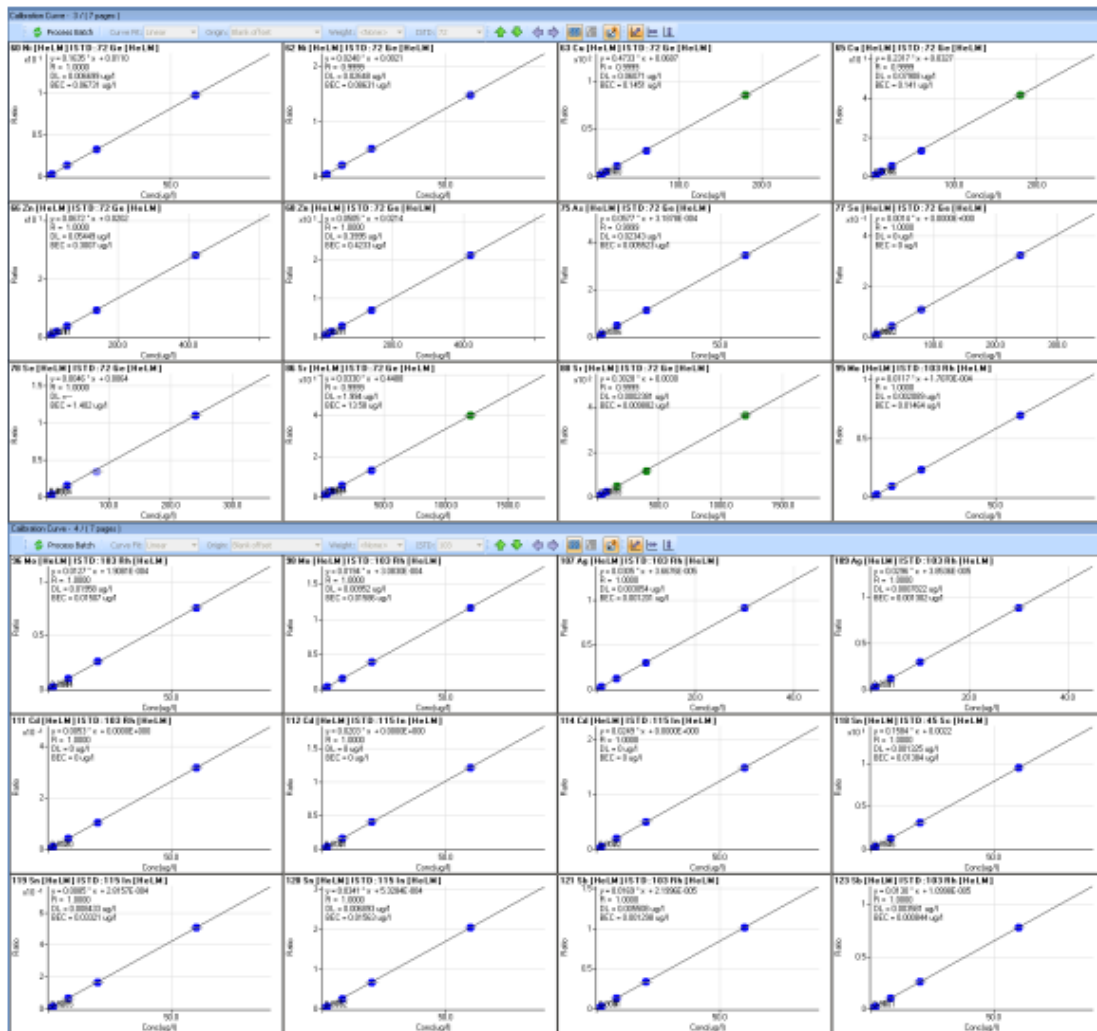
Anexo 46. Equipo de elaboración de pruebas ICP.



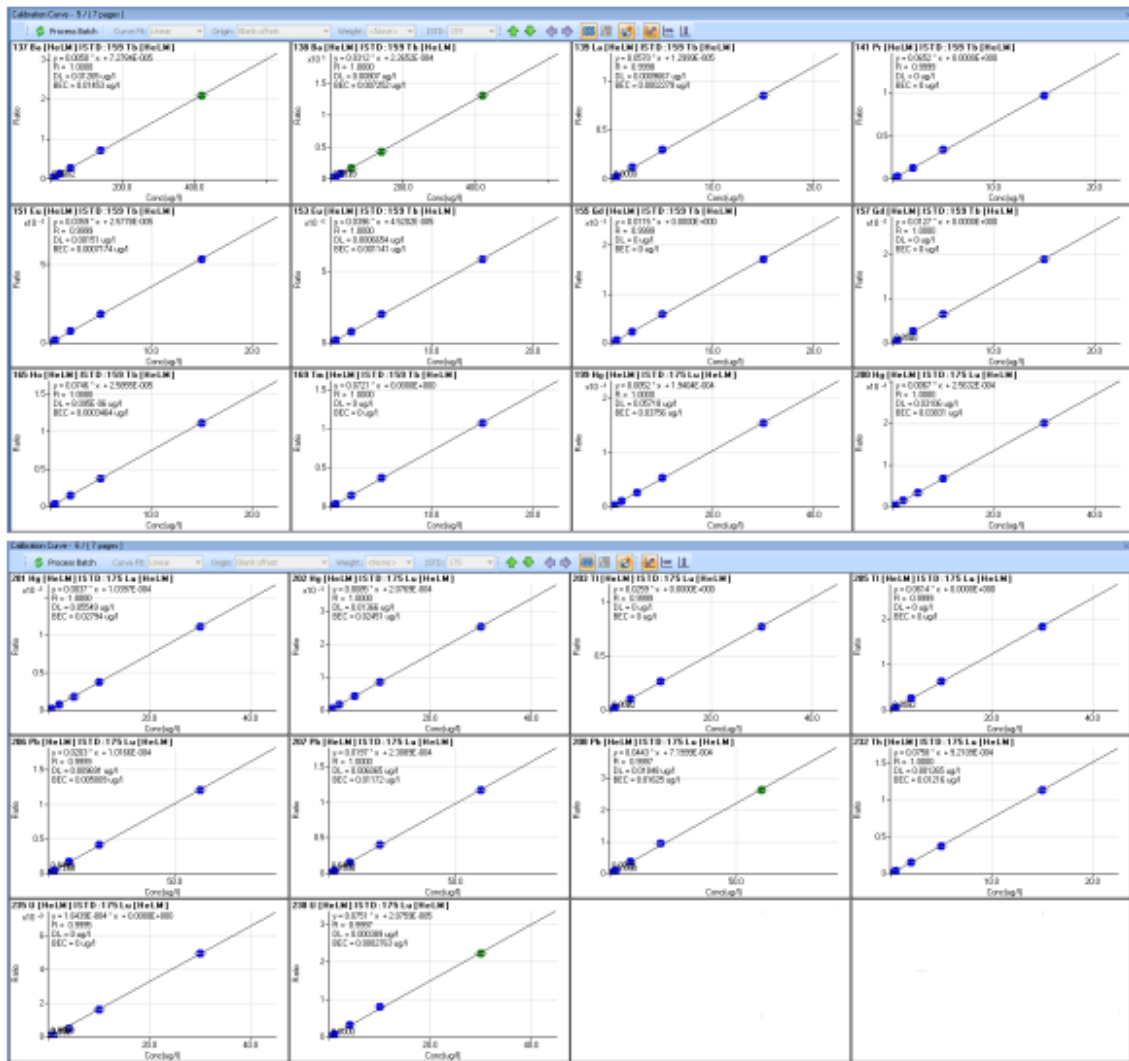
Anexo 47. Curvas de calibración para pruebas 1.



Anexo 48. Curvas de calibración para pruebas 2.



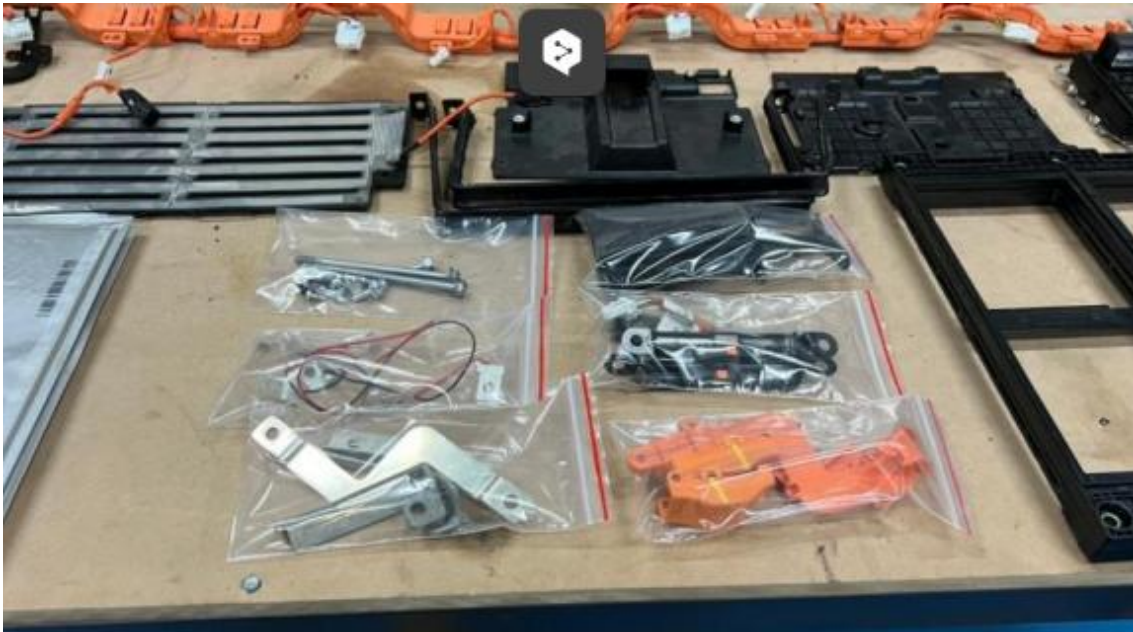
Anexo 49. Curvas de calibración para pruebas 3.



Anexo 50. Modulo completo de baterías.



Anexo 51. Muestras separadas para enviar a laboratorio.



Anexo 52. Batería completa de vehículo eléctrico.



Bibliografía

- Alcántara, K. S. Reciclaje de baterías de Ion-Li, una necesidad presente y futura. *Materiales Avanzados*, (40), 84-92.
- Álvarez, D. O. (2024, October 24). Batería - Concepto, tipos de baterías y cómo funcionan. Concepto. <https://concepto.de/bateria/>
- Asociación de Empresas Automotrices del Ecuador. (2018). Anuario 2017 [PDF]. <https://www.aeade.net/wp-content/uploads/2018/04/anuario%202017%20final%20web.pdf>
- Audisio, M. (2023, 11 enero). Sin ley vigente, electromovilidad en Ecuador es regulada por más de diez normas diferentes - Mobility. *Mobility Portal: Noticias sobre vehículos eléctricos*. https://mobilityportal.lat/sin-ley-vigente-electromovilidad-en-ecuador-es-regulada-por-mas-de-diez-normas-diferentes/?utm_source=chatgpt.com
- Avance, A. (2021, January 26). Baterías de Ion Litio ¿Cómo funcionan y por qué se utilizan en vehículos eléctricos? *Curso Automotriz - Curso Virtual Automotriz - Capacitación Automotriz*. <https://www.autoavance.co/blog-tecnico-automotriz/baterias-ion-litio-funcionamiento/>
- Baño-Saltos, F., & Coral-Carillo, K. (2025). Economía Circular de Baterías de Litio para Vehículos Eléctricos. *FIGEMPA: Investigación y Desarrollo*, 19(1).
- Baterías de litio.. (s. f.). https://inteco.org/tienda/catalogo/INTEN392025?utm_source=chatgpt.com
- Baterías de vehículos eléctricos: controversias y soluciones. (2023, 11 mayo). <https://www.mandg.com/investments/private-investor/es-es/perspectivas/actualizaciones-recientes/2023/05/baterias-de-vehiculos-electricos-controversias-y-soluciones#:~:text=Las%20reservas%20de%20litio%20se,reservas%20de%20n%C3%ADquel%20del%20mundo.>
- Batteries, C., & Batteries, C. (2025, 29 agosto). A Ultimate Guide to NMC Batteries. *CM BATTERIES*. <https://cmbatteries.com/es/gu%C3%ADa-de-bater%C3%ADas-nmc/>
- Battery, F. (2022, 20 diciembre). Lithium battery transport: all you need to know. *Flash Battery*. https://www.flashbattery.tech/en/blog/lithium-battery-transport/?utm_source=chatgpt.com
- CEPAL. (2023, junio). Extracción e industrialización del litio: oportunidades y desafíos para América Latina y el Caribe. https://www.cepal.org/sites/default/files/presentation/files/informe_especial_litio_junio_2023_-_final-jmsx-sn.pdf
- Céspedes, M., & Obaya, M. (2021). Análisis de las redes globales de producción de baterías de ion de litio: implicaciones para los países del triángulo del litio. <https://repositorio.cepal.org/entities/publication/7270e26d-1d65-47e3-88f0-ca615f1d49b3>

- Communications. (2025, 28 julio). Vehículo Eléctrico: ¿Qué es y cómo funciona este vehículo? BBVA NOTICIAS. <https://www.bbva.com/es/sostenibilidad/que-es-el-automovil-electrico/>
- Dávila Tafur, R. C., & Villalobos Gomez, A. L. (2021). Estrategias de reutilización y reciclaje de baterías de Ion Litio de vehículos eléctricos: Una revisión sistemática.
- DARWIN, S. F. J. (2022). ANÁLISIS DE LOS MÉTODOS DE RECICLAJE DE MATERIA PRIMA A PARTIR DE BATERÍAS DE LITIO EN DESUSO DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS E HÍBRIDO (Doctoral dissertation, UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR).
- Enfoque, R. (2024, April 5). Ecuador incursiona en soluciones de reciclaje para las baterías de litio. www.vistazo.com. <https://www.vistazo.com/enfoque/ecuador-incursiona-soluciones-reciclaje-baterias-de-litio-YH7108472>
- ENFOQUES. (2024, 8 diciembre). Minerales críticos para la transición energética y la electromovilidad: oportunidades para el desarrollo económico con desafíos socioambientales. CEPAL. <https://www.cepal.org/es/enfoques/minerales-criticos-la-transicion-energetica-la-electromovilidad-oportunidades-desarrollo>
- EVShop.EU. (s. f.). Paquete de batería Kia EV Soul de 30 kWh y 400 V (usado). <https://evshop.eu/es/baterias/299-paquete-de-bateria-kia-ev-soul-de-30-kwh-y-400-v-usado.html>
- Hundertmark, T., Prieto, M., Ryba, A., Simons, T. J., & Wallach, J. (2019, 20 diciembre). Accelerating plastic recovery in the United States. McKinsey & Company. <https://www.mckinsey.com/industries/chemicals/our-insights/accelerating-plastic-recovery-in-the-unitedstates>
- La minería en América Latina y el Caribe: Tendencias y perspectivas. (2023, 3 octubre). Cepal.org. https://www.cepal.org/sites/default/files/news/files/presentacioncepal_xiicamma.pdf
- Lagos, A. (2024, July 12). Las baterías de iones de litio son una fuente creciente de contaminación por químicos tóxicos, revela un nuevo estudio. *WIRED*. <https://es.wired.com/articulos/las-baterias-de-iones-de-litio-son-una-fuente-creciente-de-contaminacion-por-quimicos-toxicos-revela-un-nuevo-estudio>
- Ley 8839, para la Gestión Integral de Residuos. (s. f.). vLex. <https://vlex.co.cr/vid/ley-8839-gestion-integral-639401817>
- Lohum, & Lohum. (2024, 12 marzo). Explore Top 10 Minerals for Battery Material. LOHUM - Safeguarding Earth's Tomorrow, Today -. <https://lohumi.com/media/blog/an-overview-of-top-10-minerals-used-as-battery-raw-material/>
- Ludwiniak, A. (2023, October 2). ¿Qué ocurre con las baterías usadas de los coches eléctricos? | Knauf. Knauf Industries Automotive. <https://knaufautomotive.com/es/que-ocurre-con-las-baterias-usadas-de-los-coches-electricos/>

- Martínez Sáez, L., Rivera Hoyos, J., Espantaleón Ruiz, M., & García Álvarez, A. (2016). Simulación y ensayo de contenedores de baterías para vehículos eléctricos bajo solicitaciones de choque.
- Maurad, G., & Ligia, S. (s.f.). editorialalema. Obtenido de MÉTODOS DE RECICLAJE DE LAS BATERÍAS UTILIZADAS EN VEHÍCULOS ELÉCTRICOS EN EL ECUADOR: <https://editorialalema.org/index.php/pentaciencias/article/view/1270/1709>
- Maurad Maurad , G. E. ., & Sánchez Parrales , L. V. . (2024). Métodos de reciclaje de las baterías utilizadas en vehículos eléctricos en el Ecuador . Revista Científica Arbitrada Multidisciplinaria PENTACIENCIAS, 6(6), 200–210. <https://doi.org/10.59169/pentaciencias.v6i6.1270>
- Miranda-Reyes, O. V., Ballesteros-López, J. G., Punina-Poveda, D. H., & Lescano-Paredes, L. G. (2023). Avances actuales de las baterías de los automóviles eléctricos. Revista Científica INGENIAR: Ingeniería, Tecnología E Investigación. ISSN: 2737-6249., 6(11), 56-69. Recuperado a partir de <https://journalingeniar.org/index.php/ingeniar/article/view/111>
- Möller, T. (2024, December 17). The battery chemistries powering the future of electric vehicles. McKinsey & Company. <https://www.mckinsey.com/industries/automotive-and-assembly/our-insights/the-battery-chemistries-powering-the-future-of-electric-vehicles>
- Moring, C. &. (2025, 4 noviembre). The EU Batteries Regulation: Taking Stock of the New EU Battery Requirements. Lexgo.be. https://www.lexgo.be/en/news-and-articles/13714-the-eu-batteries-regulation-taking-stock-of-the-new-eu-battery-requirements?utm_source=chatgpt.com
- Ordóñez, C. P. (2011). Estudio de baterías para vehículos eléctricos. enterprise. uc3m. es, 1-105. <https://e-archivo.uc3m.es/rest/api/core/bitstreams/7dd8858e-5db6-4b08-b120-58ceb1056ac8/content>
- Peña Torres, D. (2019). Estudio de factibilidad técnico-económica de un proceso de reciclaje de baterías de ion - litio en la Región Metropolitana de Chile. Disponible en <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/174534>
- ¿Qué es un análisis químico por espectrometría de emisión óptica por chispa? (n.d.). <https://www.blog.metalinspec.com.mx/post/analisis-quimico-por-espectrometria>
- ¿Qué es un vehículo eléctrico?: Conoce todo al respecto | KIA. (s. f.). Kia Perú. <https://www.kia.com/pe/util/news/que-es-un-vehiculo-electrico.html>
- Reyes, L. (2018, noviembre 29). *Así es el Kia Soul EV: Esto es todo lo que sabemos, aunque nos falta la autonomía*. . . . Autonocion.com. <https://www.autonocion.com/nuevo-kia-soul-ev-2019-detalles-especificaciones-equipamiento/>
- Ulrich, L. (2024, 22 febrero). The top 10 EV battery makers. IEEE Spectrum. <https://spectrum.ieee.org/the-top-10-ev-battery-makers#:~:text=Los%20grandes%20jugadores%20dominan,el%20disprosi%20y%20el%20terbio.>

- Urcuyo, R., González, D., Castro, J., & Perez, A. (2023). Roberto Urcuyo Solórzano, Diego González Flores, Julio Castro Fallas, Aramis Perez Mora –. Obtenido de minae.go: https://minae.go.cr/energia/proyecto%20acelerando%20la%20transicion/Buenas%20practicas%20para%20la%20gestion%20de%20residuos%20de%20baterias%20de%20VEs%20y%20recomendaciones%20para%20CR.pdf?utm_source=chatgpt.com
- Urcuyo, R., González, D., Soto, M., & Pérez, A. (2023). PROPUESTA DE ESTÁNDARES, NORMAS,. Obtenido de minae.go: https://www.minae.go.cr/energia/proyecto%20acelerando%20la%20transicion/Propuesta%20de%20esta%20C2%B4ndares%20normas%20y%20poli%20C2%B4ticas%20para%20la%20gestio%20C2%B4n%20de%20residuos%20de%20bateri%20C2%B4as%20de%20VEs%20en%20CR-1.pdf?utm_source=chatgpt.com
- Vazquez, J. (2024b, July 11). Espectrometria: Mecanismos, Tipos y Usos en la Industria - Espectrometria. Espectrometria. <https://espectrometria.com.mx/espectrometria-mecanismo-tipos-y-usos/>
- Youtopia. (2024, 25 noviembre). *¿La gestión de las baterías de litio frena la movilidad eléctrica?* Youtopia. https://youtopiaecuador.com/baterias-litio-movilidad-electrica-regulacion-ecuador-mercado-sostenibilidad/?utm_source=chatgpt.com
- Zagorodny, J. P. (2023). Gestión integral de las baterías fuera de uso de vehículos eléctricos en el marco de una estrategia de economía circular. <https://repositorio.cepal.org/entities/publication/7b764541-d263-484a-83eb-efe11d0a2df6>
- 10 Common Plastics Used in Automotive Batteries. (2024, 26 agosto). Thermttest. https://thermttest.com/common-battery-plastics-in-automotive?utm_source=chatgpt.com