

**ESTRATEGIAS PARA LA DISMINUCIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL DE LOS
VEHÍCULOS ELÉCTRICOS FABRICADOS CON MATERIALES
CONVENCIONALES**

MANUEL DAVID ROJAS LOZANO

**FUNDACION UNIVERSIDAD DE AMERICA
FACULTAD DE EDUCACIÓN PERMANENTE Y AVANZADA
ESPECIALIZACIÓN EN GESTIÓN AMBIENTAL
BOGOTÁ D.C.
2017**

**ESTRATEGIAS PARA LA DISMINUCIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL DE LOS
VEHÍCULOS ELÉCTRICOS FABRICADOS CON MATERIALES
CONVENCIONALES.**

MANUEL DAVID ROJAS LOZANO

**Monografía para optar por el título de Especialista en
Gestión Ambiental**

**Orientador:
JIMMY EDGARD ALVAREZ DIAZ
Biólogo, Doctor**

**FUNDACION UNIVERSIDAD AMERICA
FACULTAD DE EDUCACION PERMANENTE Y AVANZADA
ESPECIALIZACION EN GESTIÓN AMBIENTAL
BOGOTÁ D.C
2017**

NOTA DE ACEPTACIÓN

Firma del Director de la Especialización

Firma del Calificador

Bogotá, D.C., Octubre de 2017

DIRECTIVAS DE LA UNIVERSIDAD

Presidente de la Universidad y Rector del Claustro

Dr. Jaime Posada Díaz

Vicerrector de Desarrollo y Recursos Humanos.

Dr. Luis Jaime Posada García-Peña

Vicerrectora Académica y de Posgrados

Dra. Ana Josefa Herrera Vargas

Secretario General

Dr. Juan Carlos Posada García Peña

Decano Facultad de Educación Permanente y Avanzada

Dr. Luis Fernando Romero Suárez

Director Especialización en Gestión Ambiental

Dr. Francisco Archer Narváez

Las directivas de la Universidad de América, los jurados calificadores y el cuerpo docente no son responsables por los criterios e ideas expuestas en el presente documento. Estos corresponden únicamente a los autores

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mi madre que con su esfuerzo y dedicación logro apoyarme en todas las etapas de mi vida, siendo un apoyo primordial y mi motivación más grande para terminar el posgrado.

A todas las personas que estuvieron en mi vida durante la realización de este trabajo y que por una u otra razón ya no se encuentran en ella, pero siempre estarán en mis recuerdos.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco en primera instancia a Dios por darme la oportunidad de realizar este trabajo, segundo a mi madre que fue mi motivación y las ganas de seguir adelante que me dio culminado una etapa más en mi vida.

Al docente Jimmy Álvarez por guiarme en el camino del conocimiento a mi familia quien directamente o indirectamente me apoyó con sus palabras de aliento.

A todas las personas que estuvieron presentes en este proceso en especial a todas esas personas que me motivaron a seguir con esta especialización que, si bien ya no se encuentran presentes en mi vida o en esta que culmina, fueron un factor de decisión, ánimo y fuerza en especial a Paola Andrea Arbeláez por sus consejos y palabra motivadoras.

CONTENIDO

	pág.
1. FUNDAMENTOS TEÓRICOS Y CONCEPTUALES	17
1.1 GENERALIDADES DE LOS VEHÍCULOS ELÉCTRICOS	17
1.1.1 Tipos de Vehículos Eléctricos	17
1.1.2 Factores de Uso de los Automóviles Eléctricos	21
1.2 PROBLEMATICAS	23
1.2.1 Materias Primas	24
1.2.2 Descripción del Proceso	25
1.2.3 Uso del Vehículo Eléctrico	26
1.3 LINEAMIENTOS DE SOSTENIBILIDAD	27
1.3.1 Buenas Prácticas Ambientales	27
1.3.2 Responsabilidad Social Empresarial	27
2. METODOLOGIA	29
2.1 IDENTIFICACIÓN DEL INVENTARIO (DEL FLUJO DE ENTRADAS Y SALIDAS)	29
2.2 IDENTIFICACIÓN LOS ASPECTOS AMBIENTALES: CALCULO HUELLA DE CARBONO	29
2.3 ESTRATEGIAS PARA LA MITIGACIÓN DEL IMPACTO	29
3. FLUJO DE ENTRADAS Y SALIDAS	30
3.1 IDENTIFICACION DEL CICLO DE VIDA	30
3.1.1 Determinación de los Factores Internos	30
3.1.2 Determinación de los Factores Externos	31
3.1.3 Análisis del Ciclo de Vida de las Baterías Usadas en los Vehículos Eléctricos	33
3.2 MATERIALES UTILIZADOS	34
3.2.1 Metal	35
3.2.2 Aluminio	36
3.2.3 Plásticos	36
3.3 USO Y OPERACION DE DEL VEHÍCULO ELÉCTRICO	36
3.3.1 Afectación por Factores Externos	38
3.3.2 Afectación por factores internos	39
3.3.3 Impacto asociado a los tipos de factores	41
3.4 IDENTIFICACION DE LOS FLUJOS DE ENTRADAS Y SALIDAS	45
4. IMPACTOS ASOCIADOS A LOS FACTORES INTERNOS Y EXTERNOS	46
4.1 ANÁLISIS DE LOS IMPACTOS ASOCIADOS A LOS FACTORES INTERNOS Y EXTERNOS	46
5. ESTRATEGIAS PARA DISMINUIR EL IMPACTO AMBIENTAL IDENTIFICADO	55
5.1 IMPACTOS AMBIENTALES IDENTIFICADOS	55
5.2 ESTRATEGIAS PARA DISMINUIR LOS IMPACTOS AMBIENTALES IDENTIFICADOS	55
5.2.1 Estrategias normativas	55

5.2.2	Estrategias Voluntarias	56
5.2.3	Estrategias para la Mitigación de Impactos Muy Negativos	56
6.	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN	58
7.	CONCLUSIONES	60
8.	RECOMENDACIONES	61
	BIBLIOGRAFÍA	63

LISTA DE CUADROS

	pág.
Cuadro 1 Marcas de Vehículos Eléctricos de Batería	18
Cuadro 2 Vehículos Híbridos Enchufables	19
Cuadro 3 Vehículos Eléctricos híbridos	20
Cuadro 4 Componentes y Materiales principales en un vehículo	35
Cuadro 5 Impacto asociado a los Factores Externos e Internos	42
Cuadro 6 Flujo de Entradas y Salidas del ciclo de vida de un vehículo eléctrico...	45
Cuadro 7 Matriz PESTLE	47

LISTA DE GRÁFICOS

	pág.
Grafico 1 Concentración de CO ₂	23
Grafico 2 Proceso de fabricacion de una bateria	34

LISTA DE IMÁGENES

	pág.
Imagen 1 Vehículo Eléctrico 1835	22
Imagen 2. Diagrama de Proceso Producción Vehículo Eléctrico	24
Imagen 3 Línea de Producción	26
Imagen 4 Factores Internos	31
Imagen 5 Factores Externos	32
Imagen 6 Proceso Baterías de litio	34
Imagen 7 Diagrama Auto eléctrico	37

LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 1 Materiales más comunes en libras	25
Tabla 2 Precio y Producción de Minerales	40

RESUMEN

En la actualidad y después del gran desarrollo de las nuevas tecnologías de energía limpias, así como por la necesidad de contar con un mundo sano y el acuerdo alcanzado por los países asistentes a la Conferencia de Río en 1992 para la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero, se retomó el desarrollo de la tecnología de vehículos eléctricos que se propuso al inicio de la invención de los automóviles, pero que su desarrollo se detuvo debido a los costos de producción de estos mismos. Una vez más, en la década que vivimos de este siglo, nuevamente los vehículos eléctricos han tomado un auge en la industria automotriz, entrando al mercado gran cantidad de modelos, que se creía no tendrían ningún futuro dada la alta competencia por los vehículos tradicionales, todo esto impulsado por la preocupación por un ambiente más sano y un desarrollo sostenible. Ante esto, algunos países europeos, como Francia, ya han anunciado que quieren poner el fin a la venta de carros de diésel y gasolina de aquí al 2040, por lo que el Gobierno de Macron ya anunció que aspiran a la “neutralidad de carbono” en el 2050. En esta monografía, se utiliza la herramienta de gestión ambiental, el análisis del ciclo de vida para reconocer las entradas y salidas de los factores internos y externos a la fabricación de los carros eléctricos. De forma que, permita identificar los impactos ambientales generados en cada uno de los procesos industriales, con lo cual se considerarán además los puntos críticos en la producción de estos vehículos y planteado a la vez estrategias que logren procurar un uso más eficiente de los vehículos eléctricos.

Palabras clave: Vehículo Eléctrico, Ciclo de vida, Producción, Baterías Eléctricas, Recursos.

INTRODUCCION

“Ni la sociedad, ni el hombre, ni ninguna otra cosa deben sobrepasar para ser buenos los límites establecidos por la naturaleza”
HIPOCRATES

El propósito principal de esta monografía es demostrar e identificar que la industria automotriz en la actualidad se preocupa por la sostenibilidad del ambiente, mediante la implementación de nuevas tecnologías que disminuyen la emisión de gases efecto invernadero como el automóvil eléctrico. A pesar del esfuerzo que la industria de automóviles ha realizado para cambiar su enfoque de producción de uno asume los recursos como infinitos a otro que los reconoce como finitos, aún sigue siendo un foco de contaminación debido a la extracción de materia prima para la producción de estas nueva tecnologías que si bien reducen el impacto de emisión de gases efecto invernadero, por otro lado generan nuevos impactos debido a los procesos en la producción de estas nuevas tecnologías. es por esto que el principal desafío para la industria automotriz es alcanzar la sostenibilidad en todo el ciclo de vida de los productos de su mercado.

El análisis del ciclo de vida es la metodología utilizada para conocer los instrumentos de reducción de impactos que la industria automotriz ha asumido en la producción de vehículos eléctricos. En primer lugar se realizó una recopilación documental acerca de la industria automotriz en general, la producción del automóvil eléctrico desde la extracción de las materias primas hasta la disposición final identificando los principales recursos utilizados, procedimientos, y desechos producidos a lo largo de la producción uso y disposición de los vehículos eléctricos en segunda instancia se identificaron los factores que afectan el uso y aumentan el consumo de energía, estos factores son tanto internos como externos al vehículo eléctrico en tercer lugar utilizando la matriz PESTLE se reconocieron los impactos que cada factor aporta reconociendo la fase en el que se encuentra, así como el nivel de impacto, para por ultimo plantear las estrategias pertinentes para el manejo de los impactos que tienen un nivel de incidencia muy alto.

Una vez definido el ciclo de vida de la fabricación de los vehículos eléctricos e identificados los impactos en cada una de las etapas del proceso industrial, queda claro la importancia de este trabajo para encontrar las estrategias que la industria automotriz debe asumir para superar el desafío asumido de alcanzar la sostenibilidad en todos sus procesos industriales.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Diseñar estrategias para la disminución del impacto ambiental del uso de vehículos eléctricos que utilizan materiales convencionales, a partir del estudio de las entradas y salidas de los factores internos y externos al ciclo de vida determinado.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar el flujo de entradas y salidas de los factores internos y externos al ciclo de vida de los vehículos eléctricos que utilizan materiales convencionales.
- Analizar el impacto ambiental del uso de los vehículos eléctricos que utilizan materiales convencionales mediante el análisis del ciclo de vida.
- Proponer estrategias para disminuir el impacto ambiental de los factores internos y externos al ciclo de vida de vehículos eléctricos que utilizan materiales convencionales.

1. FUNDAMENTOS TEÓRICOS Y CONCEPTUALES

1.1 GENERALIDADES DE LOS VEHÍCULOS ELÉCTRICOS

Los vehículos eléctricos han evolucionado desde su aparición a finales del siglo XIX, aunque siempre se ha tenido presente que la promoción del uso de estos vehículos es para la reducción de las emisiones de CO₂ y otros contaminantes. La sociedad actual y en armonía con la teoría de desarrollo sostenible, no prohíbe el uso de los carros particulares, sino que ofrecen opciones a la problemática de contaminación. En este estudio no se pretende analizar los problemas de movilidad ni cambiar el modelo de desplazamiento de las personas en el ámbito urbano. Más bien, el interés radica en analizar el impacto ambiental de los vehículos eléctricos a partir de la identificación y análisis de los materiales que se requieren para su fabricación. Para ello a continuación se hace una recopilación de los tipos de vehículos eléctricos existentes y las partes que lo conforman.

1.1.1 Tipos de Vehículos Eléctricos

Según Carley¹, existen tres tipos de vehículos eléctricos: vehículos eléctricos de batería, vehículos eléctrico híbridos enchufables, y vehículos híbridos eléctricos. Cada uno de estos tipos posee características propias y distinguibles, así como ventajas y desventajas que son explicadas a continuación.

1.1.1.1 Vehículos Eléctricos de Batería

Como lo expresa Carley², este tipo de vehículos funcionan usando completamente el motor eléctrico y la batería, es decir no tienen un sistema de soporte de generación de energía que recargue la batería cuando el automóvil está siendo usado y la batería se encuentre descargada. Siendo este sistema de soporte en la mayoría de los casos el motor de combustión interna tradicional a gasolina. Este tipo de vehículos debe ser conectado a una fuente externa de electricidad con el fin de recargar la batería para su funcionamiento; pero no es la única manera de recargar la batería, este tipo de vehículos posee un sistema llamado freno regenerativo de electricidad que convierte el calor generado por los frenos al momento de reducir la velocidad en electricidad, permitiendo recuperar y recargar cierta cantidad de energía gastada por el automóvil en su recorrido.

Una de las principales ventajas expuestas por Carley³ de este tipo de autos, es la no generación de emisiones, se pueden recargar desde una toma eléctrica en el

¹ CARLEY, Dave. The Beginners Guide to Electric Vehicles (EV). [sitio web]. 2014. [Consultado el 8, julio, 2017]. Disponible en: http://pluginbc.ca/wp/wp-content/uploads/2014/07/EV-Beginners-Guide_Final_Sept2_2014.pdf

² Ibíd., p. 18

³ Ibíd., p. 18

hogar, son silenciosos y suaves al acelerar y su costo de operación está alrededor de US\$30 por mes. Sin embargo, tienen algunas desventajas, como el menor rango de kilometraje que pueden recorrer y el mayor valor comercial comparado con los vehículos convencionales a gasolina. En el Cuadro 2, se muestran algunas marcas de vehículos eléctricos, su tipo, rango de kilometraje, precio y tiempo de carga de las baterías.

Cuadro 1. Marcas de Vehículos Eléctricos de Batería.

	Modelo del Vehículo	Tipo de vehículo	Rango de autonomía (kilometros)	Precio USD	Tiempo de carga (horas)
	Moldeo Tesla S	Electrico de Bateria	335-426	\$82.820 - \$120.000	5
	Nissan Leaf	Electrico de Bateria	120	\$31.798	3
	BMW i3	Electrico de Bateria	160	\$44.950	6
	Mitsubshi iMiEV	Electrico de Bateria	100	\$27.998	7

Fuente: CARLEY, Dave. The Beginners Guide to Electric Vehicles (EV). [Sitio web]. 2014. [Consultado el 8, julio, 2017]. Disponible en: http://pluginbc.ca/wp/wp-content/uploads/2014/07/EV-Beginners-Guide_Final_Sept2_2014.pdf.

1.1.1.2 Vehículos Eléctricos Híbridos Enchufables

De acuerdo a carley⁴, este tipo de vehículo eléctrico utiliza para su funcionamiento tanto un motor eléctrico como una batería, la cual se puede conectar a una red eléctrica normal para su recarga, pero al mismo tiempo posee un motor de

⁴ Ibíd., p. 18

combustión interna que se utiliza también para recargar la batería o para reemplazar al motor eléctrico cuando la batería no tiene la suficiente carga para mantenerlo en funcionamiento. Como este vehículo toma energía de la red eléctrica puede disminuir el gasto de gasolina y reducir así su costo de funcionamiento. Las ventajas de estos autos son el mayor rango de distancia recorrida que los vehículos eléctricos de batería, un menor consumo de combustibles fósiles que los vehículos tradicionales y por consiguiente la generación de menores emisiones, y un mecanismo de funcionamiento más simple. Este mismo autor, también destaca ciertas desventajas, como la generación de CO₂, aunque sea en un nivel más bajo, los requerimientos de gasolina y cambios de aceites, el costo más alto en comparación con el vehículo eléctrico de baterías e incluso con uno a gasolina. En el Cuadro 2, se muestra la marca y modelos de algunos de este tipo de vehículos.

Cuadro 2. Vehículos Híbridos Enchufables.

	Modelo del Vehículo	Tipo de vehículo	Rango de autonomía (kilómetros)	Precio USD	Tiempo de carga (horas)
	BMW i8	Híbrido Enchufable	37	\$82.820 - \$120.000	5
	Cadillac ELR	Híbrido Enchufable	49 eléctrico 488 gasolina	\$31.798	3
	Porsche Panamera SE	Híbridos Enchufable	36	\$44.950	6
	Mitsubishi iMiEV	Híbrido Enchufable	18	\$27.998	7

Fuente: CARLEY, Dave. The Beginners Guide to Electric Vehicles(EV). En: Science Direct [Escobhost]. 2014. [Consultado el 07, agosto, 2017]. Disponible en: http://pluginbc.ca/wp/wpcontent/uploads/2014/07/EV-Beginners-Guide_Final_Sept2_2014.pdf.

1.1.1.3 Vehículos Eléctricos Híbridos

Según Carley⁵, los vehículos eléctricos híbridos tienen dos sistemas de funcionamiento, uno complementario que es un motor de gasolina con tanque y otro principal que es un motor eléctrico con batería. Ambos sistemas, tanto el eléctrico

⁵ Ibíd., p. 18

como el de gasolina, pueden dar energía a la transmisión al mismo tiempo y la transmisión dar energía a las ruedas. Sin embargo, este tipo de vehículo no se recarga desde un sistema eléctrico como el enchufable, sino que toda la energía eléctrica que usa proviene del motor de combustión interna y del sistema de freno regenerativo. Así que de acuerdo a Tesla motors⁶, estos vehículos pueden tener un rango de uso más alto que el vehículo eléctrico de batería, además consumen menos gasolina que los autos convencionales y por consiguiente emiten menos contaminantes. Entre sus desventajas destacan que siguen generando emisiones, presentan sistemas complejos que aumentan la probabilidad de fallar, los costos de operación son de 8 a 10 veces mayor que el primer tipo de vehículo expuesto y no tienen la habilidad de recargar el sistema eléctrico. Sin embargo, este tipo de vehículos tiene la mayor cantidad de marcas y modelos, lo que se evidencia en Cuadro 3 con algunos modelos que se pueden encontrar en el mercado actual.

Cuadro. 3. Vehículos Eléctricos híbridos.

	Modelo del Vehículo	Tipo de vehículo	Rango de autonomía (kilómetros)	Precio USD	Tiempo de carga (horas)
	Audi os	Híbrido		\$57.000	5
	Cadillac Escalade	Híbrido		\$58.300	3
	BMW Active	Híbridos		71.150	6
	Honda Civic	Híbrido		\$27.045	7

⁶ Tesla Motors: La Evolución Histórica Del Coche Eléctrico: Casi Dos Siglos De Luces y Sombras. Noticias De Tecnología [sitio web]. [Consultado el 211, julio, 2017]. Disponible en: http://www.elconfidencial.com/tecnologia/2014-09-19/la-evolucion-historica-del-coche-electrico-dos-siglos-de-luces-y-sombras_202694/

Fuente: CARLEY, Dave. The Beginners Guide to Electric Vehicles (EV). [Sitio web]. 2014. [Consultado el 8, julio, 2017]. Disponible en: http://pluginbc.ca/wp/wp-content/uploads/2014/07/EV-Beginners-Guide_Final_Sept2_2014.pdf.

1.1.2 Factores de Uso de los Automóviles Eléctricos

1.1.2.1 Socioeconómicos (Confort y Moda)

Tesla Motors dice que los autos eléctricos tienen su origen a finales del siglo XIX y principios del siglo XX y tuvieron su auge a partir de los años 1900 en los Estados Unidos. Diversos factores influyeron en la buena percepción para el consumidor en aquella época, entre ellos destacan los factores socioeconómicos, como el confort y la moda ya que estos vehículos tenían un uso mucho más sencillo y estilizado que los carruajes de tracción animal; sumado a esto, la facilidad en el encendido fue fundamental puesto que la complejidad en el arranque de aquellos vehículos a vapor, que en la temporada de invierno debían ser calentados durante un largo tiempo para que funcionaran. Además, los vehículos a vapor no tenían autonomía o se veía reducida debido a que el combustible, en este caso agua, se gastaba rápidamente obligando al conductor a llenar constantemente el tanque. En esta época también surgieron los carros a gasolina que eran muy ruidoso, su sistema de arranque era rudimentario exigiendo un gran gasto físico para lograr ponerlo en marcha, ya que tenían una manivela en la parte frontal del vehículo, y emitían una gran cantidad de humo debido a la combustión incompleta de la gasolina, incomodando tanto al conductor como a los peatones que se encontraban en la vía⁷.

Ante los inconvenientes del carro a gasolina, el auto eléctrico surgió como una solución ya que dentro de sus ventajas se encontraban la no emisión de volúmenes altos de humo, no hacían ruido y eran fáciles de manejar alcanzando velocidades de hasta de 130 Km/h. La imagen 1 muestra el vehículo eléctrico existente en el año 1935. Los vehículos eléctricos eran preferidos por las mujeres ya que su manejo era fácil y el encendido más cómodo, por lo que se constituyeron en una máquina perfecta para la época si se tiene en cuenta que, debido a la falta de carreteras interestatales, los recorridos que se realizaban eran muy cortos. Además, en comparación con la gasolina, la electricidad tenía un menor costo, así como la adopción inminente de redes eléctricas en las grandes urbes lo hacían un vehículo eléctrico sencillo de recargar. Sin embargo, con la llegada del arranque eléctrico propuesto por Henry Ford y la fuerte caída en los precios del petróleo, así como de la gasolina, ocasionó paulatinamente el desuso del auto eléctrico hasta su total ocaso en 1935. En definitiva, producción en masa del modelo de Henry Ford provocó que el precio del auto eléctrico en comparación con el vehículo a gasolina fuera mucho más elevado, perdiendo toda la popularidad ganada para la época en mención como lo expuso Tesla Motors⁸.

⁷ Op. Cit. 6, p. 21

⁸ Op. Cit. 6, p. 21

Imagen 1. Vehículo Eléctrico 1835.



Fuente: Tesla Motors: La Evolución Histórica Del Coche Eléctrico: Casi Dos Siglos De Luces y Sombras. Noticias De Tecnología [sitio web]. [Consultado el 11, julio, 2017]. Disponible en: http://www.elconfidencial.com/tecnologia/2014-09-19/la-evolucion-historica-del-coche-electrico-dos-siglos-de-luces-y-sombras_202694/.

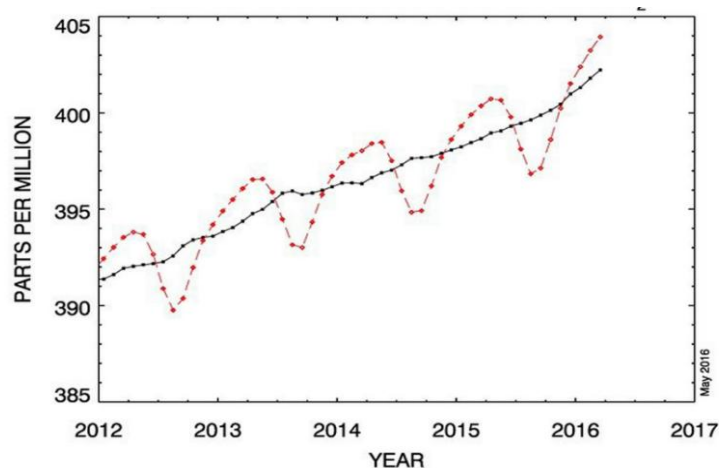
1.1.2.2 Ambientales

Teniendo en cuenta factores, como la invención del encendido eléctrico por Henry Ford, así como la caída de los precios de la gasolina y la producción en masa de vehículos de combustión interna, provocó el aumento del uso de los vehículos a gasolina. Sin dudas, el vehículo a gasolina es el preferido por la mayoría ocasionando el calentamiento global. Ante esto, vale la pena argumentar según el IDEAM⁹ que el clima no es constante tal como se documenta desde épocas antiguas que han vivido décadas frías y otras más cálidas, sin embargo actualmente el mundo ha experimentado cambios en el clima muy drásticos que no concuerdan con las tendencias históricas, así se han presentado recientemente temporadas de sequías más calurosas, temporadas de lluvias más fuertes, apariciones de huracanes con mayor frecuencia y tormentas en lugares donde se creía que nunca iban a aparecer. Lo anterior es una muestra del resultado del calentamiento global y cuyo efecto es lo que se conoce como el cambio climático, cuyo principal responsable son las emisiones antrópicas de gases de efecto invernadero (GEI),

⁹ IDEAM, *et al.* Inventario Nacional De Gas De Efecto Invernadero En Colombia. [Tercera comunicación ed. Colombia: 2015.

como el CO₂, CH₄, NO₂, N₂O, entre otros. En el Gráfico 1, se muestra el aumento en los niveles de dióxido de carbono, el cual es el GEI más importante.

Gráfico 1. Concentración de CO₂.



Fuente: MURIAS, Daniel. 6 Gráficos Que Explican Cómo Las Concentraciones De CO₂ Están Alcanzando Un Punto De no Retorno. [Sitio web]. 16 de mayo 2016. [Consultado el 18, julio, 2017]. Disponible en: <https://magnet.xataka.com/en-diez-minutos/6-graficos-que-explican-como-las-concentraciones-de-co2-estan-alcanzando-un-punto-de-no-retorno>.

Históricamente la concentración de CO₂ no había superado las 400 ppm desde hace 400 millones, cuando el nivel del mar era 20 metros más alto que ahora y la temperatura media era 3°C más alta que en la época preindustrial. Es decir, la alta producción de CO₂ es un problema de gran importancia ya que es el gas que se produce en mayor proporción en los vehículos convencionales presentes en todo el mundo. Es por esto, que en el marco internacional es de vital importancia la reducción de este gas, para lo cual se vienen presentando diferentes soluciones o alternativas, como los vehículos eléctricos de batería, los vehículos eléctricos híbridos e híbridos enchufables, todos dentro de una estrategia para reducir en un alto porcentaje la cantidad del gas emitido¹⁰.

1.2 PROBLEMATICAS

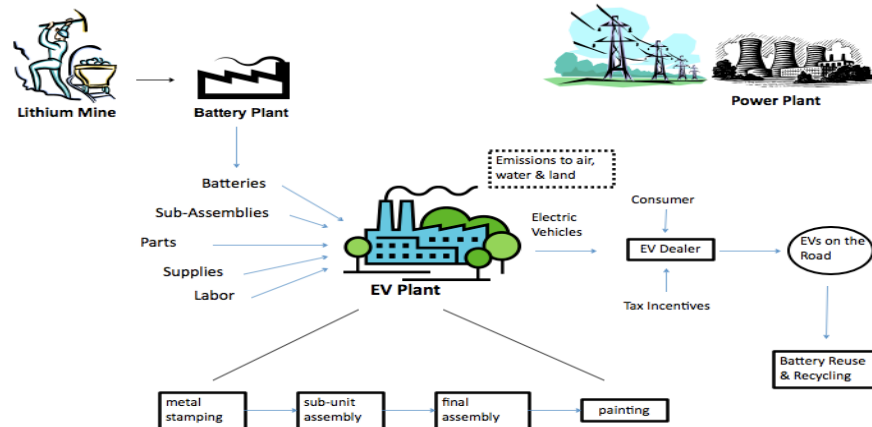
Para comprender mejor las problemáticas que pueden generar los vehículos eléctricos según Murias¹¹ es necesario saber el diagrama de proceso utilizado para su producción, como lo muestra la Imagen 2. Dentro del proceso de producción, se

¹⁰ *Ibíd.*, p. 27

¹¹ MURIAS, Daniel. 6 Gráficos Que Explican Cómo Las Concentraciones De CO₂ Están Alcanzando Un Punto De no Retorno. [sitio web]. 16 de mayo 2016. [Consultado el 18, julio, 2017]. Disponible en: <https://magnet.xataka.com/en-diez-minutos/6-graficos-que-explican-como-las-concentraciones-de-co2-estan-alcanzando-un-punto-de-no-retorno>

encuentra la extracción de materias primas, como el Litio para la batería, después la transformación y acondicionamiento de todas ellas en los diferentes elementos constitutivos que le dan forma al vehículo a través de su fabricación. Por último, el uso de estos vehículos por el consumidor generando un gasto de energía diario.

Imagen 2. Diagrama de Proceso Producción Vehículo Eléctrico.



Fuente: DUNN, Max, *et al.* Electric Vehicle Manufacturing: An Industry Study. [Electronic (1)]: Estados Unidos: 2011.

1.2.1 Materias Primas

Para Dunn el metal es el principal material para la producción de vehículos, el cual para su obtención y uso emplea una gran cantidad de energía representando casi el 2.5% de la energía doméstica que se consume en Estados Unidos¹². Esta energía proviene del carbón en EEUU, pero en Colombia la mayor parte de esta energía se produce en hidroeléctricas. Si Colombia fuese un país productor de automóviles, la contaminación por la generación de energía no sería tan alta, sin embargo, para los países productores la energía proveniente de los combustibles fósiles contribuye altamente a la generación de componentes volátiles, óxidos de nitrógeno, partículas finas y contaminantes del aire peligrosos. Igualmente en los procesos expuestos por Made How¹³, durante el proceso de manufactura de los automóviles eléctricos se utiliza exactamente los mismos materiales que un auto normal, pero además algunos tipos de motores utilizan elementos raros de la tierra; por ejemplo, en China se producen el 97% de estos elementos conllevando todos los problemas asociados a la minería. Otro aspecto importante tiene que ver con la composición del Litio en la mayoría de las baterías de los carros eléctricos. El Litio es un material altamente

¹² DUNN, Max, *et al.* Electric Vehicle Manufacturing: An Industry Study. [Electronic (1)]: Estados Unidos: 2011

¹³ How Automobile is made - Production Process, Manufacture, Making, used, Parts, Components, Product [pagina web]. [Consultado el 19, julio, 2017]. Disponible en: <http://www.madehow.com/Volume-1/Automobile.html>

contaminante y no es reciclado mientras que el Níquel y el Cobalto mientras que el litio que es el de mayor impacto es desechado.

1.2.2 Descripción del Proceso

Muchos materiales son usados en la fabricación del vehículo eléctrico, los cuales se pueden observar en la tabla 1 donde se listan algunos de los más importantes a pesar de que en la tabla es del año 1994 los materiales usados no han cambiado mucho en la actualidad.

Tabla 1. Materiales más comunes en libras.

Material	1994	1992	1990	1988	1986	1984
Conventional Steel	1,388.5	1,379.0	1,246.5	1,337.0	1,446.0	1,487.5
High Strength Steel	263.0	247.0	233.0	227.5	221.0	214.0
Stainless Steel	45.0	41.5	31.5	31.0	30.0	29.0
Other Steels	42.5	42.0	53.0	46.5	47.0	45.0
Iron	408.0	429.5	398.0	426.5	446.5	454.5
Aluminum	182.0	173.5	158.5	150.0	141.5	137.0
Rubber	134.0	133.0	128.0	130.0	131.5	133.5
Plastics/Composites	245.5	243.0	222.0	219.5	216.0	206.5
Glass	89.0	88.0	82.5	86.0	86.5	87.0
Copper and Brass	42.0	45.0	46.0	49.5	43.0	44.0
Zinc Die Castings	16.0	16.0	19.0	19.5	17.0	17.0
Powder Metal Parts	27.0	25.0	23.0	21.5	20.0	18.5
Fluids and Lubricants	189.5	177.0	167.0	176.5	182.5	180.0
Other Materials	99.0	96.0	88.0	89.0	89.5	88.0
TOTAL	3,171.0	3,135.5	2,896.0	3,010.0	3,118.0	3,141.5

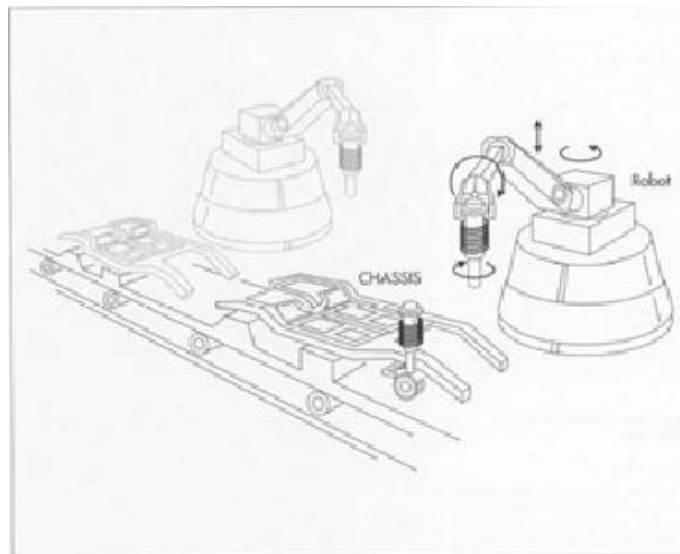
Fuente: DUNN,Max, et al. Electric Vehicle Manufacturing: An Industry Study. Estados Unidos: 2011.

El proceso de fabricación según la revista Made How¹⁴ las cosas de un vehículo eléctrico, así como cualquier tipo de vehículo genera problemáticas ambientales como lo indica la revista como hacerlo: a) durante todo el proceso de manufactura, una gran cantidad de químicos nocivos para la salud y el medio ambiente son usados como recubrimientos; b) en el proceso de moldeo y producción de acero, los hornos a base de Coque producen contaminación del aire con gases, como ácido sulfúrico, dióxido de carbono, material particulado y componentes orgánicos; c) el barro rojo proveniente del proceso de fundición de las materias primas se puede filtrar de los tanques de almacenamiento, produciendo contaminación del agua con soda cáustica y metales pesados; d) en la producción de aluminio, algunos procesos producen GEI, como fluorocarbonados que degradan la capa de ozono. En cuanto al uso de agua, otra gran problemática es el residuo del agua de enjuague, ya que esta después de pasar por el proceso productivo puede obtener elementos, como

¹⁴ Ibid., P. 26

el Zinc, Cromo, y Plomo, elementos altamente nocivos para el ambiente, no obstante, antes de ser vertidos son tratados para eliminarlos. Por último, en las pinturas usadas para los vehículos contienen elementos orgánicos volátiles que pueden ser nocivos si son ingeridos o aspirados. Todas estas problemáticas se presentan directamente en la parte de fabricación del vehículo eléctrico; sin embargo, se debe tener cuenta también la generación de energía para calentar los hornos, así como la energía gastada en el funcionamiento de la planta.

Imagen 3. Línea de Producción.



FUENTE: How Automobile is made - Production Process, Manufacture, Making, used, Parts, Components, Product [sitio web]. [Consultado el 19, julio, 2017]. Disponible en: <http://www.madehow.com/Volume-1/Automobile.html>

1.2.3 Uso del Vehículo Eléctrico

Para Stroman¹⁵ Dentro de las problemáticas, el principal factor de contaminación es la generación de energía para la recarga de la batería del automóvil, ya que como anteriormente se mencionó en países donde la energía esta basa en la quema de combustibles fósiles puede generar un mayor impacto que lo que normal se tendría si la producción de energía se basara netamente de energías renovables además de esto al implementar una red eléctrica para el abastecimiento en carreteras por lugares públicos el cambio en los usos del suelo afecta directamente los ecosistemas viéndose afectado por la infraestructura necesario tanto para la red como la estación de recarga. El manejo de residuos sólidos generado al final de la vida de los automóviles puede llegar a ser un foco de contaminación un ejemplo de esto son las llantas, la batería y los frenos en donde su desgaste puede aumentar

¹⁵ La Amenaza Ambiental De Los Autos Eléctricos - BBC Mundo [sitio web]. [Consultado el 19, junio, 2017]. Disponible en: http://www.bbc.com/mundo/noticias/2012/10/121005_autos_electricos_riesgo_ambiental_ar.

por el peso del mismo, la forma de conducción y el estado de la carretera. Estos sólidos son difícil de tratar y manejar, sobre todo los residuos de las baterías que si no almacenan y se procesan de manera adecuada puede provocar contaminación de suelos y aire, si bien los Vehículos eléctricos son más eficientes y reducen las emisiones poseen problemáticas en cuanto a su uso.

1.3 LINEAMIENTOS DE SOSTENIBILIDAD

La defunción de lineamiento para este es la definición de un programa o plan de acción que rige a cualquier institución, sector o país en donde se encontrar contenidas las normas, medidas y objetivos que deben respetarse. Un lineamiento de sostenibilidad está basado en esta definición y debe seguir como su nombre lo indicas las normas y medidas para llegar a ese objetivo que es la sostenibilidad ambiental como buenas prácticas ambientales y la responsabilidad social.

1.3.1 Buenas Prácticas Ambientales

Dentro de las buenas prácticas ambientales de Renault¹⁶ se encuentran reducir el desecho mediante la implementación de normas como la ISO 14001, re-uso de materias primas, así como el reciclaje de los autos usados también en Colombia actualmente la mayoría de las empresas apuntan más hacia las capacitaciones de sus empleados transmitiendo conocimientos del ahorro , reciclaje , para así evitar el uso indebido o el gasto innecesario de materias primas o sistemas de limpieza como el agua en el proceso productivo, pero también apuntan a la implementación de tecnología de limpieza en diferentes etapas de su proceso como por ejemplo el tratamiento del agua resultante de la etapa de pintura, un mejor manejo de residuos sólidos la implementación embalajes retornales es importante realizar buenas prácticas ambientales como revisar los automóviles al final del proceso de fabricación para que cumplan la norma en materia de emisiones, reciclar, y transmitir los conocimientos necesarios para los servicios de mantenimiento durante la vida útil del automóvil.

1.3.2 Responsabilidad Social Empresarial

Para Castañeda¹⁷, la responsabilidad empresarial ambiental, ente debería llegar hasta el fin del ciclo de vida de los vehículos sin embargo en Colombia las políticas de cada empresa un ejemplo es la empresa Renault en donde su responsabilidad social se bases en la implementación de normas de calidad, medio ambiente y de salud y seguridad en trabajo, la interacción con el medio con mínimo daño posible

¹⁶ Renault, Nuestros Compromisos [sitio web]. [Consultado el 20, junio, 2017]. Disponible en: <https://www.renault.com.co/descubre-renault/renault-en-colombia/nuestros-compromisos.html>.

¹⁷ CASTAÑEDA, Andrés. El Compromiso De Los Productores De Vehículos, Su Responsabilidad Social y Ambiental Empresarial. 2010. Universidad Militar Nueva Granada-Facultad de Ciencias Económicas.

y la creación de fundaciones para la educación sin excluir a ningún tipo de ser humano por su raza o por su color esta responsabilidad social varia de una empresa a otra y a veces puede que se presente solamente como pantallas de humo a pesar de que en la normatividad de Colombia se expresa claramente la protección al consumidor y la protección al medio la responsabilidad social debería llegar hasta el punto de recoger y reciclar en este caso los automóviles.

2. METODOLOGIA

2.1 IDENTIFICACIÓN DEL INVENTARIO (DEL FLUJO DE ENTRADAS Y SALIDAS)

Para realizar el inventario se procede a identificar las materias primas, insumos, y materiales para la fabricación de vehículos eléctricos. Este inventario se especifica para cada una de las etapas del proceso de fabricación, que se obtiene a través de la aplicación de la metodología de flujos de entradas y salidas o eco-balance definido en la ISO 14040 y en la ISO 14000 cuando se establecen los aspectos ambientales de un proceso industrial. Como resultado se obtendrá un diagrama de flujo de entradas y salidas para todo el ciclo de vida del proyecto, lo cual representa las diferentes etapas del proceso de fabricación de los vehículos eléctricos.

2.2 IDENTIFICACIÓN LOS ASPECTOS AMBIENTALES: CALCULO HUELLA DE CARBONO

A través de una revisión bibliográfica pertinente se identifican los aspectos ambientales inherentes a la fabricación de vehículos eléctricos, que se van incorporando a una matriz de identificación de aspectos e impactos ambientales como el modelo que representa la ISO 14040.

2.3 ESTRATEGIAS PARA LA MITIGACIÓN DEL IMPACTO

A través de estudios realizados y la revisión documental previamente hecha se identificarán las posibles estrategias para cada uno de los impactos encontrados con una incidencia de nivel muy alto así pues se reconocerá en qué medida este impacto afecta el medio ambiente y se identificará la estrategia pertinente para este. Las estrategias pueden ser de orden voluntario, normativo o de producción más limpia, es decir implementar nueva tecnología o mejorar el proceso. Para cada una de estas estrategias, se tendrá en cuenta el flujo de entradas y salidas identificados más adelante en esta monografía con el fin de identificar qué estrategia se deberían aplicar de las anteriormente expuestas reconociendo en qué fase y que grado de impacto generaran.

3. FLUJO DE ENTRADAS Y SALIDAS

3.1 IDENTIFICACION DEL CICLO DE VIDA

La creciente preocupación por la protección del medio ambiente y los posibles impactos asociados a cada una de las actividades económicas, industriales y consumistas del mundo, han aumentado el interés de desarrollar nuevos métodos para la disminución de estos impactos, comprendiéndolos y estudiándolos más a fondo. Una de las técnicas utilizadas para este fin, es el análisis del ciclo de vida (ACV), que según Egede¹⁸ “se pueden encontrar diferentes factores y ayudas, como son la identificación de oportunidades para mejorar el desempeño ambiental de productos en las distintas etapas de su ciclo de vida, el aporte de información a quienes toman decisiones importantes en los procesos industriales organizacionales, gubernamentales o no gubernamentales, la selección de los indicadores de desempeño ambiental pertinentes, y el mercadeo cambiando la percepción de un producto o los material del mismo”. El ACV trata los aspectos ambientales e impactos ambientales potenciales en cada una de las fases de producción; es decir, desde la adquisición de materias primas hasta la disposición final de los desechos. En otras palabras, de la cuna a la tumba, que según la norma 14040, el ciclo de vida se define como: “las etapas consecutivas e interrelacionadas de un sistema del producto, desde la adquisición de materia prima o de su generación a de recursos naturales hasta su disposición final”.

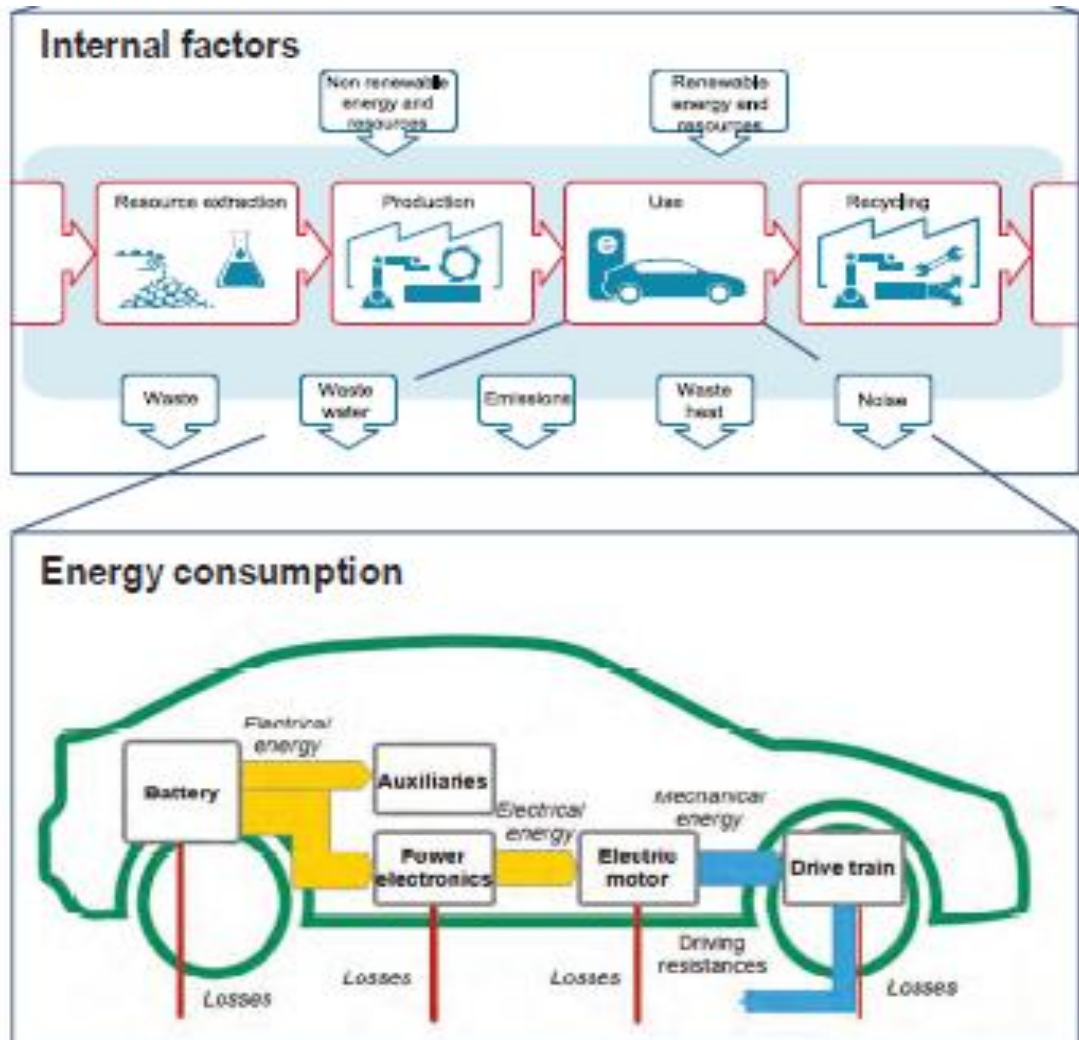
3.1.1 Determinación de los Factores Internos

Dentro de los factores internos se encuentran la extracción de materias primas para la producción del vehículos entre los elementos más importantes que se encuentran son el litio, níquel, aluminio para la construcción de la batería el acero para la carrocería con sus diferentes aleaciones, provocando gasto de energías no renovables y agua, el siguiente factor es la producción en donde se usa energía y recursos no renovables además del gasto de agua y la contaminación del recurso hídrico, otro factor importante es como se explicó anteriormente la forma de uso que se le dé al vehículo eléctrico en donde principalmente se usan recursos eléctricos tanto renovables como no renovables y por último el reciclaje cuando llega al final del ciclo de vida en donde se produce una alta cantidad de ruido y gasto de recursos¹⁹.

¹⁸ EGEDE, Patricia, *et al.* Life Cycle Assessment of Electric Vehicles – A Framework to Consider Influencing Factors.2015. 233-238

¹⁹ KABATEPE, Bora y TÜRKEY, Metin. A bi-criteria optimization model to analyze the impacts of electric vehicles on costs and emissions. En: COMPUTERS & CHEMICAL ENGINEERING. 7/12.vol. 102, p. 156-168

Imagen 4. Factores Internos.



Fuente: EGEDE, Patricia, *et al.* Life Cycle Assessment of Electric Vehicles – A Framework to Consider Influencing Factors. [Electronic (1)];2015. 233-238.

3.1.2 Determinación de los Factores Externos

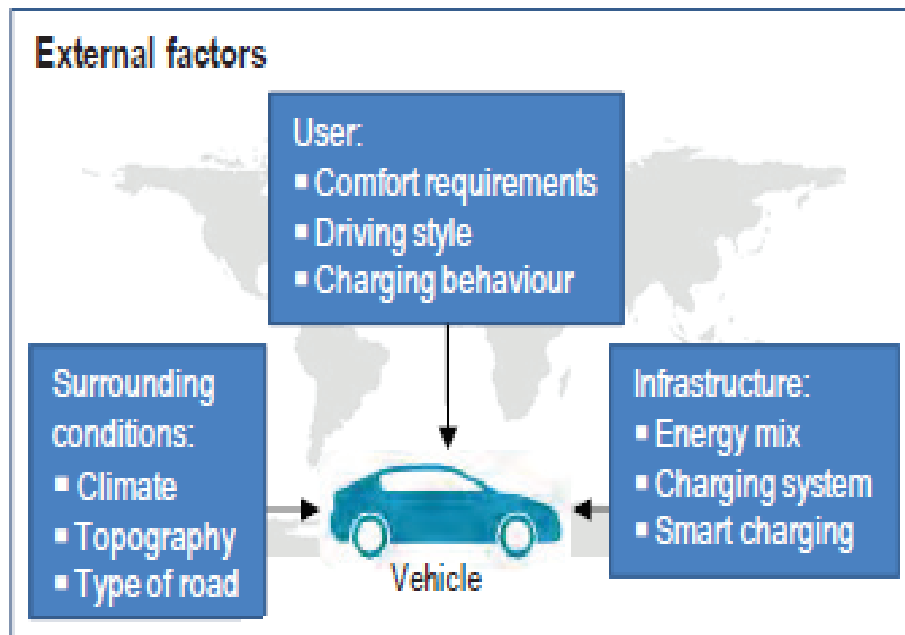
Dentro los factores externos que Edege²⁰ identificó, se encuentran la producción mixta de energía, que es uno de los factores más importantes ya que la producción de energía puede darse por fuentes renovables sin embargo el aumento en el consumo de energía demanda mayor generación de esta, provocando un peso excesivo lo que genera el aumento e implementación de nuevas granjas de energía renovable. Además de esto la forma en que se recargan estos autos se realiza de manera sencilla en las tomas eléctricas de las casas pero para implementación de

²⁰ Ibid. P31

sitios públicos de recarga es necesario tener soluciones sofisticadas y complicadas que dependiendo en la demanda de energía para los vehículos eléctricos se requiere un mayor actividad de construcción como edificios o estaciones , además de esto si se implementa un recarga inteligente provoca que más recursos energéticos sean destinados a la recarga de los vehículos eléctricos

La configuración del vehículo como el sistema de recarga, el estilo de manejo del usuario y el uso de sistemas auxiliares aportan en el impacto del vehículo eléctrico sobre el medio ambiente así como la el uso de la calefacción y el aire acondicionado, un estilo de manejo agresivo aumenta el consumo de energía así como el uso de los sistemas auxiliares de calefacción y aire acondicionado, para la carga de la batería puede que no sea suficiente el sistema de alimentación eléctrica del hogar es por esto que sería necesario colocar un sistema de energía renovable. Las condiciones externas como el clima, topografía y estado de la carretera aumentan el consumo de energía, desgaste de neumáticos y frenos, generando emisiones mínimas pero constantes de gases y material particulado por el desgaste la Imagen 6 ejemplifica los factores externos²¹.

Imagen 5 Factores Externos



Fuente: EGEDE, Patricia, et al. Life Cycle Assessment of Electric Vehicles – A Framework to Consider Influencing Factors. [EBSCO HOST]: 2015., 233-238 p.

²¹Ibid., P31

3.1.3 Análisis del Ciclo de Vida de las Baterías Usadas en los Vehículos Eléctricos

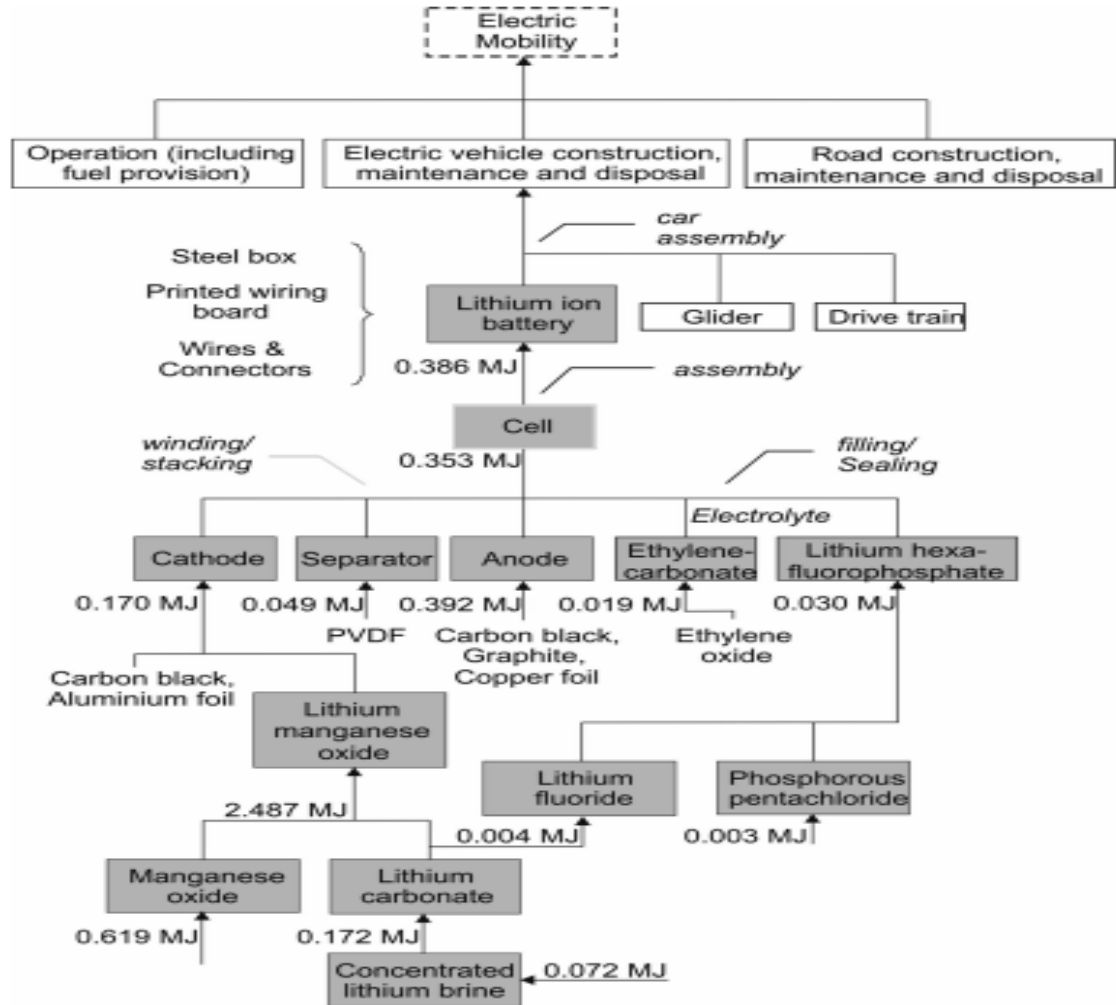
Según Dominic²², la producción de baterías para los vehículos eléctricos consume una gran cantidad de energía y emite contaminación, tanto al aire como al agua, tomando como referencia una batería de Ión-Litio. Por ejemplo, para producir 1 kg de Litio se necesita una gran cantidad de energía, tanto eléctrica extraída de las granjas solares en los países que cuentan con este sistema, como diésel para poder bombear la salmuera de Litio a diferentes tratamientos.

La salmuera de Litio concentrada es tratada con aditivos para remover las impurezas, seguida de una purificación para finalmente adicionar la soda carbonatada, lo que produce la precipitación de Carbonato de Litio. La sal resultante es filtrada y secada llegando al 99% de purificación. Para la fabricación del cátodo, se necesita Oxido de Manganeso, que es producido en dos etapas: una a baja concentración de Oxígeno y otra a alta concentración de este elemento. Para crear el Óxido de Manganeso y Litio se combinan los dos, el Carbonato de Litio y el Óxido de Manganeso; reacción química que provoca cambios en la atmósfera, pasando de un ambiente inerte adicionando Nitrógeno a un ambiente oxidante adicionando Oxígeno, produciendo un polvo suspendido en agua que se evapora mediante un proceso de secado.

La producción del cátodo y el ánodo requieren una combinación de muchos componentes, como salmuera, solventes, carbón negro, oxido de litio manganeso, entre otros. En los procesos de separación y filtración se usa una gran cantidad de agua, energía y solventes, que después deben ser llevados hasta una temperatura de 130 °C, quitando la humedad de los componentes. El Gráfico 2 muestra a grandes rasgos cada uno de los procesos y la cantidad de energía que deber introducirse en el sistema para la producción de una batería.

²² DOMINIC, Notter y GAUCH, Marcel. Contribution of Li-Ion Batteries to the Environmental Impact of Electric Vehicles. En: ENVIROMENTAL SCIENCE AND TECHNOLOGY. September del 2010

Grafico 2. Proceso de fabricación de una batería.



Fuente: DOMINIC, Notter y GAUCH, Marcel. Contribution of Li-Ion Batteries to the Environmental Impact of Electric Vehicles. En: ENVIRONMENTAL SCIENCE AND TECHNOLOGY. Septiembre del 2010.

3.2 MATERIALES UTILIZADOS

En la industria automotriz existen diferentes materiales que se usan para la construcción tanto de automóviles eléctricos como automóviles convencionales y no varían el uno del otro, ya que los procesos industriales son los mismos. La principal diferencia se presenta en la configuración y forma del vehículo, así como en el caso de los vehículos eléctricos, la adición de la batería. Es por esto, que a continuación se presentan los materiales genéricos usados en la construcción de los vehículos.

Cuadro. 4 Componentes y Materiales Principales en un Vehículo.

Componente	Material Principal
Bloque	hierro y aluminio
Cabeza de cilindro	hierro y aluminio
Colector de admisión	plástico y aluminio
Juntas de conexión	metal molido y acero
Pistón	aluminio
Árbol de levas	hierro, acero, metal en polvo
Válvulas	acero y magnesio
Sistema de escape	hierro, aluminio y acero inoxidable
Caja de transmisión	aluminio y magnesio
Conjunto de engranajes	acero
Convertidor de torque	magnesio y acero
Juntas de montaje	caucho y acero
Paneles	acero, plástico y aluminio
Bomper	acero, plástico y aluminio
Columna	acero, magnesio y aluminio
Eje trasero	acero y plástico
Suspensión delantera	acero y aluminio
Rines	acero y aluminio
Frenos	acero, polímeros de fricción

Fuente: El Autor

3.2.1 Metal

El desarrollo tecnológico en materiales, como el metal y el hierro han sido considerables en la última década, como lo dice Ghassemieh²³: “este tipo de materiales siempre son considerados en el diseño de nuevos automóviles con resultados altamente innovadores”. El resultado es la reducción del costo y el aumento de la efectividad, usando menos metal generando nuevas configuraciones entre materiales con hierro y metal con un alto grado de soporte a la deformación. El metal es usado en el cuerpo del automóvil, el chasis, el motor y otras partes estando presente en un gran porcentaje en el vehículo. En los últimos años, el aumento en el uso de metales con alta resistencia y baja aleación han reducido el 19% de la nada en la estructura del cuerpo del vehículo. Para la fabricación y ensamblaje de las partes diferentes técnicas son usadas, entre las que se

²³ GHASSEMIEH, Elaheh. Materials in Automotive Application, State of the Art and Prospects, New Trends and Developments in Automotive Industry, DOI: 10.5772/13286. Prof. Marcello Chiaberge ed. InTech, 2011. ISBN 978-953-307-999-8. [consultado 11, octubre, 2017]. Disponible en: <https://www.intechopen.com/books/new-trends-and-developments-in-automotive-industry/materials-in-automotive-application-state-of-the-art-and-prospects>

encuentran la soldadura laser que crea una limpia y fuerte soldadura con un mínimo de gasto de material. Es una de las tecnologías de ensamblaje más importante, usada en múltiples etapas en proceso de fabricación; las ventajas de este tipo de técnicas es la posibilidad de crear soldaduras suaves con una integridad alta y distorsión mínima sin cambiar las propiedades del material circundante a la zona soldada. El hidroformado es opuesto al corte por presión, este envía un líquido a alta a presión para cortar el metal o darle formas complejas que no serían posibles con otras técnicas, disminuyendo la perdida de forma y dureza en las partes con las formas necesaria, así como reduciendo costos de energía²⁴.

3.2.2 Aluminio

El uso del aluminio ha venido aumentando en la última década, como componente principal en partes como chasis y el cuerpo del vehículo. Tiene un potencial considerable para reducir el peso, la corrosión y aprovechar sus propiedades en el intercambio de calor. En la actualidad, se encuentra presente en las defensas, las puertas, el capó, entre otras. El procesamiento del aluminio es similar al del metal usando con opción el estampado; sin embargo, existe otra técnica en donde se ve involucrado la soldadura, la extrusión de materiales y recubrimientos llamada marcación espacial²⁵.

3.2.3 Plásticos

Este tipo de materiales ha sido parte de la industria automotriz desde 1953, como lo plantea Max²⁶. Este tipo de materiales se usa en diferentes partes de la parte interior del automóvil, sin embargo, es producido en bajos volumen por el alto costo de los componentes plásticos a base de polímeros. Las ventajas que ofrece este tipo de plásticos, es su alta flexibilidad y resistencia a la corrosión. El costo de los plásticos a base de polímeros es mucho más alto que la producción normal de metal o aluminio, su fabricación varía dependiendo el uso final de los elementos. Los compuestos más usados son termo polímeros, como polipropileno debido a su baja densidad termoplásticos a base de fibra natural²⁷.

3.3 USO Y OPERACION DE DEL VEHÍCULO ELÉCTRICO

La operación de un auto eléctrico comienza con la batería, la cual posee una carga eléctrica almacenada en su interior. Cuando es puesto en marcha el motor, la energía de la batería viaja hasta el control del motor, donde teniendo cuenta la aceleración que se transmite a través del acelerador, se envía una señal a un potenciómetro que libera la energía necesaria para dar respuesta a la aceleración.

²⁴ Op. Cit 23, p.

²⁵ *Ibíd.*, P 37

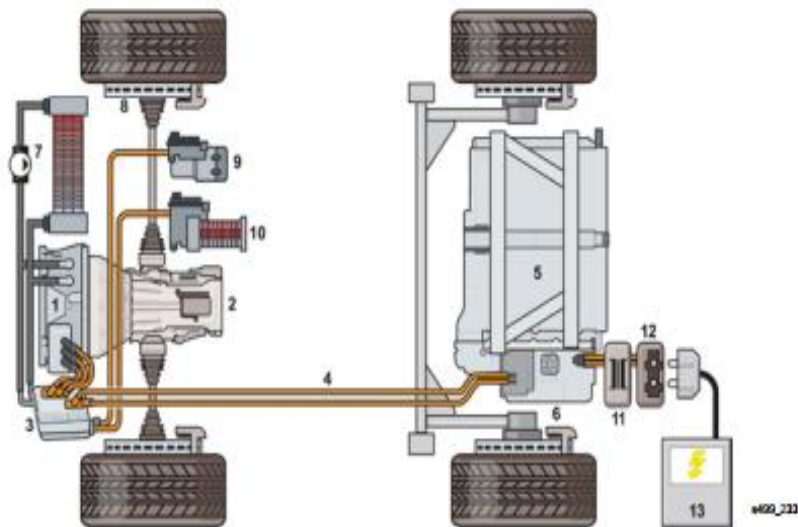
²⁶ DUNN, Max, *et al.* Electric Vehicle Manufacturing: An Industry Study. Estados Unidos: 2011.

²⁷ DUNN, Max, *et al.* Electric Vehicle Manufacturing: An Industry Study. Estados Unidos: 2011.

Así se libera más energía a medida que la señal del acelerador aumenta, la energía liberada por el controlador y tomada por el motor es transmitida a la transmisión que se encarga de dar movimiento al vehículo. Sin embargo, este no es el único gasto presente en el automóvil eléctrico, hay otros factores adicionales, como la calefacción o el aire acondicionado que consumen energía. Dicha energía, es controlada por el mismo controlador que envía energía al motor y su funcionamiento es exactamente el mismo.

Al recibir una señal de un sistema auxiliar que empieza a funcionar, la batería le trasmite la energía necesaria, tal y como se presenta en la Imagen 1, que ilustra un modelo básico de un vehículo eléctrico, en el que se puede reconocer los componentes anteriormente mencionados. Para contrarrestar la pérdida de energía por el manejo y el uso de sistemas adicionales, como los anteriormente mencionados, se utilizan diferentes métodos, entre los que destacan: el freno regenerativo de electricidad que convierte el calor generado en energía en las pastillas de freno al momento de disminuir la velocidad, esta energía es almacenada en la batería principal o en una batería de apoyo; otro sistema, que fue usado en Colombia, fueron las turbinas eólicas colocadas en el frente del automóvil, aprovechando la velocidad del aire que pasa a través del chasis regenerando la energía perdida en el uso²⁸.

Imagen 6. Diagrama Auto eléctrico.



Fuente: GROUP OF AMERICA, Volkswagen. Basics of Electric Vehicles. 2013 Volkswagen Group of America, Inc., 2013.

²⁸ KUNAL, Shrivastava. Electric Cars. [Sitio web]: Prof. Heiner Ryssel ed. Alemania: Indian Institute Of Technology Roorkee, [consultado el 12, Octubre, 2017] disponible en <http://www.ehcar.net/library/rapport/rapport074.pdf>.

La pérdida de energía es altamente influenciada por los factores externos inherentes al uso y la producción, que serán descritos a continuación.

3.3.1 Afectación por Factores Externos

3.3.1.1 Factor de Influencia: Usuario

Según Baronti²⁹, El usuario del vehículo eléctrico influencia de manera directa el gasto de energía en el vehículo el uso intensivo de los sistemas auxiliares o complementarios, el estilo de manejo si es agresivo permite que un alto porcentaje de energía, un estilo de manejo cauteloso ahorraría energía. Dependiendo el sistema de recarga se puede adicionar paneles solares en el frente o en el techo para lograr disminuir la pérdida de energía y por el contrario generar energía limpia. Por último, el uso de la calefacción en invierno o aire acondicionado en verano puede influenciar el gasto de energía.

3.3.1.2 Factor de Influencia: Condiciones de Manejo

El clima, la topografía y tipo de carretera son identificadas como un factor significativo en el consumo de energía según Li Yong³⁰. El clima aumenta el uso de los sistemas auxiliares. La necesidad de calor o la necesidad de frío en las diferentes estaciones provocan un mayor uso de estos sistemas. Además de esto los esfuerzos a los que se ve sometido para vencer la fricción del aire y el suelo, se considera que en condiciones en donde hay fuertes corrientes de viento puede influenciar el gasto de energía, así como el tipo de carretera en donde se esté conduciendo el auto una carretera en una ciudad o en un planicie consumirá menos energía que una carretera curva o con una pendiente pronunciada, el último factor es la velocidad límite en una autopista o las frecuentes paradas que se deben hacer por ejemplo en una ciudad o el tráfico estos factores afectan el consumo de energía del vehículo además de esto aumenta el desgaste de insumos como las pastillas de los frenos, las llantas generando residuos sólidos como caucho, metal, aluminio, entre otros.

3.3.1.3 Factor de Influencia: Infraestructura

²⁹ BARONTI, Federico, et al. E-transportation: the role of embedded systems in electric energy transfer from grid to vehicle. En: EURASIP JOURNAL ON EMBEDDED SYSTEMS. 05/10.vol. 2016, no. 1, p. 1-12

³⁰ LI, Yong; YANG, Jie y SONG, Jian. Design principles and energy system scale analysis technologies of new lithium-ion and aluminum-ion batteries for sustainable energy electric vehicles. En: RENEWABLE AND SUSTAINABLE ENERGY REVIEWS. 5.vol. 71, p. 645-651

Para Kabatepe³¹, principalmente se refiere a la distancia de la red de recarga de los vehículos eléctricos. Esta distancia, se calcula desde un punto a otro de recarga, generalmente en carretera y debido al rango de distancias que pueden alcanzar estos automóviles. Es importante tener puntos de recarga a una distancia considerable uno del otro, por qué debido a los factores que se mencionaron anteriormente, se puede provocar que, en el caso de los vehículos híbridos, el sistema auxiliar o el motor de combustión interna provoca la emisión de CO₂ al medio ambiente.

3.3.2 Afectación por factores internos

Dentro de los factores internos se encuentran condiciones inherentes a su fabricación, uso y disposición final como se explicaran a continuación.

3.3.2.1 Extracción de recursos

Según el Tata Research Institute³², este factor se refiere a la cantidad necesaria de materias primas necesarias para la construcción del vehículo. Esta cantidad de materias primas afectan directamente su tamaño, ya que la cantidad necesaria y el tamaño final del auto son directamente proporcionales, es decir para construir un vehículo de gran tamaño es indispensable extraer una gran cantidad de materias primas utilizando más recursos no renovables. El uso de estos recursos puede generar altos impactos, en cuanto contaminación del aire y del suelo, ya que como se mencionó anteriormente gran parte de las materias primas son metales que generalmente son extraídos por diferentes procesos de minería usando gran cantidad de recursos y provocando impactos ambientales.

La tabla 2, muestra la producción de materiales usados en la industria y su costo cabe resaltar que el carbón, acero y aluminio, son materiales altamente usados en la industria automotriz.

³¹ KABATEPE, Bora y TÜRKAY, Metin. A bi-criteria optimization model to analyze the impacts of electric vehicles on costs and emissions. En: COMPUTERS & CHEMICAL ENGINEERING. 7/12.vol. 102, p. 156-168

³² MMSD. Capítulo 2: Producción y Venta De Lo Minerales. En: Tata Energía Research Institute. Proyecto Minería, Minerales y Desarrollo Sustentable. Canadá: 2007. 44-47 p.

Tabla 2 Precio y Producción de Minerales

Producto mineral	Producción 2000 (miles de toneladas)	Precio (US\$/ton)	Valor anual (millones de US\$)
Acero elaborado	762.612	300	228.784
Carbón	3.400.000	40	136.000
Aluminio primario	24.461	1.458	35.664
Cobre refinado	14.676	1.813	26.608
Oro	2,574	8.677.877	22.337
Zinc refinado	8.922	1.155	10.305
Níquel primario	1.107	8.642	9.566
Fosfato mineral	141.589	40	5.664
Molibdeno	543	5.732	3.114
Platino	0,162	16.920.304	2.734
Plomo primario	3.038	454	1.379
Minerales de titanio	6.580	222	1.461
Fluorita	4.520	125	565

Fuente: CRU Internacional (2001).

3.3.2.2 Producción

Yang Jie³³, se refiere principalmente a los procesos llevados a cabo en la producción del vehículo eléctrico, teniendo en cuenta que estos procesos deben hacerse con la mayor calidad y siguiendo procedimientos documentados así como estandarizados. Aumentando la eficiencia del vehículo, otro factor importante es la tecnología que utiliza para la fabricación y el control de calidad, implementando nuevas tecnologías provocara un mejor resultado al final de la fabricación, pero también permite la detección y corrección temprana de posibles problemas o fallas que provocarían reingresos o ineficiencia en el vehículo durante su uso.

3.3.2.3 Uso del Vehículo

Kabatape³⁴ se refiere a que el uso del vehículo está directamente ligado al mantenimiento y los factores externos que fueron explicados anteriormente. La ausencia del mantenimiento en el vehículo puede provocar fallas del mismo, generando un uso innecesario de energía o un mal gasto de las diferentes partes del vehículo eléctrico que necesitan mantenimiento, como los ejes, el dinamómetro, el control de velocidad, así como el motor, ya que todo es un sistema que funciona armónicamente. Esto implica que, si una pieza falla, las demás fallarán o no funcionarán de una manera eficiente.

³³ LI, Yong; YANG, Jie y SONG, Jian. Design principles and energy system scale analysis technologies of new lithium-ion and aluminum-ion batteries for sustainable energy electric vehicles. En: RENEWABLE AND SUSTAINABLE ENERGY REVIEWS. 5.vol. 71, p. 645-651

³⁴ KABATEPE, Bora y TÜRKAY, Metin. A bi-criteria optimization model to analyze the impacts of electric vehicles on costs and emissions. En: COMPUTERS & CHEMICAL ENGINEERING. 7/12.vol. 102, p. 156-16

3.3.2.4 Disposición final

Al final del ciclo de vida de un automóvil se pensaría que la mayoría de sus partes pueden ser recicladas. Sin embargo, para el caso particular de Colombia, muchos de los automóviles son compactados y desechados; antes de esto, se recicla un 20-30% de materiales que se reúsan vendiéndolos de segunda mano o reciclándolos para otros sectores productivos. En el país existe un el centro de tratamiento de vehículos fuera de uso (CTV). A su vez, existe un plan para el reciclado de baterías y/o llantas en centros de acopio para su disposición final³⁵.

3.3.3 Impacto asociado a los tipos de factores

El Cuadro 5, resume la descripción de cada uno de los factores presentados anteriormente asociándolos con la afectación que producen en el vehículo eléctrico, cabe anotar que el grado de afectación está relacionado a cada uno de los ítems descritos en la descripción.

En conclusión, el gasto de energía y los impactos asociados a esto como el cambio en el uso del suelo, la contaminación de recurso hídrico, entre otros. Pueden ser altos o medios dependiendo la intensidad con la que se use la electricidad o el origen de esta. Por ejemplo si la energía con la que es recargado el automóvil eléctrico es generada por combustibles fósiles o carbón, el impacto asociado a la generación de energía será alto por ende el impacto del uso del automóvil eléctrico será alto, que es determinado por cada uno de los factores anteriormente expuestos.

³⁵ Así Es El Destino De Los Vehículos Que Son Declarados Pérdida Total Después De Un Choque - Archivo Digital De Noticias De Colombia y El Mundo Desde 1.990 - Eltiempo.Com

Cuadro. 5 Impacto asociado a los Factores Externos e Internos.

Factores	Descripción	Afectación	Impacto
Externos	<p>Usuario: El usuario del vehículo eléctrico influencia de manera directa el gasto de energía en el vehículo, el uso intensivo de los sistemas auxiliares o complementarios, el estilo de manejo si es agresivo permite que un alto porcentaje de energía, un estilo de manejo cauteloso ahorraría energía. Dependiendo el sistema de recarga se puede adicionar paneles solares en el frente o en el techo para lograr disminuir la perdida de energía y por el contrario generar energía limpia. Por último, el uso de la calefacción en invierno o aire acondicionado en verano puede influenciar el gasto de energía.</p>	<p>La reducción de energía se da a mayor velocidad a medida que debido a los sistemas auxiliares como subir y bajar los vidrios, el radio , el sistemas de calefacción o aire acondicionado esto debido a que todos estos sistemas se alimentan de las misma fuente de energía.</p>	Bajo
	<p>Condiciones de Manejo: El clima, la topografía y tipo de carretera son identificadas como un factor significativo en el consumo de energía. El clima aumenta el uso de los sistemas auxiliares. La necesidad de calor o la necesidad de frio en las diferentes estaciones provocan un mayor uso de estos sistemas. Además de esto los esfuerzos a los que se ve sometido para vencer la fricción del aire y el suelo, se considera que en condiciones en donde hay fuertes corrientes de viento puede influenciar el gasto de energía, así como el tipo de carretera en donde se esté conduciendo el auto un carretera en un ciudad o en un planicie consumirá menos energía que una carretera curva o con una pendiente pronunciada, el último factor es la velocidad limite en una autopista o las frecuentes paradas que se deben hacer por ejemplo en un ciudad o el trafico estos factores afectan el consumo de energía del vehículo además de esto aumenta el desgaste de insumos como las pastillas de los frenos, las llantas generando residuos sólidos como caucho, metal, aluminio, entre otros.</p>	<p>La topografía y el tráfico son factores muy importantes ya que estas condiciones pueden hacer que el gasto de la batería se acelere y el uso del sistema de apoyo se prolongue debido en el caso de la topografía a pendientes pronunciadas y en el caso del tráfico frenar y arrancar frecuentemente provoca el gasto acelerado de la batería.</p>	Medio

Factores	Descripción	Afectación	Impacto
	<p>Infraestructura: Principalmente se refiere a la distancia de la red de recarga de los vehículos eléctricos la distancia de un punto a otro de recarga, generalmente en carretera y debido al rango de distancia que pueden alcanzar estos automóviles, es importante tener puntos de recarga a una distancia considerable uno del otro por qué debido a los factores que se mencionaron anteriormente puede provocar el uso en los vehículos híbridos el sistema auxiliar es decir el motor de combustión interna provocando la emisión de CO₂ al medio ambiente.</p>	<p>La implementación de estaciones recarga y la distancia entre ellas en las que sean ubicadas genera un impacto en la recarga de la batería ya que puede obligar al sistema auxiliar que entre funcionamiento, también es importante tener en cuenta si el origen de la energía es renovable ya que podría generar un gran impacto.</p>	<p>Alto</p>
<p>Internos</p>	<p>Extracción de recursos: Este factor se refiere a la cantidad necesaria de materias primas necesarias para la construcción del vehículo esta cantidad de materias primas afectan directamente su tamaño ya que la cantidad necesaria y el tamaño final del auto son directamente proporcionales, es decir para construir un vehículo de gran tamaño es necesario extraer una gran cantidad de materias primas utilizando más recursos no renovables. El uso de estos recursos puede generar altos impactos en cuanto contaminación del aire y del suelo ya que como se mencionó anteriormente gran parte de las materias primas son metales que generalmente son extraídos por diferentes procesos de minería usando gran cantidad de recursos y provocando impactos ambientales.</p>	<p>La extracción de recursos representa un alto impacto para el medio ambiente dependiendo de cada uno de los procesos que se lleven a cabo así como la disposición de los desechos generados en cada uno es importante tener en cuenta la cantidad y los métodos usados para la extracción de estos recursos.</p>	<p>Alto</p>
	<p>Producción: Se refiere principalmente a los procesos llevados a cabo en la producción del vehículo eléctrico, teniendo en cuenta que estos procesos deben hacerse con la mayor calidad y siguiendo procedimientos documentados, así como</p>	<p>La calidad y eficiencia de un automóvil está directamente relacionado a su producción es por</p>	<p>Medio</p>

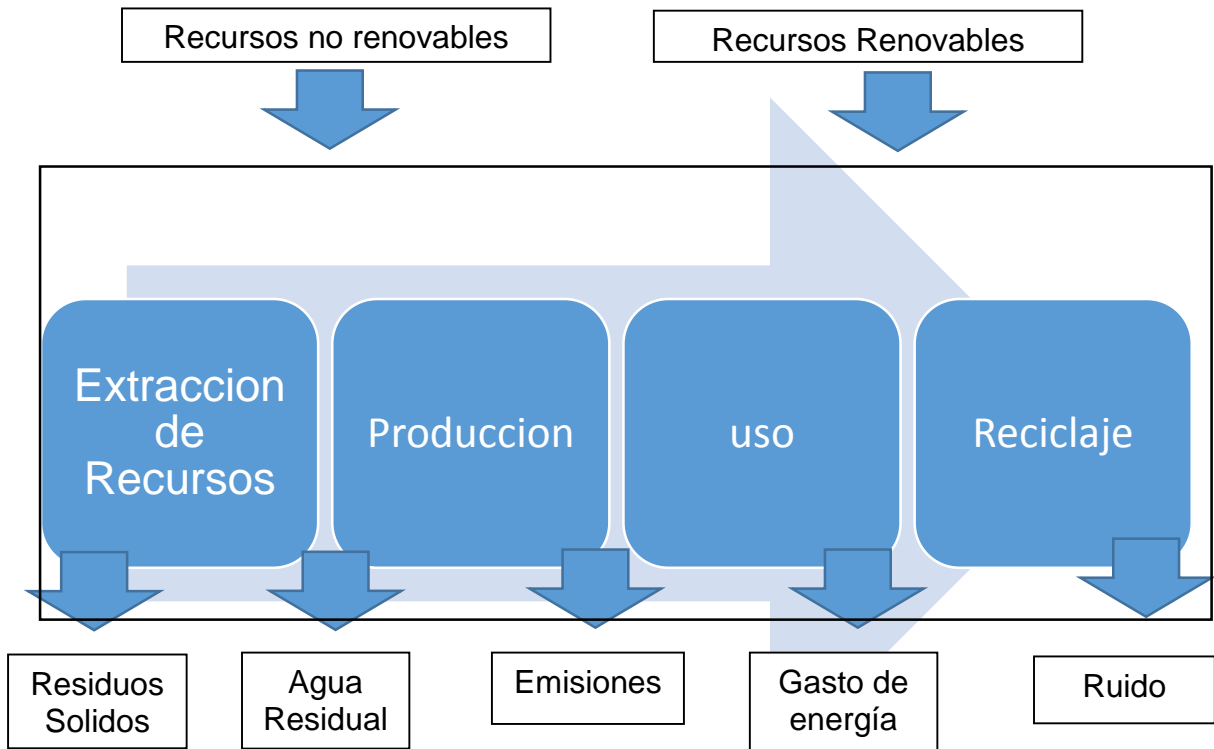
Factores	Descripción	Afectación	Impacto
	estandarizados. Aumentando la eficiencia del vehículo, otro factor importante es la tecnología que utiliza para la fabricación y el control de calidad, implementando nuevas tecnologías provocara un mejor resultado al final de la fabricación pero también permite la detección y corrección temprana de posibles problemas o fallas que provocaran reingresos o ineficiencia en el vehículo durante su uso.	esto que un automóvil con una alta calidad será más eficiente energéticamente sacando provecho y minimizando sus impactos.	
	<p>Uso del Vehículo: El uso del vehículo está directamente ligado a mantenimiento y los factores externos que fueron explicados anteriormente, la ausencia del mantenimiento en el vehículo puede provocar la falla del mismo generando uso necesario de energía o mal gasto de esto diferentes partes del vehículo eléctrico necesitan mantenimiento como los ejes, el dinamómetro, el control de velocidad, así como el motor ya que todo es un sistema que funciona armónicamente. Esto implica que si una pieza falla las demás fallaran o no funcionarán de una manera eficiente.</p>	El uso del vehículo está directamente relacionado con los factores externos sin embargo es importante mantener el mantenimiento del vehículo al día para minimizar la pérdida de eficiencia produciendo una pérdida de energía acelerada.	Medio
	<p>Disposición final: Al final del ciclo de vida de un automóvil se pensaría que la mayoría de sus partes pueden ser reciclada sin embargo para el caso particular en Colombia muchos de los automóviles son compactados y desechados; sin embargo, antes de estos se saca de un 20-30% de materiales que se reúsan vendiéndolos de segunda mano o reciclándolos para otros sectores productivos de este proceso se encarga el centro de tratamiento de vehículos fuera de uso (CTV). A su vez existe un plan para el reciclado de baterías y/o llantas en centros de acopio para su disposición final.</p>	Es importante mejorar los procesos de reciclado y disposición final de los vehículos ya que la mayoría de materiales son reusables logrando disminuir al máximo el residuo sólido que se genera al final del ciclo del vida.	Alto

Fuente: El Autor

3.4 IDENTIFICACION DE LOS FLUJOS DE ENTRADAS Y SALIDAS

A continuación, en la Ilustración 1 se presentan los procesos que existen en la producción de un vehículo eléctrico identificando las entradas y salidas en cada una de ellas.

Cuadro 6. Flujo de Entradas y Salidas del ciclo de vida de un vehículo eléctrico.



Fuente: EGEDE, Patricia, *et al.* Life Cycle Assessment of Electric Vehicles – A Framework to Consider Influencing Factors. 2015. 233-238, modificada por el autor

De la ilustración anterior, se puede concluir que dentro del proceso de manufactura del vehículo eléctrico se tienen dos entradas al sistema. Como lo indica Bras³⁶, los recursos no renovables y los recursos renovables al final de cada proceso generan una salida importante, como los residuos sólidos y el agua residual, pero también se tiene otras salidas del sistema, como las emisiones. Por último, el ruido que puede generar la producción y el reciclaje, hay que tener en cuenta el manejo que se le da a la generación de residuos ya que estos pueden provocar un gran impacto al ambiente.

³⁶ BRAS, Bert, *et al.* Quantifying the Life Cycle Water Consumption of a Passenger Vehicle, SAE International ed. Georgia Institute of Technology: 2012. ISBN 2012010646.

4. IMPACTOS ASOCIADOS A LOS FACTORES INTERNOS Y EXTERNOS

4.1 ANÁLISIS DE LOS IMPACTOS ASOCIADOS A LOS FACTORES INTERNOS Y EXTERNOS

En este capítulo, se condensa la información relacionada en los anteriores, para percibir de primera mano los impactos ambientales internos que produce la fabricación de vehículos eléctricos; pero al mismo tiempo, se evalúan los impactos externos que pueden afectar la producción de estos vehículos. Una aproximación para la identificación de varios tipos de factores puede ser la utilización de una matriz PESTLE modificada para contabilizar los dos tipos de impactos a la vez. Esta matriz fue diseñada para el análisis del entorno de cualquier proceso productivo que evalúa varios componentes que interactúan para incidir negativa o positivamente en una industria. En el análisis PESTLE, se evalúan cinco componentes (Político, Económico, Social, Tecnológico, Ambiental), en los cuales se contemplan los riesgos y oportunidades en la producción de vehículos eléctricos. A la vez, se establecen los impactos que produce la industria de estos vehículos en su entorno inmediato.

Teniendo en cuenta cada uno de los factores internos y externos identificados en el capítulo anterior se identifica en nivel de incidencia de dichos factores en el ambiente mediante la matriz PESTLE como lo muestra la Cuadro 7

Dentro de la identificación de impactos como indica Max³⁷, la mayoría encuentran dentro del nivel de incidencia muy negativo o negativo. Esto debido a que los factores externos afectan directamente el consumo de energía del vehículo y como todo es una cadena a mayor energía gastada mayor producción de esta misma para suplirla. Sin embargo, estos factores pueden que cambien su nivel de incidencia, se tienen las condiciones necesarias en cuanto a la extracción de recursos y producción para que su nivel de incidencia es alto, ya que los procesos y los materiales son altamente contaminantes, así como el desecho generado tiene a su vez altas proporciones.

³⁷DUNN,Max, *et al.* Electric Vehicle Manufacturing: An Industry Study. [Electronic(1)]:Estados Unidos: 2011.

Cuadro 7. Matriz PESTLE.

Componente	Factor	Descripción del factor en el entorno del proyecto	Fase de análisis				Nivel de incidencia					¿Describa cómo incide en el proyecto?	¿Cómo potenciaría los efectos positivos y disminuiría los negativos?
			I	P	Im	C	Mn	N	I	P	Mp		
Ambiental	Externo: Usuario	El estilo de manejo que proponga el usuario afecta directamente la cantidad energía que consuma el vehículo así mismo un estilo de manejo agresivo producirá que la batería se descargue más rápido generando un mayor consumo para recargar la misma es importante saber en cada país de donde proviene la energía suministrada para recargar los autos ya que si es de recursos no renovables genera contaminación			X		X					Teniendo en cuenta la generación de energía para la recarga del vehículo como el sub-factor más importante si el recurso que se usa son combustibles fósiles o recursos no renovables dicha generación puede generar un alto impacto ambiental ya que a mayor necesidad de energía mayor consumo de recursos	Aumento de incentivos y capacitaciones para un estilo de manejo moderado para reducir la velocidad de descarga de la batería así también promover el uso de recursos renovables para la generación de energía disminuyendo el impacto sobre el medio ambiente
Ambiental	Externo: Condiciones de Manejo	Dentro de este factor se encuentra el clima y topografía factores muy importantes ya que			X		X					Aumenta el consumo de energía e insumos como llantas y frenos	Implementando diferentes configuraciones de los modelos de carros para

		se quiere instalar una estación de recarga, estos procesos pueden remoción de la cobertura vegetal, excavación entre otros es decir se está cambiando el uso del suelo para darle paso a la infraestructura necesaria para la recargara de estos automóviles Eléctricos.									contaminar agua, suelo y aires debido a los procesos que se deben llevar a cabo para la construcción de las estaciones de recarga	también se podría intentar la arquitectura sostenible para minimizar el impacto sobre el medio ambiente, llevar los procedimientos necesarios de manera ambientalmente sostenible y segura
Ambiental	Interno: Extracción de Recursos	Este factor se refiere a la cantidad necesaria de materias primas necesarias para la construcción del vehículo esta cantidad de materias primas afectan directamente su tamaño ya que la cantidad necesaria y el tamaño final del auto son directamente proporcionales, es decir para construir un vehículo de gran tamaño es necesario extraer una gran cantidad de materias	X				X				El aumento en la extracción de materiales altamente nocivos como litio, Coltan Cromo, entre otros para la fabricación tanto de baterías como del Automóvil generar el consumo de recursos no renovables produciendo un alto impacto en los recursos naturales.	Cambio de materiales a materiales sintéticos como polímeros o materiales más amigables ambiental mente que ofrezcan las mismas propiedades y ventajas de los materiales convencionales.

		<p>primas utilizando más recursos no renovables contaminando recursos naturales como agua suelo aire y generando residuos de difícil tratamiento, neutralización, transporte manejo entre otro problemas que podrían con llevar impactos altamente nocivos para el medio ambiente.</p>											
Ambiental	Interno: Producción	<p>Se refiere principalmente a los procesos llevados a cabo en la producción del vehículo eléctrico, teniendo en cuenta que estos procesos deben hacerse con la mayor calidad y siguiendo procedimientos documentados, así como estandarizados. Aumentando la eficiencia del vehículo, otro factor importante es la tecnología que</p>	X				X				<p>No tener procesos tecnológicos y de calidad provoca la contaminación de recursos naturales como el agua además si el producto final no es calidad si vida útil se puede ver reducida generando así un foco de contaminación</p>	<p>Aumentar incentivos para las empresas productoras para que mejoren sus procesos y aumenten la calidad de sus productos y materias primas para alargar la vida útil de los vehículos que producen</p>	

		utiliza para la fabricación y el control de calidad, implementando nuevas tecnologías provocara un mejor resultado al final de la fabricación aumentado a la vida útil del producto y así reducir el impacto asociado a disposición final para así reducir tanto el consumo de energía como los impactos nocivos en el medio ambiente.											
Ambiental	Interno: Uso del Vehículo	El uso del vehículo está directamente ligado a mantenimiento y los factores externos que fueron explicados anteriormente, la ausencia del mantenimiento en el vehículo puede provocar la falla del mismo generando uso necesario de energía o mal gasto de esto diferentes partes del vehículo eléctrico necesitan mantenimiento como		X				X				El uso innecesario de energía debido al no mantenimiento puede aumentar el desgaste de la batería a un ritmo más acelerado es por esto que es importante mantener el automóvil en perfectas condiciones	Capacitaciones sobre la importancia del mantenimiento del auto, así como sanaciones económicas para los usuarios que no tengo su auto con los mantenimientos necesario e indicados por el fabricante

		los ejes, el dinamómetro, el control de velocidad, así como el motor para aumentar su eficiencia y efectividad, ya que todo es un sistema que funciona armónicamente así que si un sistema falla los demás no funcionan con una alta efectividad ni eficiencia provocando un desgaste acelerado											
Ambiental	Interno: Disposición final	Al final de la vida útil del automóvil se debe reciclar las partes que se pueden colocar nuevamente en el proceso es por esto que es importante tener un sistema de recolección para así lograr que el reciclaje de los vehículos sea eficiente y efectivo además de la compactación y neutralización de los materiales que no puedan ser reciclados			X					X	El reciclaje incide altamente ya que este el pilar base de la sostenibilidad sustentando el reciclaje se disminuye la extracción de materias primas nuevas ya que se pueden combinar con las que fueron recicladas generando un proceso sostenible	Generar un sistema de reciclado masivo de automóviles en las diferentes ciudades extrayendo cada material para ser re ingresado en la producción disminuyendo la necesidad una alta extracción de materias primas nuevas	

Político	Expectativas de la comunidad	Incentivos como la reducción de aranceles así como la reducción del IVA aumentan la expectativa del consumidor sin embargo en la actualidad en Colombia no existe un acuerdo para promover el uso de estos vehículos, además de esto y debido a la infraestructura es poco atractivo.			X				x			Los incentivos promueven una mayor entrada de vehículos eléctricos a un menor precio provocando que sean más atractivos para el consumidor final	Generar nuevas políticas que promuevan el uso de estos autos así como una normatividad vigente que genere mayor confianza para las personas aumentando la infraestructura
Político	Políticas que regulen el sector en el que se desarrolla el proyecto	Actualmente se encuentra regulado los incentivos para el uso de vehículos en Colombia pero no existe una regulación como tal en el sector el acuerdo que se mantuvo hasta el 2016 ya tiene vigencia y se encuentra en espera de ser renovado			X					X		Teniendo en cuenta los antecedentes de las onda ambiental desde la convención de rio es importante generar políticas y normatividad acerca de este tema debido a que afectan directamente la confianza del consumidor	Establecer políticas y normatividad vigente que regulen el sector de los automóviles eléctricos
Económicos	Infraestructura, cobertura y calidad de los servicios	en Colombia no existe la infraestructura necesaria para el manteamiento y						X		X		La no existencia de infraestructura para el uso y manteamiento de estos autos	Aumentar la inversión en el desarrollo de infraestructura para los

		funcionamiento de los autos eléctricos										genera poco uso de los mismos	vehículos eléctricos
Económicos	Niveles de Consumo	Los niveles de consumo son bajos sin embargo en el momento en que se aumentó el uso de estos vehículos el consumo de energía será alto				X	X					El consumo de energía debe ser controlado y medido para no consumir más de lo necesario	Incentivar la generación de energía de recursos renovables para evitar la contaminación
Social	Estatus social	No todas la personas pueden adquirir un automóvil eléctrico disminuyendo el consumo de energía debido a su precio elevado				x				x		El confort con lleva a que exista una mayor compra de vehículos eléctricos	Disminuir el precio de algunos vehículos eléctricos para generar mayor compra de los mismos
Tecnológico	Centros de innovación o redes de trabajo	Se han desarrollado desde sus inicios nuevas tecnologías que han hecho que el automóvil eléctrico pierda la posibilidad de ser adquirido más rápido como el encendido eléctrico sin embargo en la actualidad y teniendo en cuenta la nueva conciencia ambiental ha tomado fuerza				x					x	El desarrollo de tecnologías no pertenecientes a los vehículos eléctricos a desincentivado su uso sin embargo es importante re tomar y mejorar nuevamente los proceso para que su producción sea más económica	Aumentar la investigación y tecnologías en la producción de vehículos eléctricos para así lograr una producción más limpia

5. ESTRATEGIAS PARA DISMINUIR EL IMPACTO AMBIENTAL IDENTIFICADO

5.1 IMPACTOS AMBIENTALES IDENTIFICADOS

Se identificaron tres impactos ambientales de interés, los cuales son: 1) el factor externo que corresponde al usuario; 2) el factor interno que corresponde a la extracción de recursos; y 3) los niveles de consumo de energía: Estos tres impactos se identificaron, después de realizar el análisis PESTLE, que además encontró que son de carácter muy negativo dentro del análisis que se ha venido desarrollando a largo de este documento. Estos tres factores están directamente relacionados con el consumo de energía y de recursos que con llevan a la búsqueda y explotación de material necesario.

5.2 ESTRATEGIAS PARA DISMINUIR LOS IMPACTOS AMBIENTALES IDENTIFICADOS

Dentro de las estrategias para la disminución del impacto ambiental se trataran diferentes tipos de estrategias, como las normativas, voluntarias y planes de impacto.

5.2.1 Estrategias normativas

Actualmente en Colombia, no existe una normatividad clara acerca de los vehículos eléctricos como lo presento el periódico Portafolio³⁸. Sin embargo, para incentivar el uso de estos vehículos se encontraba en vigencia el acuerdo 180 del 2014, el cual plantea estrategias para aumentar el uso de los vehículos y disminuir el impacto causado por estas mismas. Aunque, este acuerdo tenia vigencia hasta el 2016 consistía en la reducción del IVA hasta un 5% y la eliminación total de aranceles, este Acuerdo se encuentra esperando si es aprobado nuevamente. Sin embargo, para el 12 de abril del 2017, el Ministerio de Hacienda ya anunció la estrategia de importación de 46.000 vehículos eléctricos, con las condiciones estipuladas en este Acuerdo; es decir, la estrategia de incentivo para aumentar la importación de estos vehículos aún sigue en vigencia.

En casos fuera del país, como en Estados Unidos, los incentivos varían dependiendo el Estado. Sin embargo, como un ejemplo son la prioridad en parqueaderos en los Estados de Arizona, California, Florida, New Jersey y Ohio; otro incentivo es la reducción en los impuestos en Washington DC y otros 40 Estados; y por último, la promoción o descuentos en algunos almacenes con convenio para personas que usan este tipo de vehículos en la mayoría de los

³⁸ Eliminan IVA y Aranceles Para Vehículos Eléctricos e Híbridos | Economía | Portafolio [sitio web]. [Consultado el 12,octubre,2017]. Disponible en: <http://www.portafolio.co/economia/ya-puede-importar-vehiculos-electricos-e-hibridos-sin-arancel-ni-iva-504922>

estados. Estos tipos de incentivos han funcionado ya que Estados Unidos es uno de los mayores usuarios de vehículos eléctricos en el mundo, después de China. Este tipo de estrategias se podrían aplicar en Colombia, sin embargo, primero se debe tener una mejor infraestructura para generar más confianza en el usuario³⁹.

5.2.2 Estrategias Voluntarias

Dentro de las estrategias voluntarias que plantea el CMD Group, que puede adoptar un productor de vehículos eléctricos, se encuentran las certificaciones en normas nacionales tanto internacionales para la estandarización de los procesos, así como los estándares de calidad de los vehículos. Dentro de los que se encuentran el proceso del cliente, donde se verifica la satisfacción del cliente en cuanto a recepción de peticiones, quejas y reclamos, tiempos de espera, comodidad de las salas de espera, entre otras. Además, se encuentra un estándar de procesos en el trabajo del taller, que definen las condiciones de las instalaciones, equipamientos, normatividad, nivel de educación de los operarios, calidad de las materias primas, uniformidad, estandarización de macro procesos y micro procesos. Cabe anotar que, todas las certificaciones en las normas revisan que este tipo de parámetros se encuentren documentados. Sin embargo, es responsabilidad de cada productor verificar que todo lo documentado se lleve a cabo, así como los procedimientos de mejora continua que se debe llevar a cabo⁴⁰.

5.2.3 Estrategias para la Mitigación de Impactos Muy Negativos

Se propondrán estrategias para los impactos reconocidos en la matriz PESTLE que poseen un grado de impacto muy negativo esto con el fin de lograr que el grado de impacto llegue a neutral o cambie a un impacto positivo estas estrategias estarán basadas en la eco eficiencia, la educación y la producción más limpia.

5.2.3.1 Factor Externo Usuario

Como se ha explicado anteriormente, es posible que el usuario del vehículo, según su estilo y forma de usar el auto aumente el impacto ambiental ejercido por el consumo de energía cuando esta se genera de recursos no renovables. Es por esto que se plantea, como estrategia, generar capacitaciones y dar a conocer al público los beneficios de llevar a cabo un buen uso del vehículo eléctrico, así como el correcto mantenimiento. Es importante que el usuario tenga un estilo prudente para manejar, sin sobrepasar el límite de velocidad recomendado para la eficiencia del vehículo. Esto se logra con cursos, talleres o planes de educación que se podrían llevar a cabo en escuelas, lugares de trabajo, acompañado de incentivos para que los usuarios se acerquen y comprendan que es deber de cada uno minimizar el

³⁹Ibíd. 56

⁴⁰ CMD, Group. Estandares De Calidad. [sistio web]: CESVIMAP ed. 2010. [Consultado 19, octubre, 2017] Disponible en: <https://www.oecd.org/dac/evaluation/dcdndep/46297655.pdf>.

consumo de energía mediante el correcto uso del vehículo eléctrico, como anteriormente se ha expuesto.

5.2.3.2 Factor Interno: Extracción de Recursos

Este factor es uno de los más negativos, ya que no solo se tienen en cuenta los recursos para la fabricación del vehículo eléctrico, sino a su vez los recursos para la generación de energía que necesita el vehículo. Es por esta razón, que la estrategia viable es la producción más limpia acompañada con una ecoeficiencia que mejoren los procesos hasta tal punto que sean ambientalmente sostenibles; es decir, que en el caso donde los recursos sean renovables, la extracción no afecte los ecosistemas y los servicios ecosistémicos. Igualmente, se ofrece una línea de producción del vehículo más eficiente, que logre generar la nula emisión de contaminantes, que se puede lograr a través del cambio de procesos o la mejora de los mismos, como reusar el agua que sale de los diferentes procedimientos para evitar la contaminación de fuentes hídricas. También se puede implementar un plan de manejo ambiental para cada uno de los procesos, donde se van a ver involucrados los recursos, tanto renovables como no renovables, así se puede presupuestar la vida útil de cada parte del vehículo, las necesidades del medio y la importancia para el ecosistema en donde se encuentran.

5.2.3.3 Factor Económico Consumo

El aumento del consumo de energía relacionado con el aumento de la compra de vehículos eléctricos, puede afectar directamente el medio ambiente ya que se usan más recursos, como se ha expuesto anteriormente. Por esta razón, se debe llevar a cabo el estudio de ciclo de vida con producción más limpia, como una estrategia para minimizar este impacto. De tal forma que, se conocerán diferentes los puntos interesantes a ser tratados de forma eficiente para mejorar el consumo de energía. En este punto, resaltan la cadena de valor y el uso, que pueden reusar materiales nuevamente en el proceso de fabricación o generando nuevos materiales para un proceso totalmente diferente. Esto provocaría que al final de la vida útil del vehículo eléctrico, este pase nuevamente al inicio del ciclo de vida de uno nuevo. Es decir “de la cuna a la cuna”, logrando que no quede un pasivo o un desecho difícil de manejar, disminuyendo así el consumo de energía y de recursos. Llegando a un proceso sostenible.

6. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

Los impactos ambientales generados por el hombre en cada una de las actividades que realiza, lo han llevado hasta el punto donde se encuentra: generando diversos problemas, como el cambio climático producido principalmente por la emisión de CO₂. Sin embargo, después de la Convención contra el Cambio Climático y el Protocolo de Kioto, que varios Estados firmaron y se comprometieron a reducir las emisiones de diferentes gases de efecto invernadero entre esos el CO₂.

Es cierto que los diferentes procesos industriales, así como las actividades económicas del hombre para satisfacer sus necesidades, aportan CO₂ al medio ambiente. Los vehículos convencionales, son uno de los más grandes generadores de CO₂, debido al combustible que usan para su funcionamiento convirtiéndose en la mayor preocupación de todos en el mundo. Diferentes estrategias se pusieron en marcha después del Protocolo de Kioto, como eliminar el plomo de la gasolina, generar controles en cuanto al mantenimiento y el funcionamiento de los autos, promoción de los biocombustibles, entre otros. Sin embargo, estas estrategias son han conseguido disminuir drásticamente las emisiones de CO₂.

Es por esto, que los vehículos eléctricos aparecen como una solución a la emisión de CO₂. Sin embargo, este trabajo busca encontrar los diferentes procesos, materias primas y residuos que se utilizan en la construcción de estos vehículos, identificando a través de su ciclo de vida el impacto ambiental que se puedan generar, para finalmente reconocer en qué medida se contaminan otros “recursos del medio ambiente” intentado reducir la emisión de CO₂ a cero.

Sin embargo, las posibles soluciones se ven afectadas por los diferentes procedimientos, que se deben llevar a cabo en todo el ciclo de vida del vehículo eléctrico. Es un hecho que esta estrategia reduciría notablemente las emisiones de gases efecto invernadero en el mundo, reduciendo así el fenómeno del calentamiento global, pero el costo de su producción afectaría otros recursos importantes y en casos extremos podría generar una mayor emisión de gases efecto invernadero. El vehículo eléctrico en su funcionamiento no emite ningún gas de efecto invernadero, aunque si lo produce el proceso de generación de energía necesario para que este funcione. En esta medida se debería entrar a mirar cual es el origen de la energía suministrada en el vehículo eléctrico, para saber cómo se dice coloquialmente si la cura es peor que la enfermedad. En esta medida, los vehículos eléctricos son una opción que necesita de más estudios y un desarrollo tecnológico más fuerte. Si bien ha avanzado a grandes pasos la generación de nuevas baterías menos contaminantes y más duraderas.

También es importante, que el consumidor final o el usuario comprenda el origen de la energía que se necesita para el funcionamiento del auto, así tendrá un pequeño conocimiento acerca del impacto que puede generar cada vez que recarga la batería de su automóvil. De igual forma, esto ayudaría a que reconozca el estilo de manejo

que puede afectar la periodicidad de descarga de la batería, aumentando directamente el consumo de energía. De esta forma, la capacitación y el conocimiento en este tema es verdaderamente un factor de importancia.

Si bien el conocimiento acerca de los recursos es importante, cabe resaltar que es importante además los incentivos por parte de cada país que promuevan el uso de estos autos. Actualmente en Colombia, el uso de estos vehículos no es grande y las políticas existentes para este tema son mínimas si se comparan con otros países, en especial los desarrollados, donde dan incentivos como reducción de impuestos, carril preferencial, ayuda económica, entre otras estrategias. Esto suena perfecto, sin embargo, como se ha venido explicando anteriormente puede ser contra productivo debido al alto impacto negativo que tiene la producción de estos automóviles. Es por esto, que no solamente se deberían dar incentivos si no utilizar todas las herramientas políticas y legales para que la producción tenga una contaminación muy baja o neutra, si bien este tipo de proceso es una utopía pensar que la generación de impactos sea cero, se deberían poner todos los esfuerzos en incentivos y demás acciones políticas para mejorar el proceso.

Para finalizar, y como opinión personal, el automóvil eléctrico es una excelente estrategia para disminuir las emisiones de gases efecto invernadero siempre y cuando se logre mejorar no solamente el proceso sino también el postconsumo. Es decir, cuando llega al final del ciclo de vida reingresando materiales importantes a la cadena de producción o generando otros nuevos para el proceso productivo. Así se lograra un pequeño equilibrio entre lo que se gasta y el beneficio que aporta.

7. CONCLUSIONES

- Es innegable que el automóvil eléctrico es una solución muy viable para el actual problema de emisión de gases en todo el mundo, debido a que produce cero emisiones durante su funcionamiento en un cien por ciento y logrando que el transporte terrestre sea amigable ambientalmente. Es bienvenido cualquier avance tecnológico para lograr que su producción sea sostenible y así lograr tener una opción de movilidad en su totalidad amigable con el ambiente.
- La evaluación de impactos y riesgos, tanto sociales, económicos, políticos, como ambientales, demostró que el proyecto de un vehículo eléctrico en Colombia es viable, disipando dudas e incertidumbre de los opositores, que si bien refleja que el avance tecnología ha avanzado a pasos agigantados es importante que esta estrategia se incentive más llevándola a su máxima expresión.
- La comunidad a la que va dirigida la estrategia es de vital importancia ya que como se presentó en los inicios el vehículo eléctrico era para alta sociedad de la época, aunque actualmente su precio y, debido al desarrollo tecnología, su valor es un poco más accesible, sigue siendo un vehículo que en comparación con los tradicionales siguen siendo más costosos. Es por esto, que los estudios deben incluir al consumidor final quien al final es quien lo usa en su diario vivir y tiene un factor de incidencia en los impactos identificados.
- Una preparación adecuada, estudios previos, tecnologías nuevas y procesos de calidad, lograran que durante la extracción de materiales y la producción los impactos en el agua, aire, y el agotamiento de recursos sean mínimos logrando que la producción en masa no solo sea más económica, sino que ambientalmente sea sostenible.
- La infraestructura necesaria para el funcionamiento diario de estos automóviles puede generar impactos sobre las áreas que son sometidas a las intervenciones necesarias para construir las estaciones de recarga; es por esto, que este factor debe ser muy bien estudiado, así como el desarrollo particular de estaciones públicas de recarga de baterías en Colombia.
- En Colombia, particularmente las políticas existentes para incentivar el uso de vehículos eléctricos son casi nulas y las existentes ya están caducadas. Además, la infraestructura necesaria no existe, razón por la cual, el uso vehículo eléctrico en Colombia se encuentra concentrado en las grandes ciudades, donde aun así la infraestructura es pobre.

8. RECOMENDACIONES

Los riesgos ambientales asociados al ciclo de vida de los vehículos eléctricos en Colombia son evidentes. El desarrollo de nuevos materiales y tecnologías deber ser el desafío principal para las empresas productoras de este tipo de vehículos. Las empresas y actores que están involucrados en todo el ciclo de vida del vehículo eléctrico, deberían adoptar las siguientes recomendaciones con el fin de disminuir el impacto ambiental generando en cada de las fases del ciclo de vida para disminuirlo o volverlos positivos, respaldadas por estudios realizados de la responsabilidad social y la producción más limpia.

- Identificación de los posibles riesgos e impactos asociados a la producción de vehículos eléctricos, como la contaminación de acuíferos, explotación de recursos, agotamiento de recursos, ya que estos resultan beneficiosos para el desarrollo del proyecto.
- Implementación de buenas prácticas de manufactura con estándares de calidad para el sector automotriz, para realizar una evaluación medioambiental. En Colombia, se pueden implementar los estándares de calidad estipulados por las normas en cada área, para generar un proceso de manufactura total adecuado.
- La implementación de y/o creación de estas estrategias, tanto para regular como incentivar el uso de los vehículos eléctricos, es primordial para un buen desarrollo de la actividad de producción como su uso.
- Fomentar el correcto uso del vehículo eléctrico, debido a que un factor externo, como el usuario, puede consumir energía de manera indiscriminada generando la depredación de recursos para generar la energía necesaria para su funcionamiento
- El desarrollo de nuevas tecnologías, como baterías, nuevos materiales y el reciclaje de otros, es de vital importancia para llevar a cabo una producción más limpia y disminuir todos los impactos asociados tanto a la fabricación, uso y reciclaje presentes en el ciclo de vida. Es por esto, que la producción más limpia debe ser uno de los ejes principales, tanto para la regulación, como para las empresas que se encuentran en la actividad económica.
- Desarrollar un plan de manejo ambiental para cada uno de los posibles riesgos e impactos que se tienen en todo el ciclo de vida de los vehículos eléctricos, así se tendrán las acciones y estrategias necesarias para atacar cualquier eventualidad o incidente que se pueda generar disminuyendo la contaminación del ambiente por factores más negativos, como sustancias peligrosas o materiales de difícil manejo ambiental.

- Generar una infraestructura suficiente para aumentar e incentivar el uso de vehículos eléctricos, sin olvidar que en las áreas necesarias se deben cumplir con todos los estándares necesarios para hacer que ese cambio en el uso del suelo no sea un impacto negativo si no que sea neutral.

Es posible que con el pasar del tiempo el uso del vehículo eléctrico aumente, es por esto que es de vital importancia el desarrollo de nuevas tecnologías e infraestructura para lograr que se relacione de una manera adecuada con el medio ambiente. El foco de inversión debe ser la producción más limpia ya que, si se logra generar un proceso totalmente sostenible, es posible que esta relación sea beneficiosa para las partes. Si se logra cambiar la cultura de consumismo que actualmente se tiene, se identifica los huecos y errores con transparencia, se lograra cumplir la meta de ser ambientalmente sostenibles.

BIBLIOGRAFÍA

- [Anónimo] Nuestros Compromisos [página web]. [Consultado el 20,julio,2017]. Disponible en: <https://www.renault.com.co/descubre-renault/renault-en-colombia/nuestros-compromisos.html>.
- [Anónimo] Policies & Legislation, United States | IA-HEV [página web]. [Consultado el 12,cotubre,2017]. Disponible en: <http://www.ieahev.org/by-country/united-states-policy-and-legislation/>.
- [Anónimo] Tesla Motors: La Evolución Histórica Del Coche Eléctrico: Casi Dos Siglos De Luces y Sombras. Noticias De Tecnología [página web]. [Consultado el 7,julio,2017]. Disponible en: http://www.elconfidencial.com/tecnologia/2014-09-19/la-evolucion-historica-del-coche-electrico-dos-siglos-de-luces-y-sombras_202694/.
- [Anónimo] Eliminan IVA y Aranceles Para Vehículos Eléctricos e Híbridos | Economía | Portafolio [Print(0)]. [Consultado el 10/12/20172017]. Disponible en: <http://www.portafolio.co/economia/ya-puede-importar-vehiculos-electricos-e-hibridos-sin-arancel-ni-iva-504922>.
- [Anónimo] How Automobile is made - Production Process, Manufacture, Making, used, Parts, Components, Product [Pagina web]. [Consultado el 19,julio,2017]. Disponible en: <http://www.madehow.com/Volume-1/Automobile.html>.
- Baronti, F., *et al.* E-transportation: the role of embedded systems in electric energy transfer from grid to vehicle. En: EURASIP JOURNAL ON EMBEDDED SYSTEMS. 05/10.vol. 2016, no. 1, p. 1-12.
- Bras, B., *et al.* Quantifying the Life Cycle Water Consumption of a Passenger Vehicle.:SAE International ed. Georgia Institute of Technology: 2012. ISBN 2012010646.
- Carley, D. The Beginners Guide to Electric Vehicles (EV). [página web] 2014. [Consultado el 08,julio,2017]. Disponible en: http://pluginbc.ca/wp/wp-content/uploads/2014/07/EV-Beginners-Guide_Final_Sept2_2014.pdf.
- Castañeda, A. El Compromiso de los Productores de Vehículos, su Responsabilidad Social y Ambiental Empresarial. [Página web]: 2010. UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA-FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS.
- CMD Group. Estándares de Calidad.CESVIMAP ed. 2010.

- Da Rosa, A.V.. Fundamentals of Renewable Energy Processes. Kidlington, Oxford, UK: Academic Press, 2013. ISBN 9780123972194; 9780123978257.
- Dominic, N. y Gauch, M. Contribution of Li-Ion Batteries to the Environmental Impact of Electric Vehicles. En: ENVIRONMENTAL SCIENCE AND TECHNOLOGY. septiembre del 2010.
- Dunn, M. *et al.* Electric Vehicle Manufacturing: An Industry Study. [Electronic (1)]:Estados Unidos: 2011.
- Egede, P., *et al.* Life Cycle Assessment of Electric Vehicles – A Framework to Consider Influencing Factors.2015. 233-238.
- ENDESA EDUCA. El Coche Eléctrico. [Página web]. México. 09/10/2015. [Consultado el 7/11/2017]. Disponible en: http://www.endesaeduca.com/Endesa_educa/recursos-interactivos/el-uso-de-la-electricidad/coche-electrico_.
- Ghassemieh, E. Materials in Automotive Application, State of the Art and Prospects, New Trends and Developments in Automotive Industry,), DOI: 10.5772/13286. Prof. Marcello Chiaberge ed. InTech, 2011. ISBN Available from: https://www.intechopen.com/books/new-trends-and-developments-in-automotive-industry/materials-in-automotive-application-state-of-the-art-and-prospects_.
- GROUP OF AMERICA, Volkswagen. Basics of Electric Vehicles. 2013 Volkswagen Group of America, Inc, 2013.
- IDEAM, *et al.* Inventario Nacional De Gas De Efecto Invernadero En Colombia. Tercera comunicación ed. Colombia: 2015.
- INSITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TECNICAS. Norma Técnica Colombia ICONTEC NTC-ISO 14040. GESTION AMBIENTAL. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación ed. Colombia: I, 2007.
- Kabatepe, B. y Türkay, M. A bi-criteria optimization model to analyze the impacts of electric vehicles on costs and emissions. En: COMPUTERS & CHEMICAL ENGINEERING. 7/12.vol. 102, p. 156-168.
- Kirsch, D.A. The Electric Vehicle and the Burden of History. [Print(0)]. New Brunswick, N.J.
- Kunal, S. Electric Cars. Electronic (1):Prof. Heiner Ryssel ed. Alemania: Indian Institute Of Technology Roorkee, 2013.

- La Amenaza Ambiental de los Autos Eléctricos - BBC Mundo [Pagina web]. [Consultado el 7/19/2019,julio,2017]. Disponible en: http://www.bbc.com/mundo/noticias/2012/10/121005_autos_electricos_riesgo_ambiental_ar.
- LI, Y., Yang,J. y Song, J. Design principles and energy system scale analysis technologies of new lithium-ion and aluminum-ion batteries for sustainable energy electric vehicles. En: RENEWABLE AND SUSTAINABLE ENERGY REVIEWS. 5.vol. 71, p. 645-651.
- MMSD. Capítulo 2 : Producción y Venta de los Minerales. En: Tata Energy Research Institute. Proyecto Minería, Minerales y Desarrollo Sustentable. Canada: 2007. 44-47 p.
- Murias, D. 6 Gráficos Que Explican Cómo Las Concentraciones De CO2 Están Alcanzando Un Punto De no Retorno. [Página web]. 16 de mayo 2016. [Consultado el 18,julio,2017]. Disponible en: <https://magnet.xataka.com/en-diez-minutos/6-graficos-que-explican-como-las-concentraciones-de-co2-estan-alcanzando-un-punto-de-no-retorno>.
- Wakefield, E.H. History of the Electric Automobile : Hybrid Electric Vehicles. Warrendale, Pa. (400 Commonwealth Dr., Wallendale PA USA).
- Weldon, P., Morrissey, P. y O'Mahony, M. Environmental impacts of varying electric vehicle user behaviours and comparisons to internal combustion engine vehicle usage – An Irish case study. En: JOURNAL OF POWER SOURCES. 7/1.vol. 319, p. 27-38.