

			
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

GESTIÓN DEL PROCESO DE CICLO DE VIDA DE UNA BATERÍA DE LITIO DE ALTO VOLTAJE (HV) Y SU RELACIÓN CON LA VIDA ÚTIL Y AUTONOMÍA DE LOS VEHICULOS ELÉCTRICOS

SEBASTIAN BUITRAGO RODRIGUEZ  
TECNOLOGIA EN MECANICA AUTOMOTRIZ

UNIVERSIDAD ECCI  
FACULTAD INGENIERIA  
PROGRAMA MECANICA AUTOMOTRIZ  
BOGOTÁ, D.C.  
AÑO 2023

			
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

GESTIÓN DEL PROCESO DE CICLO DE VIDA DE UNA BATERÍA DE LITIO DE ALTO VOLTAJE (HV) Y SU RELACIÓN CON LOS VEHÍCULOS HÍBRIDOS Y ELÉCTRICOS

SEBASTIAN BUITRAGO RODRIGUEZ  
TECNOLOGIA EN MECANICA AUTOMOTRIZ

DIRECTOR  
Ms. ARMANDO ALFREDO HERNANDEZ MARTIN

UNIVERSIDAD ECCI  
FACULTAD INGENIERIA  
PROGRAMA MECANICA AUTOMOTRIZ  
BOGOTÁ, D.C.  
AÑO 2023

			
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

## TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
<b>1. GESTION DEL PROCESO DE CICLO DE VIDA DE UNA BATERÍA DE LITIO DE ALTO VOLTAJE (HV) Y SU RELACIÓN CON LOS VEHÍCULOS HÍBRIDOS Y ELECTRICOS.....</b>	<b>9</b>
<b>2. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>9</b>
2.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA .....	9
2.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	10
<b>3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>11</b>
3.1. OBJETIVO GENERAL.....	11
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	12
<b>4. JUSTIFICACIÓN Y DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>12</b>
4.1. JUSTIFICACIÓN .....	12
4.2. DELIMITACIÓN.....	13
4.2.1. Delimitación espacial .....	13
4.2.2. Delimitación temporal .....	13
4.2.3. Delimitación de recursos.....	13
<b>5. PROCESO DE EXTRACCIÓN DE LOS MATERIALES USADOS EN LAS BATERIAS DE ALTO VOLTAJE.....</b>	<b>14</b>
5.1. ASPECTOS GENERALES .....	14
5.1.1. Materiales utilizados .....	17
5.1.2. Propiedades de los materiales.....	17
5.1.3. Cantidad de cada material. ....	23

		
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009

5.1.4. Proceso de extracción de materiales .....	24
5.1.5. Precio de venta de cada material .....	39

## **6. TIPOS DE BATERIAS DE ALTO VOLTAJE (HV) USADAS EN VEHICULOS ELECTRICOS Y SUS PARTES..... 41**

6.1. Tipos de baterías.....	41
6.1.1. Baterías Plomo-Acido (PB-Acido) .....	41
6.1.2. Baterías de Níquel-Cadmio (Ni CD) .....	42
6.1.3. Baterías de Níquel-Hidruro metálico .....	43
6.1.4. Baterías de Ion-Litio (LiCoO <sub>2</sub> ).....	44
6.1.5. Baterías de Ion de litio con cátodo de LiFePO <sub>4</sub> .....	45
6.1.6. Baterías de polímero de litio. ....	46
6.2. Componentes del sistema de control de las baterías de alto voltaje (HV) para vehículos eléctricos.....	47
6.2.1. Módulos de baterías .....	47
6.2.2. Unidad de control principal (BMS).....	48
6.2.3. Unidades de control de módulos (CMU) .....	48
6.2.4. Sensores de temperatura.....	49
6.2.5. Sensores de expansión.....	50
6.2.6. Sistema de refrigeración .....	50
6.2.7. Relés de conexión y resistencia de precarga .....	51
6.2.8. Cableado de control.....	52
6.2.9. Fusible de desconexión de alta tensión. ....	53
6.2.10. Esquema completo de las partes de una batería de alto voltaje (HV) para vehículos eléctricos .....	54

## **7. PROCESOS DE MANTENIMIENTO DE UNA BATERIA DE ALTO VOLTAJE HV 55**

7.1. Tipos de mantenimiento para una batería de alto voltaje HV.....	55
7.1.1. Mantenimiento Correctivo. ....	55
7.1.2. Mantenimiento preventivo. ....	56
7.1.3. Mantenimiento predictivo. ....	56
7.2. Rutinas de mantenimiento dentro de una batería de alto voltaje HV .....	57
7.2.1. Cambio de celdas. ....	57
7.2.2. Balanceo de la batería .....	58
7.2.3. Cambio de O-ring dentro de una batería.....	59
7.2.4. Aislamiento de la batería.....	61
7.2.5. Obstrucción de desfogue de líquido. ....	63
7.2.6. Cambio de refrigerante de la batería.....	64
7.2.7. Válvulas de evacuación de gases .....	65

		
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009

7.2.8. Cambio de escudo de protección.....	66
7.2.9. Revisión del estado de salud de la batería mediante el software del fabricante.....	68
7.2.10. Limpieza de conectores de La BMS y cables de alta tensión. ....	69
7.2.11. Determinar el SOC con herramienta de exploración.....	70
7.2.12. Cambio de filtro de aire del sistema de enfriamiento de una batería...	72
<b>8. DISPOSICION FINAL DE UNA BATERIA DE ALTO VOLTAJE (HV).....</b>	<b>73</b>
8.1. Método de reciclaje de cobalto .....	75
8.2. Método de reciclaje de Níquel .....	76
8.3. Método de reciclaje de Manganeso .....	77
8.4. Método de reciclaje del Litio .....	78
8.5. Investigación en reciclaje.....	79
<b>9. REFERENCIAS .....</b>	<b>81</b>

		
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009

## LISTA DE ILUSTRACIONES

PAG.

ilustración 1. batería de alto voltaje dentro de un vehículo eléctrico tomado de híbridosyeléctricos.com.....	10
ilustración 2. logo de la investigación. del autor. ....	10
ilustración 3. litio. tomado de larazon.com.....	18
ilustración 4. cobalto. tomado de.zschimmer-schwarz.es.....	18
ilustración 5. níquel. tomado de mexicomintero.com.....	19
ilustración 6. manganeso. tomado de wikipedia.org.....	19
ilustración 7. hierro. tomado de laboratuvar.....	20
ilustración 8. aluminio. tomado de wikipedia.org.....	21
ilustración 9. cobre. tomado de okdiario.com.....	22
ilustración 10. grafeno. tomado de products finishing méxico.....	23
ilustración 11. carbonato de litio. tomado de solostocks.com.co.....	25
ilustración 12 proceso de extracción del litio a partir de salmueras, tomado de milenio.com.....	25
ilustración 13. reservas de litio en el mundo. tomado de dw.....	26
ilustración 14. hidróxido de cobalto. tomado de world energy trade.....	27
ilustración 15 lixiviación de cobalto, tomado de scielo.sld.cu.....	27
ilustración 16. reservas de cobalto en el mundo. tomado de eom.....	28
ilustración 17. óxido de níquel. tomado de western minmetals corporation.....	29
ilustración 18. proceso de extracción de níquel, tomado de es.scribd.com.....	29
ilustración 19. reservas de níquel en el mundo. tomado de eom.....	30
ilustración 20. ferromanganeso. tomado de solostocks.com.co.....	31
ilustración 21. obtención de manganeso por calcinación. tomado de comunidadesautlan.com.....	31
ilustración 22. reservas de manganeso en el mundo. tomado de masquevidadigital.....	32

		
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009

ilustración 23. mineral de hierro. tomado de depositphotos.com .....	33
ilustración 24. obtención de hierro y acero. tomado de tecnoalex.weebly.com.....	33
ilustración 25. reservas de hierro en el mundo. tomado de statista .....	34
ilustración 26. bauxita. tomado de wikipedia.org .....	35
ilustración 27. extracción de aluminio. tomado de blogspot.com .....	35
ilustración 28. reservas de bauxita en el mundo. tomado de statista.....	36
ilustración 29. mineral de cobre. tomado de laboratuvar .....	36
ilustración 30. obtención de cobre. tomado de infogram.com.....	37
ilustración 31. producción mundial de cobre. tomado de bankia .....	38
ilustración 32. lamina de grafeno. tomado de pcc group .....	38
ilustración 33. métodos de obtención de grafeno. tomado de redalyc .....	39
ilustración 34. baterías de plomo-acido. tomado de mei telecom .....	42
ilustración 35. baterías níquel-cadmio. tomado de servelec .....	43
ilustración 36. batería de níquel-hidruro metálico. tomado de ald automotive .....	44
ilustración 37. batería de ion de litio. tomado de movilidad eléctrica .....	45
ilustración 38. batería de ion-litio con cátodo. tomado de xataka .....	46
ilustración 39. batería de polímero de litio. tomado de el correo.....	47
ilustración 40. módulos y celdas de batería. tomado de diagnosis tips.....	48
ilustración 41. unidad de control principal. tomado de diagnosis tips.....	48
ilustración 42. unidades de control de módulos. tomado de diagnosis tips .....	49
ilustración 43. sensores de temperatura. tomado de diagnosis tips.....	49
ilustración 44. sensores de expansión. tomado de diagnosis tips .....	50
ilustración 45. sistema de refrigeración. tomado de diagnosis tips .....	51
ilustración 46. relés de conexión y resistencia de precarga. tomado de diagnosis tips .....	52
ilustración 47. cableado de control. tomado de diagnosis tips .....	53
ilustración 48. fusible de desconexión de alta tensión. tomado de diagnosis tips .	54
ilustración 49. esquema completo de partes. tomado de diagnosis tips .....	54
ilustración 50. celdas de una batería. tomado de motor pasión. ....	58
ilustración 51. balanceo de una batería. tomado de ev expert.....	59
ilustración 52. o-ring de una batería. tomado de global o-ring and seal .....	61
ilustración 53. aislamiento de una batería. tomado de hioki .....	62
ilustración 54. refrigerante para baterías de alto voltaje. tomado de liqui moly .....	65
ilustración 55. cambio de escudo de protección de una batería. tomado de xataka. ....	67
ilustración 56. revisión de estado con software del fabricante. tomado de motor pasión. ....	69
ilustración 57. determinación de SOC con scanner. tomado de ruta 401 .....	71
ilustración 58. reciclaje de baterías. tomado de medio ambiente en acción .....	73
ilustración 59. residuos baterías de alto voltaje (hv). tomado de el español .....	75
ilustración 60. reciclaje de cobalto. tomado de el periódico de la energía. ....	76
ilustración 61. reciclaje de níquel. tomado de manufactura, proveedores y productos china.....	77
ilustración 62. proceso de hidrometalurgia. tomado de 911 metalurgista .....	78
ilustración 63. reciclaje del litio. tomado de condorchem.....	79

			
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

ilustración 64. política de reciclaje de catl y brunp. tomado de brunp ..... 80

#### LISTA DE TABLAS

	Pág.
tabla 1. cantidad de material a nivel mundial. (fernandez r. , 2022). (suarez, 2022) .....	24
tabla 2. precio de venta de materiales. (investing, 2023).....	40

		
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009

## 1. GESTION DEL PROCESO DE CICLO DE VIDA DE UNA BATERÍA DE LITIO DE ALTO VOLTAJE (HV) Y SU RELACIÓN CON LOS VEHÍCULOS HÍBRIDOS Y ELECTRICOS

### 2. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

#### 2.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Este punto del proyecto está ambientado en la realidad actual sobre las baterías que utilizan los vehículos híbridos y eléctricos, para dar respuesta a preguntas como lo son costos, autonomía, eficiencia según el clima, eficiencia según terreno, mantenimiento y cuidados. Como complemento de lo anterior se tendrá en cuenta la materia prima, los procesos de fabricación de las baterías y su disposición final, entendiendo que este es un aspecto muy importante ya que es el cuestionamiento de los procesos antes de que ingresen a su ciclo de trabajo y después que este haya finalizado, del como impactan el medio ambiente y que estrategias se pueden implementar para contrarrestarlo.

		
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009



*Ilustración 1. Batería de alto voltaje dentro de un vehículo eléctrico tomado de [Híbridosyeléctricos.com](http://Híbridosyeléctricos.com)*

## 2.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cómo el ciclo de vida de una batería de litio HV puede impactar en el desempeño energético de los vehículos híbridos o eléctricos y cuales varias se deben contemplar en su recuperación y disposición final?

*Ilustración 2. Logo de la investigación. Del Autor.*

			
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009



### 3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

#### 3.1. OBJETIVO GENERAL

Analizar, investigar y proponer cómo el ciclo de vida de una batería de litio es capaz de desarrollarse de manera eficiente en un vehículo eléctrico e híbrido.

		
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009

### 3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analizar el proceso de extracción y propiedades de los materiales que son usados en la fabricación de las baterías de alto voltaje (HV) y su funcionalidad que tienen dentro del ciclo de vida de estas.
- Describir los tipos de baterías de alto voltaje (HV) usadas comúnmente en vehículos eléctricos y como son capaces de intervenir positiva o negativamente en su ciclo de vida útil.
- Identificar los procesos de mantenimiento de las baterías de alto voltaje (HV), mediante el análisis de los diferentes componentes y como pueden ser intervenidos para nivelar sus propiedades útiles y recuperar su ciclo de vida.
- Estudiar los posibles escenarios para la disposición final de una batería de alto voltaje (HV), mediante su impacto ambiental y el destino de algunas de sus partes, este es un proceso que junto con el proceso de reciclaje y reutilización de partes o materiales.

## 4. JUSTIFICACIÓN Y DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

### 4.1. JUSTIFICACIÓN

La idea de iniciar esta investigación nació por interés propio del estudiante para impulsar sus habilidades de observación, análisis e indagación acerca del tema ya

		
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009

referenciado, en el contexto de la investigación formativa y acorde a los ejes de investigación de la universidad. El propósito de continuar con esta investigación es lograr influenciar y proponer a la comunidad educativa a que tengan una nueva visión y un mayor acercamiento por un tema que está tomando una relevancia importante y mucho más trascendente en los próximos años, lo que puede ser de mucha importancia, además de ser muy útil para complementar el desarrollo académico y profesional, otro motivo por el cual es conveniente llevar a cabo la investigación es incentivar a la comunidad académica sobre los impactos sociales, ambientales y económicos, ligados a un vehículo híbrido o eléctrico, específicamente relacionado con el ciclo de vida de la batería de alto voltaje HV.

## 4.2. DELIMITACIÓN

Para llevar a cabo este proyecto se van a tener en cuenta las siguientes limitaciones:

### 4.2.1. Delimitación espacial

Todo el proceso se realizará desde el estudio del estudiante.

### 4.2.2. Delimitación temporal

Es una investigación que tiene como previsto concretarse en un plazo de 7 a 8 meses.

### 4.2.3. Delimitación de recursos

Al ser un proyecto completamente investigativo desarrollado bajo una revisión bibliográfica, los recursos económicos estarán centrados en el costo por hora hombre (estudiante, director), unido a esto los recursos que serán utilizados en relación a equipos e insumos serán los siguientes: Computador o celular del estudiante, servicio de internet, bases de datos de la universidad ECCI, ayuda y asistencia por parte del director del proyecto, libros de interés, páginas webs oficiales (relacionadas con el tema a abordar) y el uso de herramientas ofimáticas.

			
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

## 5. PROCESO DE EXTRACCIÓN DE LOS MATERIALES USADOS EN LAS BATERIAS DE ALTO VOLTAJE

### 5.1. ASPECTOS GENERALES

La primera pila de la que se tiene registro se remonta a 1798 cuando Alessandro Volta construyó la primera pila voltaica, la cual estaba construida con discos de

		
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009

cobre y zinc humedecidos con una solución salina, a partir de ahí muchas personas y compañías han desarrollado e implementado mejoras sobre este modelo para acoplarlos a las diferentes campos en los que eran solicitadas, una de las grandes compañías que ha servido al desarrollo y avance de las baterías fue Eveready Battery Company, actualmente conocida como Energizer. Las baterías tienen una relación con los dispositivos, han sido desarrolladas para relojería, radios portátiles, reproductores de CD y algunos juguetes, los cuales fueron uno de los motivos para el desarrollo y evolución de las baterías, hoy en día con la invención de las baterías de litio se abrió para el mundo una energía de larga duración para dispositivos tecnológicos como los celulares, cámaras, computadoras (Berick).

Las baterías antiguas estaban fabricadas de forma sencilla, consistían en unos discos de plata y zinc separados por una capa de tela o de papel, todo lo anterior se encontraba sumergido en hidróxido de sodio y de esta manera se conformaban las baterías diferente a lo que se conoce en la actualidad.

El impacto que se genera en el medio ambiente cuando las baterías llegan al fin de su vida útil es muy alto, debido a que, al estar con la basura, estas van perdiendo su cubierta y dejan al descubierto los metales que contienen, estos se filtran y contaminan la tierra y llegan a corrientes de agua subterráneas y posteriormente a los ríos, para ver la magnitud de este evento se dice que una pila alcalina contamina 175.000 litros de agua, además no solo contaminan, también tienen efectos nocivos en la salud animal y humana, entre las más comunes y peligrosas están algunos tipos de cáncer, daños en el sistema nervioso, edemas pulmonares, daños neurológicos, problemas dermatológicos, deterioro del sistema urinario, ceguera, retraso mental, convulsiones y en mujeres embarazadas puede ocasionar graves daños en el feto (Prensa, 2017)

Antiguamente no se tenía conciencia del medio ambiente como lo es últimamente, las baterías que llegaban al fin de su vida útil eran desechadas con la basura común, lo que llegaba a contaminar grandes cantidades de tierra y agua, perjudicando a los

		
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009

animales y posteriormente a los humanos, algunas eran recicladas por las mismas empresas que las fabricaban, esto para disminuir su impacto en el medio ambiente y su vez para aprovechar los componentes que aun pudieran tener algún uso útil. Actualmente existen contenedores especiales para reciclar baterías los cuales se encuentran en lugares específicos en las ciudades, las empresas fabricantes y de gestión de residuos los han colocado para lograr reciclar las baterías, este reciclaje permite reutilizar hasta el 75% de los materiales con los que están fabricadas según sea su condición, cada empresa tiene diferentes procesos para lograr el punto anterior, entre algunos de esos procedimientos se encuentran los siguientes:

- Se tienen unos vertederos especiales controlados, en los cuales las baterías son enterradas para que su cubierta y su composición química se separen y justo después se someten a un tratamiento fisicoquímico para recuperar algunos de sus materiales.
- Se realizan procesos de destilación del hierro, níquel y cadmio (si los poseen) para recuperarlos y utilizarlo nuevamente en productos nuevos.
- Sometimiento a proceso de trituración bajo refrigeración de nitrógeno líquido, al terminar se obtiene un polvo el cual se compone de metales ferrosos, carbón y zinc.
- Los hornos de Waelz permiten un tratamiento a alta temperatura en el cual se tratan residuos de zinc para obtener diferentes productos con alto contenido de zinc y manganeso
- Se realiza fundición de plomo mediante fusión y depuración para obtener lingotes de plomo con las propiedades aptas para ser usados en nuevas baterías.
- El black Mass permite obtener fracciones muy puras de Zinc y Manganeso, esto mediante un proceso de disolución con aditivos, concentración y purificación, en esta segunda fase se obtienen componentes químicos aptos para ser usados en nuevas baterías y otros son reutilizados en siderurgia y otros procesos industriales, se obtienen en diferentes estados químicos y son

		
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009

los siguientes: Zinc, Manganeso, litio, cobalto, plomo, níquel, cadmio.  
(Ecopilas, s.f.)

#### 5.1.1. Materiales utilizados

Las baterías de alto voltaje (HV) usadas en los vehículos híbridos y eléctricos están fabricadas por una serie de materiales que componen tanto su estructura física como su composición química interior, entre los materiales se encuentran los siguientes: Litio, cobalto, níquel, manganeso, hierro, aluminio y cobre. (Villalba, 2022).

Otro punto de vista tomado del portal Volkswagen canarias el cual da a conocer puntualmente para el momento de vive la electromovilidad se usan combinaciones de materiales a saberse:

- Plomo-acido (PB-acido)
- Níquel-cadmio (Ni CD)
- Níquel-Hidruro metálico (NiMh)
- Ion-litio (LiCoO<sub>2</sub>)
- Ion-litio con cátodo de LiFePO<sub>4</sub>
- Polímero de litio (LiPo)

#### 5.1.2. Propiedades de los materiales.

Litio: Este material es muy usado actualmente en la fabricación de baterías, más especialmente su variación de Ion de litio, esto debido a que tienen una mayor duración que una batería convencional de otras aleaciones, tienen un tiempo de carga más rápido y ofrecen una mayor densidad energética; esto significa que prometen una mayor autonomía ocupando un espacio menor. (Apple, 2023)

		
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009



*Ilustración 3. Litio. Tomado de Larazon.com*

Cobalto: El cobalto es un material muy llamativo para la fabricación de baterías, pues es un metal con una gran dureza y resistencia, al ser un metal de aleación de las baterías, es uno de los factores que determina la autonomía de una batería. Su función dentro de las baterías es servir como estabilizador del níquel, logrando reducir el riesgo de incendio cuando hay gran transferencia de energía.



*Ilustración 4. Cobalto. Tomado de.zschimmer-schwarz.es*

Níquel: Es un buen conductor de electricidad, pero además es resistente a altas temperaturas y en aleación con el hierro protegen la batería contra la corrosión que pueden provocar entes ajenos, además de que es un metal compatible con otros elementos, los cuales juntos mejoran sus propiedades.

		
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009



*Ilustración 5. Níquel. Tomado de Mexicomino.com*

Manganeso: Tiene muchas aplicaciones dentro del sector automotriz, pero dentro del campo de electromovilidad funciona para fortalecer la estructura tanto del vehículo eléctrico, como de la batería, se usa como refuerzo para mayor resistencia y obtener una estructura más liviana. Se hace una aleación entre manganeso y hierro para obtener un material muy resistente y más liviano que el solo hierro, además sirve para producir el acero inoxidable y para aumentar el octanaje del combustible. (Lopez, 2021)



*Ilustración 6. Manganeso. Tomado de Wikipedia.org*

		
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009

Hierro: Es utilizado normalmente en este tipo de baterías para ser ligeras y robustas, con el fin de proteger todos los módulos y celdas que guarda en su interior. (Garcia, 2020)



*Ilustración 7. Hierro. Tomado de laboratuvar*

Aluminio: La finalidad del aluminio es reducir el peso de la pieza, este reemplaza algunas piezas de hierro y acero las cuales reducen el peso del conjunto completo, como lo puede ser la carcasa, lo que genera que aumente la eficiencia energética de la batería debido a que el aluminio es un metal con buena conductividad energética y térmica. (Arregui, 2021)

			
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009



*Ilustración 8. Aluminio. Tomado de Wikipedia.org*

Cobre: Es un metal muy importante cuando en temas de electricidad se trata, es un excelente conductor de electricidad y tiene buena ductilidad, además de que posee una gran resistencia al calor, por lo que la temperatura no lo afecta. Es muy usado en el sector automotriz por evitar el crecimiento y propagación de gérmenes y bacterias sobre algunas superficies, por su alta conductividad eléctrica y térmica, además de ser resistente a la corrosión y puede ser moldeado fácilmente en tubos y en cables. (Guiachileenergia, 2021)

			
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009



*Ilustración 9. Cobre. Tomado de Okdiario.com*

Grafeno: Suele ser confundido con el grafito, pero en verdad el grafeno se obtiene a partir del grafito y se compone de enlaces de carbono puros, este se destaca por ser flexible, muy ligero y resistente, es 200 veces más duro resistente que el acero y al mismo tiempo 5 veces más ligero que el aluminio. Es un material con alta conductividad, lo que permite un menor tiempo de carga y prolonga el tiempo de vida útil de una batería, se dice que será el reemplazo de las baterías de litio que se conocen actualmente, es muy flexible y resistente lo que lo hace casi improbable de romperse por esfuerzo, además ayuda a que los dispositivos en los que se usa no se calienten y puede generar una resistencia al daño por humedad por lo que es una gran opción para las baterías y los circuitos electrónicos. (Repsol, s.f.)

		
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009



*Ilustración 10. Grafeno. Tomado de Products Finishing México*

### 5.1.3. Cantidad de cada material.

Un factor que influye bastante es la disponibilidad de cada material, pues de esto dependerá la facilidad de su extracción, la cantidad de material que se puede utilizar, su costo de extracción y así mismo su precio de venta, en la siguiente tabla se da a conocer la cantidad de material extraído y disponible a nivel mundial.

Material	Cantidad de material
Litio	89 millones de toneladas a nivel mundial en 2022
Cobalto	7.1 Millones de toneladas a nivel mundial en 2021
Níquel	95 millones de toneladas a nivel mundial en 2021
Manganeso	18.5 Millones de toneladas a nivel mundial en 2019

		
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009

Hierro	84.000 millones de toneladas a nivel mundial en 2022
Aluminio	64 millones de toneladas a nivel mundial en 2022
Cobre	100 millones de toneladas a nivel mundial en 2021
Grafeno	850.000 toneladas métricas a nivel mundial en 2022

*Tabla 1. Cantidad de material a nivel mundial. (Fernandez R. , 2022). (Suarez, 2022)*

#### 5.1.4. Proceso de extracción de materiales

Litio: El litio es un material con buena conductividad eléctrica y una alta reactividad, por esta segunda propiedad es difícil encontrarlo en la naturaleza, y por esto se encuentra en forma de sal, en la mayoría de los casos se encuentra en un compuesto llamado carbonato de litio. El litio se puede encontrar en minas, lagos de salmuera y en el agua de mar, su extracción es un proceso sencillo pero que tarda de 8 meses a 3 años y se realiza de la siguiente manera: Se perfora la superficie para el bombeo de salmuera, al salir se deja evaporar durante varios meses para que se forme una mezcla de bórax, potasio y manganeso y puedan ser filtrados, todo el proceso lleva de 12 a 18 meses para que filtre la mayor cantidad

		
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009

de elementos posibles y así dejar al descubierto el carbonato de litio conocido como oro blanco. (Camiper, 2020)



Ilustración 11. Carbonato de litio. Tomado de solostocks.com.co

**PROCESO PARA OBTENER LITIO DE SALMUERAS** El gobierno considera este uno de los procesos adaptables para México

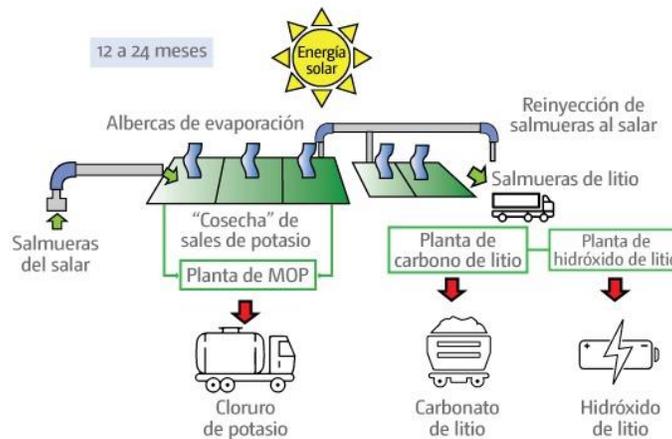


Ilustración 12 Proceso de extracción del litio a partir de salmueras, tomado de milenio.com

Este metal se usa en varios sectores industriales a nivel mundial, ejemplo de ello están las baterías desde celulares hasta vehículos eléctricos, en la cerámica y el

		
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009

vidrio permite la reducción del punto de fusión logrando optimizar el uso de energía sobre la fabricación (Jorge, 2010), lubricantes y hasta en algunas medicinas usadas para los tratamientos de bipolaridad

De acuerdo con la ilustración numero 13 tomada de Deutsche Welle, en Latinoamérica están los 3 países con mayores reservas de litio, empezando por Bolivia con 21 millones de toneladas para un 24% de reservas, seguido de Argentina con 19 millones de toneladas para un 21% de reservas y cerrando con Chile con 9.8 millones de toneladas para un 11% de reservas. Es valioso recalcar que potencias mundiales como EE. UU, China, Alemania y Rusia suman entre todos aproximadamente 19 millones de toneladas se encuentran por debajo de los países latinoamericanos en reservas.



*Ilustración 13. Reservas de litio en el mundo. Tomado de DW.*

**Cobalto:** El cobalto es un coproducto de la extracción de cobre y níquel, los sulfuros de hierro se convierten en óxido de hierro y silicato de hierro, el resultado es una piedra áspera que contiene cobalto, níquel, hierro y cobre, se tosta con carbonato y

		
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009

nitrate de sodio para eliminar el azufre de la piedra, los óxidos metálicos como el níquel y el cobalto se disuelven con el ácido sulfúrico, se toma el hidróxido de cobalto y se calienta para obtener óxido de cobalto y luego reducirlo a cobalto con coque y polvo de aluminio. (Institut fur seltene, s.f.)



*Ilustración 14. Hidróxido de Cobalto. Tomado de World Energy TRADE*

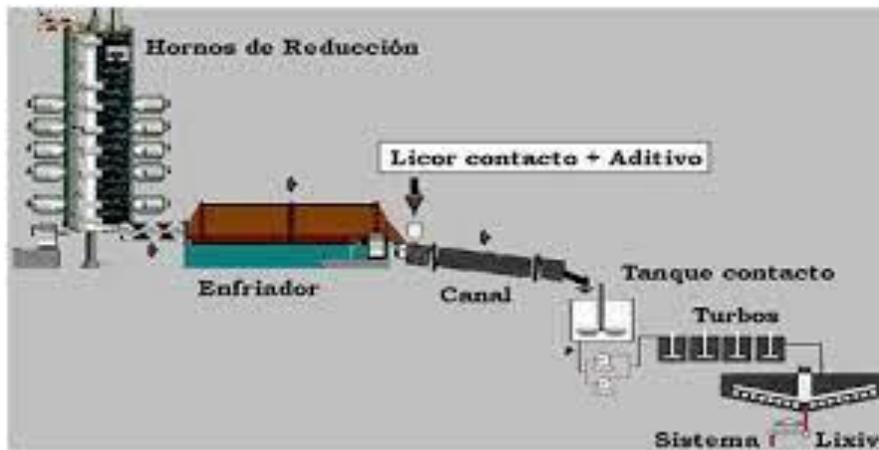


Figura 3. Propuesta de procedimiento comercial.

*Ilustración 15 lixiviación de Cobalto, Tomado de sciELO.sld.cu*

De acuerdo con la ilustración número 16 se puede evidenciar que este material se concentra en su gran mayoría en el continente africano y también tiene buenos números en reservas en Oceanía, por lo que nuevamente las grandes potencias mundiales están por debajo de otros países.

			
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

## La República Democrática del Congo, un mar azul cobalto

### Explotación y yacimientos

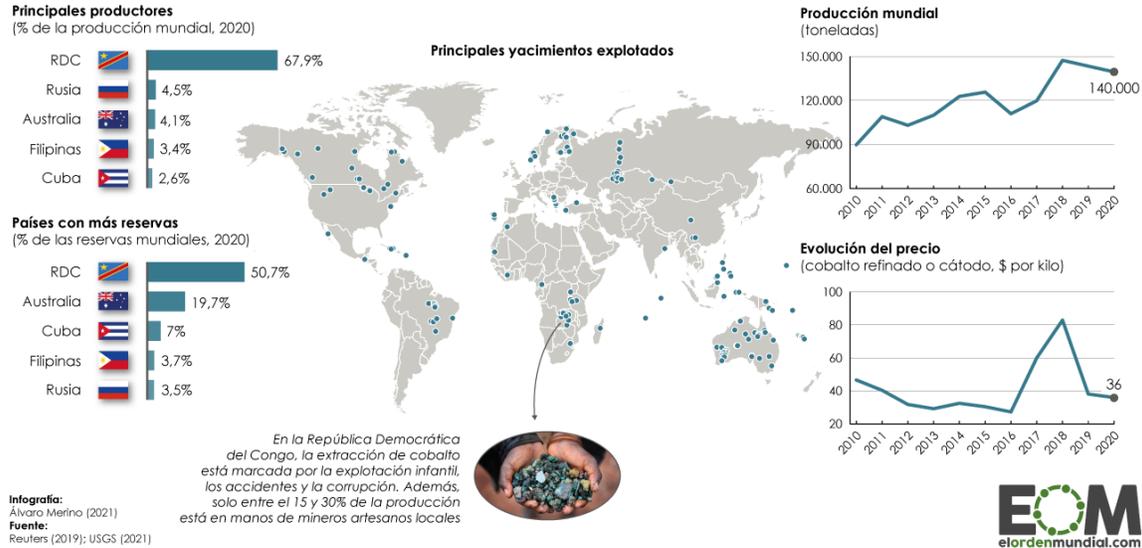


Ilustración 16. Reservas de Cobalto en el mundo. Tomado de EOM

Níquel: A los sulfuros extraídos se les hace tostación del aire para obtener óxido de níquel, este óxido es reducido con carbón para obtener níquel metálico, se purifica con monóxido de carbono a 50° C y a presión atmosférica, en algunos casos se obtiene tetracarbonilo de níquel y se debe descomponer a 200°C para obtener níquel en estado puro. (Condorchem, s.f.)

		
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009



Ilustración 17. Oxido de níquel. Tomado de Western Minmetals corporation

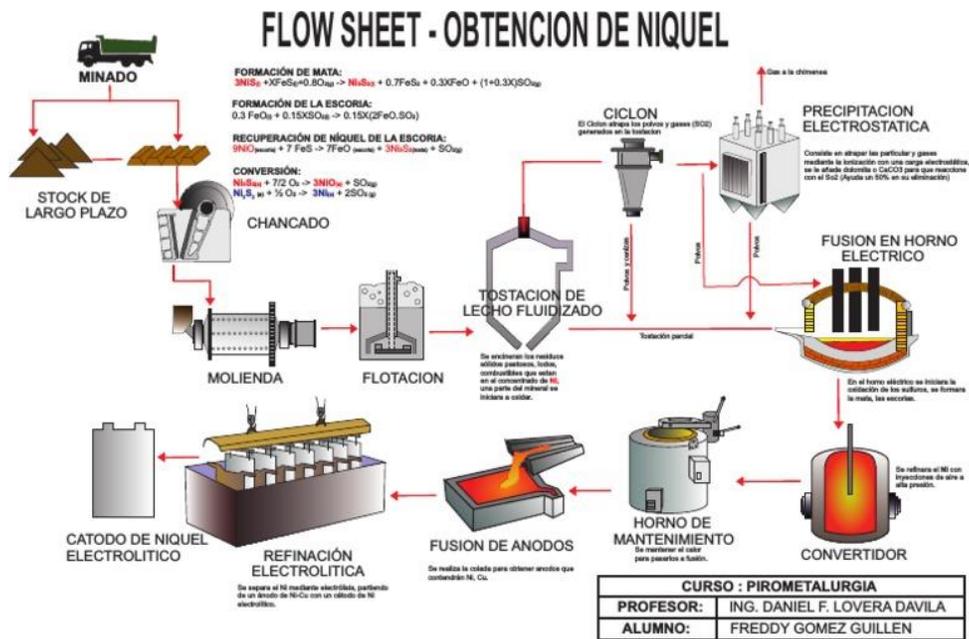
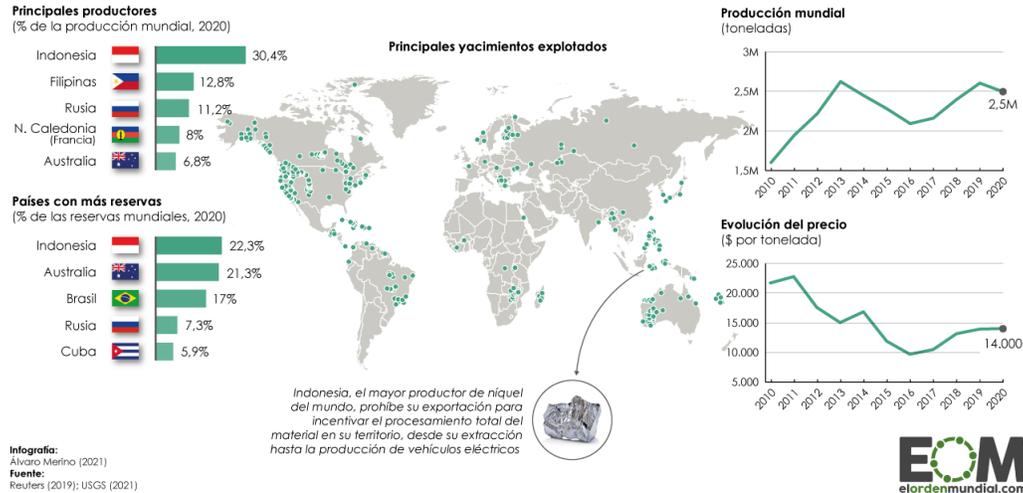


Ilustración 18. Proceso de extracción de níquel, Tomado de es.scribd.com

En la ilustración número 19 se evidencia que el níquel tiene sus mayores productores y reservas en Oceanía. Nuevamente las grandes potencias están fuera del ranking, esto dice que a pesar de que las potencias mundiales tienen las mejores compañías, muchas veces necesitan de otros países en materias primas para mantener su economía en funcionamiento.

## El níquel, la plata de la industria de las baterías

### Explotación y yacimientos



*Ilustración 19. Reservas de Níquel en el mundo. Tomado de EOM*

**Manganeso:** Este metal se obtiene por reducción de los óxidos de aluminio, hierro y manganeso, el proceso se realiza con carbono y quiere decir que los óxidos pierden electrones y se generan nuevas sustancias, dejando al descubierto el manganeso metálico puro. (Fernandez A. Z., s.f.)



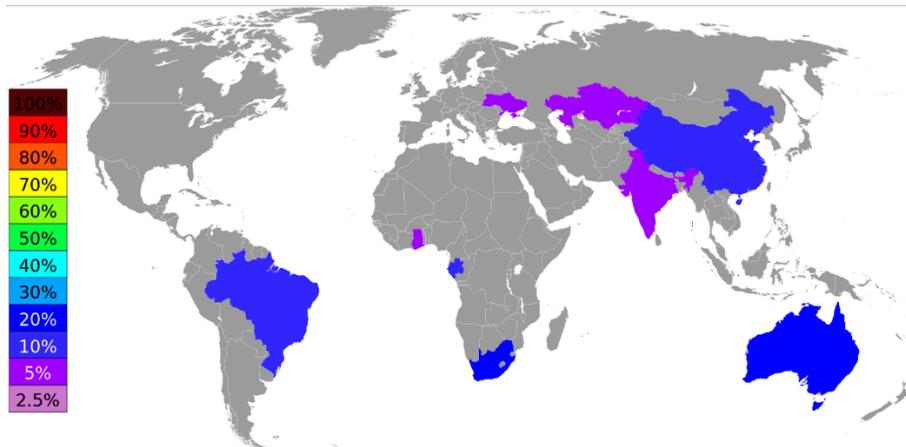
*Ilustración 20. Ferromanganeso. Tomado de Solostocks.com.co*



*Ilustración 21. Obtención de manganeso por calcinación. Tomado de comunidadesautlan.com*

		
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009

En la siguiente ilustración se evidencia que el manganeso no es material con grandes reservas, está localizado en muy pocos países los cuales deben surtir suficiente material para todas las industrias que lo necesitan, dentro de los que se pueden nombrar esta Brasil, Australia, China que suma un 20% de reservas



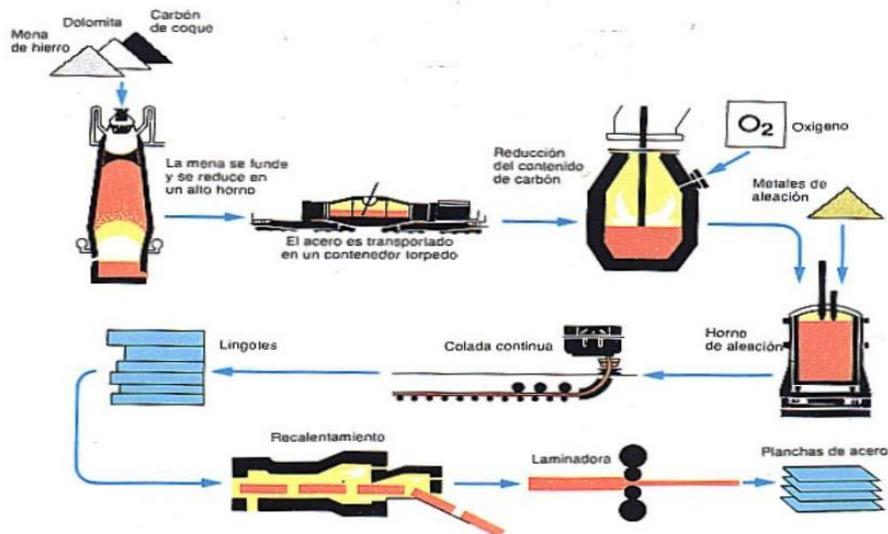
*Ilustración 22. Reservas de manganeso en el mundo. Tomado de masquevidadigital*

Hierro: Se encuentra en las minas y se extrae normalmente con explosivos para desprender la roca y se llevan a una planta de tratamiento, las rocas se trituran y se lavan, se usan imanes y proceso de flotación para separar el hierro del resto de la roca, luego se purifica en un horno, llevándolo a su punto de fusión y gracias a la diferencia de densidades este se separa de la escoria y queda en la parte inferior del crisol. (Coordinacion general de mineria, 2013)

		
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009

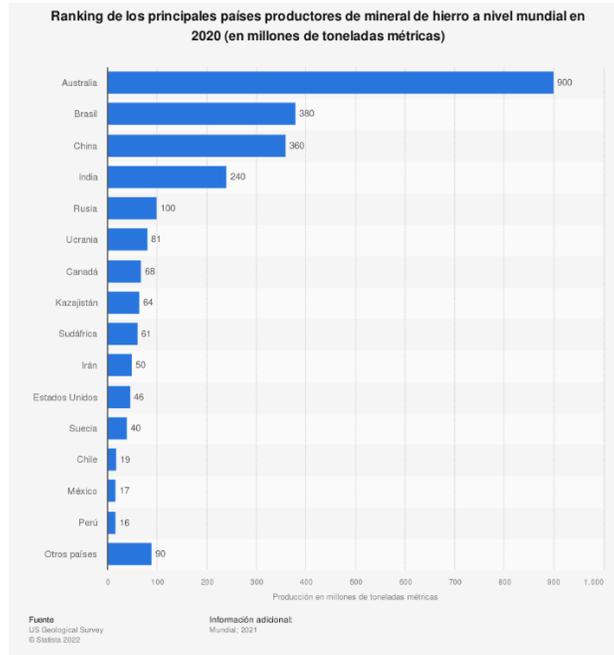


*Ilustración 23. Mineral de Hierro. Tomado de Depositphotos.com*



*Ilustración 24. Obtención de hierro y acero. Tomado de tecnoalex.weebly.com*

Lo que se puede reflejar de la ilustración número 25 es que el hierro es un material con gran abundancia, por lo que es fácil encontrarlo en grandes cantidades alrededor del mundo, ejemplo de ello se puede nombrar Australia con 900 millones de toneladas, lo cual se acerca al 50% de la producción de este mineral y es de esperarse cuando el hierro es uno de los materiales más importantes para el ser humano y que es usado en todo tipo de industrias.



*Ilustración 25. Reservas de Hierro en el mundo. Tomado de Statista*

Aluminio: Se extrae de una piedra llamada bauxita, esta se tritura hasta obtener un polvo que se mezcla con sosa y se calienta a alta presión la sosa disuelve algunos compuestos del aluminio y se separan por decantación, el aluminio se enfría y se recristaliza el hidróxido para separarlo de la sosa, (la sosa se recupera para volver a hacer el proceso), se calienta el hidróxido de aluminio a 1000°C para que se calcine y obtener alúmina. (Miteco, s.f.)

		
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009

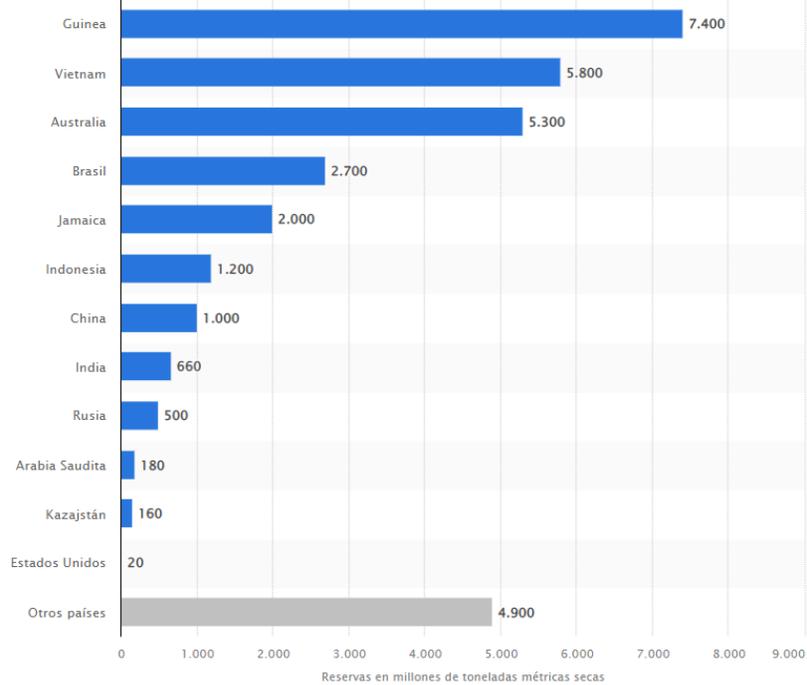


Ilustración 26. Bauxita. Tomado de Wikipedia.org



Ilustración 27. Extracción de aluminio. Tomado de Blogspot.com

En la ilustración número 28 se evidencia nuevamente que las mayores reservas de este material las poseen países que no son potencias mundiales, y en el ranking, gran parte se encuentra en Asia y África. De tal suerte que Guinea esta con 7400 toneladas métricas seguido de Vietnam con 5800 toneladas métricas y se resalta que potencias como EE. UU poseen reservas demasitados bajas, por lo que deben acudir a las reservas de otros países para sus procesos industriales.



*Ilustración 28. Reservas de Bauxita en el mundo. Tomado de Statista.*

Cobre: Mayormente se extrae mediante minería de superficie, es decir; a cielo abierto, tras la extracción este se procesa mediante pirometalurgia o hidrometalurgia, luego se funde para extraer el metal del mineral y se refina para obtener un material con la mayor pureza posible. (Cooper Alliance)



*Ilustración 29. Mineral de cobre. Tomado de laboratuvar*

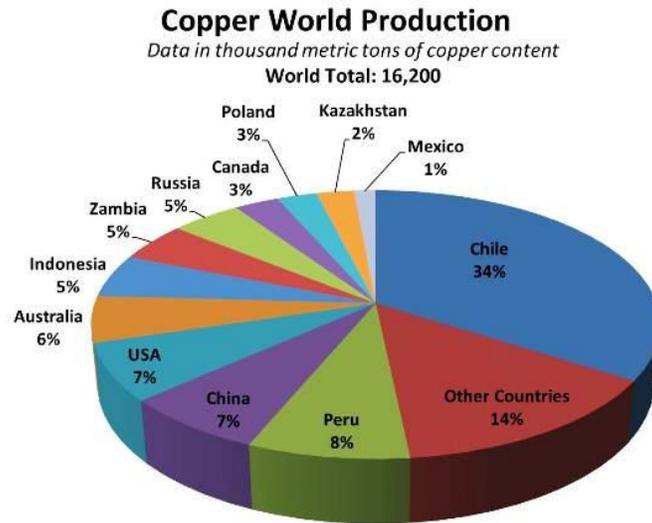
		
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009



Ilustración 30. Obtención de cobre. Tomado de [infogram.com](http://infogram.com)

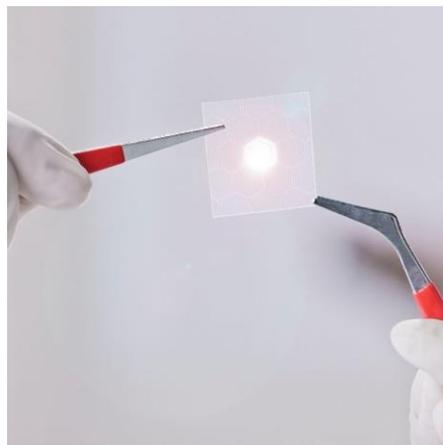
En la ilustración número 31 se evidencia que alrededor del 50% de la producción mundial de cobre está ubicada en América, siendo Chile su máximo productor con un 34%, seguido de Perú y USA con 8% y 7% respectivamente, además las grandes potencias como Rusia, China y Canadá poseen menos del 7% de producción cada uno, y otros países que no se muestran en la gráfica suman en total el 14% de la producción de cobre a nivel mundial

		
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009



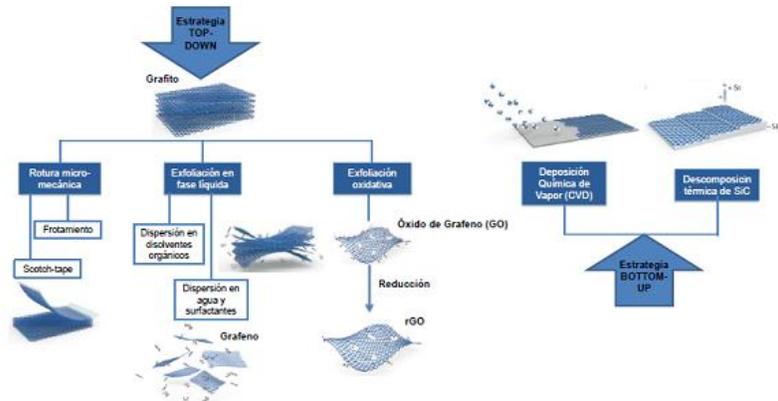
*Ilustración 31. Producción mundial de cobre. Tomado de Bankia*

Grafeno: Las láminas de grafeno se obtienen llevando el grafito a un horno argón para drenar el oxígeno, se depositan los átomos de carbono y recubre la hoja con un plástico, luego se le añaden algunos químicos para eliminar materiales extraños, finalmente la lámina se carga con silicio y se somete a gránulos de plomo y oro, así se obtiene un material extremadamente resistente y ligero, un dato curioso es que estas laminas son invisibles para el ser humano, debido a que pueden ser tan delgadas como un átomo y solo absorben el 1% de la luz. (Pacheco, 2016)



*Ilustración 32. Lamina de Grafeno. Tomado de PCC Group*

		
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009



*Ilustración 33. métodos de obtención de grafeno. Tomado de Redalyc*

Hay muchos países que se encargan de la fabricación y exportación del grafeno de alta calidad, Estados Unidos, Inglaterra, España y Japón se encargan en una gran proporción de la producción e investigación del grafeno, pero vale resaltar que solo Estados Unidos ingresa al top de países exportadores de este material junto con China, Brasil y Alemania, es decir que los norteamericanos comandan las listas de producción, investigación y exportación de este material, teniendo en cuenta que se trata de grafeno de alta calidad (Padilla, 2021).

#### 5.1.5. Precio de venta de cada material

Material	Precio de venta
Litio	48.800 USD por Tonelada (14/03/2023)
Cobalto	34.200 USD por Tonelada (14/03/2023)
Níquel	22.300 USD por Tonelada (14/03/2023)
Manganeso	4.800 USD por Tonelada (14/03/2023)
Hierro	133 USD por Tonelada (14/03/2023)
Aluminio	2354 USD por Tonelada (14/03/2023)
Cobre	4.000 USD por Tonelada (14/03/2023)

		
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009

Grafeno	167.000 USD por Tonelada (14/03/2023)
---------	--

*Tabla 2. Precio de venta de materiales. (Investing, 2023)*

El precio de cada material depende de muchos factores, políticos, productivos, económicos, entre muchos otros, por lo que nunca mantienen un precio estable. (Investing, 2023)

		
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009

## 6. TIPOS DE BATERIAS DE ALTO VOLTAJE (HV) USADAS EN VEHICULOS ELECTRICOS Y SUS PARTES

### 6.1. Tipos de baterías

El tipo de batería que se incluya en un vehículo eléctrico va a potenciar sus capacidades según su composición química, en este ítem se hablara acerca de los tipos de baterías que se usan normalmente dentro de los vehículos eléctricos, las cuales son las siguientes:

#### 6.1.1. Baterías Plomo-Acido (PB-Acido)

Son el tipo de baterías más antiguas dentro del sector automotriz, aunque actualmente se están dejando de usar para proporcionar energía a los nuevos motores eléctricos, se emplean mayoritariamente para las funciones de arranque de los vehículos y su iluminación interior y exterior, tienen una autonomía aproximada de 100 km, por lo que no es muy llamativa para los fabricantes ni para los consumidores. Su ciclo de vida está limitado entre los 500 y 800 ciclos de carga y descarga, su densidad de carga es muy baja; rondando los 35 kW/Kg, además necesitan de mantenimiento periódico para su óptimo funcionamiento, son baterías con un bajo costo, pero con un tiempo de carga muy alto, teniendo en cuenta también que son muy pesadas en comparación con otros tipos y al estar compuestas químicamente de plomo son tóxicas para los seres vivos. (Volkswagen, 2023)

		
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009



*Ilustración 34. Baterías de Plomo-Acido. Tomado de MEI Telecom*

### 6.1.2. Baterías de Níquel-Cadmio (Ni CD)

Al igual que las baterías de Plomo-Acido, estas baterías son muy usadas en el sector automotriz, su ciclo de vida ronda entre los 1500 y 2000 ciclos de carga y descarga, con una densidad energética promedio de entre 40-60 kW/Kg, tiene una buena fiabilidad, es decir; la probabilidad de que esta funcione de manera adecuada es alta y se dice que tiene una técnica de reciclado total, pero de esta característica se hablara en el cuarto objetivo que se enfoca en la disposición de las baterías. Son baterías con un coste muy elevado, además de ser toxicas y contaminantes su envejecimiento es prematuro cuando se expone a climas cálidos, además de que poseen efecto memoria, lo cual indica que se reduce su capacidad con cargas incompletas, es decir; cuando la batería se carga sin haber llegado a su porcentaje 0 de descarga. (Volkswagen, 2023)

		
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009



*Ilustración 35. Baterías Níquel-Cadmio. Tomado de Servelec*

### 6.1.3. Baterías de Níquel-Hidruro metálico

Es un tipo de batería muy usado por los fabricantes en sus modelos híbridos, su ciclo de vida se limita entre 300 a 500 ciclos de carga y descarga con una densidad energética de 30-80 kW/Kg, entre sus ventajas se encuentra que reducen el efecto memoria de las baterías Níquel-Cadmio y eliminan el cadmio el cual es un metal toxico, sin embargo no son resistentes a altas temperaturas y a altas corrientes de carga además de que su probabilidad de trabajo optimo es más bajo que algunos otros tipos de baterías. (Volkswagen, 2023)

		
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009

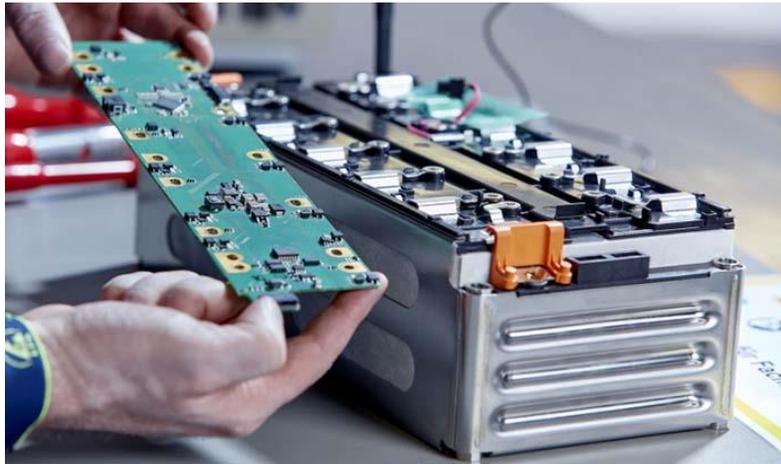


*Ilustración 36. Batería de Níquel-hidruro metálico. Tomado de ALD automotive*

#### 6.1.4. Baterías de Ion-Litio (LiCoO<sub>2</sub>)

Es una batería desarrollada en los últimos años, poseen cerca del doble de la densidad energética de las baterías de Níquel-Cadmio pero en un tamaño tres veces menor, su ciclo de vida está entre 400 y 1200 ciclos de carga y descarga con una densidad energética de entre 100-250 kW/Kg y no necesitan mantenimiento, son uno de los mejores tipos de baterías, pues adquieren una alta densidad energética, un tamaño y peso reducido, una alta eficiencia y se elimina de ellas el efecto memoria, sin embargo su costo es elevado debido a que son muy frágiles y necesitan de un circuito de seguridad, además de que deben posicionarse de manera cuidadosa dentro del vehículo. (Volkswagen, 2023)

		
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009



*Ilustración 37. Batería de Ion de litio. Tomado de Movilidad eléctrica*

#### 6.1.5. Baterías de Ion de litio con cátodo de $\text{LiFePO}_4$

Uno de sus mayores avances es que erradican de su composición el cobalto, lo que les proporciona mayor seguridad y estabilidad al incluir una gran cantidad de hierro, su ciclo de vida es bastante bueno, rondando los 2000 ciclos de carga y descarga con una densidad energética de entre 90-100 kW/Kg y no necesitan mantenimiento, aunque son baterías muy estables y seguras tienen un costo elevado y su densidad energética es menor en comparación con las baterías de Ion-Litio ( $\text{LiCoO}_2$ ). (Volkswagen, 2023)



*Ilustración 38. Batería de Ion-litio con cátodo. Tomado de Xataka*

#### 6.1.6. Baterías de polímero de litio.

Es un batería la cual es una variación del Ion-Litio, su ciclo de vida promedia los 1000 ciclos de carga y descarga con una densidad energética de 300 kW/Kg, es decir de los tipos de baterías es la que mayor densidad energética posee, no necesita de algún mantenimiento y son muy ligeras, eficientes y no presentan efecto memoria, sin embargo, su costo es muy elevado y su ciclo de vida se ve reducido en comparación con las baterías de Ion-litio. (Volkswagen, 2023)

		
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009



*Ilustración 39. batería de polímero de litio. Tomado de El correo*

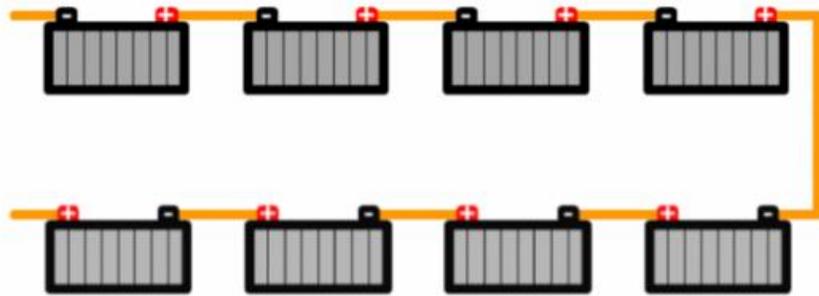
## 6.2. Componentes del sistema de control de las baterías de alto voltaje (HV) para vehículos eléctricos

Las baterías que se incluyen dentro de los coches eléctricos poseen una serie de partes que permiten su adecuado funcionamiento, además de cumplir ciertas funciones de seguridad para los ocupantes del vehículo y para las personas que las manipulen, entre sus partes se encuentran las siguientes:

### 6.2.1. Módulos de baterías

La batería está conformada por varios módulos de energía, generalmente conectados en serie, a su vez cada módulo posee un número de celdas, el número de las celdas determinará el tamaño y la capacidad de la batería, si alguna celda presenta un fallo o avería, se podrá reemplazar únicamente la celda dañada o en un caso mayor reemplazar el módulo completo, eso dependerá de la disponibilidad, debido a que no todos los fabricantes venden las celdas por separado. (Andrea, 2020)

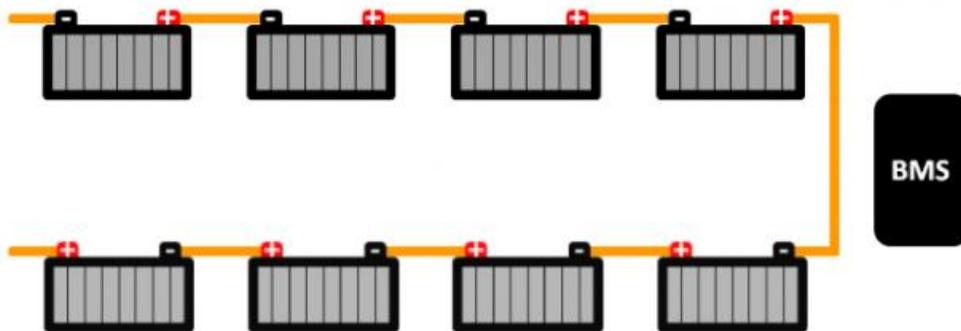
		
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009



*Ilustración 40. Módulos y celdas de batería. Tomado de DiagnosisTips*

### 6.2.2. Unidad de control principal (BMS)

Es la encargada de dar control al voltaje de las celdas, su temperatura, conexiones de los relés, entre otras funciones, además esta unidad está conectada a otros sistemas del vehículo como el sistema Keyless para gestión del arranque y al sistema de Airbag en caso de un accidente. (Weicker, 2014)



*Ilustración 41. Unidad de control principal. Tomado de Diagnosis Tips*

### 6.2.3. Unidades de control de módulos (CMU)

		
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009

Cada módulo está controlado por la unidad de control principal y las celdas de cada módulo son controladas por las CMU, para enviar la información de las celdas a la BMS. (Bhoi, 2020)

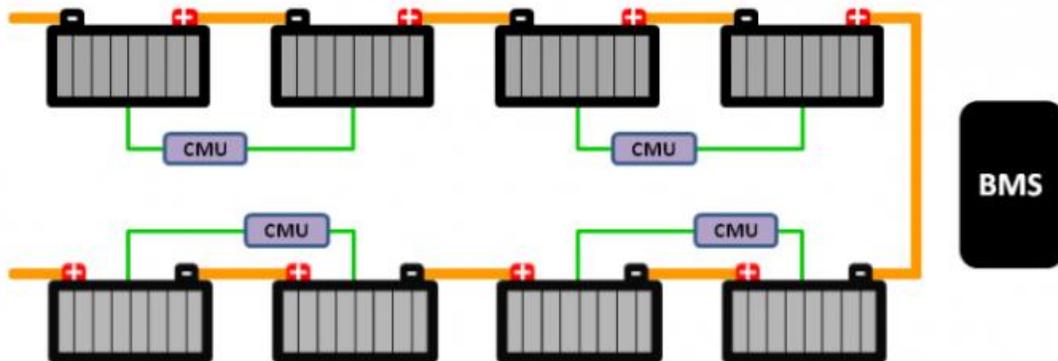


Ilustración 42. Unidades de control de módulos. Tomado de *Diagnosis Tips*

#### 6.2.4. Sensores de temperatura

En cada módulo hay una sonda de temperatura que envía señales a la BMS para controlar la temperatura interna de la batería, además en caso de que la temperatura sobrepase sus límites la batería provoca desconexión de manera automática.

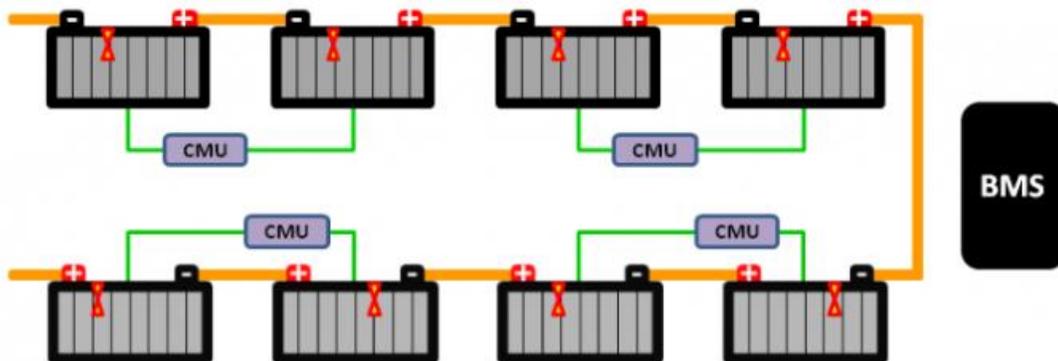
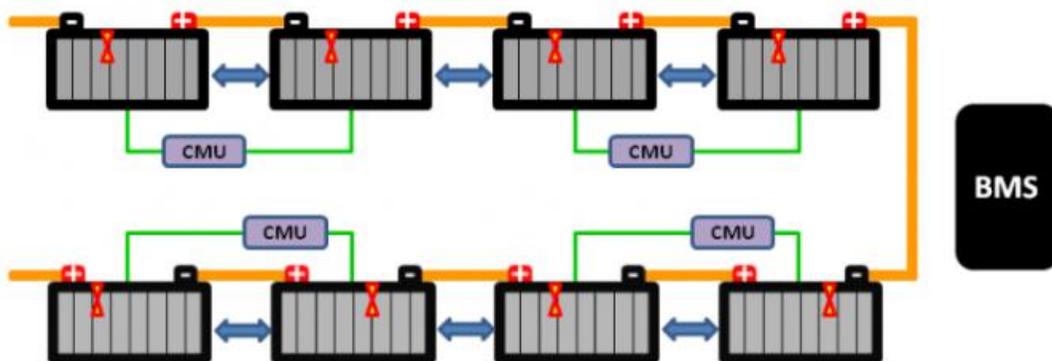


Ilustración 43. Sensores de temperatura. Tomado de *Diagnosis Tips*

		
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009

### 6.2.5. Sensores de expansión

Las baterías refrigeradas por aire llevan instalados estos sensores para desconectar la batería en caso de que alguno de los módulos tenga una falla y así evitar un incidente, estos sensores son pulsadores conectados en serie al igual que los módulos, esta conexión es para que cuando alguno de los sensores se active se crea un circuito abierto para que la BMS realice el registro de la falla y posteriormente haga la desconexión de la alta tensión. (Jiang, 2015)

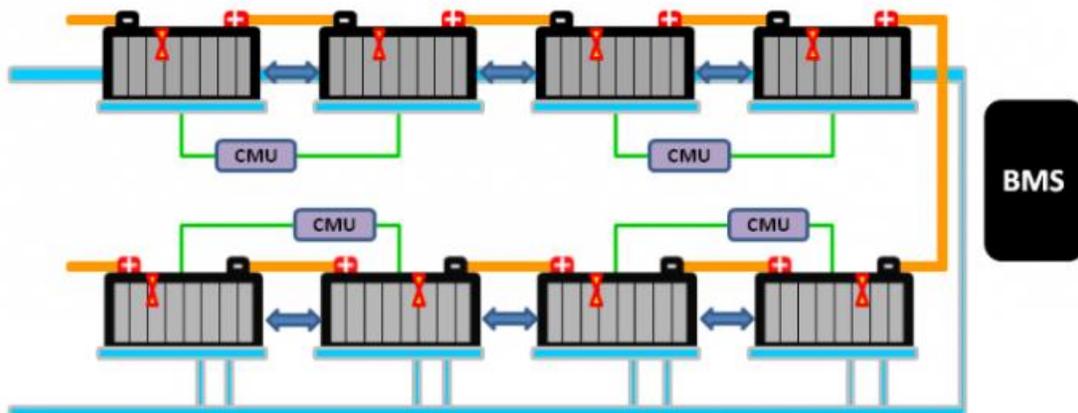


*Ilustración 44. Sensores de expansión. Tomado de Diagnosis Tips*

### 6.2.6. Sistema de refrigeración

Al igual que otros sistemas, las baterías pueden ser refrigeradas por aire o por líquido, en caso de usar refrigeración líquida, cada uno de los módulos estará ubicado sobre un intercambiador térmico, la bomba y el depósito del líquido refrigerante están instalados fuera de la batería, para el caso de los climas fríos es necesario conservar la temperatura de la batería por lo que se usa un sistema de calefacción. (Esquerra Pizà, 1988)

		
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009

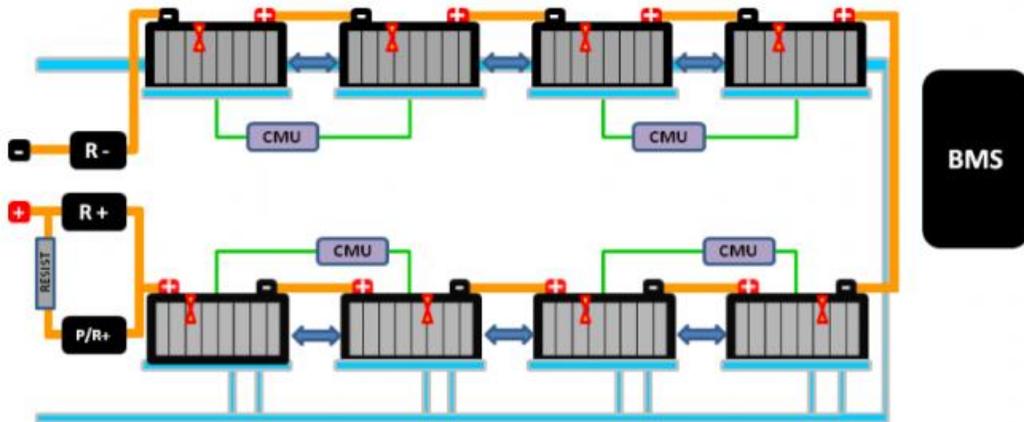


*Ilustración 45. Sistema de refrigeración. Tomado de Diagnosis Tips*

### 6.2.7. Relés de conexión y resistencia de precarga

Los vehículos eléctricos usan tres relés para el proceso de conexión y desconexión de la batería, uno de los relés trabaja en el borne negativo, otro en el positivo y el tercero funciona como un control de aislamiento para todo el vehículo. El sistema de alta tensión de la batería tiene que estar aislado del sistema de baja tensión del resto del vehículo, esto quiere decir que el borne negativo de la batería no estará conectado al chasis del vehículo, si el sistema de aislamiento falla, la ECU generará el código de falla y limitará el uso de la batería o incluso realiza la desconexión del sistema. (Fink, 1981)

		
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009

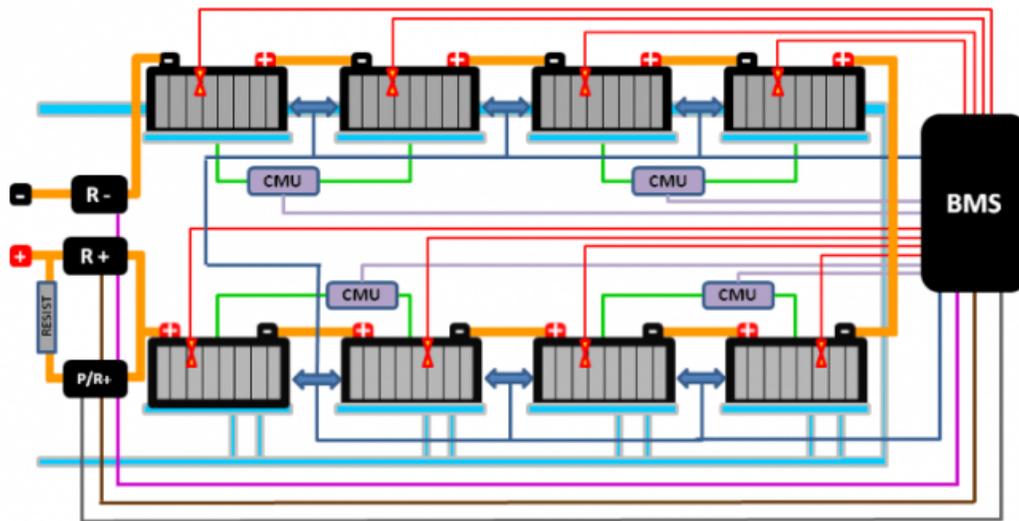


*Ilustración 46. Relés de conexión y resistencia de precarga. Tomado de Diagnosis Tips*

#### 6.2.8. Cableado de control

Son los cables que conectan todos los dispositivos dentro de la batería entre ellos mismos y a la BMS, los problemas en los cables son muy comunes así que en caso de una falla es una buena idea revisar la continuidad de los cables.

		
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009



*Ilustración 47. Cableado de control. Tomado de Diagnosis Tips*

#### 6.2.9. Fusible de desconexión de alta tensión.

Es un dispositivo que deben portar todos los vehículos tanto híbridos como eléctricos para realizar la desconexión de la alta tensión y así poder trabajar en ellos de manera segura, sin embargo, ese fusible solo garantiza seguridad fuera de la batería, además para trabajar en vehículos eléctricos se deben tener los implementos y conocimientos de seguridad y así mismo realizar los procedimientos adecuados dentro del vehículo. (LOYO, 2012)

		
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009

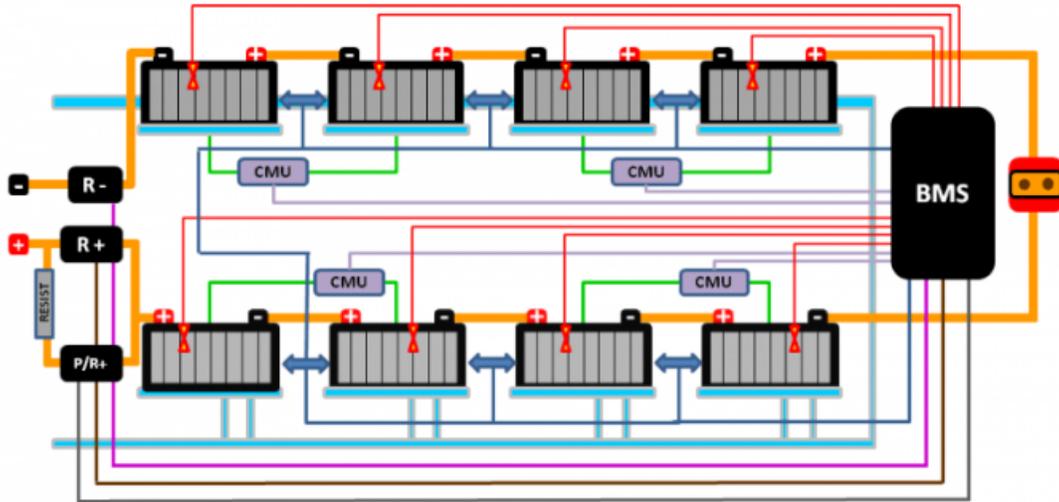


Ilustración 48. Fusible de desconexión de alta tensión. Tomado de Diagnosis Tips

6.2.10. Esquema completo de las partes de una batería de alto voltaje (HV) para vehículos eléctricos

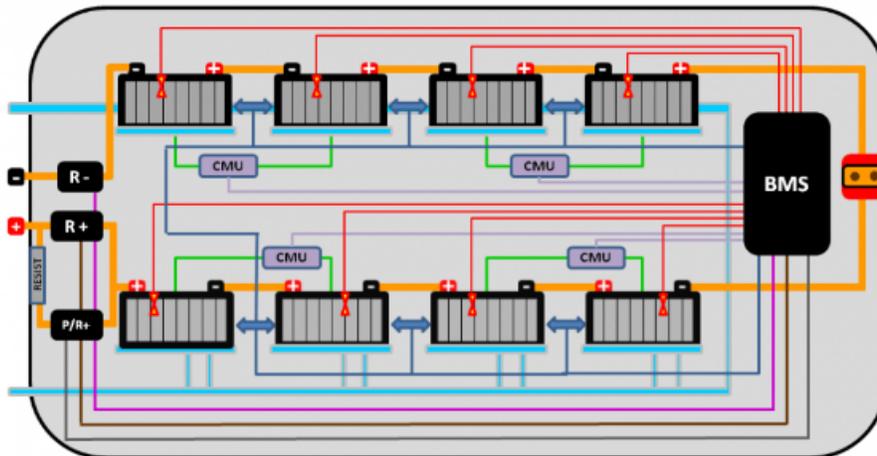


Ilustración 49. Esquema completo de partes. Tomado de Diagnosis Tips

		
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009

## 7. PROCESOS DE MANTENIMIENTO DE UNA BATERIA DE ALTO VOLTAJE HV

### 7.1. Tipos de mantenimiento para una batería de alto voltaje HV.

Una batería como cualquier otro sistema necesita ser revisado periódicamente, esto con el fin de dar un seguimiento a su funcionamiento y al estado en el que se encuentran sus partes, para esto en la industria se habla de algunos tipos de mantenimiento los cuales son aplicados a las baterías de la siguiente manera:

#### 7.1.1. Mantenimiento Correctivo.

El mantenimiento correctivo es una estrategia de mantenimiento que se implementa en respuesta a un dispositivo, maquina o sistema que esta presentando fallos, averías o problemas imprevistos. Se centra en restaurar el funcionamiento normal de un activo después de que se haya producido una falla. Este tipo de mantenimiento se lleva a cabo de manera reactiva, es decir, se realiza inmediatamente el problema se ha presentado, lo anterior con el fin de minimizar el tiempo de inactividad y los impactos negativos en la producción o el rendimiento del equipo. Dentro del mantenimiento correctivo se incluyen reparaciones, reemplazos de piezas defectuosas o ajustes para darle una pronta solución la causa del problema. Aunque es una estrategia necesaria y presente en muchas empresas, no es la ideal dentro de los procesos de mantenimiento debido a que puede resultar costosa, por lo que suele complementarse con otras formas de mantenimiento preventivo o predictivo para garantizar la fiabilidad y la disponibilidad continua de los equipos. (User, 2020)

		
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009

### 7.1.2. Mantenimiento preventivo.

El mantenimiento preventivo es una estrategia planificada que se utiliza para evitar fallos, averías y degradación que puedan presentar los dispositivos, sistemas o maquinas. El mantenimiento consiste en realizar ciertas tareas, en las que se incluyen inspecciones periódicas, tareas de mantenimiento y ajustes programados con el fin de detectar y corregir posibles problemas por mínimos que sean antes de que se conviertan en fallas importantes. Estas prácticas influyen en la reducción del tiempo de inactividad no planificados, aumentan la vida útil de los equipos y mejoran su confiabilidad y rendimiento de forma general. El mantenimiento preventivo tiene como objetivo el seguimiento de un calendario o programa ya establecido de actividades de mantenimiento, que pueden incluir tareas como lo son lubricación, limpieza, calibración, cambio de piezas desgastadas y otras acciones destinadas a mantener los equipos en condiciones óptimas de funcionamiento. (IBM, 2024)

### 7.1.3. Mantenimiento predictivo.

El mantenimiento predictivo es una estrategia avanzada de mantenimiento que se centra en monitorear continuamente y analizar datos para predecir el momento óptimo para realizar intervenciones de mantenimiento en equipos, maquinaria o sistemas. En lugar de realizar inspecciones periódicas o ajustes ya programados, el mantenimiento predictivo utiliza tecnologías como sensores, sistemas de monitoreo en línea, análisis de vibraciones, termografía, análisis de aceite, entre otros, para recopilar datos en tiempo real sobre el estado y el rendimiento de los equipos. Estos datos son analizados usando algoritmos y algunas técnicas con ayuda de la inteligencia artificial para lograr identificar ciertos patrones, tendencias y anomalías que puedan llevar a la necesidad de realizar un mantenimiento preventivo antes de que ocurra una falla. Al predecir con precisión cuándo es probable que ocurra un problema, el mantenimiento predictivo permite planificar intervenciones de

		
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009

mantenimiento de manera más eficiente, reduciendo los tiempos de inactividad no planificados, optimizando el uso de recursos y prolongando la vida útil de los equipos. (preditec, 2015)

## 7.2. Rutinas de mantenimiento dentro de una batería de alto voltaje HV

### 7.2.1. Cambio de celdas.

Uno de los problemas que se pueden presentar en una batería de un vehículo eléctrico es que alguna de sus celdas presente un voltaje por fuera de los rangos establecidos por el fabricante, esto lleva a que se tenga que realizar el cambio de esa celda, lo cual no es un procedimiento común y puede llegar a ser complicado y peligroso, otro aspecto a resaltar es que no todos los vehículos ni baterías son iguales, sin embargo, para ello se requiere de los siguientes pasos generales para hacerlo de manera correcta:

- Identificar la celda defectuosa: Con ayuda de un Multímetro se mide el voltaje de todas las celdas y aquella que arroje valores anormales con respecto al resto es la que se encuentra defectuosa.
- Acceder a la batería: En cada vehículo el procedimiento es distinto y puede que se tengan que desmontar algunas partes de este para poder retirar la batería, puede ser un procedimiento fácil o difícil dependiendo de la configuración con la que este cada vehículo para el desmontaje de su batería.
- Retirar las celdas en mal estado e instalación de las nuevas: Cuando se tiene acceso a la batería, las celdas son desconectadas del sistema principal y se retiran del compartimento de la batería, para instalarla se pone la nueva celda en el espacio vacío y se asegura con corrección, posteriormente se conecta al sistema principal y se verifica la correcta instalación.

		
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009

- Reensamble y pruebas: Después de realizar todos los pasos anteriores se hacen las respectivas pruebas de voltaje, corriente y temperatura para verificar que todo trabaje dentro de los rangos establecidos.

Siempre es recomendable que estos procedimientos sean realizados por técnicos capacitados en el tema para evitar accidentes y además seguir las recomendaciones del fabricante de cada vehículo.

Información sobre el cambio de celdas de una batería tomada de (Primepower, 2024)



*Ilustración 50. Celdas de una batería. Tomado de Motor pasión.*

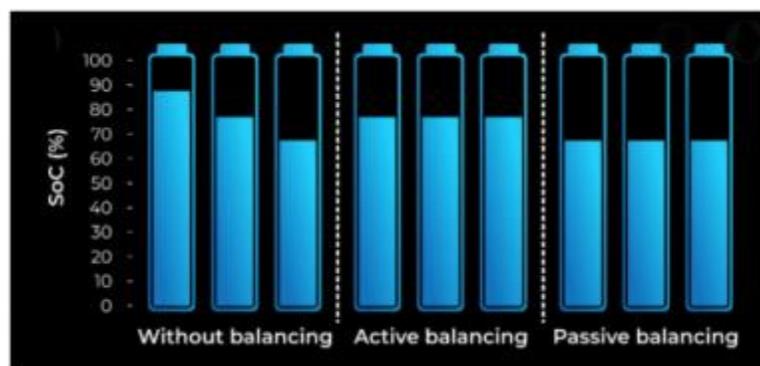
### 7.2.2. Balanceo de la batería

- Es un procedimiento que se realiza para mantener y prolongar la vida útil de la batería, sus pasos se describen de la siguiente manera:

		
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009

- Conexión a carga: se conecta el cargador al puerto instalado en el vehículo y se inicia el proceso de suministro de energía para cargar la batería.
- Monitoreo de carga: Mientras la batería se carga se realiza un control sobre el proceso para garantizar una carga eficiente y segura, esto incluye el monitoreo del voltaje, corriente y temperatura.
- Balanceo de celdas: Se monitorea individualmente cada celda para verificar que todas se carguen y descarguen uniformemente, si alguna presenta irregularidades se intenta corregir la falla mediante el sistema de gestión de la batería, el cual intentara redistribuir las señales para igualar todas las celdas.
- Finalización de carga: Una vez finalizada la carga se desconecta del cargador para no sobrecargar la batería ya que puede provocar daños que influyan en su ciclo de vida.

Información relacionada al balanceo de una batería tomada de (V2C, 2019)



*Ilustración 51. Balanceo de una batería. Tomado de EV Expert.*

### 7.2.3. Cambio de O-ring dentro de una batería.

		
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009

- Los o-ring son piezas que con el pasar del tiempo pueden presentar daños y que son importante reemplazarlas cada que hay mantenimiento en un equipo que lo contenga o si el mismo presenta daños, dentro de la batería se encarga de no dejar escapar el líquido y el proceso de cambio se realiza de la siguiente manera:
- Preparación: Se debe tener el vehículo apagado y se debe desconectar el fusible principal de la batería, además de siempre estar preparado con los implementos de protección personal adecuados para el trabajo.
- Acceso e identificación: Se debe quitar la cubierta de la batería y evidenciar cuales o-ring necesitan cambio, es sencillo identificarlas, pues se presenta fuga de líquido o daños visuales en las juntas tóricas.
- Extracción e instalación: Se retira cuidadosamente los o-ring viejos y se limpia el lugar donde se encontraba para retirar la posible suciedad, para la instalación se verifica que los nuevos o-ring sean del tamaño y tipo adecuados y se procede a aplicar un lubricante compatible con el material de las juntas y la superficie de sellado, esto para facilitar su instalación y evitar daños prematuros en la pieza, las juntas se colocan y se verifica que su asiento sea el adecuado y que no se hayan doblado ni torcido.
- Verificación y prueba: Se verifica visual y manualmente que las piezas estén bien instaladas, además se revisa que no existan fugas de líquido, se conecta la batería y se hacen pruebas de funcionamiento para verificar que todo este funcionado dentro de los parámetros.

Información sobre el cambio de O-ring tomada de (Publimotos, 2021)

		
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009



*Ilustración 52. O-ring de una batería. Tomado de Global O-ring and seal*

#### 7.2.4. Aislamiento de la batería

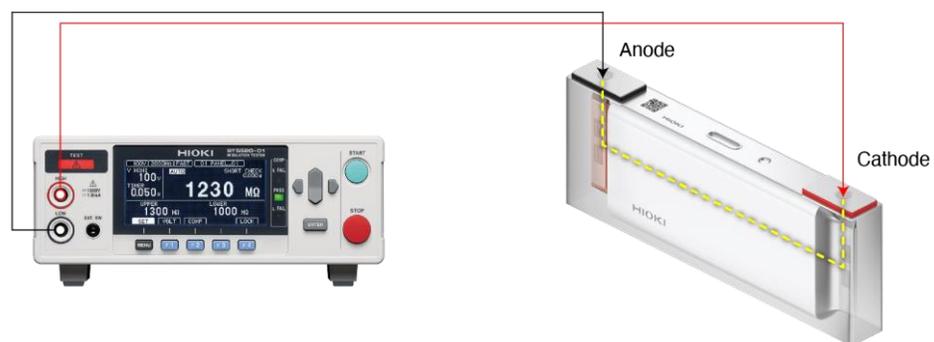
- El termino aislamiento es muy común en dispositivos electrónicos, en el caso de una batería de un vehículo eléctrico se puede presentar debido a líquidos que puedan haber ingresado en el sistema, a continuación, se da un paso a paso de cómo afrontar tal situación:
- Seguridad: Como siempre antes de trabajar en una batería de este tipo se debe realizar la desconexión de la batería y adicionalmente seguir todas las recomendaciones del fabricante para la intervención de la batería.
- Inspección Visual: Se hace una revisión visual de la batería buscando daños como lo pueden ser fisuras, fugas o hinchazón, si alguno de estos daños es visible la batería presenta un problema obvio y necesita ser reparada o reemplazada inmediatamente.
- Pruebas e inspecciones: Con ayuda de un multímetro se verifica el voltaje de la batería y la resistencia entre las terminales para comprobar si hay algún cortocircuito o si la batería se encuentra desgastada. Se verifica que todo el cableado interno y externo de la batería estén en buen estado y que se encuentren conectados correctamente, si algún cable no cumple con estas condiciones se debe cambiar inmediatamente. Una prueba de carga se lleva

		
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009

a cabo para revisar el estado de carga de a batería y también para monitorear su temperatura, en caso de que sufra de un exceso de temperatura puede ser un síntoma de un aislamiento interno.

- Consulta al fabricante: Si los problemas ocurren con mucha frecuencia y no han logrado ser solucionados se debe contactar al fabricante para obtener una asistencia técnica y también tener recomendaciones para solucionar el problema en caso de ser posible.
- Reparación: La gravedad del problema indicará que se debe hacer con la batería, siempre teniendo en cuenta las observaciones del fabricante y la asistencia de un técnico especializado en el tema, un problema sencillo se podría solucionar mediante una reparación y un problema de mayor gravedad será solucionado mediante el cambio total de la batería del vehículo.

Información sobre aislamiento de la batería tomada de (Alvarado, 2019)



*Ilustración 53. Aislamiento de una batería. Tomado de Hioki*

		
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009

### 7.2.5. Obstrucción de desfogue de líquido.

- Limpiar una obstrucción de un batería es importante para evitar posibles daños a futuro y conservar el buen estado general de la batería, para realizar este procedimiento es aconsejable seguir los siguientes ítems.
- Seguridad: Como siempre antes de trabajar en una batería de este tipo se debe realizar la desconexión de la batería y adicionalmente seguir todas las recomendaciones del fabricante para la intervención de la batería.
- Localización de desagüe: Ubicar el desagüe de la batería que normalmente se encuentra en la parte inferior cerca a uno de los bordes y puede ser un tubo de drenaje o simplemente un agujero.
- Inspección visual: Verificar que el desagüe se encuentre libre de suciedad o residuos que puedan estar bloqueando el paso del líquido.
- Limpieza: Para una obstrucción leve se recomienda usar agua y jabón con la ayuda de un cepillo suave, asegurándose que el agua no entre en contacto con otras partes de la batería, para obstrucciones mas pesadas es recomendable usar aire comprimido para eliminar los residuos.
- Verificación de flujo: Se vierte nuevamente liquido en la batería y se verifica que este fluya libremente a través de la batería y que no hayan estancamientos de este, así se asegura que no hay mas obstrucciones y que toda el área se encuentre limpia.
- Reconexión: Se conecta nuevamente la batería y se revisa de que todo trabaje bajo los parámetros establecidos.

Información sobre obstrucción de desfogue tomada de (Gonhergo, 2022)

		
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009

### 7.2.6. Cambio de refrigerante de la batería

Algunos vehículos eléctricos no necesitan de un cambio de este refrigerante porque están diseñados para trabajar sin este tipo de mantenimiento, pero para los vehículos que si lo necesitan se deben seguir las siguientes recomendaciones:

- Seguridad: Como siempre antes de trabajar en una batería de este tipo se debe realizar la desconexión de la batería y adicionalmente seguir todas las recomendaciones del fabricante para la intervención de la batería.

Localizar el sistema de refrigeración: Generalmente se encuentra dentro de la misma batería o en un compartimento designado únicamente para la gestión de temperatura de la batería.

- Drenaje y limpieza del sistema: Localizar la válvula de drenaje, colocar un recipiente y abrir la válvula, esperar que todo el líquido salga, cerrar la válvula y proceder a limpiar el sistema con agua para eliminar cualquier residuo que exista en su interior.
- Llenado y purga del sistema: Llenar el sistema con la cantidad de refrigerante indicada por el fabricante, purgar el sistema del aire que quede atrapado en el interior y verificar que no existan fugas.
- Reconexión y prueba: Conectar nuevamente la batería y verificar que la temperatura se encuentre entre los valores recomendados por el fabricante.

Información sobre cambio de refrigerante tomada de (Galvarplast, 2024)

		
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009



*Ilustración 54. Refrigerante para baterías de alto voltaje. Tomado de Liqui Moly*

#### 7.2.7. Válvulas de evacuación de gases

- El proceso de cambio varía dependiendo de cada vehículo, pero de forma general se aconseja seguir los siguientes pasos:
- Seguridad: Como siempre antes de trabajar en una batería de este tipo se debe realizar la desconexión de la batería y adicionalmente seguir todas las recomendaciones del fabricante para la intervención de la batería.
- Localización de válvulas: Son visibles fácilmente ya que se encargan de liberar los gases producidos durante la carga y así evitar acumulación de presión en la batería.
- Desmontaje y limpieza: Dependiendo del sistema de retención será necesario usar las herramientas adecuadas para tal fin, se desmontan las válvulas y se limpia la superficie en las que serán instaladas las nuevas para

		
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009

eliminar cualquier residuo, esto con el fin de que el sellado sea perfecto cuando se instalen las nuevas válvulas.

- Instalación y verificación: Se colocan y asegura correctamente las nuevas válvulas y se siguen las recomendaciones de apriete del fabricante para no dañar las válvulas, después se verifica que sellen bien y que no existan fugas de gas.
- Reconexión: Se conecta nuevamente la batería y se verifica que todo trabaje en orden.

Información sobre cambio de válvulas tomada de (KUKA, 2024)

#### 7.2.8. Cambio de escudo de protección.

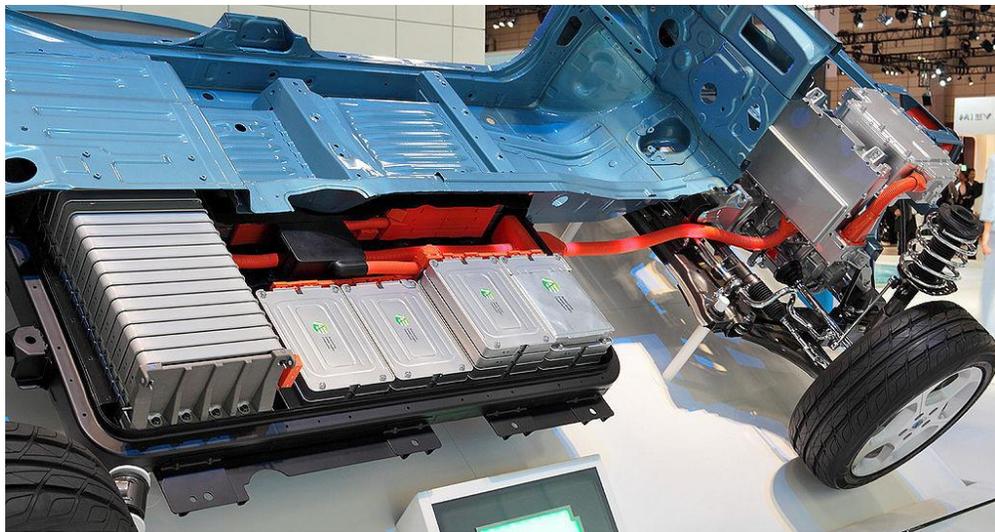
- Es necesario cambiar el escudo de protección cuando recibe un golpe, pues de esta forma se garantiza que la batería se encuentre protegida de las condiciones exteriores, para cambiarlo se aconseja seguir este procedimiento:
- Seguridad: Como siempre antes de trabajar en una batería de este tipo se debe realizar la desconexión de la batería y adicionalmente seguir todas las recomendaciones del fabricante para la intervención de la batería.
- Localizar escudo de protección: Normalmente rodea toda la batería para protegerla de los daños exteriores.
- Desmontaje e inspección: Usar las herramientas adecuadas para el desmontaje del escudo de protección dependiendo del tipo de fijación de

		
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009

cada fabricante, posteriormente inspeccionar que ningún componente interno presente algún daño.

- Instalación y verificación: Colocar el nuevo escudo y ajustarlo respecto a las recomendaciones del fabricante para tener una protección efectiva sobre la batería.
- Reconexión: Conectar la batería de nuevo y verificar que todo trabaje dentro de los parámetros establecidos por el fabricante y llevar el vehículo a andar para verificar que el escudo quedo instalado y asegurado correctamente.

Información sobre el cambio de escudo de protección tomada de (Garcia, Híbridos y eléctricos, 2021)



*Ilustración 55. Cambio de escudo de protección de una batería. Tomado de Xataka.*

		
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009

### 7.2.9. Revisión del estado de salud de la batería mediante el software del fabricante.

- Software: Asegurarse que el software de revisión este actualizado con la última versión en una computadora o dispositivo móvil en caso de que sea requerido.
- Conexión: El vehículo debe ser conectado al software ya sea con un cable o de forma inalámbrica según las especificaciones del fabricante.
- Funciones de diagnóstico: Con la ayuda del software se debe buscar la función de diagnóstico que se le quiera realizar a la batería, para este caso una revisión general del estado de salud de la batería o denominada diagnóstico de batería.
- Inicio de diagnóstico: Cuando se seleccione la función se da inicio al diagnóstico siguiendo las instrucciones en pantalla por parte del software y así se realizarán una serie de análisis a la batería.
- Revisión e interpretación de resultados: Cuando el análisis finalice se mostrarán los resultados del diagnóstico, algunos datos pueden incluir la capacidad de carga de la batería, la resistencia interna, voltaje, amperaje, rangos de temperatura de trabajo, y algunos otros parámetros relevantes. En los resultados se deben identificar cualquier signo de degradación o algún problema especial que requiera atención.
- Registro y acciones: Siempre es recomendable mantener un registro de los diagnósticos y procesos de mantenimiento de la batería para así llevar un seguimiento del estado de la batería. Si se identifica algún problema se

		
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009

puede intervenir la batería para recalibrarla, repararla o cambiarla según sea el caso.

Información sobre revisión del estado de la batería mediante el software del fabricante tomado de (Clicars, 2023)



*Ilustración 56. Revisión de estado con software del fabricante. Tomado de Motor pasión.*

#### 7.2.10. Limpieza de conectores de La BMS y cables de alta tensión.

- Seguridad: Como siempre antes de trabajar en una batería de este tipo se debe realizar la desconexión de la batería y adicionalmente seguir todas las recomendaciones del fabricante para la intervención de la batería. Adicionalmente es indispensable tener a la mano un limpiador de contacto eléctrico y un Lint-free cloth.
- Desconexión: Desconectar la batería principal y auxiliar para evitar el riesgo de una descarga eléctrica sobre el operario.
- Inspección visual: Se debe revisar cuidadosamente los conectores de la BMS y de los cables, buscando corrosión, daños o simplemente suciedad.

		
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009

- Limpieza: Con el Lint-free cloth se deben limpiar los conectores y los cables para eliminar cualquier residuo que se pueda acumular allí y adicionalmente usar limpiador de contacto eléctrico para eliminar por completo la suciedad y eliminar y proteger de la corrosión.
- Reconexión: Se conecta nuevamente la batería y se verifica que todo trabaje en orden.

Información acerca de cómo limpiar los conectores de la BMS y los cables de alta tensión tomado de (Delphi, 2023)

#### 7.2.11. Determinar el SOC con herramienta de exploración.

- Para determinar el estado de carga de la batería mediante la ayuda de un scanner es necesario seguir estos pasos:
- Preparación de vehículo: Asegurarse de que todos los sistemas del vehículo incluyendo el sistema de encendido de encuentren apagados, además verificar que no hay ningún puerto de carga en uso dentro del vehículo.
- Conexión y encendido: Se conecta el scanner al OBD-II del vehículo y se enciende el vehículo para que el scanner pueda comunicarse con el sistema de la batería.
- Acceso y lectura del SOC: Mediante el scanner se accede al sistema de carga de la batería siguiendo las instrucciones del fabricante para determinar el estado de carga. Buscar la opción que permita revisar el SOC y se mostrara la información en forma de porcentaje, el cual indicara la carga restante dentro de la batería.

		
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009

- Interpretación de resultados: Se revisa el valor del SOC proporcionado por el scanner y se verifica que dicho valor puede variar dependiendo de factores como la temperatura, las últimas cargas y descargas, y finalmente el estado general de la batería.
- Desconexión y cierre: Sencillamente se desconecta el scanner del puerto OBD-II y se procede a apagar el vehículo.

Información sobre determinación del SOC mediante scanner tomado de (Soylu, 2017)



*Ilustración 57. Determinación de SOC con scanner. Tomado de Ruta 401*

		
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009

### 7.2.12. Cambio de filtro de aire del sistema de enfriamiento de una batería.

- Localización del filtro de aire: Es recomendable consultar en el manual del fabricante la ubicación de dicho filtro que generalmente está cerca de la batería o al sistema de propulsión.
- Inspección y limpieza: Verificar si se encuentra dañado, sucio u obstruido, lo cual puede perjudicar el flujo de aire hacia el sistema de refrigeración, en caso de que solo este sucio y en buenas condiciones solo se limpia con un cepillo suave y con ayuda de aire comprimido para eliminar toda la suciedad posible.
- Extracción e instalación: En caso de que el filtro se encuentre deteriorado es necesario cambiarlo y para ello es necesario retirar algunas membranas en donde se encuentra ubicado, se instala el nuevo y se verifica que este bien alineado y asegurado en el espacio correspondiente.
- Revisión y encendido: Realizar una última revisión para asegurarse de que el filtro este bien instalado, se conecta de nuevo la batería y se enciende el motor del vehículo para asegurarse que no existan fugas de aire y todo trabaje dentro de los parámetros normales.

Información sobre el cambio de filtro de aire del sistema de enfriamiento de la batería tomado de (Rodriguez, 2024)

		
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009

## 8. DISPOSICION FINAL DE UNA BATERIA DE ALTO VOLTAJE (HV)

La flota de vehículos eléctricos actualmente es de unas cifras bastante considerables a nivel mundial, sin embargo, aún es una tecnología muy reciente por lo que una de las grandes preguntas es ¿Qué pasa con las baterías de los carros eléctricos una vez ha culminado su ciclo de vida?, en esta sección se habla acerca de la disposición de una batería después de culminar su ciclo de vida dentro de un vehículo eléctrico. (Fernández, 2021)

Una batería de alto voltaje (HV) es considerada funcional cuando su autonomía se encuentra por encima del 80% de su capacidad total, es decir que dentro de un vehículo eléctrico solo se saca provecho de un 20% de la autonomía total, esto se convierte en un problema debido a que usan materiales tóxicos para la naturaleza y estos residuos generan grandes impactos en el medio ambiente. (Pistoia, Wiaux, & Wolsky, 2001)



*Ilustración 58. Reciclaje de baterías. Tomado de Medio ambiente en acción*

Uno de los mayores fabricantes de vehículos eléctricos y baterías de alto voltaje (HV) es Tesla, y dentro de su plan de sustentabilidad proponen que sus baterías

		
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009

termina en el basurero, por otro lado dicen ser recicladas al 100%, la estrategia de Tesla para tratar las baterías que cumplen sus ciclo de vida es la siguiente: Según Tesla todos los materiales de una batería de este tipo se pueden reciclar y recuperar sin embargo la primera opción de Tesla es prolongar la vida útil de las baterías y esto lo hacen refinando los materiales de la batería y colocándolos en nuevas celdas, este proceso es realizado las veces que sea viable y necesario debido a que es una opción superior al reciclaje por razones económicas, ambientales y comerciales, además proponen que estas baterías deben ser únicamente manipuladas por profesionales calificados, con el uso de herramientas adecuadas y dentro de las instalaciones específicamente designadas para este fin. (Tesla, 2023).

De una forma general la mayoría de las fabricantes de baterías de alto voltaje (HV) garantizan un ciclo de vida promedio de 8 años o 100.000 km, sin embargo, el degrade de las baterías depende de muchos factores como su uso, el tipo de conducción, la temperatura, el cuidado de su estructura física y el tipo de carga que se utilice. (MARIN, 2017)

Uno de los problemas de no hacer nada al respecto con las baterías es que ocupan grandes espacios en los lugares de almacenamiento y esto genera riesgos de incendio o explosión en caso de que las celdas de la batería se encuentren deterioradas o también son puestas a la deriva en lugares abiertos, dejándolas expuestas al calor y otras condiciones climatológicas. (Endesa, 2023)

Reciclar los materiales de una batería es un proceso complejo y costoso debido al riesgo que presentan, los métodos usados para el reciclaje también generan unos residuos propios del procedimiento mas no de la batería en sí, y esto supone que tarde o temprano acabaran en el medio ambiente. Actualmente el único material que vale la pena reciclar es el cobalto debido a que el litio, níquel y manganeso

		
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009

requieren procedimientos adicionales, y esta situación no es atractiva económicamente para ninguna compañía. (Ortiz, 2004)



*Ilustración 59. Residuos baterías de alto voltaje (HV). Tomado de El español*

### 8.1. Método de reciclaje de cobalto

Un método usado para las baterías de los coches eléctricos, el cual es más eficiente y con un mínimo impacto ambiental, consiste en disolver el óxido de litio y de cobalto mediante un disolvente líquido que se encarga de separar el cobalto. Con este método se puede extraer cantidades mayores al 97% de cobalto del total usado en la batería, es un proceso que tarda alrededor de 2 días y el cobalto se usa después para fabricar nuevas baterías debido a que se mantienen sus propiedades durante el proceso de reciclado (Denton, 2018).

El líquido usado este hecho a partir de un derivado de la urea, el cual es fácil de obtener debido a que se encuentra presente en la orina y también está hecho con

		
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009

acetamida proveniente del ácido acético. La reacción de disolución se lleva a cabo eficientemente a 180°C durante 2 días, lo que lo hace un proceso muy eficiente desde la perspectiva energética y es uno de los únicos procesos de recuperación de material de las baterías de alto voltaje provenientes de los vehículos eléctricos. (Plaza, 2023)



*Ilustración 60. Reciclaje de Cobalto. Tomado de El periódico de la energía.*

## 8.2. Método de reciclaje de Níquel

Para este método se hace la recolección de las partes que contengan ese metal, según el Nickel Institute, se puede reciclar hasta el 67% del níquel del total de una pieza sin que este pierda sus propiedades, se trituran las piezas y se realiza la separación del níquel mediante la flotación y separación magnética, estas técnicas son ajustadas para las propiedades del níquel, por lo que pueden ser usadas para otros materiales si se usan sus propiedades, posteriormente se refina y se purifica el níquel obtenido, se hace mediante cristalización y electro refinación para reducir al máximo las impurezas del metal, y finalmente el níquel puede ser usado en baterías nuevamente o en componentes electrónicos, contribuyendo así a la economía circular. (Nickel Institute, 2024)



*Ilustración 61. Reciclaje de Níquel. Tomado de Manufactura, proveedores y productos China.*

### 8.3. Método de reciclaje de Manganeseo

Para este método se usan los hornos rotativos industriales, estos a través de la convección, es decir, un calentamiento del material rápido recoge los electrones del manganeseo y los ubica en el polo positivo de la celda para obtener dióxido de manganeseo, gracias al sistema de escape del horno, este permite que el aire circule alrededor de los productos y es beneficioso debido a que los materiales no pierden su calidad. Otro proceso es conocido como Hidrometalurgia, el cual se divide en lixiviación: donde se disuelve una pieza para recuperar partes metálicas, concentración y purificación de soluciones: mediante solventes se logra un equilibrio donde se separan los materiales de acuerdo con su solubilidad, y la precipitación: consiste en la modificación del PH para eliminar impurezas del producto final. (metalurgica, 2022)



*Ilustración 62. Proceso de Hidrometalurgia. Tomado de 911 Metalurgista*

#### 8.4. Método de reciclaje del Litio

El procedimiento consiste en separar el ánodo y cátodo de la batería para trabajarlos de forma separada, luego se hace un lavado y filtrado con ácido sulfúrico donde se recupera entre el 96% y el 99% del litio, luego se neutraliza con hidróxido de sodio y se cristaliza el producto precipitado, por método de salmuera se introduce el litio en un reactor con 2 electrodos, donde uno de ellos atrapa el cloruro de la salmuera y el otro los iones de litio, luego se hace el proceso inverso para obtener el cloruro del litio, Posteriormente se tratan nuevamente y está listo para ser usado de nuevo en baterías, sin embargo este tipo de reciclaje es muy costoso y es muy poco aplicado actualmente. (Manuel, 2021)

Esquema reciclaje de baterías de ion litio

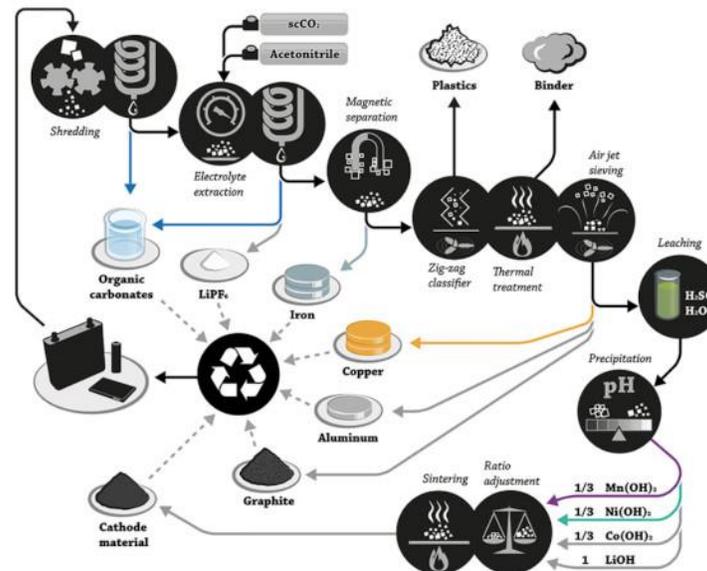


Ilustración 63. Reciclaje del Litio. Tomado de Condorchem

### 8.5. Investigación en reciclaje

CATL (Contemporary Amperex Technology), considerado el mayor fabricante de baterías para vehículos eléctricos trabaja en la economía circular para la cooperación estratégica de reciclaje de baterías y así lograr desarrollar una cadena de alto valor en Asia y Europa principalmente que se enfoque en contribuir a la neutralización del carbono. Su circuito cerrado se desarrolla de la siguiente manera (BRUNP, 2024):

- Diseño de Batería: Facilidad de desmontar, larga vida útil y pruebas
- Uso en vehículos: Seguimiento de datos, postventa, recuperación de baterías defectuosas.
- Desguace de Vehículos: Reciclaje de baterías e identificación de su estado por Brunp
- Separación Vehículo-Batería: Control dinámico de indicadores de rendimiento de cada batería.
- baterías retiradas: Evaluación del estado y separación por lotes
- Uso en cascada (Buen estado): Almacenamiento de energía, usos logísticos.

		
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009

- Reciclaje (Mal estado): Extracción de materiales a partir de baterías usadas
- Materias primas: Procesamiento de materiales para producción de nuevas baterías

CATL trabaja con su subsidiaria BRUNP (Guangdong Brunp Recycling Technology Co., Ltd.) la cual es la encargada de manejar específicamente el reciclaje de baterías de alto voltaje (HV), además de encontrarse involucrados en la elaboración de normas acerca del reciclaje de las baterías y de sus materiales, poseen 1950 solicitudes de patentes para tratar la reducción y reciclaje de desechos y dentro de sus cifras en conjunto recuperan el 99.3% de los principales materiales de las baterías y en China recuperan alrededor del 50% de las baterías usadas. (CATL, 2024)

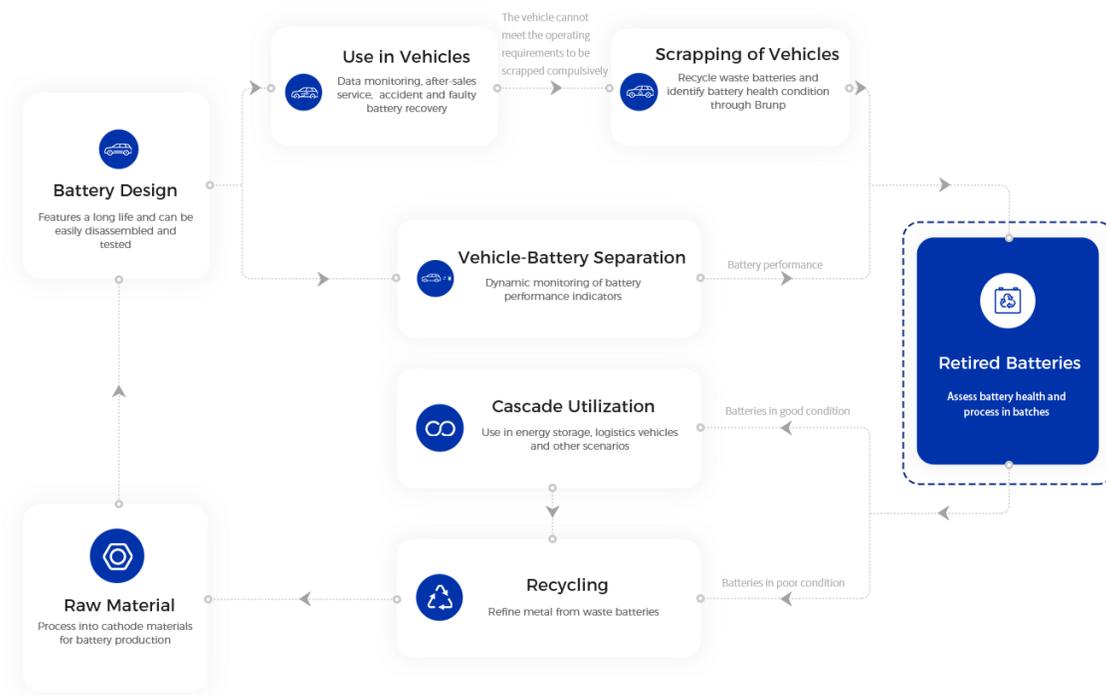


Ilustración 64. política de reciclaje de CATL y BRUNP. Tomado de Brun

		
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009

## 9. REFERENCIAS

(06 de Febrero de 2020). Obtenido de Camiper: <https://camiper.com/tiempominero-noticias-en-mineria-para-el-peru-y-el-mundo/mineria-de-litio-cual-es-su-proceso-de-extraccion/>

Alcaldía Mayor de Bogotá. Secretaria de medio ambiente. (2012). *Secretaria del medio ambiente*. Obtenido de [http://ambientebogota.gov.co/archivo-de-noticias/-/asset\\_publisher/5PPa/content/secretaria-de-ambiente-endurece-normas-de-emision-para-el-transporte-publico-colectivo-masivo-e-integrado?redirect=http%3A%2F%2Fambientebogota.gov.co%2Farchivo-de-noticias%3Fp](http://ambientebogota.gov.co/archivo-de-noticias/-/asset_publisher/5PPa/content/secretaria-de-ambiente-endurece-normas-de-emision-para-el-transporte-publico-colectivo-masivo-e-integrado?redirect=http%3A%2F%2Fambientebogota.gov.co%2Farchivo-de-noticias%3Fp)

Alder, & Ulrich. (1994). *Diesel fuel injection*. Robert Bosch GmbH.

Alonso, J. (2014). *Sistema auxiliares del motor*. Madrid: Ediciones Paraninfo, SA.

Alvarado, J. M. (2019). *Universidad Politecnica Salesiana*. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/18196/1/UPS-CT008650.pdf>

Alvarez, J., Callejon, I., & Forns, S. e. (2005). *Motores alternativos de combustion interna*. Barcelona: Ediciones UPC.

Andrea, D. (31 de Mayo de 2020). *Lithium-Ion Batteries and Applications: A Practical and Comprehensive Guide to Lithium-Ion Batteries and Arrays, from Toys to Towns, Volume 1, Batteries*. Obtenido de [https://www.google.com.co/books/edition/Lithium\\_Ion\\_Batteries\\_and\\_Applications\\_A/V6wCEAAQBAJ?hl=es-419&gbpv=1](https://www.google.com.co/books/edition/Lithium_Ion_Batteries_and_Applications_A/V6wCEAAQBAJ?hl=es-419&gbpv=1)

Apple. (2023). *Apple*. Obtenido de <https://www.apple.com/es/batteries/why-lithium-ion/#:~:text=Las%20bater%C3%ADas%20de%20iones%20de,m%C3%A1s%20autonom%C3%ADa%20en%20menos%20espacio.>

		
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009

Armas, O., & Casanova, J. (2011). *Motores de combustion interna alternativos*. Barcelona: Reverte.

Arregui, F. (2 de Julio de 2021). *Ulbrinox*. Obtenido de <https://www.ulbrinox.com.mx/blog/aplicacion-del-aluminio-en-autos-electricos#:~:text=El%20aluminio%20en%20los%20veh%C3%ADculos,lo%20hace%20m%C3%A1s%20eficiente%20energ%C3%A9ticamente>.

Bartsch, C. (2001). *Revolucion del motor diesel*. Barcelona: Ediciones Ceac.

Baste, J. (2013). Determinacion de los componentes contaminantes en el sistema de alimentacion diesel. *Rev ciencias Tecnicas Agropecuarias*, 65-68.

*Behaviour of Lithium-Ion Batteries in Electric Vehicles*. (10 de Febrero de 2018). Obtenido de [https://www.google.com.co/books/edition/Behaviour\\_of\\_Lithium\\_Ion\\_Batteries\\_in\\_EI/kHNLDwAAQBAJ?hl=es-419&gbpv=1&dq=batteries+electric+cars&printsec=frontcover](https://www.google.com.co/books/edition/Behaviour_of_Lithium_Ion_Batteries_in_EI/kHNLDwAAQBAJ?hl=es-419&gbpv=1&dq=batteries+electric+cars&printsec=frontcover)

Berick, M. (s.f.). *Relentless Visionary. Alessandro Volta*.

Bhoi, A. K. (25 de Noviembre de 2020). *Electric Vehicles*. Obtenido de [https://www.google.com.co/books/edition/Electric\\_Vehicles/e2gLEAAAQBAJ?hl=es-419&gbpv=1&dq=batteries+electric+cars&printsec=frontcover](https://www.google.com.co/books/edition/Electric_Vehicles/e2gLEAAAQBAJ?hl=es-419&gbpv=1&dq=batteries+electric+cars&printsec=frontcover)

Borona, R., & Garcia, M. (2011). *El vehiculo electrico: desafios tecnologicos, infraestructuras y oportunidades de negocio*. Barcelona: Libbooks.

Bosch Gmbh, R. (2002). *Regulacion electronica diesel*. Stuttgart: Robert Bosch GmbH.

Bosch, R. G. (2005). *Manual de la tecnica del automovil*. Stuttgart: Robert Bosch GmbH.

BRUNP. (2024). Obtenido de <https://en.brunp.com.cn/>

Calleja, G. (2015). *Mantenimiento de sistemas auxiliares del motor ciclo diesel*. Madrid: Paraninfo, SA.

CATL. (2024). *CATL*. Obtenido de <https://www.catl.com/es/solution/recycling/>

		
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009

Clicars. (8 de septiembre de 2023). Obtenido de clicars:  
<https://www.clicars.com/blog/coches-eco/bateria-coche-electrico-estado-de-salud-vida-util-mantenimiento/>

Conde, F. (2014). Novedades técnicas en camiones. *Cesvimap*, 21(87), 32-35.

Condorchem. (s.f.). Obtenido de <https://condorchem.com/es/blog/procedimientos-extractivos-mineria-del-niquel-cobalto/#:~:text=En%20general%20el%20tratamiento%20de,carb%C3%B3n%20para%20obtener%20n%C3%ADquel%20met%C3%A1lico.>

Condorchem. (2023). Obtenido de <https://condorchem.com/es/blog/extraccion-recuperacion-litio/>

Conese, V. (1997). *Auditorias medioambientales*. Madrid: Mundi-Prensa.

Cooper Alliance. (s.f.). Obtenido de <https://copperalliance.org/es/sustainable-copper/about-copper/copper-life-cycle/#:~:text=Hay%20dos%20formas%20b%C3%A1sicas%20de,el%20cobre%20en%20el%20mundo.>

Coordinación general de minería. (2013). Obtenido de [https://www.economia.gob.mx/files/comunidad\\_negocios/industria\\_comercio/informacionSectorial/minero/pm\\_hierro\\_acero\\_1013.pdf](https://www.economia.gob.mx/files/comunidad_negocios/industria_comercio/informacionSectorial/minero/pm_hierro_acero_1013.pdf)

Delphi. (2023). *Delphi*. Obtenido de <https://www.delphiautoparts.com/resource-center/article/battery-maintenance-8-steps-on-cleaning>

Denton, T. (2018). *Veículos eléctricos e híbridos*. Sao Paulo: Blucher.

Diario Oficial de la Unión Europea. (5 de Mayo de 2016). Obtenido de [eur-lex.europa.eu: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:32016L0802&from=PL](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:32016L0802&from=PL)

Díaz, P. (17 de Agosto de 2017). *NTC 4983 2012 Gases Gas Gasolina*. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/134771410/NTC-4983-2012-Gases-Gas-Gasolina>

Dominguez, E. (2018). *Sistemas de arranque y carga*. Barcelona: Editex.

Ecopilas. (s.f.). *Ecopilas*. Obtenido de <https://www.ecopilas.es/el-reciclaje/procesos-de-reciclaje-de->

			
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

pilas/#:~:text=El%20reciclaje%20permite%20el%20aprovechamiento,la%20fabricaci%C3%B3n%20de%20otros%20productos.

Elmotor. (04 de Septiembre de 2022). Obtenido de <https://motor.elpais.com/tecnologia/se-pueden-reciclar-las-baterias-de-los-coches-electricos/>

Endesa. (18 de Enero de 2023). *Endesa*. Obtenido de <https://www.endesa.com/es/la-cara-e/economia-circular/reciclaje-baterias-coche-electrico>

Esquerra Pizà. (1988). *DISPOSITIVOS Y SISTEMAS PARA EL AHORRO DE ENERGIA*. Obtenido de [https://www.google.com.co/books/edition/DISPOSITIVOS\\_Y\\_SISTEMAS\\_PARA\\_EL\\_AHORRO\\_D/F2rGJcnXz3YC?hl=es-419&gbpv=1&dq=sistemas+de+refrigeracion+de+baterias&pg=PA97&prints=ec=frontcover](https://www.google.com.co/books/edition/DISPOSITIVOS_Y_SISTEMAS_PARA_EL_AHORRO_D/F2rGJcnXz3YC?hl=es-419&gbpv=1&dq=sistemas+de+refrigeracion+de+baterias&pg=PA97&prints=ec=frontcover)

Fernández, A. (2021). *Aplicaciones medioambientales y energéticas de la tecnología electroquímica*. Barcelona: Reverte.

Fernandez, A. Z. (s.f.). *Toda materia*. Obtenido de <https://www.todamateria.com/reacciones-de-oxidacion-reduccion/#:~:text=Es%20decir%2C%20una%20sustancia%20le,la%20bater%C3%ADa%20de%20los%20coches.>

Fernandez, R. (17 de Junio de 2022). *Statista*. Obtenido de <https://es.statista.com/estadisticas/635438/reservas-mundiales-de-cobalto-por-paises/#:~:text=Dado%20que%20las%20reservas%20mundiales,metal%20disponible%20a%20nivel%20global.>

Fink, D. G. (1981). *Manual práctico electricidad ingenieros*. Obtenido de [https://www.google.com.co/books/edition/Manual\\_pr%C3%A1ctico\\_electricidad\\_ingenieros/FIfXjS1N-PIC?hl=es-419&gbpv=1&dq=reles+de+conexion&pg=SA10-PA81&printsec=frontcover](https://www.google.com.co/books/edition/Manual_pr%C3%A1ctico_electricidad_ingenieros/FIfXjS1N-PIC?hl=es-419&gbpv=1&dq=reles+de+conexion&pg=SA10-PA81&printsec=frontcover)

		
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009

Frame, E., & Whitney, K. (2002). *SFTP Cycle Contributions to Light-Duty Diesel Exhaust Emissions*.

France24. (2019). Obtenido de <https://www.france24.com/es/20190918-trump-en-guerra-ambiental-con-california-por-normas-contaminantes-de-autos>

Galvarplast, I. (2024). *ILPEA Galvarplast*. Obtenido de <https://www.ilpeagalvarplast.com/es/productos/refrigeracion-vehiculos-electricos/#None>

Garcia del Rio, A. (2012). *mantenimiento de sistemas auxiliares del motor de ciclo diesel*. Madrid: elearning.s.l.

Garcia, G. (19 de septiembre de 2020). *Hibridos y electricos*. Obtenido de [https://www.hibridosyelectricos.com/coches/carcasas-baterias-plasticas-metalicas-aligerar-peso-coches-electricos\\_38238\\_102.html](https://www.hibridosyelectricos.com/coches/carcasas-baterias-plasticas-metalicas-aligerar-peso-coches-electricos_38238_102.html)

Garcia, G. (20 de Agosto de 2021). *Hibridos y electricos*. Obtenido de <https://www.hibridosyelectricos.com/>

Gastalver, C. (2017). *Gestion de costos y calidad del servicio de transporte de carretera*. Barcelona: Elearning S.L.

Gonhergo. (15 de Diciembre de 2022). *Gonhergo*. Obtenido de <https://blog.gonhergo.com/drenaje-bateria-auto/>

Gonzalez, D. (2015). *Motores termicos y sus sistemas auxiliares 2ª edicion*. Madrid: Ediciones Paraninfo, SA.

Gonzalez, V. (30 de Agosto de 2020). *Diagnosis Tips*. Obtenido de <https://www.diagnosisitips.com/bateria-coche-electrico/>

Guiachileenergia. (2021). Obtenido de <https://www.guiachileenergia.cl/cuanto-cobre-hay-en-un-vehiculo-electrico/#:~:text=Los%20autom%C3%B3viles%20convencionales%20a%20gas,de%20814%20libras%20de%20cobre.>

IBM. (2024). *IBM*. Obtenido de <https://www.ibm.com/es-es/topics/what-is-preventive-maintenance>

Institut fur seltene. (s.f.). Obtenido de <https://es.institut-seltene-erden.de/seltene-erden-und-metalle/strategische-metalle-2/kobalt/>

		
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009

Instituto Colombiano de normas tecnicas y certificacion. (2012). *Icontec ,org.*

Obtenido de [www.icontec.org](http://www.icontec.org)

*Investing.* (2023). Obtenido de <https://es.investing.com/>

Jiang, J. (18 de Mayo de 2015). *Fundamentals and Applications of Lithium-ion*

*Batteries in Electric Drive Vehicles.* Obtenido de

[https://www.google.com.co/books/edition/Fundamentals\\_and\\_Applications\\_](https://www.google.com.co/books/edition/Fundamentals_and_Applications_of_Lithium/PtJuBgAAQBAJ?hl=es-419&gbpv=1&dq=batteries+electric+cars+lithium&printsec=frontcover)

[of\\_Lithium/PtJuBgAAQBAJ?hl=es-](https://www.google.com.co/books/edition/Fundamentals_and_Applications_of_Lithium/PtJuBgAAQBAJ?hl=es-419&gbpv=1&dq=batteries+electric+cars+lithium&printsec=frontcover)

[419&gbpv=1&dq=batteries+electric+cars+lithium&printsec=frontcover](https://www.google.com.co/books/edition/Fundamentals_and_Applications_of_Lithium/PtJuBgAAQBAJ?hl=es-419&gbpv=1&dq=batteries+electric+cars+lithium&printsec=frontcover)

Jorge, E. (2010). *Mineria boliviana su realidad.* La Paz: Plural editores.

Klier, T., & Linn, J. (2012). New-vehicle characteristics and the cost of the Corporate

Average Fuel Economy standard. *The RAND Journal of Economics*, 186-213.

KUKA. (2024). *KUKA.* Obtenido de <https://www.kuka.com/>

Lapuerta, M., & Hernandez, J. (2011). Combustibles. En *Motores de combustion*

*interna alternativos.* Barcelona: Editorial Reverte.

limited, N. M. (06 de Enero de 2020). *World Energy Trade.* Obtenido de

[https://www.worldenergytrade.com/metales/otros-metales/los-cinco-](https://www.worldenergytrade.com/metales/otros-metales/los-cinco-principales-paises-productores-de-manganeso-del-mundo)

[principales-paises-productores-de-manganeso-del-mundo](https://www.worldenergytrade.com/metales/otros-metales/los-cinco-principales-paises-productores-de-manganeso-del-mundo)

Lopez, M. (2021). Obtenido de Motor.es: [https://www.motor.es/que-](https://www.motor.es/que-es/manganeso#:~:text=Este%20metal%20tiene%20multitud%20de,estructura%20de%20los%20coches%20el%C3%A9ctricos.)

[es/manganeso#:~:text=Este%20metal%20tiene%20multitud%20de,estructu](https://www.motor.es/que-es/manganeso#:~:text=Este%20metal%20tiene%20multitud%20de,estructura%20de%20los%20coches%20el%C3%A9ctricos.)

[ra%20de%20los%20coches%20el%C3%A9ctricos.](https://www.motor.es/que-es/manganeso#:~:text=Este%20metal%20tiene%20multitud%20de,estructura%20de%20los%20coches%20el%C3%A9ctricos.)

LOYO, J. M. (5 de Junio de 2012). *Trabajos y maniobras en alta tensión.* Obtenido

de

[https://www.google.com.co/books/edition/Trabajos\\_y\\_maniobras\\_en\\_alta\\_te](https://www.google.com.co/books/edition/Trabajos_y_maniobras_en_alta_tensi%C3%B3n/bDFPFc_lqjsC?hl=es-419&gbpv=1&dq=desconexion+alta+tension&pg=PA233&printsec=frontcover)

[nsi%C3%B3n/bDFPFc\\_lqjsC?hl=es-](https://www.google.com.co/books/edition/Trabajos_y_maniobras_en_alta_tensi%C3%B3n/bDFPFc_lqjsC?hl=es-419&gbpv=1&dq=desconexion+alta+tension&pg=PA233&printsec=frontcover)

[419&gbpv=1&dq=desconexion+alta+tension&pg=PA233&printsec=frontcov](https://www.google.com.co/books/edition/Trabajos_y_maniobras_en_alta_tensi%C3%B3n/bDFPFc_lqjsC?hl=es-419&gbpv=1&dq=desconexion+alta+tension&pg=PA233&printsec=frontcover)

[er](https://www.google.com.co/books/edition/Trabajos_y_maniobras_en_alta_tensi%C3%B3n/bDFPFc_lqjsC?hl=es-419&gbpv=1&dq=desconexion+alta+tension&pg=PA233&printsec=frontcover)

Manuel, V. (28 de Junio de 2021). *Los caminos del reciclaje.* Obtenido de

[https://www.google.com.co/books/edition/Los\\_caminos\\_del\\_reciclaje/qA11E](https://www.google.com.co/books/edition/Los_caminos_del_reciclaje/qA11EAAAQBAJ?hl=es-419&gbpv=1&dq=reciclaje+de+litio&pg=PA158&printsec=frontcover)

[AAAQBAJ?hl=es-](https://www.google.com.co/books/edition/Los_caminos_del_reciclaje/qA11EAAAQBAJ?hl=es-419&gbpv=1&dq=reciclaje+de+litio&pg=PA158&printsec=frontcover)

[419&gbpv=1&dq=reciclaje+de+litio&pg=PA158&printsec=frontcover](https://www.google.com.co/books/edition/Los_caminos_del_reciclaje/qA11EAAAQBAJ?hl=es-419&gbpv=1&dq=reciclaje+de+litio&pg=PA158&printsec=frontcover)

		
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009

MARIN, J. A. (6 de Julio de 2017). *Vehículos eléctricos e híbridos*. Obtenido de [https://www.google.com.co/books/edition/Veh%C3%ADculos\\_el%C3%A9ctricos\\_e\\_h%C3%ADbridos/3LwrDwAAQBAJ?hl=es-419&gbpv=1](https://www.google.com.co/books/edition/Veh%C3%ADculos_el%C3%A9ctricos_e_h%C3%ADbridos/3LwrDwAAQBAJ?hl=es-419&gbpv=1)

Mercer, B. (2001). *Industrial Control Wiring Guide*. Obtenido de [https://www.google.com.co/books/edition/Newnes\\_Industrial\\_Control\\_Wiring\\_Guide/WnTcK\\_7uUKoC?hl=es-](https://www.google.com.co/books/edition/Newnes_Industrial_Control_Wiring_Guide/WnTcK_7uUKoC?hl=es-419&gbpv=1&dq=cableado+de+control&printsec=frontcover)

[419&gbpv=1&dq=cableado+de+control&printsec=frontcover](https://www.google.com.co/books/edition/Newnes_Industrial_Control_Wiring_Guide/WnTcK_7uUKoC?hl=es-419&gbpv=1&dq=cableado+de+control&printsec=frontcover)

metalurgica, D. d. (2022). *Universidad de Santiago de Chile*. Obtenido de <https://metalurgia.usach.cl/sites/metalurgia/files/documentos/capitulo14.pdf>

Miteco. (s.f.). Obtenido de [https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/sistema-espanol-de-inventario-sei-/040301-fabric-](https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/sistema-espanol-de-inventario-sei-/040301-fabric-aluminio_tcm30-502319.pdf)

[aluminio\\_tcm30-502319.pdf](https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/sistema-espanol-de-inventario-sei-/040301-fabric-aluminio_tcm30-502319.pdf)

Molina, J., & Moroco, V. (2018). *Determinación del consumo de combustible de vehículos en base a los ciclos de conducción Epa ftp 75 y Epa hwfet, en dinamómetro de chasis*. Universidad del Azuay.

Murviedro, C. (1994). Propaganda y publicidad nazis en España durante la segunda guerra mundial. *Espacio, tiempo y forma. Serie V. Historia contemporanea*.

*Nickel Institute*. (2024). Obtenido de <https://www.nickelinstitute.org/>

Nicolae, B., & Ovidiu, B. (2019). *Proceedings in Automotive Engineering*. Springer.

Ordoñez, S. (2009). *despues de Hobbert. Los combustibles fosiles. Boletin de la real sociedad geografica. Vol 145 (Vol. 145)*.

Ortiz, A. B. (2004). *Las empresas y el medio ambiente : un enfoque de sostenibilidad*. Obtenido de

[https://www.google.com.co/books/edition/Las\\_empresas\\_y\\_el\\_medio\\_ambiente\\_un\\_enfo/Ht2LEAAQBAJ?hl=es-](https://www.google.com.co/books/edition/Las_empresas_y_el_medio_ambiente_un_enfo/Ht2LEAAQBAJ?hl=es-419&gbpv=1&dq=reciclaje+de+baterias+de+carros&pg=PA118&printsec=frontcover)

[419&gbpv=1&dq=reciclaje+de+baterias+de+carros&pg=PA118&printsec=fr](https://www.google.com.co/books/edition/Las_empresas_y_el_medio_ambiente_un_enfo/Ht2LEAAQBAJ?hl=es-419&gbpv=1&dq=reciclaje+de+baterias+de+carros&pg=PA118&printsec=frontcover)  
ontcover

Pacheco, W. (29 de Julio de 2016). Obtenido de Univision:

<https://www.univision.com/explora/como-se-fabrica-el-grafeno-el-material-100-veces-mas-fuerte-que-el-acero>

		
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009

Padilla, R. (18 de Octubre de 2021). Obtenido de Consulting Group: <https://bgconsulting.mx/es/que-paises-son-los-principales-exportadores-de-grafeno/#:~:text=Estados%20Unidos%2C%20Jap%C3%B3n%2C%20Inglaterra%20y,producci%C3%B3n%20e%20investigaci%C3%B3n%20con%20grafeno.>

Pardiñas, J., & Feijoo, R. (2018). *Sistemas auxiliares del motor*. Madrid: Editex.

Peralta, M. (2015). *Eliminación de contaminantes de gases de escape diesel: estabilización de catalizadores. Tesis de grado*. Universidad nacional del Litoral: facultad de Ingeniería Química.

Perez, M. (2011). *Sistemas auxiliares del motor*. Madrid: Ediciones Paraninfo SA.

Perez, M. (2017). *Sistema auxiliares del motor, 2ª edición*. Madrid: Ediciones Paraninfo, SA.

Pistoia, G., Wiaux, J.-P., & Wolsky, S.-P. (2001). *Used Battery Collection and Recycling*. Elsevier Science: G. Pistoia, J.-P. Wiaux, S.P. Wolsky.

Plaza, D. (01 de Marzo de 2023). *FCE*. Obtenido de <https://forococheselectricos.com/2023/03/reciclaje-baterias-recuperar-cobalto-impacto-ambiental-minimo.html>

preditec. (2015). *Preditec - Grupo Alava*. Obtenido de <http://www.preditec.com/mantenimiento-predictivo/#>

Prensa. (30 de Octubre de 2017). *Ministerio de Salud pública y bienestar social*. Obtenido de <https://classroom.google.com/u/1/?pli=1>

Primepower. (2024). *Primepower*. Obtenido de <https://www.primepower.mx/blog/puedo-reemplazar-las-celdas-danadas-en-una-bateria>

Publimotos. (31 de Agosto de 2021). *Publimotos*. Obtenido de [https://publimotos.com/moto/la-importancia-de-los-o-rings-que-son-para-que-sirven-y-cuando-cambiarlos/#google\\_vignette](https://publimotos.com/moto/la-importancia-de-los-o-rings-que-son-para-que-sirven-y-cuando-cambiarlos/#google_vignette)

*Reciclaje Contemar*. (2023). Obtenido de [https://reciclajecontemar.es/como-se-recicla-el-niquel/#recoleccion\\_y\\_clasificacion](https://reciclajecontemar.es/como-se-recicla-el-niquel/#recoleccion_y_clasificacion)

		
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009

Repsol. (s.f.). *Repsol*. Obtenido de <https://www.repsol.com/es/energia-futuro/tecnologia-innovacion/grafeno/index.cshtml>

Rodriguez, I. (2024). *ARANER*. Obtenido de <https://www.araner.com/blog/process-cooling-system-for-ev-batteries-factories-requirements-and-options>

Rovira, A., & Muñoz, M. (2015). *Motores de combustion interna*. Madrid: Uned. es /Publicaciones.

SA, T. e. (17 de AGOSTO de 2017). *Imágenes de GOOGLE*. Obtenido de <http://www.teresa.com.ni/wp-content/uploads/2016/03/CINTAS-DE-AMARRE6BLANCO-PROFER-100UNI.jpg>

Sanchez, E. (2009). *Sistemas auxiliares del motor*. Macmillan Iberia.

Sosa, F., Gallego, J., & Garcia, M. (2015). Estudio bibliografico del tratamiento de gases de escape en Iso motres de combustion interna.Trabajo de grado. Sevilla.

Soylu, E. (17 de Abril de 2017). *MDPI*. Obtenido de <https://www.mdpi.com/1099-4300/19/4/146>

Stephen R. Turns. (2000). *AN INTRODUCTION TO COMBUSTION "Concepts and Applications"*. McGraw-Hill Higher Education.

Suarez, C. (05 de Mayo de 2022). *The logistics world*. Obtenido de <https://thelogisticsworld.com/manufactura/litio-en-latinoamerica-paises-productores-o-con-potencial-y-proyecciones-de-crecimiento/#:~:text=En%20todo%20el%20mundo%20se,toneladas%20m%C3%A9tricas%20de%20este%20recurso.&text=El%20diagn%C3%B3stico%20del%20USGS>

Tesla. (2023). *Tesla*. Obtenido de [https://www.tesla.com/es\\_mx/support/sustainability-recycling](https://www.tesla.com/es_mx/support/sustainability-recycling)

Torregosa, A., Olmeda, P., & Gutier, E. R. (2008). Metodologia para el analisis de un sistema de refrigeracion rediseñado para un motor diesel. *Scientia et Technica*, 193-198.

			
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 22-Nov-2009	Fecha de versión: 22-Nov-2009

Transmilenio. (2019). *Transmilenio*. Obtenido de <https://www.transmilenio.gov.co/publicaciones/151332/empiezan-a-rodar-los-primeros-140-buses-de-transmilenio-a-gas-natural-en-bogota/>

User, S. (28 de Septiembre de 2020). *Aner*. Obtenido de <https://www.aner.com/blog/mantenimiento-correctivo.html>

V2C. (13 de Agosto de 2019). *V2C*. Obtenido de <https://v2charge.com/es/balanceo-carga-que-es/#:~:text=puntos%20de%20recarga-,%C2%BFQu%C3%A9%20es%20un%20balanceo%20de%20carga%3F,y%20reducir%20su%20vida%20%C3%BAtil>.

Villalba, M. (16 de Junio de 2022). *Tecvolución*. Obtenido de <https://tecvolucion.com/estan-fabricadas-las-baterias-los-coches-electricos/>

Volkswagen. (2023). *Volkswagen Canarias*. Obtenido de <https://www.vwcanarias.com/es/blog/tipos-baterias-coches-electricos.html>

Weicker, P. (2014). *A Systems Approach to Lithium-ion Battery Management*. Obtenido de [https://www.google.com.co/books/edition/A\\_Systems\\_Approach\\_to\\_Lithium\\_Ion\\_Batter/pXliAgAAQBAJ?hl=es-419&gbpv=1](https://www.google.com.co/books/edition/A_Systems_Approach_to_Lithium_Ion_Batter/pXliAgAAQBAJ?hl=es-419&gbpv=1)

-