

UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA MECÁNICA
SANTIAGO – CHILE



DESARROLLO, DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN
DE PLATAFORMA DIGITAL DE
ELECTROMOVILIDAD

CRISTÓBAL DAN BENJAMÍN LEÓN GARRIDO

MEMORIA DE TITULACIÓN PARA OPTAR AL GRADO DE
INGENIERO CIVIL MECÁNICO

PROFESOR GUÍA: DR. MAURICIO OSSES ALVARADO

PROFESOR CORREFERENTE: ING. PILAR HENRÍQUEZ SALAZAR

OCTUBRE 2020

Agradecimientos

En estas líneas quisiera poder agradecer a todas las personas que participaron en este proyecto, tanto directa, como indirectamente. Han sido de suma importancia en mi desarrollo profesional a lo largo de esta carrera.

Primero que todo, quiero agradecer a mi familia. A mis padres, hermanos y sobrinos por todo el apoyo, el esfuerzo y la dedicación que han puesto en mí a lo largo de mi vida y en especial, durante mi estancia en la Universidad.

Por otra parte, quiero agradecer a todo el equipo UTFSM con el que se trabajó durante este proyecto. A Pilar, Germán, Francisco mis más sinceros agradecimientos por todo lo que me enseñaron. También agradecer a las empresas que colaboraron en este proyecto, como lo son las empresas Producciones Indivisual, Leonfindel Producciones e Infografías.cl. Muchas gracias por todo el apoyo entregado hasta el día de hoy.

También quiero agradecer a mis profesores, compañeros de clase, a los funcionarios que fueron esenciales e imprescindibles para poder lograr este objetivo y a cada persona con la que tuve que interactuar, directa o indirectamente dentro de mi vida universitaria.

Agradecer además, a mi polola Patricia, cuyo aporte fue tremendo desde el punto de vista del apoyo, el amor, el ánimo, la comprensión y el de entregarme fuerzas cuando sentía que no lo iba a lograr.

Por último, el agradecimiento final y no menor para mis amigos del barrio, de la vida, los que me han apoyado durante todos estos años y desde la infancia, los que siempre están conmigo.

Muchas gracias a todos.

Resumen ejecutivo

El presente trabajo de título está enfocado en realizar el diseño, la implementación y posterior documentación de una plataforma digital de electromovilidad, la cual fue solicitada al equipo de la USM por el Ministerio de Energía, la cual permitirá reunir la información relevante para esta tecnología a nivel nacional e internacional.

En primer lugar, se realizó una búsqueda de lo existente sobre otras plataformas destinadas a esta tecnología, tanto en el mundo, como en Chile, para tener una mirada sobre la forma en la que se aborda el contenido incluido y el tipo de contenido a incluir.

Luego, se realizó una descripción de la metodología utilizada, consistente en una descripción del equipo que trabajó en este proyecto, de las herramientas utilizadas y de las actividades realizadas para el desarrollo de la plataforma, tanto de su contenido, como de su estructura.

Además, se hizo un resumen de lo que es la plataforma con sus diferentes contenidos y secciones, realizando un mayor desarrollo en los contenidos trabajados directamente por el autor.

Por último, se presentaron las conclusiones del trabajo realizado en su primera fase y algunas recomendaciones para la continuación del desarrollo y edición de esta plataforma y de su contenido.

Abstract

This thesis work is focused on carrying out the design, implementation and subsequent documentation of a digital electromobility platform, which was requested from the USM team by the Ministry of Energy, which will allow gathering the relevant information for this technology to national and international level.

In the first place, a search was carried out on what exists on other platforms aimed at this technology, both in the world and in Chile, to have a look at the way in which the included content is addressed and the type of content to include.

Then, a description of the methodology used was made, consisting of a description of the team that worked on this project, the tools used, and the activities carried out for the development of the platform, both its content and its structure.

In addition, a summary was also made of what the platform is with its different contents and sections, carrying out further development on the contents worked directly by the author.

Finally, conclusions about this work were presented on its first phase and some recommendations for the continuation of the development and editing of this platform and its content are presented too.

Tabla de contenido

Introducción	11
Objetivos	12
Objetivos generales	12
Objetivos específicos	12
1 Capítulo 1: Estado del arte	13
1.1 Políticas de electromovilidad en Chile	13
1.1.1 Estrategia Nacional de Electromovilidad	13
1.1.2 Ruta Energética 2018-2022	24
1.2 Plataformas digitales de electromovilidad en Chile	27
1.2.1 Electromov.....	28
1.2.2 AMECH.....	28
1.3 Plataformas digitales de electromovilidad en el mundo	30
1.3.1 Go Ultra Low (Reino Unido).....	30
1.3.2 Eltis European Electromobility Observatory	30
1.3.3 European Alternative Fuels Observatory (EAFO)	31
1.3.4 AVERE.....	32
1.3.5 HyER	32
1.3.6 Electric Mobility Europe	33
1.3.7 EVI (IEA)	34
1.4 Herramientas interactivas en plataformas de electromovilidad	35
1.4.1 Herramientas de selección	35
1.4.2 Herramientas de geolocalización	36
1.4.3 Herramientas económicas	36
2 Capítulo 2: Metodología	38
2.1 Equipos de trabajo	38
2.1.1 Equipo USM.....	38
2.1.2 Equipo MINEN.....	39
2.1.3 Equipo DSC (Talleres)	39
2.2 Herramientas computacionales	41
2.2.1 Programas	41
2.2.2 API y base de datos	41

2.2.3	Google Analytics	41
2.3	Desarrollo de documentos y guías.....	42
2.3.1	Documentos técnicos	42
2.3.2	Guías de buenas prácticas	42
3	Capítulo 3: Desarrollo de ingeniería conceptual	41
3.1	Mapa de actores	41
3.2	Talleres y mesas de trabajo.....	41
3.3	Elección del tipo de contenidos y estructura preliminar.....	41
3.3.1	Taller 1 – Actores	42
3.3.2	Taller 2 – Contenidos	43
4	Capítulo 4: Descripción de la plataforma y sus contenidos.....	45
4.1	Movilidad eléctrica	46
4.1.1	Introducción.....	46
4.1.2	Vehículos eléctricos.....	50
4.1.3	Cultura.	53
4.1.4	Tendencias.	53
4.2	Herramientas interactivas	57
4.2.1	Catálogo.....	57
4.2.2	Evaluador de proyectos de electromovilidad.....	58
4.2.3	App EcoCarga.....	65
4.3	Implementación	66
4.3.1	Electromovilidad en Chile.	66
4.3.2	Electromovilidad en Latinoamérica.....	67
4.4	Normativa y legislación.....	69
4.4.1	Orientaciones de políticas públicas.	69
4.4.2	Reglamentación.	70
4.4.3	Recomendaciones o buenas prácticas.	75
4.5	Actores y organizaciones	75
4.5.1	Formación de capital humano en electromovilidad.....	75
4.5.2	Mapa de actores.....	74
4.5.3	Compromiso Público – Privado 2018.....	75
4.6	Información técnica.	76

4.6.1	Por formato.....	76
4.6.2	Por categoría.....	77
5	Capítulo 5: Descripción de contenidos desarrollados	78
5.1	Herramienta 1: Catálogo.....	78
5.1.1	Diagrama de la herramienta 1:.....	78
5.1.2	Parte 1: Input herramienta 1. (H1P1).....	79
5.1.3	Parte 2: Output herramienta 1. (H1P3).....	80
5.1.4	Descripción de las características mostradas en la versión final.	80
5.2	Herramienta Evaluador de Proyectos de Electromovilidad.....	80
5.2.1	Diagrama de la herramienta 2.....	81
5.2.2	Parte 1: Input herramienta 2.	81
5.2.3	Parte 2: Desarrollo interno de la selección de datos.	82
5.2.4	Descripción de las características mostradas en la primera iteración.....	83
5.2.5	Descripción de las características mostradas en la versión final.	84
5.3	Contenido: “Normativas y Legislación”.....	85
5.4	Guía de buenas prácticas para buses eléctricos	86
5.5	Otras actividades.....	87
6	Capítulo 6: Conclusiones y Recomendaciones.....	88
6.1	Conclusiones.....	88
6.2	Recomendaciones	89
	Referencias bibliográficas	91
	Anexos.....	92
	Anexo I. Tabla de descripción de actividades del convenio.	92
	Anexo 2. Tabla de minutas de reuniones entre el equipo UTFSM y el equipo MINEN. .	94
	Anexo 3. Reporte de Google Analytics de la plataforma a Julio de 2020.	98
	Anexo 4. Guía de buenas prácticas para buses eléctricos. (Universidad Técnica Federico Santa María, 2018).....	100

Índice de Tablas

Tabla 1. Objetivos específicos de la Estrategia Nacional de Electromovilidad. Fuente: Ministerio de Energía (2017).....	14
Tabla 2. Líneas de acción Eje estratégico N°1. Fuente: Ministerio de Energía (2017).....	16
Tabla 3. Líneas de acción Eje estratégico N°2. Fuente: Ministerio de Energía (2017).....	17
Tabla 4. Líneas de acción Eje estratégico N°3. Fuente: Ministerio de Energía (2017).....	20
Tabla 5. Líneas de acción Eje estratégico N°4. Fuente: Ministerio de Energía (2017).....	21
Tabla 6. Líneas de acción Eje estratégico N°5. Fuente: Ministerio de Energía (2017).....	23
Tabla 7. Líneas de acción Gestión de la Estrategia Nacional de Electromovilidad. Fuente: Ministerio de Energía (2017).....	24
Tabla 8. Actividades del convenio entre el Ministerio de Energía y la Universidad Técnica Federico Santa María. Fuente: Ministerio de Energía, 2018.....	94
Tabla 9. Minutas de reuniones de trabajo.....	98

Índice de Figuras

Figura 1. Balance Nacional de Energía 2016. Fuente: Ministerio de Energía, 2016.	25
Figura 2. Homepage sitio web Electromov.cl.	28
Figura 3. Página de inicio de AMECH.org.	29
Figura 4. Sección de Preguntas Frecuentes de AMECH.org. Fuente: AMECH.org.	29
Figura 5. Homepage del sitio Go Ultra Low. Fuente: Go Ultra Low, 2019.	30
Figura 6. Página de inicio del sitio Eltis.org.	31
Figura 7. Homepage del sitio web de EAFO. Fuente EAFO, 2020.	31
Figura 8. Homepage AVERE. Fuente: AVERE, 2020.	32
Figura 9. Homepage de HyER. Fuente: HyER.eu.	33
Figura 10. Homepage Electric Mobility Europe. Fuente: EMEurope, 2019.	34
Figura 11. Página de Electric Vehicles Initiative. Fuente: IEA.org.	34
Figura 12. Ev finder tool. Fuente: GoUltraLow.com.	35
Figura 13. Mapa de cargadores eléctricos en Liverpool, UK., utilizando la herramienta "Charging map point" de GUL.	36
Figura 14. Diagrama de contenidos de la plataforma. Elaboración propia.	46
Figura 15. Infografía sobre las categorías vehiculares por uso y disposición física del vehículo. (Ministerio de Energía, 2019).....	47
Figura 16. Infografía vehículo eléctrico a batería.....	51
Figura 17. Infografía vehículo híbrido enchufable.	52
Figura 18. Infografía vehículo con celda de combustible de hidrógeno.	53
Figura 19. Proyección de vehículos eléctricos en el mundo. Fuente: Ministerio de Energía (2019).....	54
Figura 20. Países y la eliminación de la venta de vehículos de combustión interna. Fuente: Ministerio de Energía (2019).....	54
Figura 21. Lanzamientos de nuevos modelos de vehículos eléctricos. Fuente: Global EV Outlook, 2018.	55
Figura 22. Página principal herramienta "Catálogo".	58
Figura 23. Página de inicio herramienta "Evaluador de proyectos de electromovilidad". ...	59
Figura 24. Primera fase de selección. Escenario actual.	60
Figura 25. Segunda fase de selección. Proyecto de electromovilidad.	61
Figura 26. Tercera fase de selección. Parámetros de interés para la comparación.....	63
Figura 27. Resultados económicos de la evaluación.	64
Figura 28. Beneficios en reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.	64
Figura 29. Beneficios en eficiencia energética.	65
Figura 30. Interfaz de App "Ecocarga". Fuente: EcoCarga, (2019).	65
Figura 31. Infografía uso App "EcoCarga". Fuente.	66
Figura 32. Metas y avances en electromovilidad en Chile. Fuente: Ministerio de Energía, 2019.	69
Figura 33. Etiqueta vehículo eléctrico. Fuente: Consumovehicular.cl.....	71
Figura 34. Etiqueta vehículo híbrido-diésel con recarga exterior. Fuente: Consumovehicular.cl.....	71

Figura 35. Etiqueta vehículo híbrido-gasolina con recarga exterior. Fuente: Consumovehicular.cl	72
Figura 36. Etiqueta de advertencia. Información visual de seguridad. Fuente: MTT, 2018.	73
Figura 37. Información visual de seguridad. Etiquetas de vehículos.	74
Figura 38. Diagrama funcional de la herramienta Catálogo. Elaboración Propia.	78
Figura 39. Ejemplo de vista en cuadrículas para los vehículos.	79
Figura 40. Diagrama de funcionamiento de la herramienta 2. Elaboración propia.	81
Figura 41. Dirección de selección de características de la H2P1. Elaboración propia.....	82
Figura 42. Ejemplo de vista de H2P1. Fuente: fueleconomy.gov	82
Figura 43. Ejemplo de vista para H2P2. Fuente: fueleconomy.gov	83

Introducción

La tecnología de vehículos eléctricos ha impactado en la forma de transportarse alrededor del mundo y Chile no ha querido quedarse atrás en la adaptación de la electromovilidad, primeramente en el transporte público, posicionándose como líder en la región con una de las flotas de buses eléctricos de transporte público más grandes del mundo, siendo superado solo por China. La tecnología de vehículos eléctricos demanda un espacio dentro del mercado automotriz apelando a la eficiencia energética, la ausencia de emisiones de gases de combustión, la disminución en la cantidad de revisiones de mantenimiento, lo que se contrasta con el alto precio al que se pueden encontrar estos vehículos en Chile y el resto del mundo.

Sin embargo, los distintos gobiernos de la última década han querido tomar el rol de protagonistas latinoamericanos en la inclusión de estas tecnologías y cada gobierno ha diseñado una estrategia que permite abordar los lineamientos del país con respecto a la movilidad eléctrica y se ha buscado la manera de poder promover esta tecnología a los distintos tipos de potenciales usuarios. Esto motivó a que el Ministerio de Energía, en conjunto con la Universidad Técnica Federico Santa María realizaran un estudio de prospección tecnológica en el sector de transporte. Esto derivó en una misión y en una política de estado: Lograr una penetración e implementación de la electromovilidad en el transporte público y privado, lo que motivó a que el Ministerio de Energía a finales del año 2017 firmara el primer Compromiso Público-Privado en Electromovilidad con 20 instituciones.

En el marco de este compromiso, en Santiago de Chile, el 30 de Julio de 2018, se firma un convenio de transferencia tecnológica y de recursos entre el Ministerio de Energía, representado por el Subsecretario, don Ricardo Irrarrázabal Sánchez, y la Universidad Técnica Federico Santa María, representada por el rector, don Darcy Fuenzalida O'Shee. Según el compromiso 2017 la Universidad se compromete a generar un Observatorio Tecnológico de Electromovilidad (OTEM).

A raíz de este estudio de prospección tecnológica mencionado previamente, se encuentra la necesidad de poder permite reunir a los distintos actores involucrados en esta nueva tecnología con el fin de poder realizar una buena implementación en el corto y mediano plazo, además de eliminar las asimetrías de información y por consecuencia, poder potenciar el uso y la penetración de esta tecnología en las distintas áreas. Además, la generación de acuerdos entre los distintos actores es capaz de eliminar las barreras tecnológicas y de conocimiento que se erigen al introducirse en un área que lleva muy poco camino recorrido a nivel mundial.

Se debe destacar, por otra parte, el compromiso de los distintos gobiernos en el tema de la implementación temprana en la región de la electromovilidad, lo que permite adquirir un liderazgo y ser un ejemplo para el resto de países de Latinoamérica. La plataforma de electromovilidad es una señal de la importancia que está tomando la electromovilidad en el

plano de decisiones de transporte público, esperando a que este comportamiento se replique en el futuro por el sector privado y los usuarios individuales.

Objetivos

Objetivos generales

El objetivo general de este trabajo de título es el desarrollo, diseño e implementación de una plataforma tecnológica de electromovilidad, la cual incluye herramientas de cálculo que permiten la comparación de características entre distintos tipos de vehículos.

Objetivos específicos

Los objetivos específicos que se abordarán en este trabajo son los siguientes:

- Realizar una revisión bibliográfica del estado del arte asociado a observatorios y plataformas de electromovilidad, en Chile y en el mundo.
- Describir el modelo utilizado para realizar el diseño conceptual de la plataforma, proponiendo una estructura de contenidos.
- Documentar el proceso de recopilación, clasificación y validación de contenidos en diferentes formatos, para su incorporación en la plataforma digital del Ministerio de Energía.
- Participar en el desarrollo, revisión y edición de contenidos temáticos específicos y herramientas interactivas incluidas en la plataforma.

1 Capítulo 1: Estado del arte

Para poder emprender este proyecto es necesario primeramente, sentar las bases de lo que se puede observar alrededor del mundo sobre la electromovilidad. Esto permite estar alineados con las distintas miradas y enfoques que tienen los países pioneros como China y UK con respecto a la tecnología.

Es por esto que, primeramente, se debe realizar una revisión sobre las políticas públicas que sustentan la realización de este trabajo, con el fin de darle la dirección correcta y coherencia con los tópicos que se han discutido a nivel ministerial sobre esta tecnología y temas relacionados.

1.1 Políticas de electromovilidad en Chile

El desarrollo de la tecnología de movilidad eléctrica aplicada a los vehículos de transporte público y privado ha generado la necesidad de información de los distintos actores involucrados sobre esta nueva tecnología para los distintos actores involucrados, ya sean los gobiernos, las empresas que operan con vehículos de transporte de pasajeros o carga; la academia, que requiere una mejor posición a la hora de formar profesionales que posean conocimientos acerca de las nuevas tecnologías y el usuario general, el cual demanda información para su posterior decisión de compra o renovación de su vehículo. El desarrollo de la tecnología de movilidad eléctrica aplicada a los vehículos de transporte público medioambiente, se han ido desarrollando, además, observatorios tecnológicos alrededor de la electromovilidad como tecnología con el fin de permitir que la información relevante esté disponible, tanto para la comunidad científica, desarrolladores, así como para los propios usuarios. Esta eliminación de las brechas de información supone un desarrollo a mayor velocidad y de más grande escala de mejoras pertinentes, tanto en el tema de construcción, como en diseño, regulación y otros temas de interés.

En ese sentido, las políticas públicas tomadas por los gobiernos de Michelle Bachelet Jeria desde 2016 hasta el gobierno de Sebastián Piñera Echenique en la actualidad han buscado, en el sector de transporte, incentivar las alternativas de transporte limpio, tanto en Santiago, como en el resto del país, lo que ha logrado generar distintos tipos de políticas públicas en el ámbito de la electromovilidad

1.1.1 Estrategia Nacional de Electromovilidad

La Estrategia Nacional de Electromovilidad (Ministerio de Energía, 2017) nace el año 2017, con el Sr. Andrés Rebolledo Smitmans como Ministro de Energía, durante el gobierno de Michelle Bachelet Jeria, como una necesidad de la cartera para poder enfrentarse a esta nueva tecnología. Además, se requirió la participación del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones y del Ministerio del Medio Ambiente.

Esta estrategia tiene por objetivos específicos los mostrados en la Tabla 1, a continuación:

	Establecer las regulaciones y requerimientos necesarios de estandarización de componentes que favorezcas un desarrollo eficiente de la electromovilidad desde los puntos de vista energético, ambiental y de movilidad.
	Impulsar decididamente la penetración de los vehículos eléctricos en el transporte público mayor y menor en las distintas ciudades del país.
	Apoyar la investigación y desarrollo de la electromovilidad y potenciar la formación del capital humano en sus distintos niveles que permita su avance.
	Impulsar el desarrollo de la electromovilidad, generando nuevos equilibrios que permitan que el mercado se sustente a sí mismo.
	Generar espacios de transferencia de conocimiento y difusión de la información necesaria para que los distintos actores puedan tomar decisiones óptimas respecto de la electromovilidad.

Tabla 1. Objetivos específicos de la Estrategia Nacional de Electromovilidad. Fuente: Ministerio de Energía (2017).

Observando la Tabla 1, se puede notar que los objetivos de la estrategia responden a criterios que permiten potenciar la tecnología y la penetración de los vehículos eléctricos a corto y mediano plazo. El establecimiento de regulaciones permite facilitar la internación de vehículos y de que estos cumplan los estándares para poder ser utilizados por los distintos actores. En el caso del transporte público, esto ayuda a reducir los niveles de contaminación acústica y ambiental asociadas a este ítem. El apoyo a la investigación y desarrollo de la electromovilidad y el fomento a la formación del capital humano permite que exista un mayor conocimiento por parte de todos los actores y además, ayuda a generar confianzas con respecto a una tecnología nueva. Por otra parte, la sustentación de mercado, si bien aún tiene a los vehículos fuera del alcance económico de la población en general, ha permitido que algunos taxistas puedan disfrutar de las bondades de los vehículos eléctricos, lo que también ayuda a que el usuario general disfrute de primera fuente esta tecnología. Por último, los espacios de transferencia de conocimiento y difusión, como la plataforma desarrollada en este trabajo, permiten dar a conocer transversalmente los beneficios de la electromovilidad y pretenden lograr la interacción entre los distintos tipos de usuarios.

Para poder llevar a cabo estos objetivos específicos es que se desarrollan ejes estratégicos, los cuales llevan un conjuntos de líneas de acción, compuestas por acciones y actores.

Los ejes estratégicos abordados por este documentos son los siguientes:

1.1.1.1 Eje estratégico 1: Regulación y estándares.

Actualmente hay diversos paneles internacionales que están trabajando en la estandarización requerida para que el desarrollo de la industria de los vehículos eléctricos se expanda a las diversas economías mundiales. La Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa

(UNECE) ha venido trabajando en promover el establecimiento de “Regulaciones Técnicas Globales para vehículos eléctricos”, en particular en los temas ambientales y de seguridad. Chile, como parte de la APEC, ha estado siguiendo de cerca el trabajo realizado por el foro Automotive Dialogue con el objetivo de construir una hoja de ruta, que permita avanzar aceleradamente en la adopción de la tecnología eléctrica en el parque vehicular. Los aspectos que se han venido trabajando incluyen: la regulación y estandarización tanto de los vehículos como de sus partes, incluida la interoperabilidad entre vehículos y la infraestructura de tarificación, con el fin de evitar y reducir divergencias normativas; la adopción de normas o reglamentos únicos para vehículos eléctricos; la adopción de estándares para la carga de vehículos eléctricos y las comunicaciones; la definición de estándares mínimos de eficiencia energética, referidos al rendimiento mínimo del promedio de vehículos que entran al parque. Adicionalmente, la incorporación de vehículos eléctricos trae aparejada la necesidad de regular su uso para que se integren de la mejor forma a los sistemas de transporte del país.

A continuación, en la Tabla 2 se presentan las líneas de acción que tienen relación con este eje estratégico propuesto:

Línea de acción 1: Establecimiento de estándares mínimos de eficiencia energética para vehículos particulares.	
Contexto	Bajos niveles de eficiencia energética en el parque vehicular nacional. Se busca que, en las decisiones de compra, la eficiencia energética sea cada vez más considerada.
Acciones	Proyecto de Ley de Eficiencia Energética donde se permita a los ministerios establecer estándares mínimos de eficiencia energética vehicular. También se busca que importadores ofrezcan vehículos más eficientes en el mercado nacional.
Actores	Ministerio de Energía, Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones, Ministerio del Medio Ambiente, importadores de automóviles.
Línea de acción 2: Definición de normativa técnica/económica de carga.	
Contexto	La inexistencia de una red de acceso público de carga rápida en el ámbito urbano e interurbano dificulta la penetración de la tecnología, ya que esto no ayuda a potenciar el uso del vehículo eléctrico como un medio de transporte interurbano.
Acciones	Realizar proyección de demanda del sistema y la identificación de la normativa técnica y económica necesaria. Definición de estándares de conexión exigibles y compatibles con las principales tecnologías vehiculares. Normas deberán ser incluidas en las regulaciones que realice la CNE en el tema de distribución eléctrica.
Actores	Ministerio de Energía, CNE, SEC, empresas distribuidoras de electricidad, representantes de la academia, representantes de la industria de carga.
Línea de acción 3: Definición de normativa de disponibilidad de instalaciones de carga en edificaciones.	
Contexto	Es necesario entregar factibilidad de carga domiciliaria a los usuarios de vehículos eléctricos y por ende, es necesaria que las edificaciones puedan contar con el equipamiento para la carga.

Acciones	Normativa para la adaptación del parque habitacional existente y que los nuevos proyectos inmobiliarios cuenten con facilidades para la instalación de equipos de carga, Esto incluye infraestructura de carga, control y el uso de ERNC.
Actores	Ministerio de Energía, Ministerio de Vivienda y Urbanismo, SEC, CNE, otras instituciones públicas y privadas.
Línea de acción 4: Definición de normativa de convivencia vial.	
Contexto	Es necesario regular la convivencia de estos vehículos eléctricos con otras opciones de transporte. Se introduce la definición de ciclos dentro de los vehículos no motorizados y se incluye en esta categoría a los vehículos con asistencia eléctrica con potencia máxima de 0,25 [kW].
Acciones	Cambios regulatorios y normativos. Ley de convivencia de modos.
Actores	Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones, Ministerio de Energía, CNE, Agrupaciones de usuarios.
Línea de acción 5: Establecimiento de requisitos técnicos constructivos y de seguridad para vehículos eléctricos.	
Contexto	Vehículos eléctricos están sujetos a normativa. Por sus características, están eximidos de algunas normas, como la restricción vehicular y el control de gases contaminantes. Resguardos adicionales en caso de accidente.
Acciones	Reglamento sobre requerimientos técnicos. Sellos de identificación de vehículos eléctricos.
Actores	Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones. Ministerio de Energía.
Línea de acción 6: Incorporación explícita de vehículos y sus componentes en la Ley de Reciclaje.	
Contexto	Los vehículos eléctricos generan una serie de desechos, como baterías en desuso y otros componentes.
Acciones	Explorar espacios de aprovechamiento de la Ley 20.920 para poder asegurar que los distintos componentes de los vehículos eléctricos sean tratados de modo de generar el menor impacto medioambiental posible.
Actores	Ministerio del Medio Ambiente, Ministerio de Energía, importadoras de vehículos, representantes de la industria del reciclaje.

Tabla 2. Líneas de acción Eje estratégico N°1. Fuente: Ministerio de Energía (2017).

De la Tabla 2, se puede evidenciar que existe un amplio interés por parte de la autoridad de definir y presentar ciertos estándares que serán requeridos por los importadores de vehículos eléctricos y artículos relacionados, como cargadores, para facilitar su regulación, la seguridad del usuario y el cuidado del medioambiente.

1.1.1.2 Eje estratégico 2: Transporte público como motor de desarrollo.

El transporte público cuenta ya con una importante penetración de las tecnologías eléctricas, asociadas básicamente a los sistemas de transporte ferroviario: Metro de Santiago, Metro de Valparaíso, Tren Central y Biotrén. Actualmente, en el sistema de transporte público de Santiago RED se ha realizado la implementación de más de 400 buses eléctricos, los cuales circulan por distintas rutas de la capital. Estos sistemas, dada su masividad, aportan ya un importante avance en la meta de penetración trazada de 100% de vehículos eléctricos en 2050. En transporte de superficie, en cambio, la participación a la fecha es más bien acotada: Trolebuses de Valparaíso, algunos taxis y buses demostrativos. Sin embargo, es justamente

el transporte público el segmento donde se puede desarrollar en forma más natural la electromovilidad, pues debido su uso intensivo, el costo de operación domina al costo de capital, y es además donde tiene mayor sentido la intervención de la política pública. En consideración a lo anterior, se están desarrollando distintas políticas públicas para fomentar la entrada de vehículos eléctricos al transporte público, que sirvan de punto de entrada de éstas tecnologías al país, y permitan su posterior masificación.

Las líneas de acción asociadas a este eje estratégico son las siguientes, mostradas en la Tabla 3:

Línea de acción 7: Incentivos para transporte público mayor.	
Contexto	El Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones ha establecido políticas de modernización de la flota de transporte público. Se ha exigido en la nueva licitación del sistema de transporte público Red (Ex-Transantiago), la incorporación de al menos 90 buses eléctricos en 2019. Será posible levantar información de brechas y oportunidades que permitan justificar la entrada masiva de buses eléctricos en las próximas licitaciones.
Acciones	Monitoreo de iniciativas político de buses eléctricos. Incentivos en las bases de licitación que premien la participación de nuevas tecnologías. Se establecerá como requisito la entrega de información generada en la operación de vehículos eléctricos.
Actores	Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones, Ministerio de Energía, operadores de transporte público, centros de investigación, CNE, SEC, asociaciones gremiales de operadores, importadores de buses eléctricos.
Línea de acción 8: Incentivos para taxis colectivos.	
Contexto	El transporte público mediante taxis colectivos es masivo en el país, por lo que interesa el traspaso de esta flota a la modalidad eléctrica.
Acciones	Impulsar la penetración de la tecnología eléctrica en taxis colectivos. Revisión del monto del subsidio a taxis eléctricos del programa “Renueva tu colectivo”, incluyendo como requisito la entrega de la información generada en la operación de vehículos eléctricos.
Actores	Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones, Ministerio de Energía, operadores de transporte público, asociaciones gremiales, importadores de vehículos eléctricos.
Línea de acción 9: Incentivos para taxis.	
Contexto	Los distintos tipos de taxis que circulan en el país tienen una masividad que los vuelve candidatos interesantes para el recambio a tecnología eléctrica.
Acciones	Impulsar la penetración de la tecnología eléctrica en taxis de todo tipo. Impulsar concurso de nuevos cupos para taxis eléctricos a lo largo del país y análisis de otros incentivos.
Actores	Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones, Ministerio de Energía, operadores de transporte público, asociaciones gremiales, importadores de vehículos eléctricos.

Tabla 3. Líneas de acción Eje estratégico N°2. Fuente: Ministerio de Energía (2017).

El incentivo al transporte público es importante, ya que permite que una gran cantidad de personas tengan la oportunidad de interiorizarse con esta nueva tecnología, conocer sus bondades y poder tomar esta experiencia como factor para una futura decisión de compra. Como se puede observar en la Tabla 3, también existen incentivos para el transporte privado de pasajeros, lo que ayuda a completar el espectro, siendo los taxis eléctricos, una mirada más cercada a un vehículo propio, hablando de la experiencia de usuario.

1.1.1.3 Eje estratégico 3: Fomento a la investigación y desarrollo en capital humano.

Para su correcta incorporación a las flotas públicas y privada es necesario que el país cuente con capital humano en cantidad suficiente y adecuadamente capacitado para enfrentar los desafíos que se presentarán, para lo cual se deben distinguir a lo menos dos tipos de perfiles necesarios. En primer lugar, y quizás más evidentemente, se requiere que el mercado laboral esté en condiciones de ofrecer técnicos y profesionales preparados para atender las necesidades de mantenimiento eléctrico y mecánico de los vehículos, así como otras labores relacionadas de operación de los vehículos, operación y mantenimiento de la red de carga, etc. En segundo lugar, se requiere también de profesionales capaces de enfrentar los desafíos más estratégicos relacionados con la red de carga, con la regulación y definición de estándares y con la investigación básica y aplicada necesaria para generar y aplicar el conocimiento a los desafíos anteriores. Y si bien el mercado cuenta ya con instituciones dedicadas a la formación de capital humano bien desarrolladas, se estima que hay espacios de colaboración con el Estado en las materias descritas.

Línea de acción 10: Fomento a la investigación y desarrollo aplicados para generar un ambiente de negocios en electromovilidad.	
Contexto	A pesar de que Chile es un país pequeño y nuevo en electromovilidad, existe la oportunidad de tomar protagonismo y de generar un desarrollo importante en el área.
Acciones	Impulso del desarrollo de proyectos de investigación aplicada destinados a la generación de nuestros negocios en el ámbito de la electromovilidad.
Actores	Ministerio de Energía, CNE, Ministerio de Economía, Fomento y Turismo (Iniciativa Milenio, Corfo), Ministerio de Educación (Conicyt), Ministerio de Hacienda, Coordinador Eléctrico Nacional, universidades, centros de estudio.
Línea de acción 11: Especialización de investigadores.	
Contexto	La decisión de desarrollar la electromovilidad en Chile deberá ir acompañada de cambios en la forma en que se mira el transporte público hoy en día y para ello, se requiere un personal humano capacitado en estas nuevas tecnologías.
Acciones	Destinación de una línea de recursos para apoyar la formación de magísteres y doctores en universidades extranjeras líderes en la materia. Cursos de especialización e incentivos para potenciar los centros de investigación nacionales.
Actores	Ministerio de Energía, Ministerio de Economía, Fomento y Turismo (Iniciativa Milenio, Corfo), Ministerio de Educación (Conicyt), Ministerio de Hacienda, universidades, centros de estudio.

Línea de acción 12: Incentivo a la formación de técnicos y profesionales especializados.	
Contexto	La operación masiva de vehículos eléctricos requerirá profesionales y técnicos capacitados para atender las necesidades de la ciudadanía en mantenimiento de vehículos eléctricos de distinto tipo.
Acciones	Realización de mesas de trabajo con la participación de actores relevantes de la academia, con el fin de proponer temas para ser incorporados en las bases curriculares de las carreras y que permitan formar a los técnicos y profesionales que se requiera.
Actores	Ministerio de Energía, Ministerio del Trabajo y Previsión Social (Sence), Ministerio de Educación, universidades, institutos profesionales, centros de formación técnica, OTEC, liceos industriales, centros de capacitación asociados a importadores.
Línea de acción 13: Capacitación en electromovilidad para personal de emergencias, rescate y atención de lesionados.	
Contexto	Es necesario estar preparados para las eventualidades de emergencias relacionadas con los vehículos eléctricos involucrados en accidentes. La forma de actuar de los servicios de emergencia debe ser conocida por el personal que se verá enfrentado a esta situación.
Acciones	Generación de un plan de capacitación continua que asegure que el personal de emergencias, rescate y atención de lesionados esté correctamente capacitado y preparado para atender las nuevas necesidades que surjan por la circulación de vehículos eléctricos.
Actores	Ministerio de Energía, Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones, Carabineros de Chile, servicios de salud pública y privada, Bomberos, compañías de distribución eléctrica, importadores de vehículos eléctricos, institutos profesionales y mutuales.
Línea de acción 14: Mesa de trabajo de prospección tecnológica.	
Contexto	El alto y constante cambio de la industria de la electromovilidad requiere un trabajo permanente de seguimiento de la tecnología, para así, poder estar preparados de mejor manera para seguir la dinámica y tener una mejor estrategia de acción.
Acciones	Formación de una instancia participativa de todos los actores con el fin de tener una mejor visión del punto de vista estratégico y tecnológico. Formación de un observatorio tecnológico junto a una mesa de trabajo que participe activamente en temas de prospección tecnológica, la que sea capaz de generar una ruta estratégica.
Actores	Ministerio de Energía, Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones, Ministerio del Medio Ambiente, Ministerio de Economía, Fomento y Turismo (Iniciativa Milenio, Corfo), Ministerio de Educación (Conicyt), CNE, Coordinador Eléctrico Nacional, universidades, centros de investigación, expertos internacionales, emprendedores y empresas relacionadas.
Línea de acción 15: Capacitación de funcionarios públicos y tomadores de decisión.	

Contexto	Además de lo mencionado anteriormente, se requerirá contar con un estamento público capacitado en la materia para poder liderar estos procesos.
Acciones	Cursos de capacitación a funcionarios y tomadores de decisión. Adscripción a las iniciativas en curso, como MOVE de la ONU y otras en desarrollo.
Actores	Ministerio de Energía, Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones, Ministerio del Medio Ambiente, Ministerio de Economía, Fomento y Turismo (Iniciativa Milenio, Corfo), Ministerio de Educación (Conicyt), universidades, centros de investigación, expertos internacionales, emprendedores y empresas relacionadas, CNE, SEC.

Tabla 4. Líneas de acción Eje estratégico N°3. Fuente: Ministerio de Energía (2017).

Las líneas de trabajo en investigación y desarrollo responden a la necesidad de conocer y estar preparados para los avances de esta tecnología en el tiempo, además de entregar a los distintos usuarios, seguridad con respecto al conocimiento de la tecnología y de cómo poder implementar los ejes anteriores de manera segura y eficiente. A medida de que exista una mayor penetración de la electromovilidad, serán necesarios académicos y técnicos que conozcan las virtudes y problemas asociados al uso de vehículos eléctricos y sepan solucionar problemas derivados de fallas.

1.1.1.4 Eje estratégico 4: Impulso inicial al desarrollo de la electromovilidad

Diversos países han realizado grandes esfuerzos para promover la movilidad eléctrica como respuesta a la necesidad de mitigar los efectos del cambio climático. Al mismo tiempo las economías que producen vehículos han visto este desafío como una oportunidad de ampliar la industria vehicular y por lo mismo han implementado subsidios directos y otros incentivos para promover el despliegue acelerado de la movilidad eléctrica. En el país se han impulsado diversas iniciativas a modo de proyectos piloto para incentivar la movilidad eléctrica/sustentable, entre las cuales se cuentan concursos de taxis para entregar nuevas inscripciones para vehículos eléctricos, incentivo a taxis como parte del programa de renovación de taxis colectivos, impuesto verde a los vehículos motorizados y reducción permiso de circulación a vehículos híbridos. Estas iniciativas, sin embargo, no han tenido el impacto esperado en términos de provocar una masificación de la tecnología disponible en el país. En el caso de Chile, el desafío de largo plazo del sector transporte es promover el uso de medios de transporte más eficientes, no sólo desde el punto de vista energético y ambiental, sino que también desde el uso del espacio vial, como los medios no motorizados y el transporte público. En ese escenario, el impulso al transporte público eléctrico aparece como una política que alinea los distintos intereses sectoriales, la que debería ir acompañada de políticas orientadas al automóvil particular, fomentando su migración hacia tecnologías más limpias y energéticamente eficientes. En este sentido, y considerando que la entrada anual de vehículos nuevos representa en torno al 8% del stock existente, es importante fomentar la entrada de vehículos eléctricos e híbridos. Los vehículos eléctricos hoy tienen un costo más alto que los convencionales, y el dar incentivos podría considerarse en forma aislada como una política regresiva, en tanto sus destinatarios muy posiblemente serían personas de altos ingresos, y además existen alternativas más costo-eficientes de reducir el consumo energético y reducir las emisiones de CO₂ y otras sustancias contaminantes. Sin embargo, la entrada temprana de estos vehículos permitirá desarrollar la infraestructura de

carga, las capacidades y conocimientos necesarios para que su entrada masiva se produzca en mejores condiciones cuando éstos sean competitivos en precios, generando así importantes beneficios al país, lo que justifica el desarrollo de ciertos incentivos acotados y la realización de proyectos pilotos.

Línea de acción 16: Transformación de flota pública.	
Contexto	La incorporación de vehículos eléctricos en la flota pública ayuda a generar una masa crítica de vehículos para el desarrollo de los servicios y además, genera un efecto de demostración en la ciudadanía y en las empresas.
Acciones	Análisis de la flota de vehículos del Estado para estudiar recomendaciones de cambio a vehículo eléctrico. Plan de transformación de la flota pública, que incluye un plan de instalación de infraestructura de carga en los estacionamientos de la flota pública.
Actores	Ministerio de Energía, Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones, Ministerio del Medio Ambiente, importadores de automóviles.
Línea de acción 17: Desarrollo de proyectos pilotos de flota comercial.	
Contexto	El desarrollo de varias de las acciones descritas en la estrategia requiere de información objetiva, de buena calidad y adaptada al medio local, para lo cual se necesita obtener datos de operación para distintos actores dentro del contexto nacional.
Acciones	Impulso de pruebas piloto en flotas comerciales. Estas pruebas tendrán un requisito de entrega de información relevante para los actores con el fin de poder facilitar el desarrollo de análisis y estudios.
Actores	Ministerio de Energía, Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones, Banco Estado, Empresas y/o asociaciones gremiales de empresas operadores de transporte de pasajeros y carga, Empresas generadoras de carga.
Línea de acción 18: Fomento al automóvil eléctrico.	
Contexto	En Chile se ha optado por privilegiar el transporte público y los modos no motorizados. Sin embargo, se cree que los vehículos eléctricos responden a los mismos beneficios sociales que los modos anteriores, por lo que es necesario ayudar a la renovación del parque vehicular.
Acciones	Impulso de mecanismos de fomento al automóvil eléctrico. Provisión de espacios preferentes con infraestructura de carga. Se estudiarán las rebajas o exenciones de tarifas para automóviles eléctricos en nuevas obras concesionadas. (Autopistas, estacionamientos en lugares públicos, etc.).
Actores	Ministerio de Energía, Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones, Ministerio del Medio Ambiente, Ministerio de Obras Públicas, municipios, centros comerciales, concesionarios, distribuidoras eléctricas.

Tabla 5. Líneas de acción Eje estratégico N°4. Fuente: Ministerio de Energía (2017).

El impulso a los vehículos eléctricos responde a la visión de los últimos gobiernos de poder bajar las emisiones en el transporte público para las distintas ciudades de Chile. El ahorro energético para los operadores de flota o los usuarios de vehículos de largo recorrido, junto con la disminución de barreras de adquisición para esta tecnología, ayuda a obtener información y datos de funcionamiento de los vehículos en condiciones locales, ayudando

así, a la investigación y el desarrollo de la electromovilidad en nuestro país. En la Tabla 5 se observa que las líneas de acción responde a la necesidad de obtener información sobre los planes pilotos y las distintas pruebas que se realicen en nuestro país con vehículos eléctricos, con el fin de ayudar a la regulación de la tecnología y a la seguridad de los usuarios. Por otra parte, se observa que también se plantean beneficios económicos para quienes, en un futuro, opten por los vehículos eléctricos.

1.1.1.5 Eje estratégico 5: Transferencia de conocimiento y entrega de información.

Los vehículos eléctricos han ido madurando como tecnología y su uso se ha ido consolidando, sin perjuicio de lo cual es aún una tecnología relativamente desconocida para el público y, producto de su constante evolución, también para distintos tomadores de decisiones. Y si bien en los últimos años se ha desarrollado abundante información técnica por parte de diversos actores nacionales e internacionales respecto a ventajas, características, normativas, proyecciones y estándares relacionados a la movilidad eléctrica, esta información no siempre está disponible en forma actualizada, sistematizada y en el nivel de detalle requerida por los diferentes tomadores de decisión, entre otros motivos por el continuo y acelerado desarrollo que ha tenido esta tecnología en los últimos años. Al respecto, y dado que además se cuenta con la convicción de que se trata de una tecnología cuya adopción ayuda a que Chile avance hacia el cumplimiento de las metas de consumo de energía y emisiones de GEI, es conveniente dar a conocer las ventajas que el uso de esta tecnología puede tener respecto a otras alternativas tecnológicas, junto con despejar dudas respecto a la autonomía y la disponibilidad de mano de obra calificada para el mantenimiento de los vehículos eléctricos y la infraestructura de carga. El contar con información sistematizada, actualizada y adaptada al caso local, y ponerla a disposición de los diversos actores para la adopción de tecnologías más eficientes en el transporte se ubica, entonces, al centro de estos fundamentos para la estrategia de movilidad.

Línea de acción 19: Creación de un observatorio de la electromovilidad.	
Contexto	La electromovilidad es un mercado en desarrollo reciente y poco conocido para el público objetivo. Esto desmotiva a los tomadores de decisión, por lo que se deben encontrar las instancias para reducir la falta de información en los distintos actores involucrados.
Acciones	Creación de un observatorio de electromovilidad que reúna la información relevante sobre esta nueva tecnología. Esta información será puesta a disposición de todos los actores que la requieran para la tomar de decisiones.
Actores	Ministerio de Energía, Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones, CNE, AMECH, ASE, Consorcio movilidad eléctrica y otras instituciones privadas a definir.
Línea de acción 20: Difusión de la electromovilidad	
Contexto	Además de generar información, es necesario generar otros canales de difusión para el público general, con mensajes más sencillos para personas no familiarizadas con el concepto de electromovilidad y su relación con la eficiencia energética y el medioambiente.

Acciones	Difusión de la tecnología al público general. Se apoyará la vitrina que significa la Fórmula E en Chile. Se desarrollarán talleres presenciales y en línea entre todos los actores relacionados.
Actores	Ministerio de Energía, ASE, Ministerio del Medio Ambiente, Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones, Consorcio movilidad eléctrica, AMECH y otras instituciones privadas por definir.

Tabla 6. Líneas de acción Eje estratégico N°5. Fuente: Ministerio de Energía (2017).

Las líneas de acción descritas en la Tabla 6 muestran los esfuerzos en difusión que el Ministerio de Energía pretende que sean realizados para la electromovilidad. Es importante destacar que esta estrategia engloba a los distintos ministerios (Energía, Transportes y Telecomunicaciones, Medio Ambiente) y busca una colaboración tanto interna, como externa con los actores del mundo privado y académico.

1.1.1.6 Gestión de la Estrategia Nacional de Electromovilidad.

Además de identificar las líneas de acción, acciones y actores involucrados en la estrategia, se debe realizar una gestión estratégica que permita el cumplimiento, con sus respectivos trabajos, plazos y financiamientos, que permita garantizar la confianza en el resto de los actores relacionados a esta estrategia, además de la alineación de los diferentes organismos estatales que colaborarán en cada una de las líneas de acción.

Por otra parte, se debe tener la capacidad de convocar a los distintos actores para poder realizar mesas de trabajo que permitan redefinir lineamientos a medida que avance la implementación de la estrategia, por lo que los puntos de reunión comunes entre los distintos actores deben quedar explícitos para que la comunicación y colaboración ocurra.

Línea de acción 21: Definición de una estructura institucional para la gestión de la estrategia de electromovilidad.	
Contexto	Se debe materializar esta estrategia y para eso, es necesario generar una planificación que permita llevar a cabo esta implementación en el corto, mediano y largo plazo. Se requiere una coordinación total entre los distintos ministerios y otros actores para poder tener un control sobre este proceso.
Acciones	Instancias de cooperación interinstitucional para realizar estrategias a nivel país. Establecimiento de metas generales de la estrategia con indicadores, metas y plazos asociados a los ejes estratégicos.
Actores	Ministerio de Energía, Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones, Ministerio del Medio Ambiente, Ministerio de Economía, Fomento y Turismo a través de CORFO y sus diferentes líneas, programas e iniciativas.
Línea de acción 22: Mesa de trabajo público-privada	
Contexto	Se requiere la coordinación de todos los actores relacionados para lograr una penetración efectiva de la tecnología en el país. Además, se necesita una colaboración activa para cubrir aspectos relevantes que no hayan sido vistos previamente por las estrategias vigentes.
Acciones	Convocatoria a mesas de trabajo público-privadas.
Actores	Todos los actores mencionados en esta estrategia y otros que se puedan ir integrando a medida que avance la implementación de la estrategia.
Línea de acción 23: Participación de Chile en instancias internacionales.	

Contexto	Es relevante participar en la discusión a nivel internacional sobre la electromovilidad para estar al tanto de lo que pase con la tecnología y así, poder generar una estrategia que permita un liderazgo en la región.
Acciones	Revisión e incorporación a distintos grupos internacionales que estén trabajando en temas de estandarización, desarrollo tecnológico y difusión de tecnologías eficientes, además de otros grupos pertinentes. Incorporación de Chile a la Electric Vehicle Initiative (EVI).
Actores	Ministerio de Energía, Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones, Ministerio del Medio Ambiente.
Línea de acción 24: Coordinación y difusión de los estudios de soporte a la toma de decisiones.	
Contexto	En estos momentos es imposible pronosticar el impacto que tendrá la masificación de la electromovilidad en los distintos sectores, por lo que se deben realizar estudios que permita ayudar a la toma de decisiones de los distintos actores a medida que se adopta la tecnología en el país.
Acciones	Desarrollo de estudios que permitan identificar el potencial de desarrollo de la electromovilidad. Temas importantes como: Alternativas, reutilización de baterías, uso de energías renovables, reconversión de vehículos convencionales a eléctricos, impacto económico por el uso del cobre y beneficios medioambientales.
Actores	Ministerio de Energía, Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones, Ministerio del Medio Ambiente, CNE.

Tabla 7. Líneas de acción Gestión de la Estrategia Nacional de Electromovilidad. Fuente: Ministerio de Energía (2017).

En la Tabla 7, las líneas de acción se dirigen a la interacción entre los distintos actores, ya sea en forma de mesas de trabajo o en difusión de información sobre la electromovilidad, visión para la cual es desarrollada esta plataforma digital. El liderazgo de Chile en la región en temas de vehículos eléctricos requiere de la interacción y colaboración entre los distintos tipos de usuarios, con el fin de reducir aún más las barreras de entrada de la tecnología.

Las líneas de acción y los ejes mostrados anteriormente se condicen con la Ruta Energética 2018-2022, la que será mostrada en el siguiente párrafo y entrega directrices sobre la visión de ambos gobiernos redactores en temas de eficiencia energética, entregando un objetivo claro, que se mantiene en el tiempo y que puede mejorarse según sea el avance de la inclusión de la electromovilidad en Chile.

1.1.2 Ruta Energética 2018-2022

La Ruta Energética 2018-2022 (Ministerio de Energía, 2017) es una iniciativa del gobierno de Sebastián Piñera Echenique, la cual describe una estrategia para el Ministerio de Energía durante el periodo de mandato. Este documento plasma de manera técnica los objetivos que se encuentran también en el programa de gobierno y se complementan con la Estrategia Nacional de Electromovilidad, por lo que su inclusión responde a la transversalidad política en temas de eficiencia energética y reducción de la contaminación.

Esta ruta consta de 6 ejes estratégicos, siendo de interés para este trabajo el eje N°5 – Transporte Eficiente: Energía en movimiento, el cual describe los compromisos del Gobierno

en materia de eficiencia energética en transporte, sus compromisos con la electromovilidad y la ruta de trabajo propuesta para cada uno de estos ejes estratégicos.

La Ruta energética 2018-2022 en su Eje N°5 – Transporte Eficiente: Energía en movimiento destaca una hoja de trabajo con el objetivo primordial de generar las condiciones propicias para la electromovilidad y la industria de los insumos para esta tecnología, como el cobre y el litio.

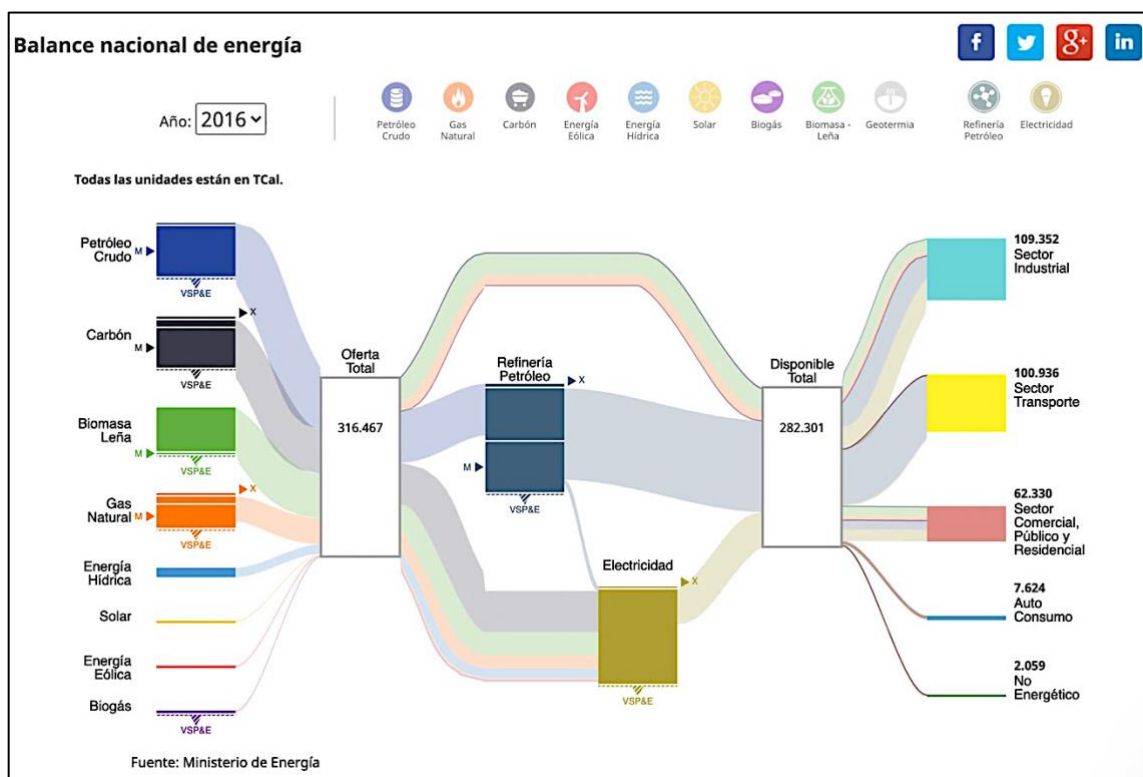


Figura 1. Balance Nacional de Energía 2016. Fuente: Ministerio de Energía, 2016.

• Movilidad eficiente y sustentable.

Un 35% del consumo energético final en Chile corresponde al sector transporte y, de esta fracción, el 98% corresponde a derivados del petróleo, como se aprecia en el esquema de la Figura 1.

- En el marco de la Ley de Eficiencia Energética, incluir una regulación para promover el transporte eficiente, con énfasis en la electromovilidad.
- Avanzar en procedimientos de medición y etiquetado de eficiencia energética en vehículos livianos y medianos.
- Incorporación de estándares de eficiencia energética en las renovaciones de flotas.
- Desarrollo de una plataforma para la gestión de la energía de flotas.
- Eliminación de las restricciones normativas existentes para el uso de gas en vehículos particulares.

- **Electromovilidad: el transporte del futuro, hoy.**

La adaptación temprana de la tecnología de movilidad eléctrica permite que la experiencia de los primeros usuarios marque una pauta en cuanto a la potencial adquisición de un vehículo eléctrico por parte de un usuario que recibe cada vez más información relativa a esta tecnología, por lo que se plantean metas ambiciosas para la penetración de la electromovilidad en el corto plazo. Las ideas que dominan este eje son las siguientes:

- a) Avanzar decididamente en el desarrollo de la electromovilidad con el compromiso de tener 10 veces más vehículos para el año 2022 en comparación con el inicio del 2018.
- b) Desarrollo de una estrategia de trabajo que permita cumplir con las exigencias y compromisos de la Ruta Energética.

- **Regulación y estándares para el desarrollo armónico de la electromovilidad.**

La idea fundamental en este punto es la disposición de regulaciones y requerimientos necesarios de estandarización de componentes que favorezcan un desarrollo seguro, sostenible y eficiente de la electromovilidad. Los elevados estándares existentes para los vehículos de combustión interna, junto a los ya altos estándares de construcción y fabricación de vehículos eléctricos exigen que la operación, carga y mantenimiento de estos sean seguros y accesibles para sus usuarios.

- **Promover la movilidad eléctrica en el transporte público y otras flotas de vehículos de uso intensivo.**

La promoción de la movilidad eléctrica es un factor fundamental para que los usuarios públicos o privados deseen disfrutar los beneficios de la tecnología.

- a) Fomento de la incorporación de buses con tecnología de alta eficiencia como eléctricos, de hidrógeno, a gas natural y otros con el fin de mejorar el rendimiento energético del parque y reducir las emisiones de gases contaminantes.
- b) Desarrollo de experiencias replicables en flotas de taxis, taxis colectivos, buses y flotas comerciales de distribución de bienes y servicios.
- c) Levantamiento de información sobre la operación de los vehículos eléctricos del transporte público mayor, flotas livianas de transporte público, flotas de uso comercial y otras de interés.

- **Investigación y desarrollo en torno a la electromovilidad**

Para ser líderes en la región no basta con traer vehículos eléctricos. También se necesita incluir esta tecnología en el desarrollo académico de los futuros profesionales relacionados con la electromovilidad. Este apartado tiene tres ideas fundamentales para poder ser desarrolladas.

- a) Impulso a los proyectos de investigación aplicada destinados a la generación de nuevos negocios en el ámbito de la electromovilidad

- b) Desarrollo de hoja de ruta para el desarrollo coordinado, adaptación e implementación de nuevas tecnologías y generación de capacidades necesarias para abordar los desafíos de la tecnología.
- c) La realización de un observatorio que monitoree innovaciones tecnológicas, buenas prácticas y futuros desarrollos en movilidad eléctrica

- **Integración de la electromovilidad a los sistemas eléctricos**

Es de vital importancia que el potencial usuario de vehículo eléctrico confíe en la disponibilidad de energía eléctrica, tanto en el hogar, como en un cargador público o privado, ya que, la actual capacidad de las baterías requiere que exista una gran cantidad de opciones de carga que sean compatibles con el vehículo utilizado para evitar así, quedar sin energía en medio de un trayecto. Para esto, se plantean las siguientes ideas:

- a) Levantamiento y actualización permanente de la información sobre demanda eléctrica actual y proyectada asociada a la electromovilidad
- b) Realización de estudios que entreguen mayores antecedentes sobre el uso óptimo de las redes eléctricas
- c) Implementación de un sistema de certificacios en las estaciones de carga.

- **Información y difusión de electromovilidad**

La información y difusión de la electromovilidad son realmente necesarias en el contexto donde existen múltiples actores que deben relacionarse

- a) Desarrollo de una plataforma web de electromovilidad
- b) Desarrollo de material didáctico e interactivo para actividades que acerquen la tecnología a la ciudadanía
- c) Distinguir a las empresas, municipalidades u otros actores del ámbito privado, académico o sociedad civil que propongan ideas, proyectos u otros desarrollos que fomenten la incorporación de la movilidad eléctrica en el país.
- d) Búsqueda de alternativas que permitan reducir el consumo de diésel y otros combustibles, permitiendo importantes reducciones de GEI y material particulado.

El texto de la Ruta Energética 2018-2022 (Ministerio de Energía, 2017) conversa muy bien con lo escrito en la Estrategia Nacional de Electromovilidad (Gobierno de Chile, 2016), por lo que se observa que ambos gobiernos trabajaron en pos del mismo objetivo con respecto a la movilidad eléctrica y que el fomento de las tecnologías limpias debe ser materia de Estado e independiente del gobierno de turno. Esto entrega estabilidad a los distintos actores para los proyectos de vehículos eléctricos y permite fijar metas futuras, ya sea a nivel de gobierno, como a nivel privado.

1.2 Plataformas digitales de electromovilidad en Chile

En esta sección se revisará el estado del arte referente a las plataformas digitales de electromivilidad que existen en Chile. Esto entrega una visión sobre el estado de

conocimiento de la tecnología y el acceso a la información que tiene los diferentes actores y potenciales usuarios.

1.2.1 Electromov.

En nuestro país, previo a este trabajo, solo existía una plataforma de noticias sobre electromovilidad, la cual se ilustra en la Figura 2 y pertenece al grupo Electromov, cuya dirección es <http://www.electromov.cl> y entrega información actualizada sobre lo que ocurre con la electromovilidad, tanto en Chile, como en el resto del mundo a grandes rasgos (Electromov.cl, 2018). Es por esta razón que el Ministerio de Energía, a través de la Unidad de Transporte Eficiente, tuvo como objetivo diseñar e implementar una plataforma digital de Electromovilidad, que permita reunir a todos los actores relacionados y así, se puedan eliminar las brechas de información con respecto a la tecnología.



Figura 2. Homepage sitio web Electromov.cl.

1.2.2 AMECH

AMECH (Agrupación de Movilidad Eléctrica de Chile) es una agrupación multisectorial la cual tiene por convencimiento la necesidad de apoyar e impulsar las iniciativas públicas y privadas que faciliten que la movilidad eléctrica crezca en el país.



Figura 3. Página de inicio de AMECH.org.

En la página web de la asociación, mostrada en la Figura 3, se puede observar lo que ofrece a los usuarios que visitan el sitio, tomando como característica importante la sección de “Preguntas Frecuentes”, la cual se muestra en la Figura 4.

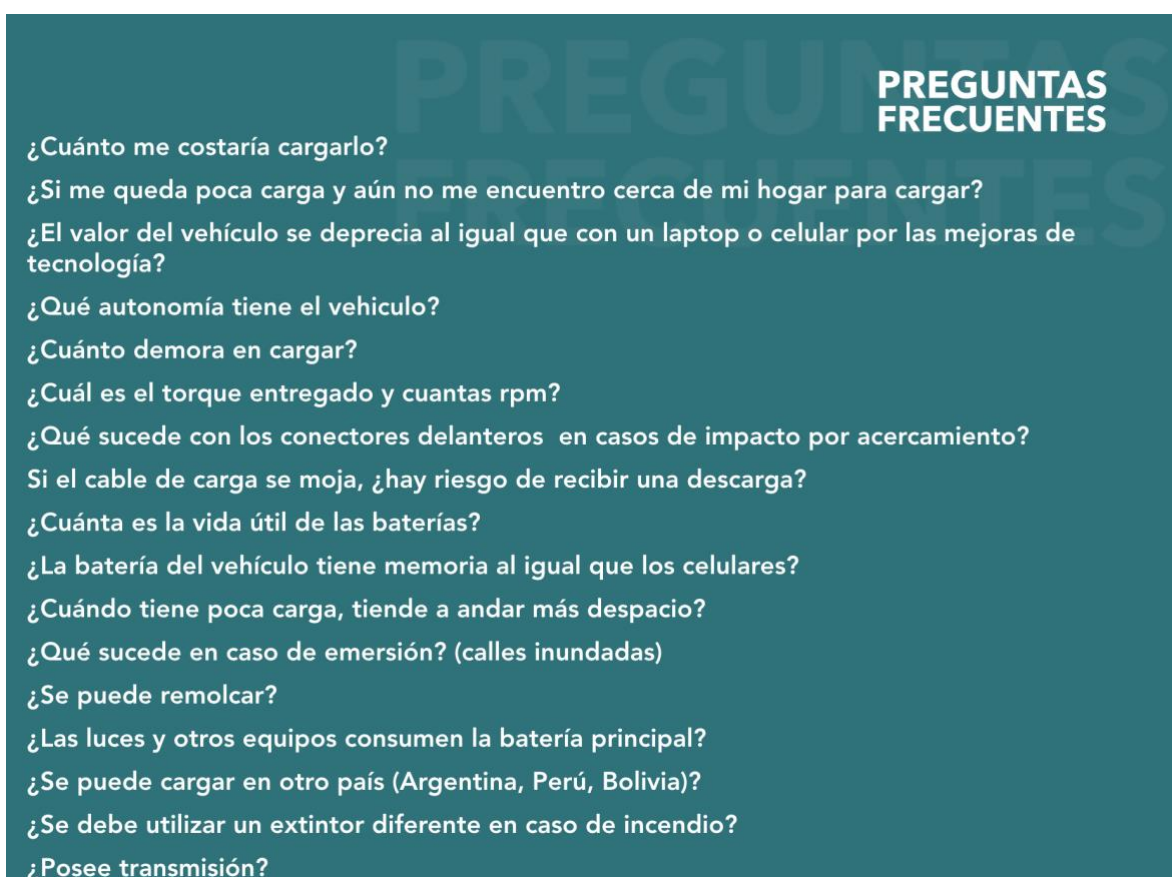


Figura 4. Sección de Preguntas Frecuentes de AMECH.org. Fuente: AMECH.org.

Si bien no existe una gran cantidad de plataformas de electromovilidad en Chile, se debe destacar la interacción entre ellas, donde se puede apreciar que comparten noticias, eventos

y cierto contenido. El hecho de que sean organizaciones de usuarios las creadoras de estas plataformas, permite que ambas tengan una visión más cercana al usuario final de la tecnología, lo que las hace más llamativas a la población general.

1.3 Plataformas digitales de electromovilidad en el mundo

Es posible encontrar una gran cantidad de páginas dedicadas a la electromovilidad en el mundo, donde destaca la gran presencia de estas plataformas en Europa. Algunas de ellas, como las que se verán a continuación, poseen herramientas interactivas que permiten al usuario conocer de forma didáctica acerca de esta tecnología y a su vez, permiten ayudar a los distintos tipos de usuarios en una potencial toma de decisiones con respecto a la tecnología.

1.3.1 Go Ultra Low (Reino Unido)

El sitio web Go Ultra Low (<http://www.goultralow.com>), mostrado en la Figura 5, es posible encontrar muchos recursos que apuntan a la movilidad eléctrica, desde información proveniente tanto de usuarios de EV, como de empresas fabricantes, lo que la hace una muy buena fuente de información para los usuarios que quieren conocer acerca de las experiencias de otros usuarios que han optado por mudarse a esta nueva tecnología y así, motivar su decisión de compra futura. Además, este sitio reúne información sobre las regulaciones y beneficios fiscales que el gobierno del Reino Unido aplica para los usuarios de vehículos eléctricos, tanto en adquisición, como en operación de estos.

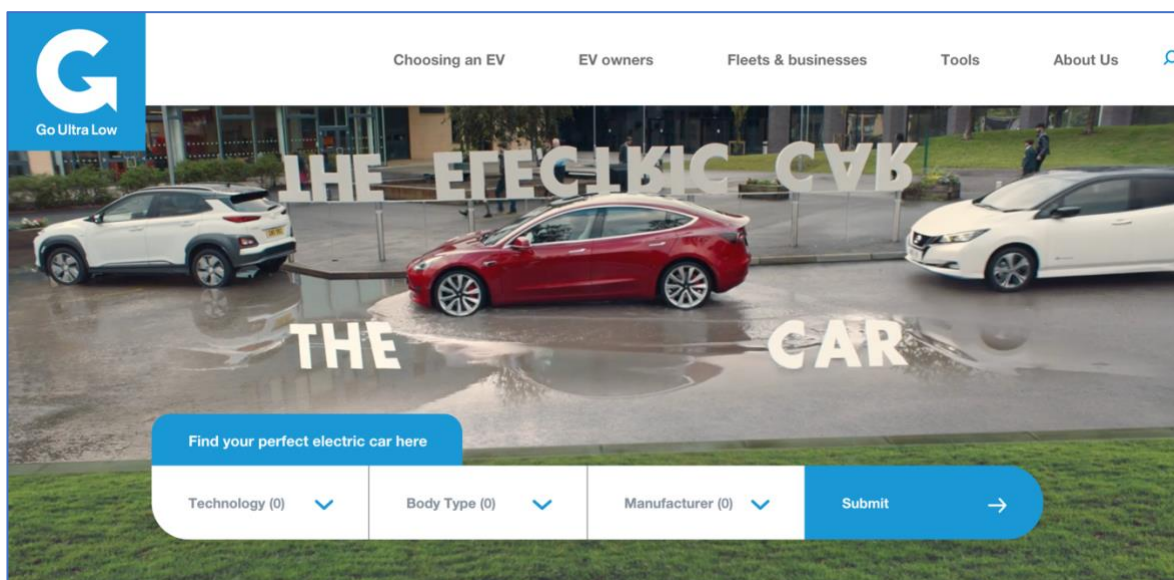


Figura 5. Homepage del sitio Go Ultra Low. Fuente: Go Ultra Low, 2019

1.3.2 Eltis European Electromobility Observatory

The Urban Mobility Observatory facilita el intercambio de información, conocimiento y experiencia en el campo de la movilidad urbana sustentable en Europa. En este observatorio es posible encontrar distintos tipos de información, como planes de movilidad de las distintas regiones, además de permitir la conexión con el resto de observatorios de la región.

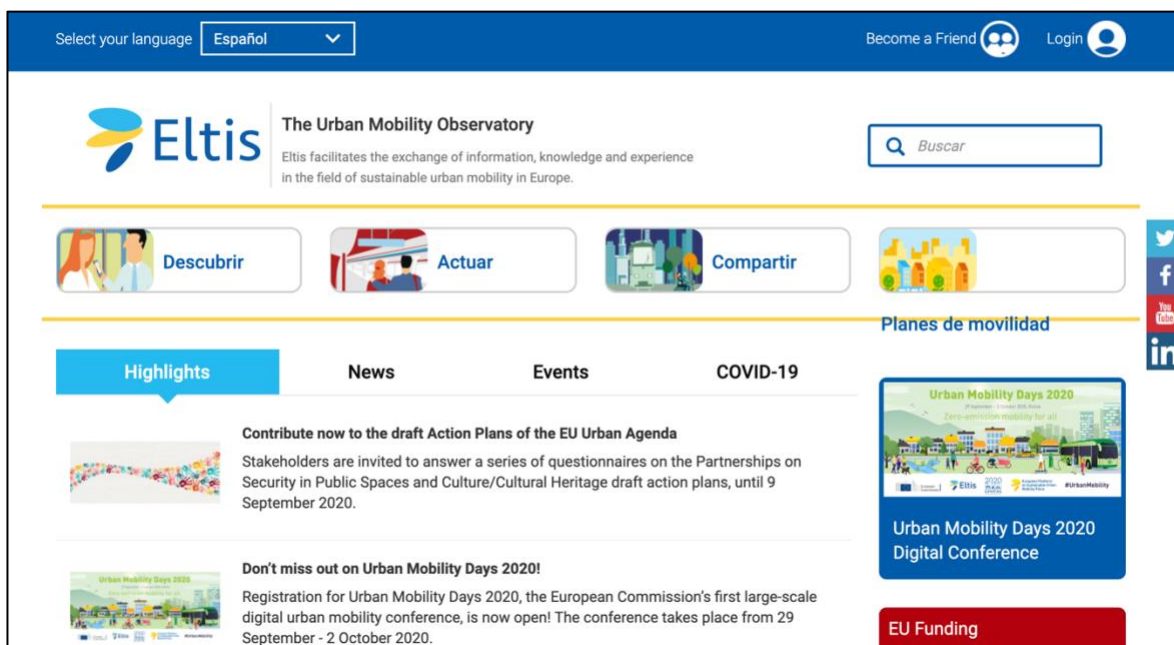


Figura 6. Página de inicio del sitio Eltis.org.

1.3.3 European Alternative Fuels Observatory (EAFO)

El sitio web del Observatorio Europeo de Combustibles Alternativos (EAFO, por sus siglas en inglés, <http://www.eafo.eu/>) es un observatorio europeo en el cual se recopila información acerca de los distintos tipos de combustibles en cada uno de los países de la región. Posee un mapa de las estaciones de combustibles alternativos para cada país como herramienta interactiva principal.

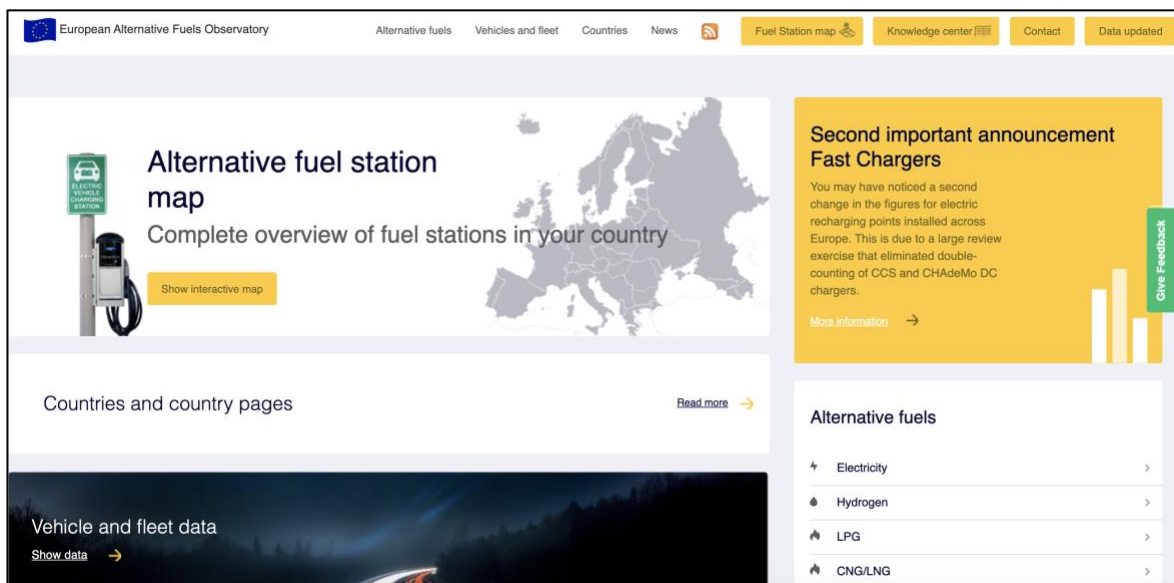


Figura 7. Homepage del sitio web de EAFO. Fuente EAFO, 2020.

1.3.4 AVERE

Avere (The European Association for Electromobility, <http://www.averere.org/>) es la asociación europea que promueve la electromovilidad y el transporte sustentable en Europa. Los miembros de esta asociación consisten en asociaciones nacionales que apoyan y fomentan el uso de vehículos eléctricos y de la electromovilidad dentro de Europa. Cuentan con 17 países europeos miembros, de los cuales algunos son los países más exitosos en electromovilidad, como Noruega, Francia, Holanda y Bélgica.



Figura 8. Homepage AVERE. Fuente: AVERE, 2020.

La plataforma de AVERE, mostrada en la Figura 8, si bien no posee herramientas interactivas, posee un registro de las actividades del grupo y de los países miembros en temas de electromovilidad, aparte de entregar información sobre esta tecnología y dar a conocer las ventajas y razones por las cuales hay que optar por la movilidad eléctrica, ya sean estas de índole humana, sustentable o económica. AVERE acepta como miembros a los siguientes tipos de organizaciones:

- Asociaciones nacionales
- Organizaciones gubernamentales
- Empresas categorías 1, 2 y 3
- Organizaciones de investigación
- Organizaciones de mercado

Una de las características importantes que tiene esta plataforma es la de tener un usuario dentro de la misma, con la posibilidad de interactuar tanto con la plataforma, como con otros miembros de la asociación, lo que hace que la comunicación entre actores sea más directa.

1.3.5 HyER

HyER (European Association for Hydrogen and fuel cells and Electromobility in European Regions) es una red de miembros que representan los intereses de las ciudades y regiones

europeas en torno a las tecnologías de hidrógeno, celdas de combustible y electromovilidad. (HyER.eu, 2020)

Dentro de lo que ofrece HyER en su árbol de contenidos, mostrado en la Figura 9, es posible encontrar noticias, información sobre los miembros, proyectos que están siendo llevados a cabo en la Unión Europea, una información de contacto, además de información sobre los futuros eventos que realiza esta organización y otras relacionadas.

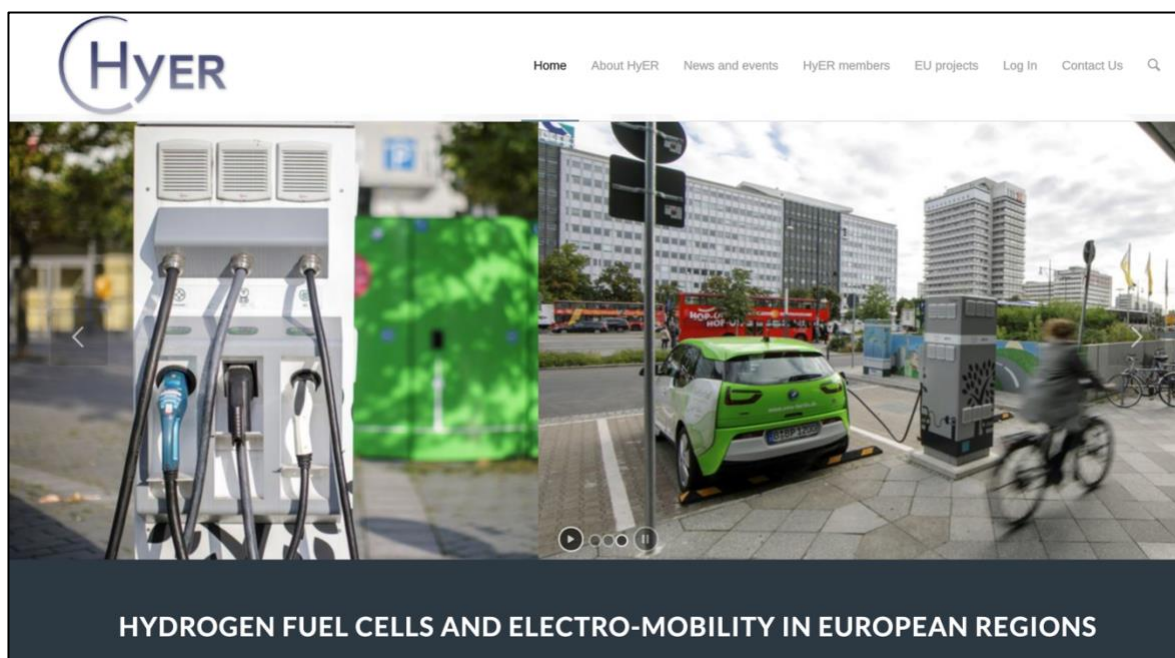


Figura 9. Homepage de HyER. Fuente: HyER.eu.

1.3.6 Electric Mobility Europe

EMEurope fue cofundado por la Comisión Europea como parte del esquema de cofundaciones ERA-NET bajo el programa para la investigación e innovación Horizon 2020 de la EU, bajo el acuerdo número 723977.

Como es posible observar en el sitio web de la EMEuropa, mostrado en la Figura 10, se cuenta con información sobre los participantes, las redes de contacto y los proyectos que se han estado realizando a lo largo del tiempo en esta institución.



Figura 10. Homepage Electric Mobility Europe. Fuente: EMEurope, 2019.

1.3.7 EVI (IEA)

La EVI (Electric Vehicles Initiative) es un foro de políticas multigubernamentales dedicado a acelerar la introducción y adopción de vehículos eléctricos. Fue lanzada bajo el Clean Energy Ministerial, un foro creado donde los países desarrollados y en vías de desarrollo comparten las buenas prácticas y promueven programas y políticas que incentivan y facilitan la transición de las economías a la energía limpia. Esta iniciativa es parte de la Agencia Internacional de Energía, de la cual Chile es un país miembro.

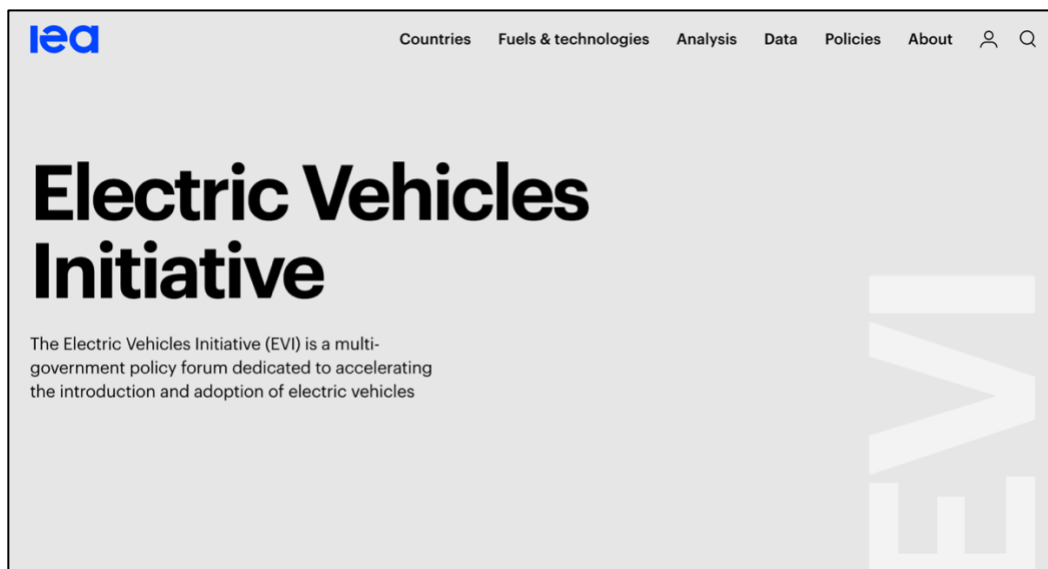


Figura 11. Página de Electric Vehicles Initiative. Fuente: IEA.org

Luego de la revisión de estado del arte de las plataformas a nivel mundial, se observa que existen varias plataformas tecnológicas alrededor del mundo que comparten información y otro tipo de contenido sobre electromovilidad, donde Europa domina la estrategia colaborativa internacional. En estas páginas se comparten eventos, seminarios y noticias

afines a la tecnología, además de tener algunas de las herramientas interactivas que se presentarán en la siguiente sección.

1.4 Herramientas interactivas en plataformas de electromovilidad

Dentro de la mayoría de las plataformas en el mundo y de las mencionadas previamente, es posible encontrar diferentes tipos de herramientas digitales que permiten ayudar al usuario a conocer sobre la tecnología, sus usos, los aspectos económicos, etc.

1.4.1 Herramientas de selección

Las herramientas de selección permiten al usuario poder identificar el vehículo eléctrico de conveniencia entre una gama de alternativas. Funcionan de manera similar a un catálogo de vehículos o cargadores. En el caso de la herramienta de carga de casa, permite elegir la combinación entre cargador y vehículo.

- **EV finder tool:** Esta herramienta es similar a un catálogo, donde aparecen solo vehículos eléctricos (BEV), vehículos con celdas de combustible (FCEV) y vehículos híbridos con recarga exterior (PHEV). El punto más rescatable de esta herramienta es que tiene la opción de comprar o agendar una prueba, lo cual permite la futura interacción entre el tomador de decisión y el importador o fabricante de vehículos eléctricos, facilitando el potencial proceso de compra.

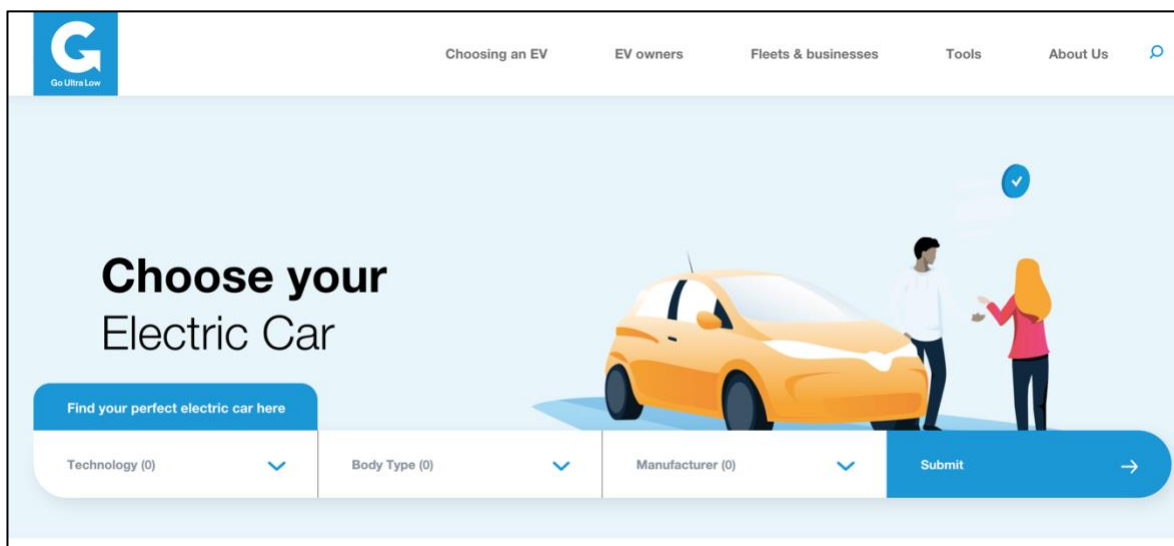


Figura 12. Ev finder tool. Fuente: GoUltraLow.com.

- **Home charging tool:** La funcionalidad más importante de esta herramienta radica en que permite determinar la energía necesaria para cargar un vehículo eléctrico escogido utilizando el cargador instalado en el hogar. Esto permite poder planificar rutas y viajes, pudiendo disponer de la energía eléctrica del hogar en periodos de demanda baja.

1.4.2 Herramientas de geolocalización

Las herramientas de geolocalización utilizan la comunicación entre el vehículo y las antenas satelitales para entregar información relevante para el usuario de vehículo eléctrico, como distancia hacia un cargador o autonomía necesaria para un viaje.

- **Charging map point:** Esta herramienta permite buscar a través de un mapa y una conexión satelital, los puntos de carga cercanos a nuestra ubicación, como se puede observar en la Figura 13. Además, nos indica los tipos de conectores que dicha estación de carga posee, los tiempos que tardaría en cargar un auto completamente y si esta se encuentra ocupada o libre. Todo esto en tiempo real, lo que permite poder planificar el uso de los cargadores y saber con exactitud el momento en el que se encuentran disponibles para ser utilizados por el usuario.

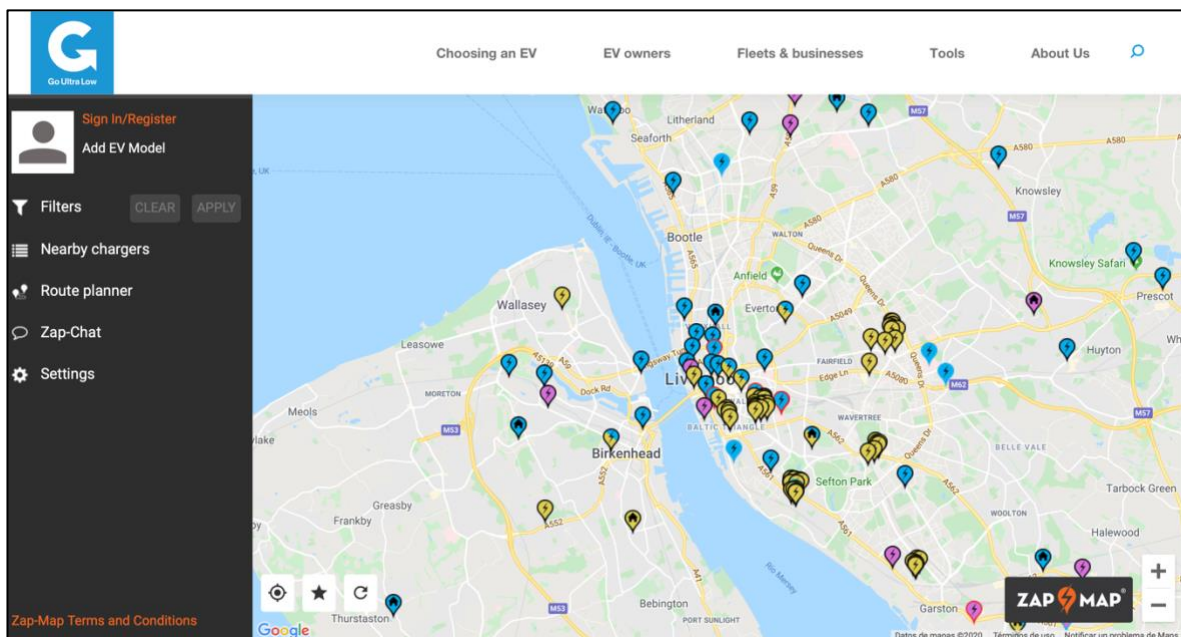


Figura 13. Mapa de cargadores eléctricos en Liverpool, UK., utilizando la herramienta "Charging map point" de GUL.

- **Journey range calculator:** La particularidad de la herramienta es que permite calcular la cantidad de energía eléctrica necesaria para que un vehículo realice un viaje determinado.
- **Journey cost savings calculator:** Esta herramienta puede pertenecer a este grupo de geolocalización y además, al grupo de herramientas económicas. Permite calcular el ahorro de dinero entre combustible convencional y energía eléctrica para un viaje determinado

1.4.3 Herramientas económicas

- **Car tax calculator:** Esta herramienta permite calcular el ahorro de impuestos al cambiarse a un vehículo eléctrico. Al ser una herramienta comparadora, podría

también calificar como una herramienta de selección, aunque por su enfoque de ahorro monetario, queda mejor clasificada como herramienta económica.

- **Energy tariff tool:** Técnicamente esta herramienta no es interactiva, pero permite al usuario conocer el precio de los distintos tipos de energía para propulsión de vehículos de baja emisión, entregados por las empresas energéticas asociadas a este sitio.
- **Local incentives tool:** Esta herramienta tiene por característica principal el poder identificar los incentivos locales que existen por comunidades.

Al observar las políticas públicas de nuestro país, se puede ver que la hoja de ruta de los dos últimos gobiernos es consistente con el cambio que se quiere generar en temas de electromovilidad y que, si bien son directrices definidas, estas permiten cierta flexibilidad en cuanto se siga desarrollando la tecnología en nuestro país. Cabe destacar la inclusión que se realiza a todos los actores involucrados en la adaptación de la electromovilidad en el país, lo que también tiene una alta relación con el objetivo principal de la plataforma.

Como es posible notar a lo largo de este capítulo, la cantidad de observatorios dedicados a la electromovilidad en el mundo es escasa y nula si se observa desde la perspectiva nacional y latinoamericana, por lo que se requiere comenzar a desarrollar este tipo de herramientas tecnológicas que permitan el acceso a la información alrededor de esta nueva tecnología de transporte.

Por otra parte, existen herramientas muy interesantes dentro de los observatorios internacionales más conocidos, lo que permite tener una idea previa de qué es lo que los distintos actores necesitan para poder evaluar la opción de la electromovilidad para sus proyectos.

2 Capítulo 2: Metodología y desarrollo

En lo que respecta al trabajo en sí, la plataforma busca desarrollar una serie de objetivos que se desprenden del Compromiso Público – Privado por la electromovilidad 2017, las cuales están descritas en la Tabla 8, inserta en el Anexo 1 de este trabajo.

Para poder realizar los objetivos planteados anteriormente y luego de estudiar el estado del arte, tanto de la tecnología, como de las plataformas, se define la siguiente metodología:

- Integración a los equipos de trabajo pertinentes.
- Definir las herramientas computacionales relacionadas con la plataforma a utilizar.
- Definir contenidos claves en los insumos específicos desarrollados.

Dado lo anterior, la estructura de este capítulo se compone, primeramente, de la descripción de los equipos de trabajo de cada una de las organizaciones involucradas, mencionando también, las actividades realizadas por cada uno de ellos y los trabajos en conjunto, así como los talleres que sirvieron para obtener información sobre los potenciales usuarios de la plataforma. Luego, se realiza una breve descripción de las herramientas computacionales utilizadas por los distintos equipos para la programación, diseño y control de la plataforma. Por último, se mencionan los trabajos de documentos técnicos desarrollados para la plataforma y la metodología asociada a su confección.

2.1 Equipos de trabajo

2.1.1 Equipo USM

Se realizaron 2 mesas de trabajo entre los integrantes del equipo UTFSM, las que ayudaron a determinar los objetivos transversales y el diseño a utilizar para la plataforma

El equipo de trabajo está compuesto por los siguientes profesionales:

- Mauricio Osses, director del proyecto
- Pilar Henríquez, directora alterna del proyecto
- Germán Quintana, ingeniero de proyectos.
- Francisco Cofré, ingeniero de proyectos y encargado administrativo del proyecto
- Cristóbal León, memorista y posteriormente, encargado administrativo del proyecto

Además del equipo interno USM,

- Individual
- Leonfindel
- Infografías.cl

Dentro de las actividades realizadas como equipo se pueden describir las siguientes:

- Reuniones previas a las reuniones con el equipo MINEN.
- Reuniones internas para abordar temas específicos

- Reuniones con los equipos de DSM y los equipos de trabajo externos
- Visitas a terreno para realizar tanto el mapeo de actores como la adquisición de material audiovisual para la plataforma.

2.1.2 Equipo MINEN

Por otra parte, se realizaron distintas reuniones entre los equipos UTFSM y el equipo de Transporte Eficiente del Ministerio de Energía.

El equipo del Ministerio de Energía al momento de realizar este trabajo estaba compuesto por:

- Cristina Victoriano, jefa Unidad Transporte Eficiente.
- Luz Ubilla, profesional Unidad Transporte Eficiente.
- Armando Pérez, profesional Unidad Transporte Eficiente.
- Nuncio Lama, profesional Unidad Transporte Eficiente.

Minutas – Se realizaron minutas por cada reunión, resaltando los acuerdos tomados por las partes y las temáticas más importantes discutidas. Las minutas de las reuniones se encuentran detalladas en el Anexo 2. Tabla de minutas de reuniones entre el equipo UTFSM y el equipo MINEN., al final de este documento.

2.1.3 Equipo DSC (Talleres)

El trabajo de los talleres de DoSmartCity resultó de amplia utilidad para poder entender la visión de los distintos tipos de organizaciones publicas y privadas con respecto a sus expectativas en la electromovilidad.

Do Smart City es una entidad creada el año 2016 a raíz de la generación, organización y producción del evento sobre ciudades sustentables e inteligentes: DO! Smart City Santiago.

Esta organización se dedica a la producción y organización de este evento que tiene como eje central un congreso para abordar temáticas específicas de las Smart cities a cargo de destacados especialistas nacionales y extranjeros, autoridades locales, empresarios, académicos y representantes de organizaciones ciudadanas. Comprende además una exposición donde participan empresas, innovadores, municipios, universidades y pymes donde presentan sus productos y servicios en pro de las Smart cities.

Taller 1. Kickoff. Visión y desarrollo de la electromovilidad en Chile.

La Universidad Técnica Federico Santa María participó en el evento inaugural del DO! Smart City Santiago (29 de agosto) con la presencia del profesor Mauricio Osses, perteneciente al Departamento de Ingeniería Civil Mecánica. En dicho evento se realizó una mesa de trabajo denominada “Visión y desarrollo de la electromovilidad en Chile” con representantes de las empresas e instituciones chilenas que incorporan la electromovilidad como parte de sus procesos, y se abordaron temáticas referidas a: que está haciendo cada institución en cuanto a electromovilidad, que es lo que falta incorporar en cuanto a normativas, capacitación de personal, e información a la comunidad para darle un impulso significativo a la incorporación de la electromovilidad en el país.

La mesa de trabajo también contó con la presencia de Juan de Dios Ortuzar, académico perteneciente al departamento de Ingeniería en Transporte y Logística de la Universidad Católica e Investigador Asociado, Centro de Desarrollo Urbano Sustentable, CEDEUS, quien presenta investigación perteneciente a una tesis doctoral desarrollada en Dinamarca enfocada a determinar los efectos en las preferencias del público antes y después de utilizar un auto eléctrico. Específicamente Hicieron encuestas de panel a 290 personas antes y después de usar un vehículo eléctrico durante 3 meses, y con el objetivo de evaluar el cambio en preferencias luego de experimentar la electromovilidad.

Taller 2. Electromovilidad en ambientes urbanos.

Este taller contó con la participación de Enzo Sauma y de Andrés Rebolledo, ex Ministro de Energía como presentadores principales, además de Leonardo Leyton de EnelX y de Eduardo Soto de Phineal – Blockchain, energía solar y electromovilidad. Posteriormente se conformó una mesa de trabajo donde se discutió la electromovilidad en los ambientes urbanos, enfatizando en el cuidado que se debe tener con respecto al transporte público y su actual deterioro. Se obtuvo como resultado un breve análisis del potencial de desarrollo de la electromovilidad urbana en Chile.

Taller 3. Electromovilidad en minería.

Este taller fue realizado el día 25 de Octubre de 2018 en el Campus San Joaquín de la Universidad Técnica Federico Santa María y contó con presentaciones de actores relacionados en minería e hidrógeno, como Maryline Daviaud, Craig McNulty, quienes hablaron sobre la contribución y la relevancia de la electromovilidad para alcanzar el “cobre verde”. Por parte de la academia, presentó el Dr. Antonio Sánchez sobre las oportunidades de mercado de la electromovilidad en Chile, además de los profesores Jaime Aleé y Mauricio Osses, los cuales expusieron temas interesantes como el “mercado de las baterías y el litio” y el “seguimiento operacional BHP”, respectivamente. Posterior a las presentaciones, se formaron mesas de trabajo donde se discutieron los impactos de la electromovilidad en la minería, su utilidad como campo de pruebas para su réplica en ciudades y el balance de las necesidades de infraestructura para los vehículos eléctricos en la minería y su asimilación a las ciudades.

Taller 4. Formación de capital humano en electromovilidad.

El taller de formación de capital humano contó con representantes de distintas instituciones académicas. A grandes rasgos, este taller permitía a los representantes compartir información acerca de la implementación de la electromovilidad en las mallas curriculares de las distintas carreras de formación técnica o profesional, lo que conlleva a transferencia de conocimiento y colaboración entre instituciones a futuro.

Estos talleres realizados en conjunto con DSC permitieron poder entender lo que los diferentes actores buscan de la tecnología en el corto, mediano y largo plazo, además de poder relacionarlos entre sí, de manera colaborativa.

2.2 Herramientas computacionales

El desarrollo de una plataforma tecnológica requiere una serie de herramientas computacionales que sean capaces de conversar entre sí, desde su lenguaje de desarrollo, hasta las bases de datos que serán utilizadas para el diseño de las herramientas y el contenido deseado.

2.2.1 Programas

Para la realización de la estructura informática de la plataforma, se utilizó un lenguaje de programación PHP con motor de base de datos en MySQL, framework backend en Laravel 5.1 y Framework frontend en Bootstrap 3.7, jQuery.

Lenguaje de programación PHP. El lenguaje de programación PHP (Hypertext Processor) es un lenguaje de código abierto muy popular, que permite el desarrollo web y ser incrustado en html. Fue escogido por parte del equipo desarrollador UTFSM por su fácil utilización e implementación.

MySQL. Para la gestión de bases de datos y la construcción de la API se necesita una interfaz que permita la lectura de datos a través de una base de datos alojada en un archivo .xls.

Laravel y Bootstrap 3.7. Laravel es un marco de referencia basado en PHP, el cual utiliza el modelo de arquitectura MVC (Model-Controller-View) y fue creado para facilitar el inicio de proyectos basados en PHP para los desarrolladores.

jQuery. jQuery es una biblioteca de JavaScript que posee muchas funciones. Facilita la manipulación y el movimiento de documentos HTML por medio de una API que se utiliza en la gran mayoría de los navegadores.

2.2.2 API y base de datos

Para poder leer la información desde la base de datos entregada por 3CV con los datos sobre el parque vehicular homologado en Chile, es necesario crear una interfaz que permita alojar estas tablas y poder leerlas desde la programación del sitio web.

2.2.3 Google Analytics

El uso de Google Analytics permite recibir una retroalimentación directa desde el usuario en cuanto a su actividad en el sitio. Entrega un informe sobre la cantidad y el tipo de visitas que se registran en la página, lo que es de gran utilidad para realizar una evaluación de los contenidos que se encuentran en la plataforma. Esta información se encuentra en el Anexo 3. Reporte de Google Analytics de la plataforma a Julio de 2020.

El uso de estas herramientas fue seleccionado por la empresa Producciones Individual, los cuales estuvieron a cargo de la programación de los distintos contenidos y de la estructura completa de la plataforma. Individual ya tenía como experiencia el desarrollo del sitio web Consumo Vehicular, lo que generó una ventaja considerable al equipo de desarrollo de la plataforma a la hora de entender los requerimientos del Ministerio de Energía.

2.3 Desarrollo de documentos y guías.

Esta parte del trabajo incluye una serie de documentos técnicos que explican ciertos términos importantes para la electromovilidad y los cuales no tenían la extensión para ser redactados como contenidos en sí en la plataforma, pero sí debían ser mencionados.

2.3.1 Documentos técnicos

Los documentos técnicos responden a la necesidad de los diferentes actores involucrados de conocer sobre la tecnología de electromovilidad en sí y sus distintos componentes. Estos documentos técnicos se basan en el estado del arte actual para cada uno de los temas y permiten a los lectores conocer un poco más en profundidad sobre el tópico seleccionado.

2.3.2 Guías de buenas prácticas

Las guías de buenas prácticas son documentos preparados por equipos que responden a las descripciones tecnológicas de los distintos componentes de un vehículo eléctrico, así como sus características más notales, como los diferentes tipos de carga, formas de uso, autonomía y evaluación a priori de proyectos individuales de electromovilidad.

Como es posible observar, se realizó un gran esfuerzo para poder complementar lo obtenido en los talleres como resultado de la interacción entre los distintos actores, con todas las herramientas técnicas disponibles. Esto requirió un trabajo de aprendizaje para la internalización de conocimiento cruzado para poder comprender la forma de abordar el trabajo descrito a continuación por los diferentes equipos de desarrollo, tanto técnico, como de contenido.

Por otra parte, la realización de documentos corresponde a la parte que el equipo de desarrollo de contenido debe dominar a priori con el fin de abordar lo entregado por los distintos actores y poder plasmarlo en un contenido sencillo y que permita al lector comprender lo necesario para poder formar una opinión con respecto al tema.

Como último, se debe mencionar que el estado del arte, tanto a nivel de políticas, como de plataformas en nuestro país es escaso, lo que entrega una gran oportunidad de mirar a los países líderes en el mundo y poder aprender de sus experiencias.

Posterior a la realización del segundo taller se presentaron los resultados al equipo del Ministerio de Energía, el cual sugirió algunas modificaciones en orden del tipo de contenidos con el fin de englobar de mejor manera las temáticas a tratar por la plataforma.

La descripción de orden y de los contenidos será tratada en el próximo capítulo, pero considera la separación de la normativa con la experiencias, agregar un contenido de normativas y legislación, además de definir los recursos técnicos agregando los videos que serán insertos en el sitio.

Para poder desarrollar el trabajo solicitado, se debe realizar un desarrollo de un plan de trabajo mediante actividades que involucre a los equipos y a las herramientas descritas en el capítulo anterior y que permita entregar como resultado, una estructura de plataforma. Junto con la recopilación de los datos de las mesas de trabajo y talleres, se realizan otras

actividades en las cuales se destacan los trabajos internos del equipo USM en pos de entender los resultados obtenidos de las mesas de trabajo explicadas en el capítulo anterior, lo que permite realizar una primera aproximación de la plataforma.

A continuación se describe en forma breve el desarrollo de ingeniería conceptual que fue utilizado para la confección de la plataforma en su parte estructural, donde se puede apreciar la importancia de conocer a los actores involucrados y sus propuestas para los contenidos a incluir, así como también, para la estructura y los temas a tocar.

2.4 Mapa de actores

El mapa de actores es una herramienta que permite identificar y clasificar a los distintos actores relacionados, en este caso, con la electromovilidad. Este mapa de actores fue tomado desde el estudio de “Prospección tecnología en el sector energético” (Universidad Técnica Federico Santa María, 2018) y complementado con encuestas realizadas a nuevos potenciales actores relacionados.

Luego de la recopilación, los distintos actores se pueden clasificar de la siguiente manera:

- Gobierno
- Academia
- Público General
- Empresas

Esto permite orientar los distintos tipos de contenidos y de material generado a los distintos tipos de actores.

2.5 Talleres y mesas de trabajo

Los talleres de DoSmartCity y las mesas de trabajo asociadas a estos talleres permiten obtener información desde los participantes, los cuales representan a las instituciones asociadas.

Los 4 talleres de DSC que se realizaron (descritos en el capítulo anterior), culminaban con una serie de mesas de trabajo que permitían a los distintos actores poder compartir pensamientos, información y experiencias con respecto a las interrogantes planteadas por el grupo de DSC en conjunto con la USM. Esto fue de vital importancia para comprender las necesidades de los sectores de industria y academia en el ámbito de la electromovilidad.

2.6 Elección del tipo de contenidos y estructura preliminar.

La elección del tipo de contenidos fue un fruto de un taller interno, realizado por miembros del equipo UTFSM, con la colaboración del equipo de diseño web, audiovisual e infográfico.

Durante las sesiones de las mesas de trabajo mencionadas en el punto 3.3, se realizaron sesiones interactivas entre los integrantes del equipo UTFSM en conjunto con los desarrolladores, tanto de la página web, como los audiovisuales y el infógrafo, con el fin de alinear pensamientos en torno a la estructura y diseño de la plataforma.

2.6.1 Taller 1 – Actores

El primer taller interno tuvo por objetivo poder diseñar un índice de contenidos para la plataforma y decidir mediante ejercicios en conjunto, cuáles podrían ser los contenidos más requeridos por los distintos tipos de actores, para lo cual se realizaron los siguientes ejercicios.

Actividad 1. Visión. Cada participante debe plasmar la visión del sitio web en una hoja que se les entrega llamada “Visión”. Esto permite identificar los lineamientos del equipo en cuanto a la visión de la plataforma.

Actividad 2. Home. Se presenta una propuesta preliminar de Home con los ingredientes, luego en grupos se trabaja para afinar los detalles y asignar prioridades a los contenidos.

Actividad 3. Tipos de usuarios. Se trabajan en subcategorías basadas en los cuatro tipos de usuarios predefinidos: Sector público, Investigación y Desarrollo, Empresa y negocios, Público General. El resultado de esta actividad se debe ordenar en una cadena de valor

Actividad 4. Índice de contenidos. Esta actividad consiste en un juego de roles en base a los tipos de usuarios descritos en la actividad anterior. Se toman los resultados de la cadena de valor y se asignan los tipos de usuarios para cada rol en la cadena.

Actividad 5. Formulario de base de datos. Se pide a los asistentes que puedan llenar una base de datos con links de páginas web que permitan entregar ideas sobre la estructura de la plataforma. Se toma en cuenta que el sitio web es de carácter gubernamental y que la estructura debe ser similar a las páginas existentes de otros ministerios en tema de colores y de diseño.

Conclusiones del taller:

El índice propuesto a continuación es el resultado de agrupar los contenidos más repetidos en la actividad, y la categorización “sección” y “subsección” está basada en el orden de importancia asignado por los equipos de trabajo:

1. Movilidad eléctrica.

1.1. Aportes de la Electromovilidad al país.

1.2. Tendencias a nivel mundial.

2. Interactivas

2.1 Catálogo de vehículos eléctricos en Chile

2.2 Comparador de vehículos disponibles en Chile

3. Implementación

3.1. Electromovilidad en Chile (pilotos, industrias, servicios)

3.2. Legislación y normativa

3.3. Electromovilidad en cifras (estadísticas)

4. Comprometidos por la electromovilidad

4.1. Colaboradores (mapa de actores).

4.2. Compromiso Público Privado.

4.3. Agenda de actividades en EM.

5. Recursos

5.1 Publicaciones.

5.2. Artículos.

2.6.2 Taller 2 – Contenidos

Este taller recibe la información entregada por el equipo en el taller 1, por lo cual se plantea un orden estructurado de esta información. El trabajo realizado se divide en varias etapas que se detallan a continuación:

Títulos plataforma. Se presenta la estructura inicial de títulos para el árbol de contenidos, obtenida del taller 1 para luego realizar el cruce con los contenidos del capítulo 4 del Informe de Prospección 2018, el cual es el siguiente:

- 4.1 Contexto internacional para la electromovilidad
 - 4.1.1 Proyecciones de Vehículos Eléctricos
 - 4.1.2 Revisión de patentes relacionadas a electromovilidad
 - 4.1.3 Resumen de ponencias “Conferencia ICAVE”
- 4.2 Electromovilidad y sus tecnologías complementarias
 - 4.2.1 Programas, iniciativas de desarrollo tecnológico, roadmaps.
 - 4.2.2 Electromovilidad y Energías Renovables
 - 4.2.3 Motores para vehículos eléctricos
 - 4.2.4 Cargadores eléctricos
 - 4.2.5 Baterías
 - 4.2.6 Hidrógeno como combustible vehicular
 - 4.2.7 Telemática
 - 4.2.8 Formación de capital humano
- 4.3 Contexto nacional
 - 4.3.1 Políticas públicas y planes
 - 4.3.2 Normativa relacionada a la movilidad eléctrica
 - 4.3.3 Experiencias de electromovilidad
 - 4.3.4 Mercado nacional de vehículos eléctricos (modo caminero)
 - 4.3.5 Cultura en electromovilidad
- 4.4 Estudios de futuro (no se considera incluir en la plataforma)

3 Capítulo 3: Descripción de la plataforma y sus contenidos.

En este capítulo se describen las distintas secciones incluidas en la plataforma.

A partir de la información obtenida en los talleres internos, mesas de trabajo de DSC y lo recopilado en el mapeo de actores, se entrega un preliminar de árbol de contenidos, el cual es discutido en reunión con el equipo del Ministerio de Energía para poder consensuar la estructura de la plataforma a nivel de contenidos.

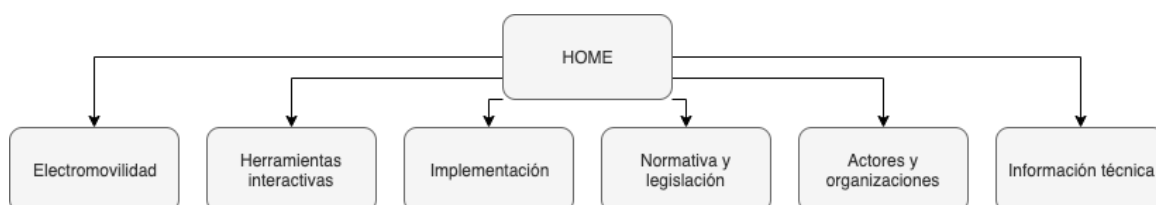


Figura 14. Diagrama de contenidos de la plataforma. Elaboración propia.

Este árbol comienza con la portada y página de inicio de la plataforma de Electromovilidad, la cual entrega al usuario acceso a una estructura ordenada como se muestra en la Figura 14. Las 6 secciones principales se muestran en la figura anterior, que serán utilizadas como subcapítulos dentro de este capítulo para mejor comprensión del lector.

Las infografías que serán presentadas en este capítulo están incluidas en la plataforma y son parte del trabajo realizado por Marcelo Cáceres Ávila para la plataforma.

3.1 Movilidad eléctrica

3.1.1 Introducción.

Como introducción, se realiza un breve párrafo con la descripción básica de algunos conceptos, los cuales vienen acompañados por infografías. Los conceptos son los siguientes:

3.1.1.1 Categorías vehiculares:

Las categorías vehiculares corresponden a las clasificaciones que reciben los vehículos y se pueden dividir en tres grandes grupos.

Vehículo de pasajeros: Se define como vehículo de pasajero a cualquier tipo de transporte tercerizado, ya sea público o privado. En esta categoría se encuentran los autobuses, divididos entre el transporte público local y el interurbano, los taxis, los vehículos de transporte privado (taxis ejecutivo) y los colectivos.

Vehículo de carga: Por definición este tipo de vehículos no transporta pasajeros humanos.

Vehículos particulares: El vehículo particular tiene por definición aquel destinado al uso privado de la persona o empresa propietaria del vehículo.

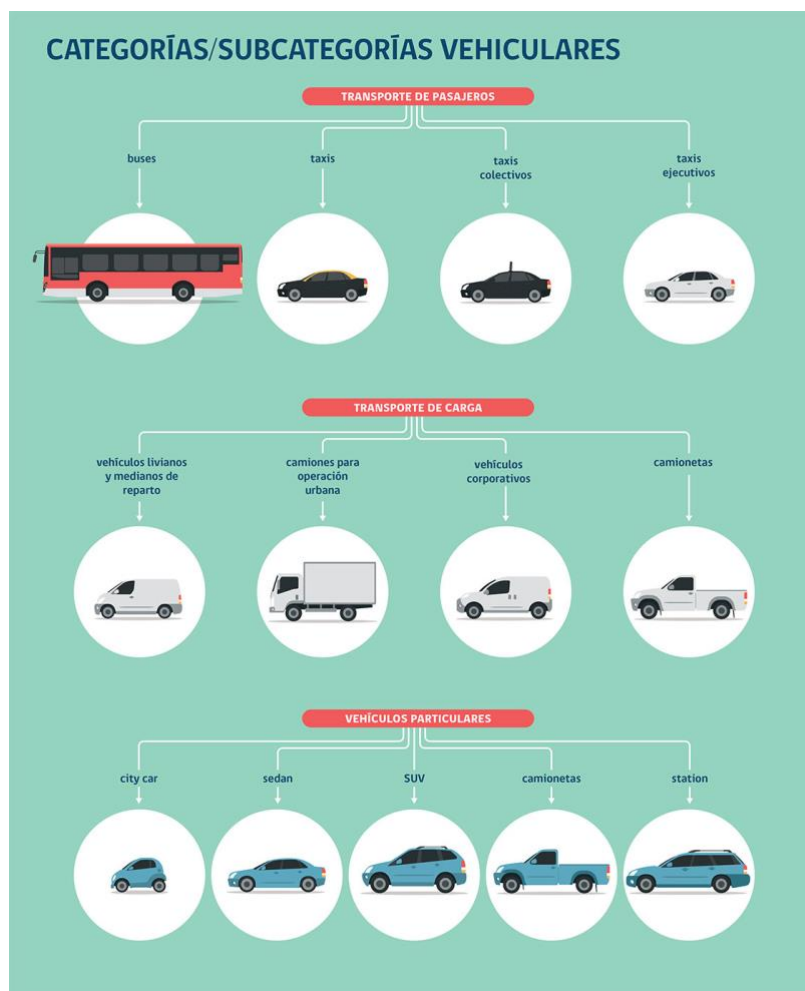


Figura 15. Infografía sobre las categorías vehiculares por uso y disposición física del vehículo. (Ministerio de Energía, 2019)

Cabe destacar, que la infografía fue realizada siguiendo los lineamientos del Ministerio de Energía, por lo que se suprimen y no se consideran para esta parte del proyecto los vehículos de dos y tres ruedas.

3.1.1.2 Plataforma de electromovilidad

La Plataforma de Electromovilidad del Ministerio de Energía es un sitio web donde se entrega información confiable y actualizada, que abarca conceptos generales de la electromovilidad, experiencias en implementación (Chile y mundo), herramientas interactivas para evaluar un proyecto de electromovilidad (dueños de flotas o particulares), información técnica y específica respecto de últimos adelantos tecnológicos y de los desafíos de la electromovilidad.

Además, en esta plataforma se muestra cómo el trabajo multisectorial se está desarrollando en Chile para promover la electromovilidad tanto con políticas y normas, como a través de acciones de múltiples actores del ámbito público y privado.

Se quiere generar espacios de transferencia de conocimiento y difusión de la información necesarias para que los distintos actores puedan tomar decisiones óptimas respecto de la electromovilidad y promover el cambio tecnológico en el parque vehicular del país.

A través de una plataforma digital donde se presentan contenidos para educar al público general al mismo tiempo de acumular información específica y técnica que promueva una cultura de electromovilidad en el país.

3.1.1.3 Beneficios de la electromovilidad

En este apartado se explican los distintos beneficios de optar por la electromovilidad. Estos contenidos están insertos textualmente en el apartado correspondiente en la plataforma, debido a que fueron realizados por el equipo UTFSM.

Calidad del aire: Un vehículo eléctrico es CERO EMISIÓN, es decir, mientras está en movimiento no produce emisiones de gases ni partículas, lo que impacta directamente en mejorar la calidad de aire en las ciudades pues se disminuye la contaminación local. En Chile, 12 ciudades han sido declaradas como zonas saturadas en Material Particulado, siendo el sector transporte una de las principales preocupaciones para las autoridades. Mejorando la calidad del aire, se generan beneficios directos en salud y enfermedades respiratorias, principalmente en la población infanto-juvenil y en adultos mayores. (Ministerio de Energía, 2019)

Cambio climático: La electromovilidad utiliza como fuente energética la electricidad, es decir, no ocurre combustión fósil (gasolina, diésel, gas) y por tanto no se producen emisiones directas de CO₂ mientras un vehículo eléctrico se mueve, contribuyendo así a combatir el cambio climático. Este beneficio se logra maximizar cuando la electricidad es generada también con tecnologías de cero emisión, como lo son las energías renovables. En Chile, la creciente participación de las energías renovables para la generación eléctrica del país, 20% y 12.915 GWh/año generados al 2019 (ver <http://energiaabierta.cl>), hace que un vehículo eléctrico actualmente emita hasta 3 veces menos GEI que uno a combustión equivalente. Es más, si la electricidad que utiliza un vehículo eléctrico proviene en su totalidad de generación con energías renovables, entonces ese vehículo eléctrico tendría un ciclo de funcionamiento cero emisión. (Ministerio de Energía, 2019)

Contaminación acústica: Los vehículos eléctricos casi no emiten ruido, esto se hace más relevante en flotas numerosas de vehículos, en vehículos pesados con motores diesel o en vehículos operando a velocidades por sobre los 50 (km/h). La Organización Mundial de la Salud (OMS) recomienda niveles de ruido para espacios al aire libre que no superen los 55 (dB) y el Ministerio del Medio Ambiente, en su mapas de monitoreo de ruido ha identificado puntos de acceso público que tienen niveles de ruido por sobre los 70 (dB) e incluso llegando a 90 (dB), es decir, hasta un 64% por sobre el nivel recomendado. (Ministerio de Energía, 2019)

Gestión de residuos: Los mecanismos y tecnologías de los vehículos eléctricos no requieren de lubricantes y filtros, lo que reduce el manejo de residuos peligrosos. Por otra parte, los sistemas de freno sufren menor desgaste dado que los vehículos eléctricos emplean un

sistema de frenos regenerativos. Las baterías eléctricas, luego de cumplir su ciclo de vida en el vehículo (8 a 10 años) pueden seguir siendo usadas para aplicaciones estacionarias (10 - 15 años) y posteriormente pueden ser recicladas. En particular para el caso de las baterías, Chile ha promulgado la Ley de Responsabilidad Extendida del Productor, que regula, entre otros residuos, la disposición final de las baterías y así evitar externalidades negativas al medio ambiente una vez que se termina el ciclo de vida de este componente clave en la electromovilidad. (Ministerio de Energía, 2019)

Eficiencia energética: Cuando logramos transportar una determinada cantidad de kilómetros a personas o carga pero utilizando menos energía, entonces estamos haciendo eficiencia energética en el transporte. Un vehículo eléctrico gasta en torno a un quinto de la energía que un vehículo a combustión equivalente, principalmente porque las eficiencias de un motor de combustión interna no superan el 50% mientras que las de un motor eléctrico están por sobre un 95%. Además, los vehículos eléctricos tienen la ventaja de recuperar energía gracias a los sistemas de frenos regenerativos. Por lo tanto, para una misma distancia y una misma condición de carga o pasajeros transportados, esta eficiencia energética se traduce en un ahorro económico en la operación, lo cual puede llegar a impactar favorablemente el negocio en aquellos dueños de flotas cuyo nivel de actividad anual (kilómetros recorridos) es más elevado que en el caso del uso de un vehículo particular. (Ministerio de Energía, 2019)

Diversificación energética: Como se ha dicho previamente, el 98% de la energía que consume el sector transporte corresponde a petróleo y sus derivados, por lo tanto electrificar el parque vehicular de Chile significará diversificar la matriz energética en este sector, hacerla menos dependiente de los combustibles fósiles y de la volatilidad de sus precios dado que somos un país importador. Chile ya inició el camino de la diversificación energética en el sector de generación eléctrica, donde las energías renovables vienen desplazando las centrales termoeléctricas convencionales y donde se espera que al 2050 la participación de la generación con energías renovables supere el 70% del matriz. Si lo anterior se cumple, y si se lograra además la meta al 2050 de tener un 40% de vehículos eléctricos livianos, se estima que se evitarían 11 millones de toneladas de CO₂ al año, lo que equivale a reducir el gasto en energéticos del país en más de USD\$ 3.300 millones anuales, equivalente a cerca del 1,5% del PIB del año 2016. Este gasto puede reinvertirse directamente en, por ejemplo, capital humano para la electromovilidad a su vez en investigación y desarrollo. (Ministerio de Energía, 2019)

Ciudades inteligentes: La electromovilidad contribuye también al desarrollo de ciudades inteligentes o smart cities (en inglés), concepto que apunta al desarrollo urbano sostenible, dando respuesta a las necesidades de la sociedad pero también de organizaciones y empresas, buscando la eficiencia energética y la reducción de emisiones de CO₂, al mismo tiempo que el desarrollo económico y el cuidado del medioambiente. La electromovilidad, a través de la innovación, infraestructura y tecnología pueden responder a necesidades de una ciudad inteligente desde el ámbito de la movilidad, que es cero emisión, pero también para disminuir los costos de uso de energía eléctrica pues las tecnologías de carga bidireccionales inteligentes permiten a los vehículos eléctricos acumular energía en periodos de baja demanda y con alta producción de electricidad por medio de recursos renovables y luego

entregársela, según su disponibilidad, a la red en periodos de alta demanda. También, los vehículos eléctricos aportan al desarrollo de ciudades inteligentes pues se consideran sensores móviles que capturan datos urbanos mientras están en movimiento. Lo anterior, sumado al uso de las tecnologías de la información y comunicación (TIC), el internet de las cosas (IOT, internet of things, en inglés), la minería de datos (big data, en inglés), la inteligencia artificial y la conectividad permite innovar y cambiar el paradigma de movilidad, apareciendo soluciones como la conducción autónoma y semi autónoma, re-ruteos, conectividad de flotas y un gran potencial de soluciones que apunten a una movilidad más eficiente y también más segura. (Ministerio de Energía, 2019)

3.1.2 Vehículos eléctricos.

Los vehículos eléctricos pueden ser clasificados en 3 tipos principales de tecnologías: eléctricos a batería, eléctricos híbridos enchufables (motor de combustión y motor eléctrico) y eléctricos con celdas de combustible de hidrógeno. En los tres casos se utiliza un motor eléctrico que proporciona movimiento al vehículo utilizando electricidad como fuente. Sin embargo, una de las principales diferencias está en el origen de la electricidad que fluye hacia el motor para cada tecnología.

3.1.2.1 Principales componentes

Los vehículos eléctricos tienen significativamente menores piezas mecánicas en su tren de tracción (*drive train*) comparado con un vehículo convencional que utiliza combustibles fósiles. Independiente si la tecnología corresponde a un BEV, PHEV o FCHV, el mecanismo de tracción se basa en: un motor eléctrico, un pack de baterías y un sistema de freno regenerativo.

Motores eléctricos: Encargado de entregar movimiento al vehículo. Se alimenta de electricidad y existen distintos tipos de tecnologías, entre los más conocidos: inducción, síncronos, reluctancia conmutada. Los motores de los vehículos eléctricos son regulados electrónicamente por un Sistema de Control de Potencia. El motor eléctrico se conecta a las baterías mediante un circuito de alto voltaje, identificado con color naranja.

Baterías: Los tres tipos de tecnologías tienen baterías que alimentan al motor eléctrico, variando en su capacidad energética (kWh). Las tecnologías más comunes son las baterías electro-estáticas y las electro-químicas. La tipología más utilizada en movilidad eléctrica es la batería de Ión-Litio (batería electro-química). Los flujos de entrada y salida de energía se controlan con Sistema de Gestión de Batería (BMS o Battery Management System)

Sistema de freno regenerativo: Sistema que permite transformar la energía cinética que lleva el vehículo eléctrico al momento de frenar, en energía eléctrica que se recupera y alimenta las baterías. Este sistema hace que al momento de soltar el pedal del acelerador o pisar el pedal del freno, utiliza el mismo motor eléctrico pero operando como generador, aprovechando el movimiento de las ruedas y la energía cinética que quiere ser disipada. En un vehículo a combustión, esta energía cinética se disipa en forma de calor y no se aprovecha

3.1.2.2 Tipos de vehículos eléctricos

Vehículo eléctrico a batería (BEV): Es posible ver un esquema de este tipo de vehículos en la infografía de la Figura 16. Esos vehículos son conocidos por sus siglas en inglés como BEV (Battery Electric Vehicle) y almacenan electricidad en sus baterías cargándose a través de la red convencional de distribución eléctrica. La autonomía de un vehículo eléctrico a baterías o BEV (Battery Electric Vehicle) dependerá de la capacidad total de las baterías (kWh) que posee un determinado modelo. Los modelos disponibles en el mercado están superando los 200-220 km de autonomía real. Los vehículos eléctricos que actualmente se ofrecen en el mercado pueden ser cargados en corriente alterna (AC) y en corriente continua (DC). (Ministerio de Energía, 2019)

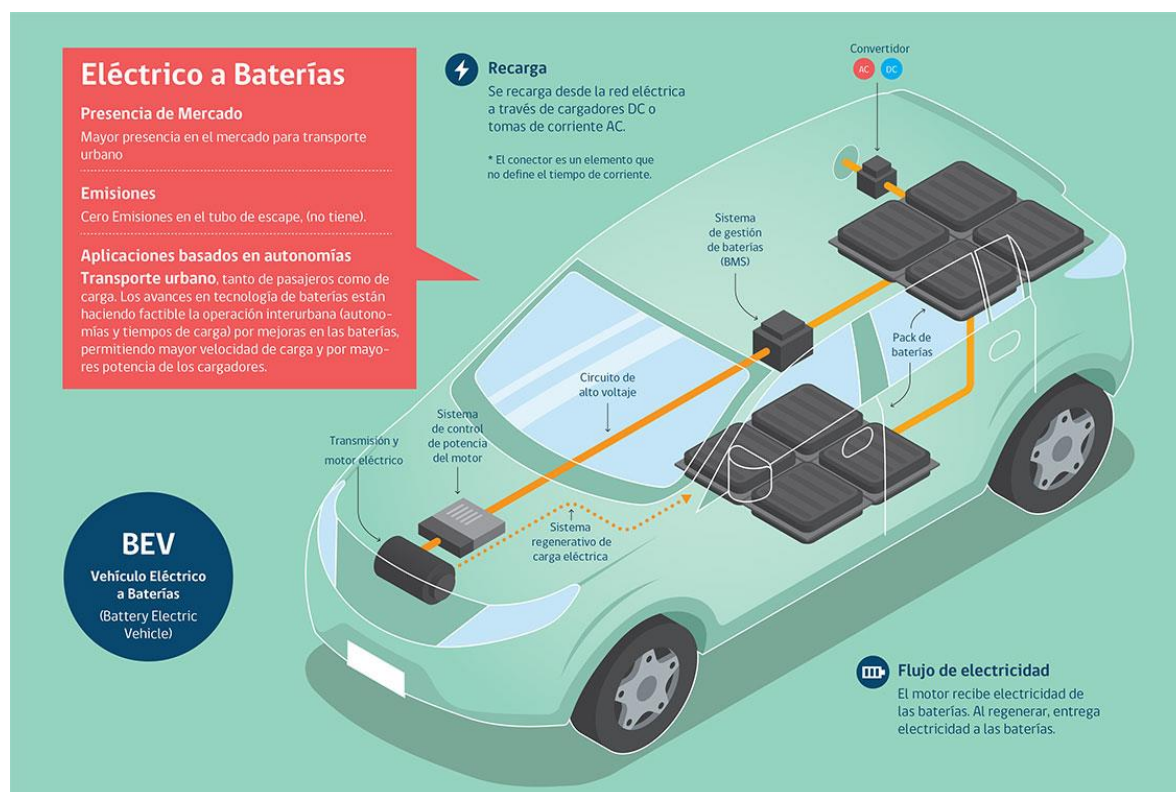


Figura 16. Infografía vehículo eléctrico a batería.

Vehículo híbrido enchufable (PHEV): La Figura 17 nos muestra la información revelante de un vehículo híbrido con recarga exterior o enchufable. Estos tipos de vehículos, conocidos por sus siglas en inglés como PHEV (Plug-in Hybrid Electric Vehicle), almacenan electricidad en baterías y funcionan igual que un BEV. Además, tienen un motor de combustión interna para operar como cualquier vehículo convencional. La autonomía eléctrica de un vehículo híbrido enchufable o PHEV (Plug-in Hybrid Electric Vehicle) es entre un 30% a un 40% con respecto a la que ofrece un BEV, lo que equivale a unos 60-70 km, aproximadamente. Los PHEV además tienen un motor a combustión interna que opera en caso de no contar con energía eléctrica en las baterías. Los híbridos enchufables se les indica como la "tecnología de transición" entre los vehículos convencionales a combustión y los vehículos 100% eléctricos. (Ministerio de Energía, 2019)

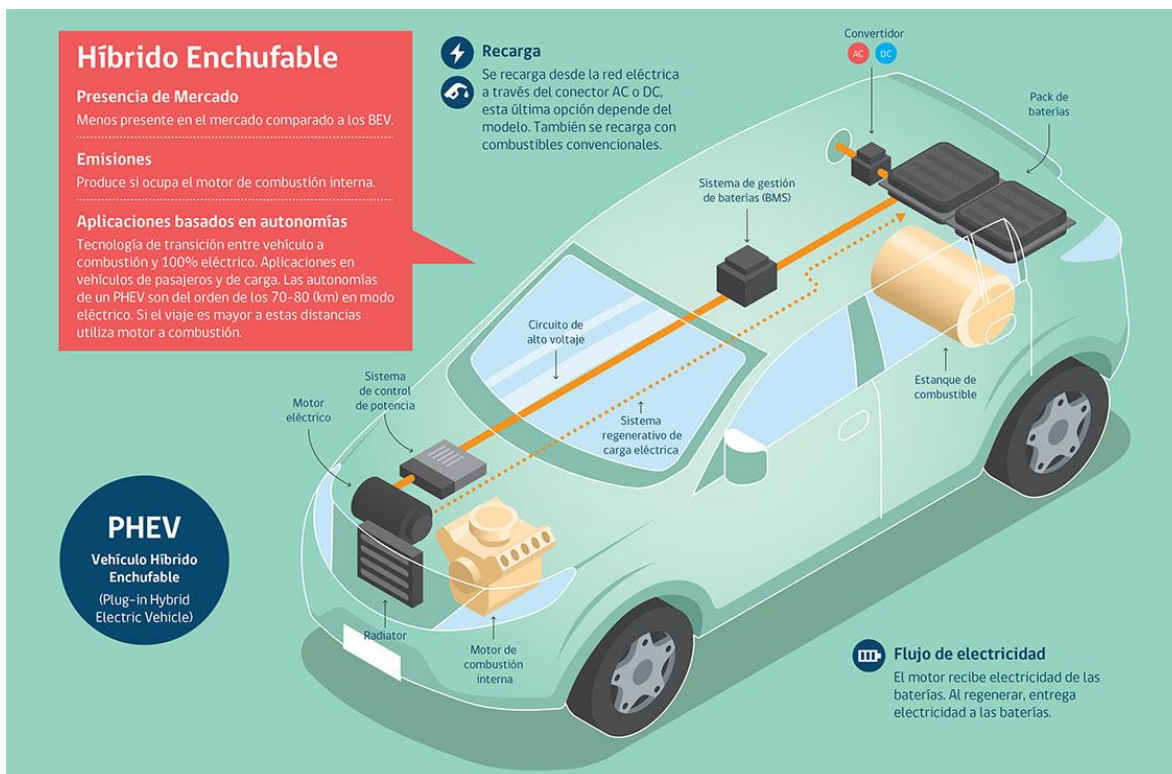


Figura 17. Infografía vehículo híbrido enchufable.

Vehículo con celda de combustible de hidrógeno (HFCV): Conocido por sus siglas en inglés como HFCV (Hydrogen Fuel Cell Vehicle). La infografía de la Figura 18 muestra la información más relevante de un HFCV. Este tipo de vehículos utilizan electricidad que se produce en el mismo vehículo a partir del hidrógeno y se recargan con hidrógeno en forma de gas y no con electricidad. La autonomía de un vehículo con celda de combustible es similar a la que ofrece su equivalente en vehículo convencional, 400 km o más, dependiendo de la categoría. La batería en un HFCV es de menor capacidad (kWh) que un BEV ya que se utiliza solo cuando el vehículo requiere torque adicional y para almacenar la electricidad del freno regenerativo. Posee además un radiador para el control de temperatura de todo el sistema de hidrógeno: punto de recarga, estanque de almacenamiento, celda de combustible de hidrógeno, que es el lugar donde reacciona con oxígeno generando electricidad y agua. (Ministerio de Energía, 2019)

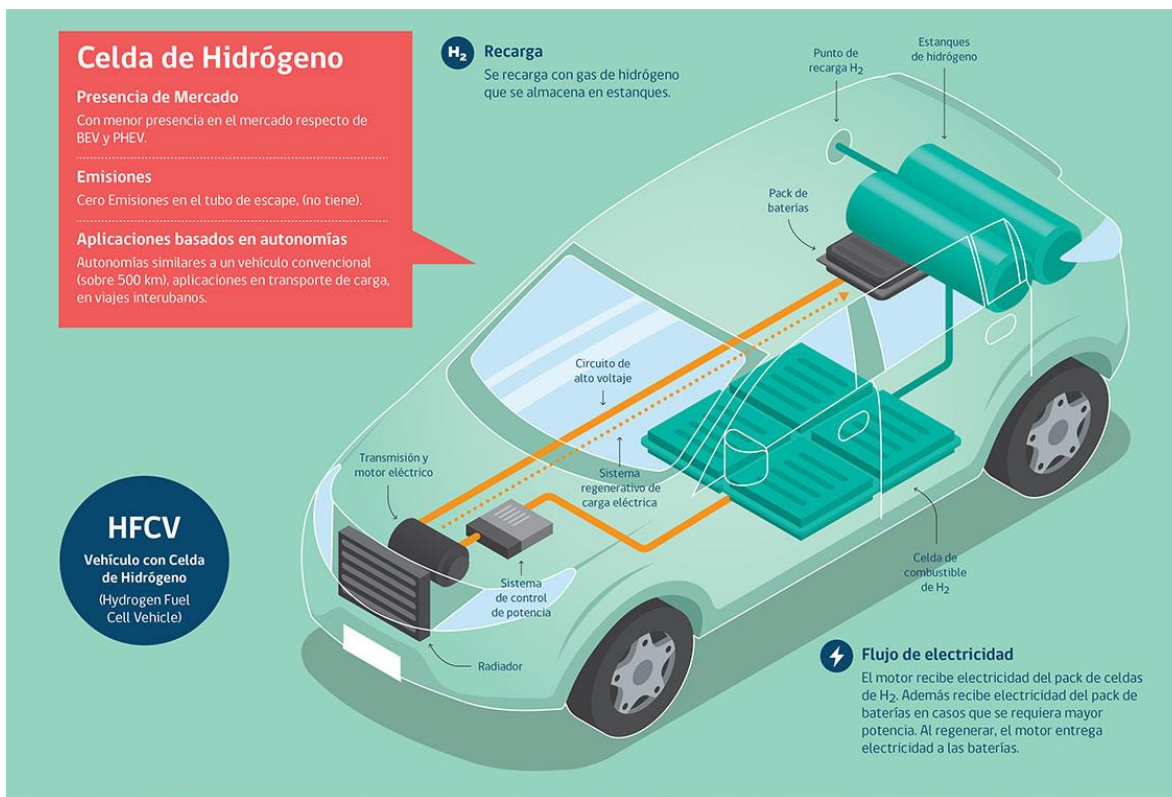


Figura 18. Infografía vehículo con celda de combustible de hidrógeno.

3.1.3 Cultura.

El apartado de cultura nos muestra los consejos para la conducción eficiente. En términos prácticos operar un vehículo eléctrico es igual que operar un vehículo a combustión con caja automática de transmisión, pero con muy bajo nivel de ruido. Es fundamental para sacar el mejor rendimiento a la tecnología aplicar conducción eficiente: aceleraciones suaves en la partida, no acelerar al descender en una pendiente, frenadas anticipadas para mejorar la regeneración de energía, entre otros.

3.1.4 Tendencias.

En esta sección se puede ver hacia dónde avanza la electromovilidad cuáles en los distintos roles, tanto del gobierno, como de la industria y hacia dónde se apunta para el futuro de esta tecnología. Se pueden ver 4 grandes puntos, los cuales son las proyecciones de vehículos eléctricos, el rol de la industria automotriz, las tendencias en investigación y desarrollo y la lucha contra el cambio climático.

3.1.4.1 Proyecciones de vehículos eléctricos

Las proyecciones hechas por la Agencia Internacional de Energía, en su informe "Global EV Outlook 2018" señalan que al 2030 y bajo el escenario "New Policies (NPS)" habrían 125 millones de vehículos livianos eléctricos e híbridos enchufables. Por su parte, la estimación de buses eléctricos e híbridos enchufables al 2030 sería de 1,5 millones. Finalmente, los camiones eléctricos e híbridos enchufables alcanzaría 1 millón de unidades al 2030.

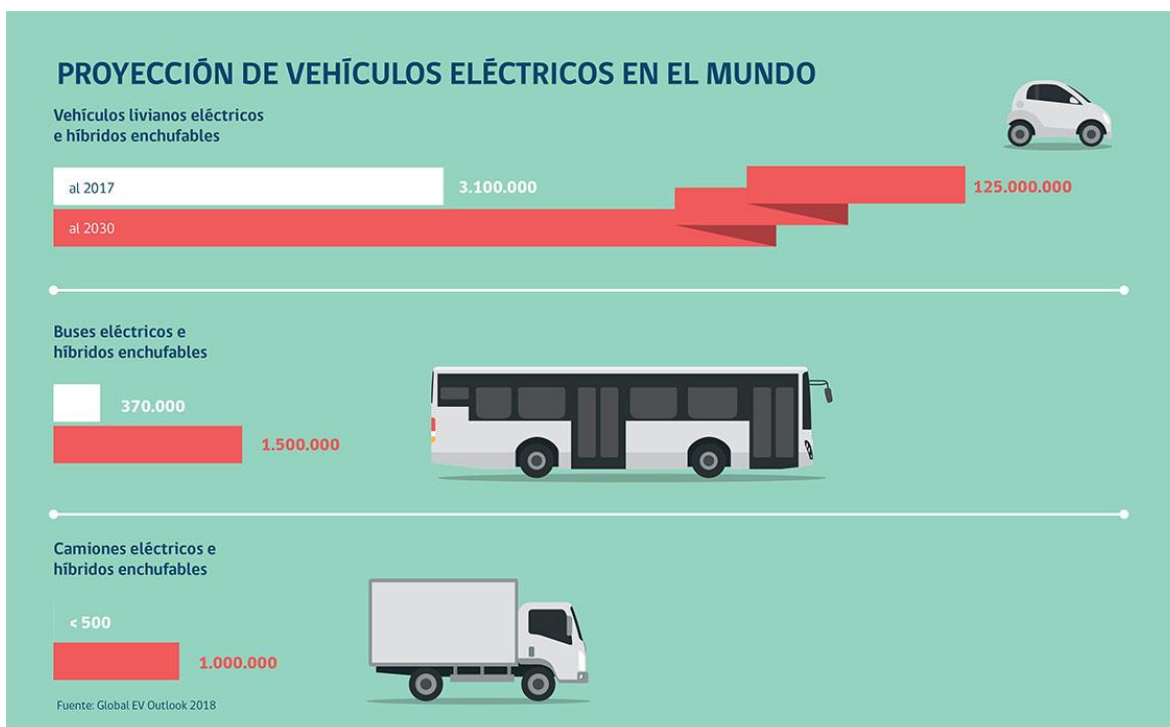


Figura 19. Proyección de vehículos eléctricos en el mundo. Fuente: Ministerio de Energía (2019).

El escenario “new policies scenario (NPS, por sus siglas en inglés)” se define como aquel que incorpora medidas y políticas que distintos gobiernos del mundo ya han puesto en marcha para impulsar la electromovilidad. Luego, estas proyecciones tienen un fuerte sustento al marco normativo internacional de fomento a la electromovilidad, donde los principales ejes de acción son por una parte, el cumplimiento de los objetivos ambientales y de lucha contra el cambio climático; y por otra parte, el desarrollo de una nueva industria automotriz y a su vez, de tecnologías complementarias para la electromovilidad.

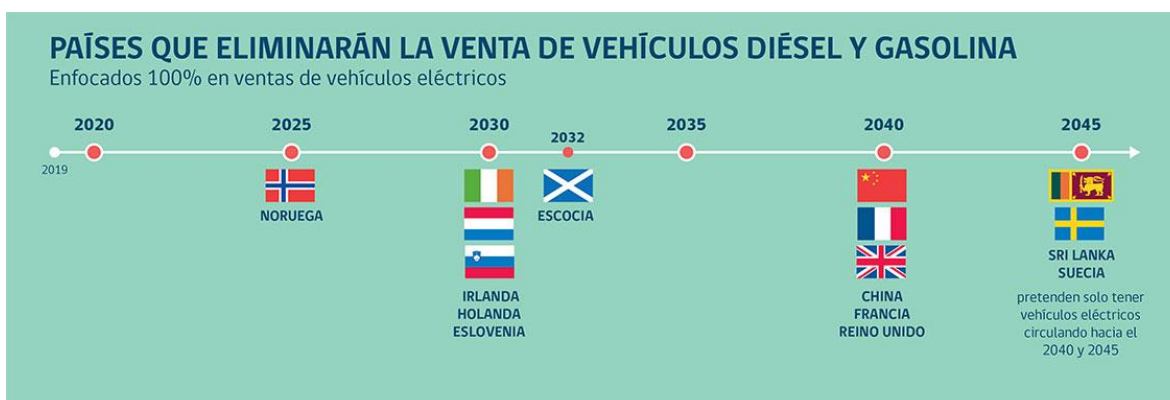


Figura 20. Países y la eliminación de la venta de vehículos de combustión interna. Fuente: Ministerio de Energía (2019).

Es así como destacan China y la Unión Europea como las regiones en el mundo con mayor despliegue de la electromovilidad hacia el 2030, como se puede observar en la Figura 20. En China bajo el camino de los subsidios a los vehículos eléctricos y el impulso a la industria local, mientras que en la Unión Europea, bajo e camino de la norma de CO₂ y los elevados impuestos elevados por uso de combustibles fósiles en vehículos. En complemento a lo

anterior, varios países han anunciado la eliminación de las ventas de vehículos diésel y gasolina para llegar a flotas 100% eléctricas en sus ventas durante los próximos años como se puede observar en la Figura 20.

3.1.4.2 El rol de la industria automotriz.

Los fabricantes y empresas automotrices deben disponer de stock a nivel mundial de los modelos que lanzan al mercado. En la actualidad, el exponencial incremento en las ventas de vehículos eléctricos ha generado quiebres de stock y en casos como Chile, país importador de vehículos, la oferta que logra capturar es reducida respecto del total existente en el mercado internacional.

La Figura 21 muestra los anuncios hechos para lanzamientos de vehículos eléctricos por los distintos fabricantes alrededor del mundo. Incluso existen fabricantes que plantean la idea de dejar de fabricar vehículos convencionales. En los años 2025 y 2030 se espera el mayor despliegue en la oferta de vehículos eléctricos, debido a que las proyecciones tecnológicas sugieren una disminución en el costo de las baterías a 100 (USD\$/kWh) o menores, contrastando con el valor actual de 200-250 (USD\$/kWh).

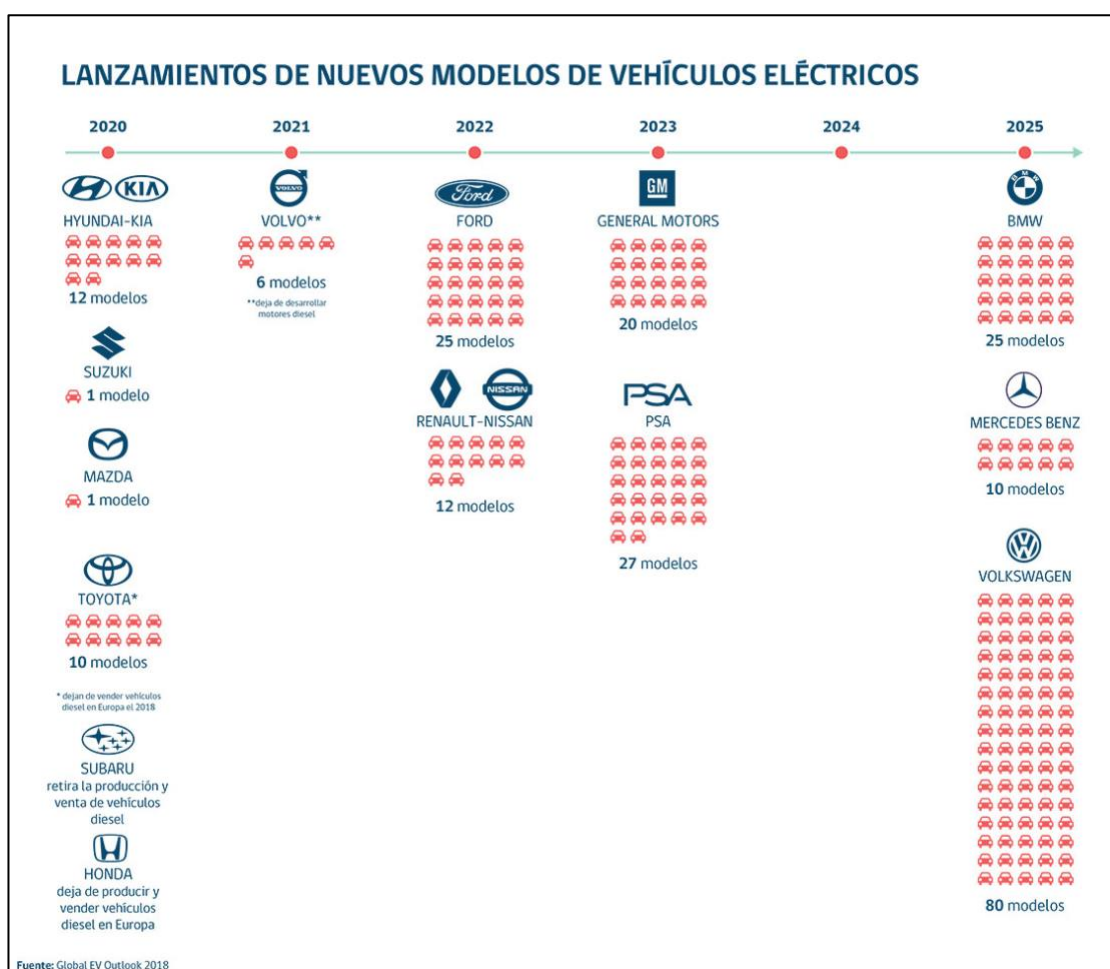


Figura 21. Lanzamientos de nuevos modelos de vehículos eléctricos. Fuente: Global EV Outlook, 2018

3.1.4.3 *Tendencias en investigación y desarrollo.*

La mayor participación de los vehículos eléctricos dentro del parque total requiere de que múltiples factores se conjuguen para hacer la oferta de este tipo de tecnologías más competitiva en precios, junto con darle más versatilidad en las prestaciones para operar sistemas de transporte de carga, como de pasajeros, a nivel urbano e interurbano. En este contexto, se identifican cuatro líneas principales de I+D+i en torno a la electromovilidad.

- **Trabajo en las partes y piezas del vehículo:** Considera el desarrollo de mecanismos más eficientes en motores, freno regenerativo, cajas de cambio, entre otros. También se incluye el desarrollo de materiales más livianos para ser empleados en la fabricación del chasis.
- **Mejoramiento en almacenamiento energético:** Mejorar tecnologías para el almacenamiento de las baterías, mayor densidad energética, mayor capacidad de carga/descarga en tiempos menores, control de temperatura en ciclos de carga/descarga, entre otros. También desarrollos de soluciones para la segunda vida de las baterías y el reciclaje de sus principales componentes.
- **Control de flujos de energía e integración:** Desarrollo de electrónica para hacer más eficiente el uso de energía eléctrica disponible. Considera al vehículo eléctrico como una batería móvil que, mediante una integración a la red eléctrica, permite inyectar electricidad a un sistema de distribución (conocido como vehicle to grid o V2G) bajo lógicas de *smart grid*. Además, incluye el desarrollo de electrónica avanzada (controladores, sensores, entre otros). En esta línea, también se realizan I+D respecto a sistemas de infraestructura de carga, integración con energías renovables, entre otros.
- **Manejo de datos:** Esta línea considera a los vehículos eléctricos como un gran sensor móvil que, vía conectividad, pueden capturar datos de interés específicos mientras se desplazan por la ciudad. Luego, aparecen líneas de trabajo relacionada a la industria telemática, entre ellos el big data, Internet de las Cosas (IoT, por sus siglas en inglés), conectividad del vehículo, conducción autónoma, modelos de negocios para gestión de demanda, block chain, entre otros.

3.1.4.4 *Lucha contra el cambio climático.*

El sector transporte al 2018 es responsable de casi un tercio de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) en el planeta y por eso uno de los ejes fundamentales de la descarbonización para poder reducir en el corto plazo los niveles de CO₂e. El Acuerdo de París compromete a 196 países del mundo para reducir sus emisiones GEI al 2030, donde Chile se comprometió a disminuir en un 30% las emisiones de CO₂e por unidad de PIB respecto a los niveles de GEI observados al 2007. La firma del Acuerdo de París le pone sentido de urgencia a la toma de acciones de mitigación y en el caso de Chile, la electromovilidad y la generación eléctrica con mayor presencia de energías renovables es uno de los caminos efectivos para cumplir esta meta. Por otra parte, la denominada Conferencia de las Partes (COP, por sus siglas en inglés) es la instancia anual más importante del mundo que aborda el cambio climático y que también hace revisión de los compromisos

firmados por las partes en el Acuerdo de París. En su versión número 25 Chile se transforma en anfitrión de esta cumbre mundial, entre el 2 y el 13 de Diciembre del 2019.

3.2 Herramientas interactivas

Como en la mayoría de las plataformas observadas, la inclusión de herramientas interactivas proporciona un plus en la experiencia del usuario al visitar la plataforma, por lo que se desarrollaron dos herramientas interactivas nuevas y se introdujo una tercera, la cual no fue desarrollada por el equipo USM, pero fue pedida su inclusión por parte del Ministerio de Energía. Estas herramientas son el “Catálogo”, el “Evaluador de Proyectos de Electromovilidad” y la “App EcoCarga”.

3.2.1 Catálogo.

La herramienta Catálogo permite conocer los distintos tipos de vehículos eléctricos puros e híbridos enchufables que se encuentran homologados en el país. Esta homologación se realiza a través del Centro de Control y Certificación Vehicular (3CV), entidad dependiente del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones. La Figura 22 muestra la página principal de la primera versión de la herramienta que fue lanzada el día 10 de mayo de 2019.

Esta herramienta es bastante sencilla de utilizar. En el menú de la barra izquierda se encuentran los filtros por los cuales se puede elegir tanto la marca, como el tipo de vehículo. Además cuenta con un selector de rango para la autonomía eléctrica. Al presionar en el botón “Más Filtros”, se puede acceder a un filtro que permite discriminar por capacidad de batería y por tipo de conector de carga. El Catálogo se describe con un mayor nivel de detalle en el capítulo 5, ya que es parte del contenido desarrollado a profundidad por el autor.

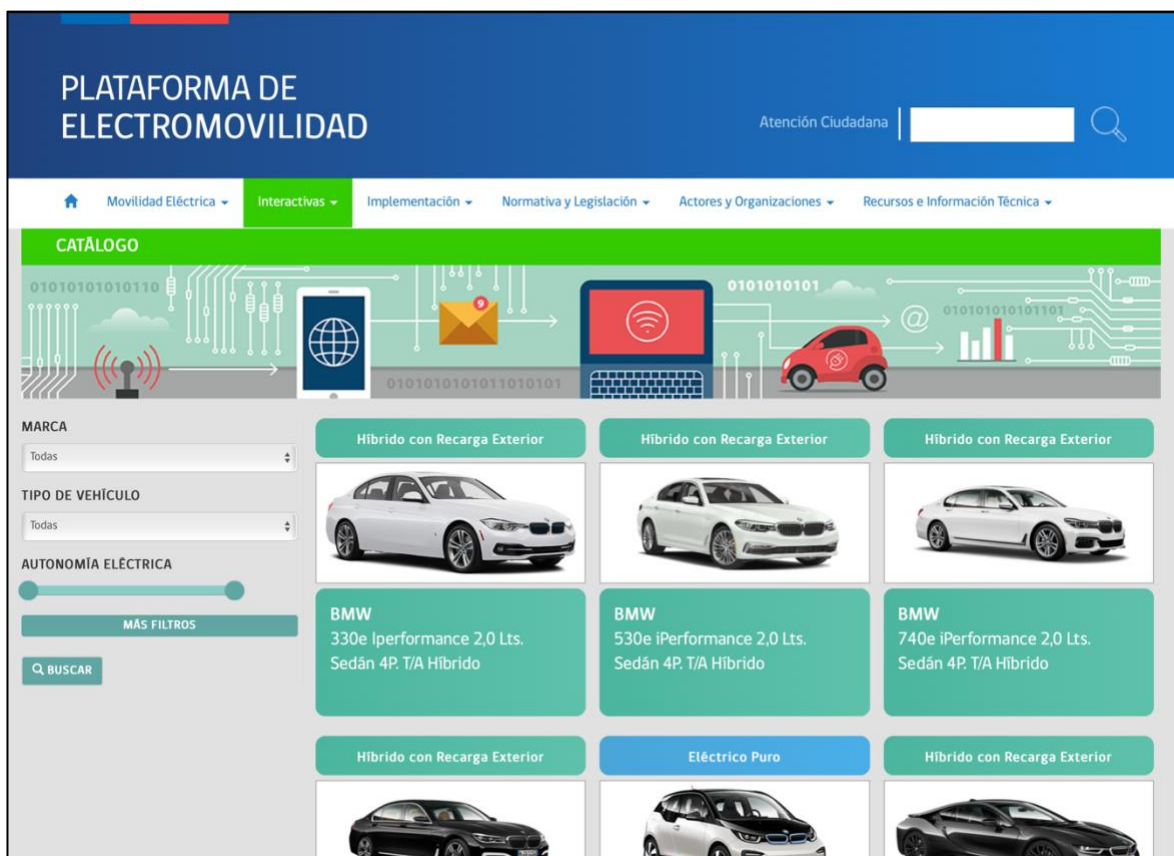


Figura 22. Página principal herramienta "Catálogo".

3.2.2 Evaluador de proyectos de electromovilidad.

El evaluador de proyectos de electromovilidad responde a la necesidad de los distintos tipos de usuario, ya sean de uno o más vehículos, de poder cambiar sus vehículos de combustión interna por vehículos eléctricos. En la Figura 23 se puede observar el homepage dedicado de la herramienta, el cual cuenta con una breve y sencilla descripción de lo que se puede obtener con su uso.

Adicionalmente, el homepage dedicado describe los pasos a seguir para realizar la evaluación y en cada paso, como se observa en la Figura 23, se puede acceder a un botón de ayuda, lo que hace aún más fácil el uso de esta herramienta.



Figura 23. Página de inicio herramienta "Evaluador de proyectos de electromovilidad".

Bajando en la misma página se encuentra la sección “Describe tu flota actual”, que corresponde a la parte 1 del evaluador, la cual consiste en un cuadro donde se busca describir el escenario actual de la flota de vehículos que el usuario posee. Cabe destacar que este paso no considera vehículos eléctricos.

Las categorías son las siguientes:

- Tipo de operación (flota propia/flota en leasing): La herramienta diferencia entre estos dos tipos de flotas y calcula los flujos anuales de forma distinta para cada caso. Una flota de vehículos propios considera la compra de los vehículos y su uso durante su vida útil de estos. Una flota de vehículos en leasing operacional considera un pago anual por vehículo durante el periodo de evaluación.
- Tipo de vehículo: Se consideran tanto los vehículos livianos de pasajeros como los vehículos livianos de carga.
- Número actual de vehículos en la flota: Describe el número de vehículos de la flota que se pretenden evaluar.
- Nivel de actividad anual: Promedio de la cantidad de kilómetros anuales de los vehículos de la flota.
- Nivel de actividad diario: Se autocompleta con la información anual dividiéndose en 250 días trabajados en promedio. Es editable.

- Tiempo disponible para carga: Se entiende por tiempo disponible para carga aquel intervalo temporal donde el vehículo estará estacionado en el terminal de la flota o en el domicilio del usuario.
- Modelo de vehículos convencionales de flota: Permite elegir entre los distintos tipos de vehículos homologados, los cuales fueron entregados por el 3CV en la base de datos mencionada en capítulos anteriores.

Este cuadro cuenta además con una opción de configuración avanzada, la que permite editar ciertos parámetros de interés para el usuario

- Rendimiento vehículo convencional: El rendimiento del vehículo convencional se calcula mediante la relación de kilómetros por litro de combustible, ya sea diésel o gasolina.
- Combustible: Esta opción permite elegir entre gasolina o diésel como combustible del vehículo.

1 Describe tu flota actual

Tipo de operación (flota propia/flota en leasing)
 Flota de vehículos propios

Tipo de vehículo
 Vehículo liviano de pasajeros / Vehículo liviano carga

Número actual de vehículos de la flota
 1

Nivel de actividad anual
 50.000 km/año

Nivel de actividad diario
 200 km/día

Tiempo disponible para carga
 5 horas

Modelo de vehículos convencional de flota
 Ford Focus 2,0 Lts. DOHC Sedán 4P. T/M Motor Otto

Configuración avanzada

En este paso debes describir la flota actual (o flota de vehículos convencionales). La operación de esta flota representa el escenario sin vehículos eléctricos

Figura 24. Primera fase de selección. Escenario actual.

Luego, en la segunda parte (Figura 25) se debe describir el proyecto de electromovilidad deseado, indicando los vehículos y cargadores necesarios para la operación. En la configuración avanzada existe la posibilidad de agregar el rendimiento del vehículo eléctrico en caso de que el usuario conozca alguno.

Las categorías son las siguientes:

- Número de vehículos en la nueva flota: Indica la cantidad de vehículos eléctricos de la nueva flota.

- Modelo de vehículos eléctricos en la nueva flota: Indica el model del vehículo eléctrico que se desea evaluar. Se pueden encontrar todos los vehículos eléctricos homologados en el país por el 3CV.
- Número de cargadores: El número de cargadores necesarios para el proecto. La herramienta por defecto considera un cargador por cada vehículo eléctrico en el proyecto, pero este número puede ser modificado por el usuario.
- Tipo de cargador: El tipo de cargador se refiere a si es carga lenta, semirápida o rápida, las cuales dependen de la potencia y del tipo de corriente del cargador.
- Potencia de cargador requerida por cada vehículo: Es la potencia que se debe instalar en el punto de carga para cada vehículo. La potencia requerida se calcula a partir del tiempo disponible para cargar y por el nivel de actividad día, presentes en la Figura 24. Se considera un factor de seguridad de 1.2.

Figura 25. Segunda fase de selección. Proyecto de electromovilidad.

En la tercera parte, se definen los parámetros económicos de la evaluación.

- Años de evaluación económica: Considera el horizonte de evaluación en años. Está por defecto en 9 años, que es lo que se recomienda para este tipo de vehículos, considerando que su vida útil es cercana a los 10 años.
- Tasa de interés: Esta tasa a la que se realizará la evaluación. Está establecida en 5% por defecto, pero puede ser modificable por el usuario.
- Costo de compra de vehículo convencional: Se entrega esta opción para que el usuario pueda ingresar un valor de compra del vehículo convencional
- Costo de compra de vehículo eléctrico: Se entrega esta opción para que el usuario pueda ingresar un valor de compra del vehículo eléctrico
- Costo de cargadores: El costo de compra del cargador debe ser incluido en la evaluación económica.
- Comuna: Comuna donde reside el usuario. Esto se utiliza con el fin de determinar el precio de la energía eléctrica utilizada por el vehículo eléctrico.

- Carga en horario punta: Representa el valor del kWh de energía eléctrica en horario punta.
- Precio diésel: Este precio del diésel difiere según el lugar de la evaluación. Tiene la posibilidad de ser editado según el usuario.
- Precio gasolina: Este precio de la gasolina difiere según el lugar de la evaluación. Tiene la posibilidad de ser editado según el usuario

En el menú de configuración avanzada al final del recuadro se despliega un menú adicional complementario (Figura 26) donde se pueden modificar y editar los parámetros de costos indirectos de adquisición de los vehículos, como los seguros, permisos y mantenimiento. Además se permite modificar el pie para la compra de ambos vehículos con el fin de poder obtener una información más fidedigna. Estos costos se consideran para la evaluación como un porcentaje sobre el costo de compra del vehículo, por lo que para ser modificados por el usuario, se debe tener esto en consideración.

- Costo de Permiso de Circulación por vehículo convencional: Porcentaje del valor del vehículo convencional que representa el costo anual por el permiso de circulación.
- Costo de Seguros por vehículo convencional: Porcentaje del valor del vehículo convencional que representa el costo anual por seguro obligatorio.
- Pie para compra de vehículo convencional: Valor estimado para el pie para la compra del vehículo convencional
- Costo de mantenimiento de vehículo convencional:
- Costo de Permiso de Circulación por vehículo eléctrico: Porcentaje del valor del vehículo eléctrico que representa el costo anual por el permiso de circulación.
- Costo de Seguros por vehículo eléctrico: Porcentaje del valor del vehículo eléctrico que representa el costo anual por seguro obligatorio.
- Pie para compra de vehículo eléctrico:
- Costo de mantenimiento de vehículo eléctrico:

3 Define los parámetros de la evaluación

Años evaluación económica

9

Tasa de interés

5 %

Costo de compra de vehículo convencional

CLP\$ 13.000.000

Costo de compra de vehículo eléctrico

CLP\$ 24.690.000

Costo de cargadores

CLP\$ 1.500.000

Comuna

Santiago

Carga en horario punta

SI

Precio diésel (\$/l)

CLP\$ 605

Precio gasolina (\$/l)

CLP\$ 815

Configuración avanzada

GENERAR RESULTADOS

3

\$= + +

En este paso debes ajustar los parámetros para realizar esta evaluación

Figura 26. Tercera fase de selección. Parámetros de interés para la comparación.

Luego de haber elegido todos los parámetros de selección para el proyecto de electromovilidad, se avanza hasta la ventana de resultados al hacer click en el botón “Generar resultados”, lo que entrega un cuadro similar al de la Figura 27. En esta ventana es posible ver los costos desglosados del proyecto de electromovilidad y su contraste con la situación original previo a la electromovilidad. Además, en la parte superior izuquierda de la ventana, la herramienta entrega un breve resumen sobre la comparación entre ambos escenarios detallando los montos de cada uno de estos y entregando la diferencia monetaria en valor presente de esta comparación.

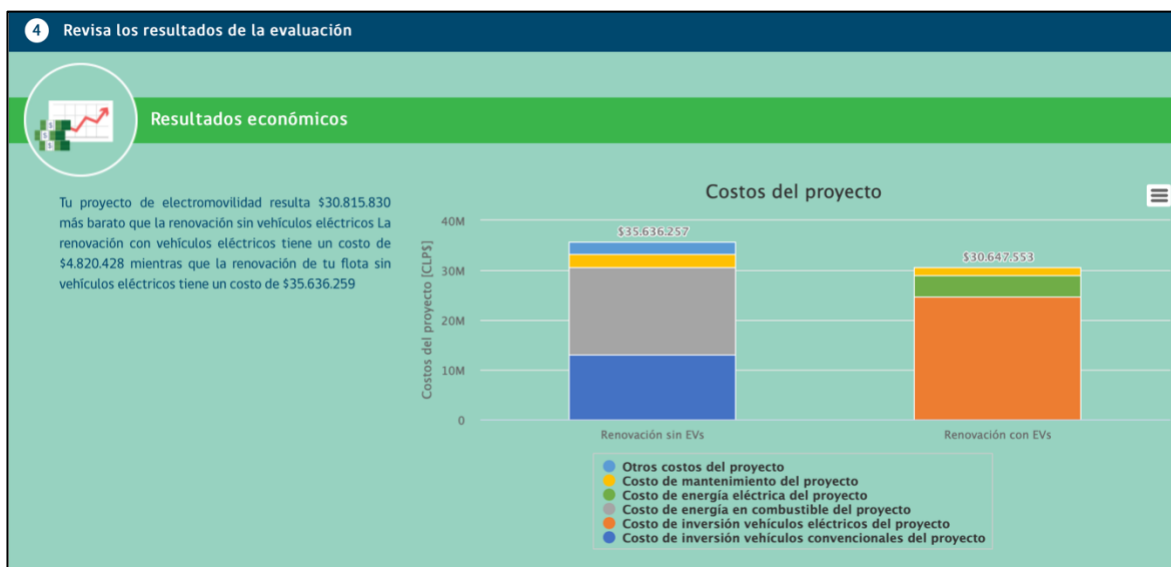


Figura 27. Resultados económicos de la evaluación.

Por otra parte, esta herramienta también entrega información sobre los beneficios no directamente económicos de portarse a la electromovilidad, como lo son la reducción de emisiones de CO₂ (Figura 28), además de la información sobre el consumo de energía en cada uno de los escenarios (Figura 29). En el caso de las reducciones de emisiones de CO₂, la herramienta permite calcular de manera aproximada la cantidad de CO₂ que se dejaría de emitir durante el horizonte de tiempo seleccionado en los parámetros iniciales y su valor anual.

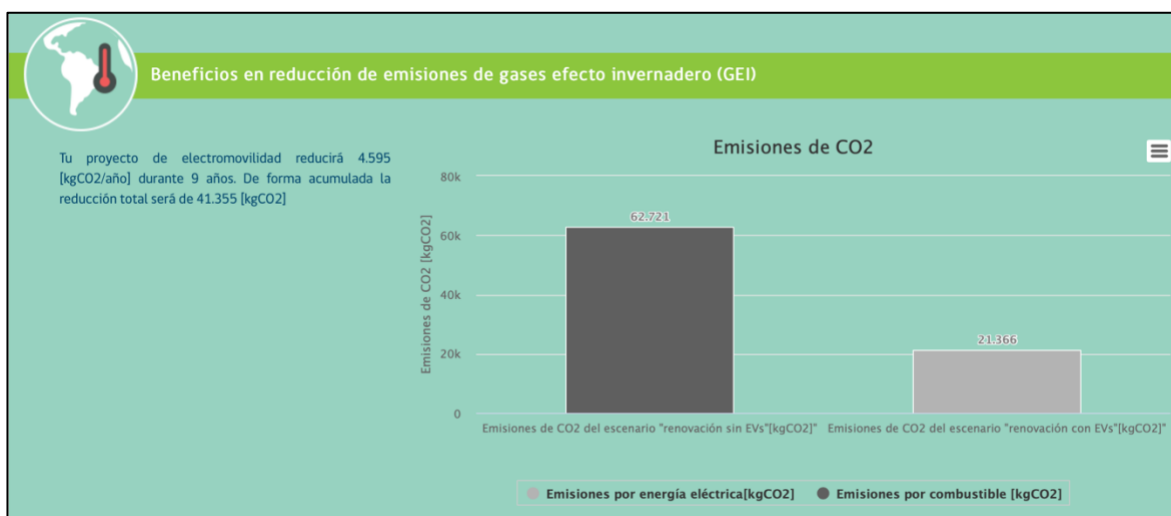


Figura 28. Beneficios en reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.

Para los beneficios de eficiencia energética es posible observar que la herramienta entrega un valor aproximado de la cantidad de energía ahorrada al optar por la movilidad eléctrica durante el horizonte de tiempo seleccionado en los parámetros y estima además, una cantidad en litros de combustible ahorrada, para acercar este valor al entendimiento básico de cualquier usuario de vehículos.

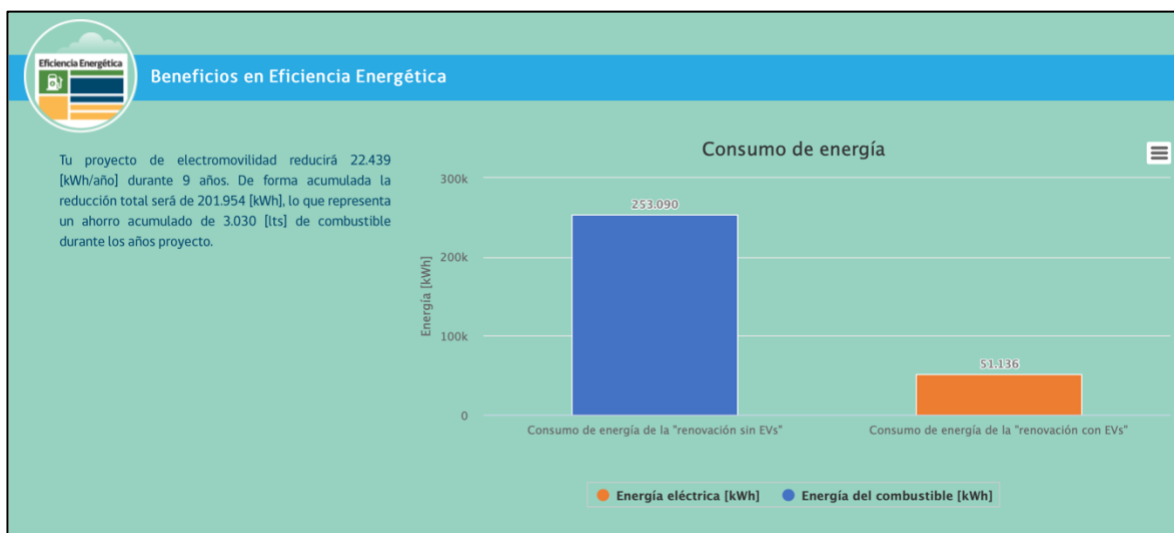


Figura 29. Beneficios en eficiencia energética.

3.2.3 App EcoCarga.

La aplicación EcoCarga es una aplicación desarrollada por la Universidad de Chile en conjunto con el Ministerio de Energía, la cual permite conocer interactivamente en un mapa las ubicaciones de las electrolineras de uso público en el país, además de los tipos de conectores que son compatibles con estas.

En la Figura 30 es posible observar la interfaz de uso de la aplicación, la cual despliega el mapa anteriormente mencionado en base a la geolocalización del dispositivo móvil.

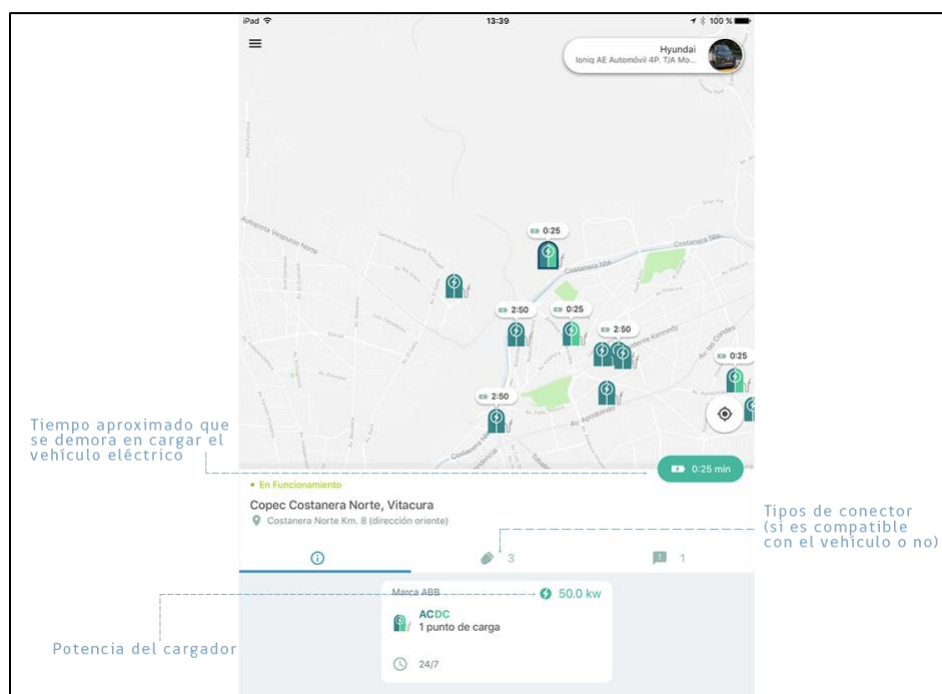


Figura 30. Interfaz de App "EcoCarga". Fuente: EcoCarga, (2019).

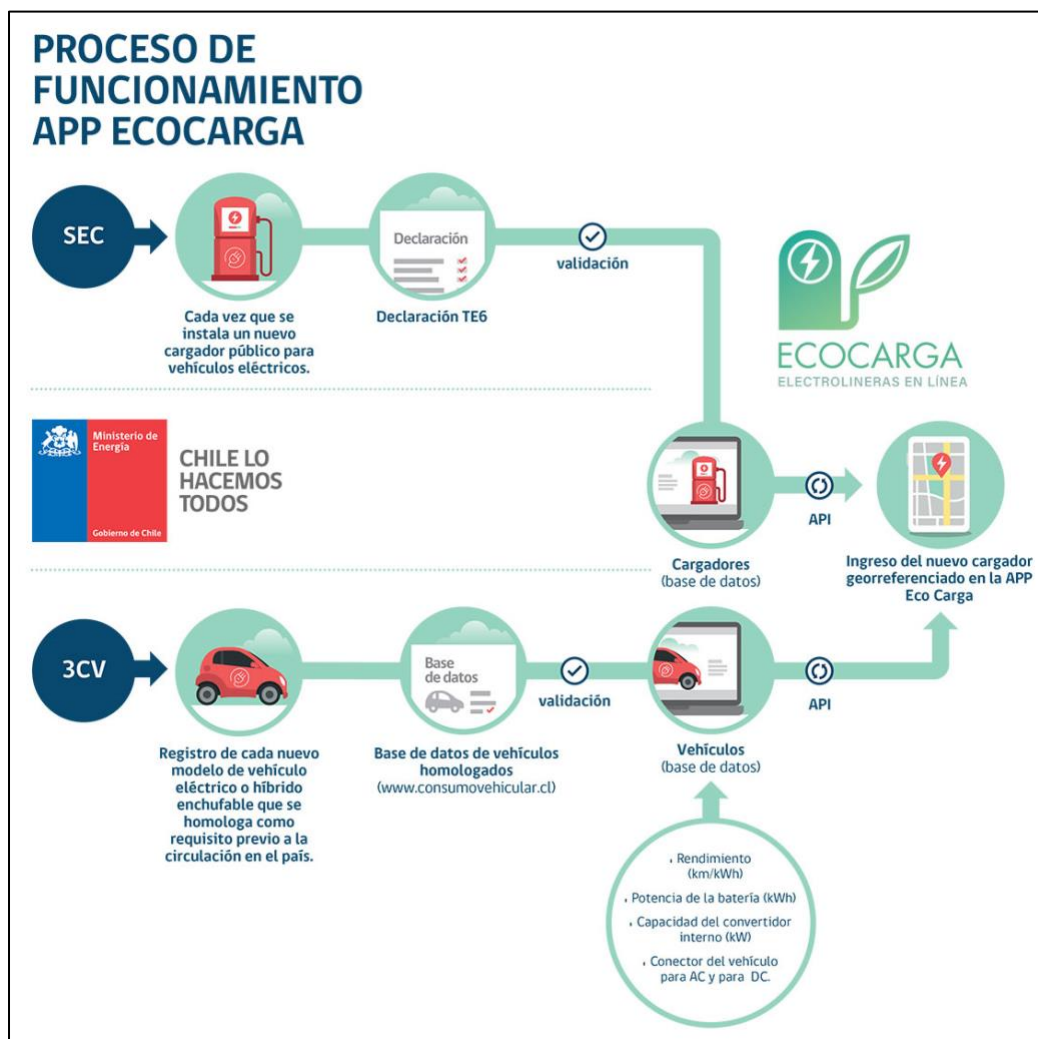


Figura 31. Infografía uso App "EcoCarga". Fuente

3.3 Implementación

El seguimiento de los casos de pruebas piloto e implementación de la tecnología en la región es importante para comprender el ritmo de penetración de la tecnología, así como también, el de nuestros vecinos, con el fin de facilitar la conexión internacional, los convenios y las legislaciones y regulaciones respectivas.

3.3.1 Electromovilidad en Chile.

Los alcances de la electromovilidad en Chile han sido importantes considerando a la región, donde el país se mantiene en el liderazgo a la hora de evaluar la penetración de la tecnología.

- **Buses eléctricos RED:** Este es el principal caso de implementación de buses en Latinoamérica. Los primeros 100 buses eléctricos fueron ingresados a RED (Red Metropolitana de Movilidad) por el operador Metbus, con la colaboración de ENEL, mientras que los 100 buses eléctricos siguientes, por los operadores Vule y STP, a través de la colaboración de ENGIE.

- **Vehículos eléctricos en arriendo:** Este caso de uso cuenta con la iniciativa de Europcar Tattersall para integrar vehículos ecológicos a su flota y de esta forma, apoyar a sus clientes para comenzar la transición a la electromovilidad.
- **Taxis ejecutivos eléctricos en Santiago:** Los taxis eléctricos ejecutivos han sido puestos en operación por una alianza estratégica entre Engie, como proveedor y las empresas e-mov y Transvip, como operadores. Estos actores buscan maximizar los beneficios de los vehículos eléctricos levantando esta flota de taxis en Santiago. Principalmente son taxis ejecutivos y realizan viajes desde y hacia el Aeropuerto Arturo Merino Benítez.
- **Bus interurbano eléctrico:** Este caso de uso presenta la implementación de Turbus para dar el primer paso hacia una conversión de su flota a la electromovilidad. Con esta iniciativa, Rancagua se transformó en la primera ciudad de Chile en contar con un transporte interurbano eléctrico. Este bus realizó su periodo de prueba durante el verano del año 2019.
- **Furgones en flota operativa de empresa de agua potable:** Este es uno de los primeros casos de uso de vehículos eléctricos en Chile como parte de una flota operativos. Los furgones eléctricos de la flota Aguas Andinas se encuentran en operación desde el año 2016.
- **Usuarios particulares de vehículos eléctricos:** No todo son flotas. Este caso de uso te muestra como una familia en Santiago optó por un vehículo eléctrico. Sorteando algunas dificultades hoy en día son los felices y satisfechos usuarios particulares de un vehículo eléctrico.
- **Camiones eléctricos de reparto:** Comenzó con camiones pequeños para el reparto en el centro de Santiago y ahora CCU ha puesto en operación un camión pesado con capacidad para 13 toneladas. Conoce el caso de esta empresa que ha incorporado vehículos para tener una flota ecológica cero emisiones y cero ruido.
- **Vehículos eléctricos para trabajadores:** ENEL, dentro de su plan de promoción por la electromovilidad, ha desarrollado un proyecto para que sus propios trabajadores puedan ser usuarios de vehículos eléctricos. Este es un caso de uso donde la empresa apoyó a sus trabajadores con un crédito blando y estacionamientos con cargadores.

3.3.2 Electromovilidad en Latinoamérica.

En Latinoamérica, esta tecnología no ha tenido una penetración muy pronunciada y más bien, se han realizado tibios intentos por implementar planes piloto de vehículos eléctricos para el transporte público en algunas ciudades de la región. Los casos más emblemáticos, dejando de lado Santiago de Chile, son los de las ciudades colombianas de Medellín, Bogotá y Cali, las cuales, además de realizar pilotos de prueba, han conseguido implementaciones exitosas de buses eléctricos para sus sistemas de transporte.

El desglose por países a mediados de 2019 es el siguiente:

- **Argentina:** La electromovilidad en Argentina está comenzando a tomar forma y a través de los distintos gobiernos regionales en cooperación con las empresas

operadoras. Este esfuerzo ha logrado que hoy estén circulando buses eléctricos en dos de las ciudades más grandes del país, Buenos Aires y Mendoza.

- **Colombia:** Colombia es un país que ha tenido un gran avance en electromovilidad. En su flota de transporte público hoy se cuenta con taxis y buses eléctricos en las ciudades de Bogotá y Medellín.
- **Ecuador:** Ecuador no se queda atrás en esta revolución del transporte. Luego de realizar 2 proyectos piloto de buses eléctricos en Quito y Cuenca, en Guayaquil a manos de la cooperativa Saucinc, se ha anunciado la llegada de 20 buses eléctricos BYD K9 para ofrecer un transporte más seguro, limpio y eficiente para los guayaquileños.
- **Costa Rica:** En Costa Rica existen variados proyectos para aprovechar la matriz energética limpia que posee el país (99%). El gobierno local ha anunciado 34 puntos de carga rápida que serán instalados dentro del territorio nacional hasta diciembre de 2019. Junto con eso, se estrenarán 3 buses eléctricos donados por Alemania y una fundación local de desarrollo sostenible. Además de estos proyectos en desarrollo, Costa Rica cuenta con un bus eléctrico de celdas de combustible (hidrógeno) operando en Guanacaste desde fines de 2017.
- **Uruguay:** En el marco del proyecto Movés, el Ministerio de Industria y los operadores de transporte público de Montevideo firmaron un convenio para la compra de buses eléctricos. El ministro Guillermo Moncecchi informó que se otorgará un subsidio de 100.000 dólares a cada empresa. Se prevé que antes de fin de año se compren 30 buses eléctricos de un total de 100 que se estima apoyar. Además, se ha logrado la implementación en operación de 54 taxis eléctricos en la ciudad de Montevideo.
- **Bolivia:** En Bolivia aún no existe una estrategia que permita la implementación de la electromovilidad para el transporte público. Durante 2018 se realizó un plan piloto en La Paz de un bus eléctrico K9 de 12, que logró movilizar a 46.000 pasajeros por la ciudad. Esta prueba entregó la certeza al operador Saucinc, el cual anunció la llegada de 40 máquinas durante 2019.
- **Perú:** En Perú apuntaron a la implementación de la electromovilidad en el transporte público para el año 2019 con la puesta en fase de plan piloto de un bus eléctrico, replicando lo realizado por Chile durante el 2017. En el caso de los taxis, existen planes para aumentar la flota de 2 a 20 taxis antes de 2020.
- **Brasil:** Brasil se asoma como un mercado importante para los vehículos eléctricos. Al ser el país con la mayor cantidad de habitantes en Latinoamérica, se espera que la movilidad eléctrica en el largo plazo tenga un gran impacto, considerando además, los problemas de contaminación de las grandes ciudades, donde ya se han implementado proyectos de movilidad eléctrica, tanto para buses, como para taxis y otros servicios.
- **México:** En México se ha apostado por la movilidad eléctrica desde hace décadas con el uso de los trolebuses, los que debido a su desgaste, ya se encuentran en estado de baja. Es por eso, que dentro de 2019-2020 se apostará por introducir buses eléctricos

para realizar su reemplazo. En Ciudad de México existe además, una flota de 20 vehículos eléctricos que funcionan como taxis.

3.4 Normativa y legislación

Esta sección comprende lo referente al marco legal y político en el que se encuentra inmersa la electromovilidad como tecnología.

3.4.1 Orientaciones de políticas públicas.

En este apartado, es posible encontrar las políticas públicas realizadas por los distintos gobiernos en electromovilidad, las metas temporales y los distintos ejes que se han trabajado en los dos últimos gobiernos.

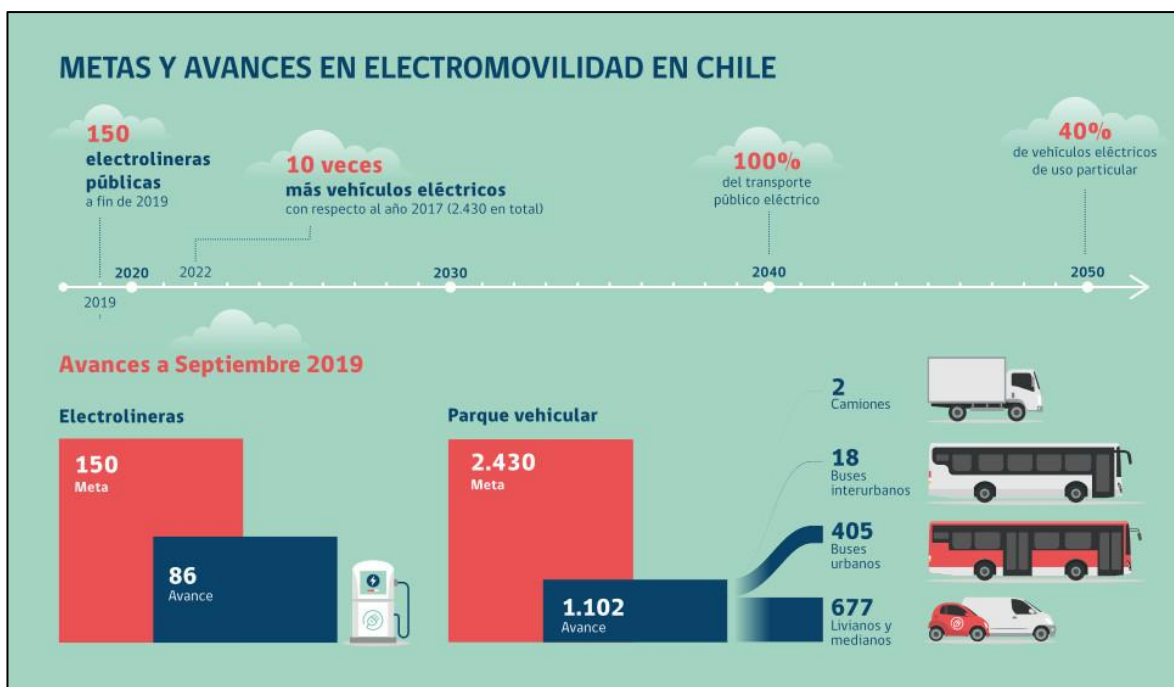


Figura 32. Metas y avances en electromovilidad en Chile. Fuente: Ministerio de Energía, 2019.

Programa de Gobierno 2018 – 2022: (Piñera, 2017)

En el punto de Energía del actual programa de gobierno se señala, entre otros, la progresiva irrupción de la movilidad eléctrica como parte del abanico de oportunidades de innovación y desarrollo tecnológico al servicio del progreso del país. Medidas impulsadas señalan el fomento a la movilidad eléctrica en el transporte público, promover la movilidad de baja y cero emisión para mejorar la calidad del aire, implementar normas de eficiencia energética para vehículos livianos y medianos y avanzar hacia sistemas de transporte eléctrico.

Ruta Energética 2018 – 2022:

Define en su eje de “Transporte Eficiente: energía en movimiento” metas de corto plazo: tener 10 veces más vehículos eléctricos que el 2017 y 150 electrolineras públicas a fines del 2019. Además, en el marco de la Ley de Eficiencia Energética, se incluirá una regulación para promover el transporte eficiente, con énfasis en la electromovilidad, además de disponer

regulaciones para estandarización de componentes que favorezcan un desarrollo seguro de la electromovilidad, investigación, difusión, entre otros.

Estrategia Nacional de Electromovilidad:

Este documento fue el primero en establecer metas concretas de uso de vehículos eléctricos, definiendo al 2040 que el 100% del transporte público urbano sea eléctrico y que al 2050 los vehículos particulares eléctricos sean el 40% del parque. Señala además cinco ejes estratégicos:

- Regulación y estándares
- Transporte público como motor de desarrollo
- Fomento a la investigación y desarrollo de capital humano
- Impulso inicial al desarrollo de la electromovilidad
- Transferencias de conocimiento e información

3.4.2 Reglamentación.

En la sección se puede obtener la información relevante a los reglamentos vigentes que tienen relación con la Electromovilidad, las que pueden influir en los ámbitos energéticos o medioambientales. Además, posee reglamentación en desarrollo que afectarán futuramente a los estándares vehiculares y la exigencia de interoperabilidad de la infraestructura de carga para vehículos eléctricos.

Como parte de la normativa vigente, es posible destacar las siguientes regulaciones y/o normativas:

3.4.2.1 *Ámbito vehicular*

Decreto de Etiquetado Vehicular: En el decreto de etiquetado vehicular, en la parte e, inciso II. Se habla sobre el rendimiento de los vehículos eléctricos e híbridos.

"e. II. Valor numérico del rendimiento.

En el caso de los vehículos eléctricos puros, se deberá informar el rendimiento eléctrico (RE) en kilómetros por kilowatts hora (km/kWh), que se calculará de la siguiente manera: $RE (km/kWh) = (1/ce) \times 1000$, donde "ce" corresponde al consumo eléctrico expresado en (Wh/km).

Para los vehículos híbridos con recarga exterior, se deberá expresar el rendimiento ponderado de diésel o gasolina en kilómetros por litro (km/l) y el rendimiento eléctrico ponderado (REP) en kilómetros por kilowatts hora (km/kWh), que se calculará de la siguiente manera: $REP (km/kWh) = (1/cep) \times 1000$, donde "cep" corresponde al consumo eléctrico ponderado expresado en (Wh/km).

Etiqueta vehículo eléctrico:

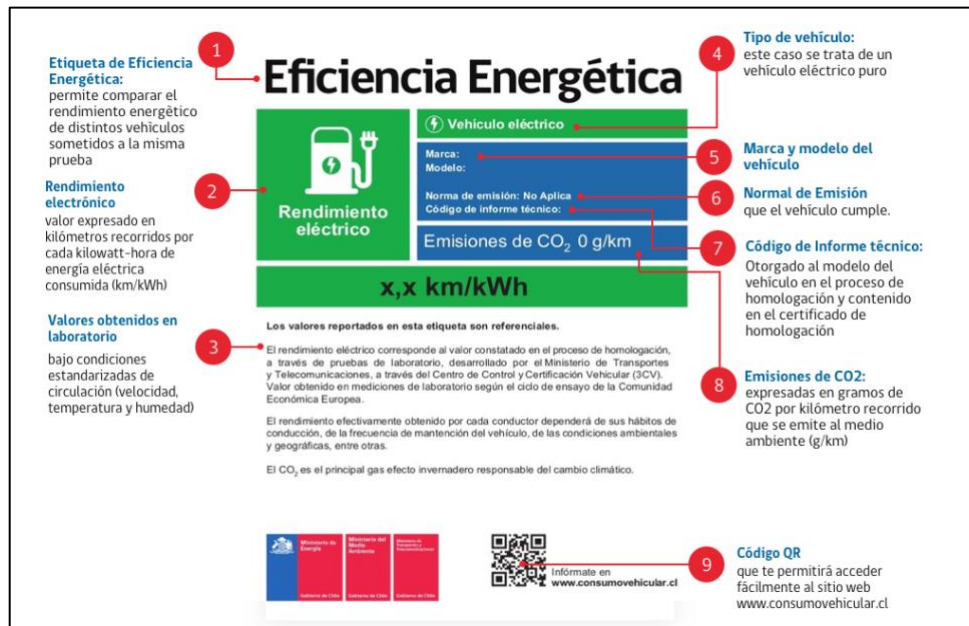


Figura 33. Etiqueta vehículo eléctrico. Fuente: Consumovehicular.cl

Etiqueta vehículo híbrido-diésel con recarga exterior:

La etiqueta para vehículos híbridos-diésel con recarga exterior es la mostrada en la

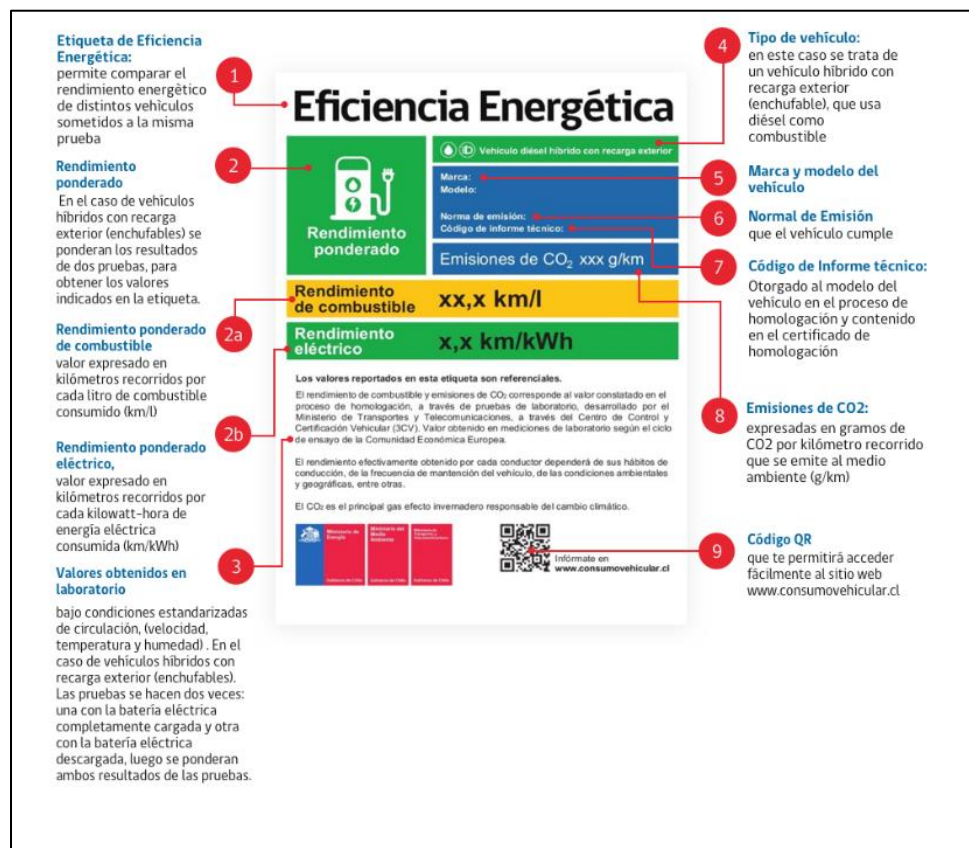


Figura 34. Etiqueta vehículo híbrido-diésel con recarga exterior. Fuente: Consumovehicular.cl

Etiqueta vehículo híbrido-gasolina con recarga exterior:

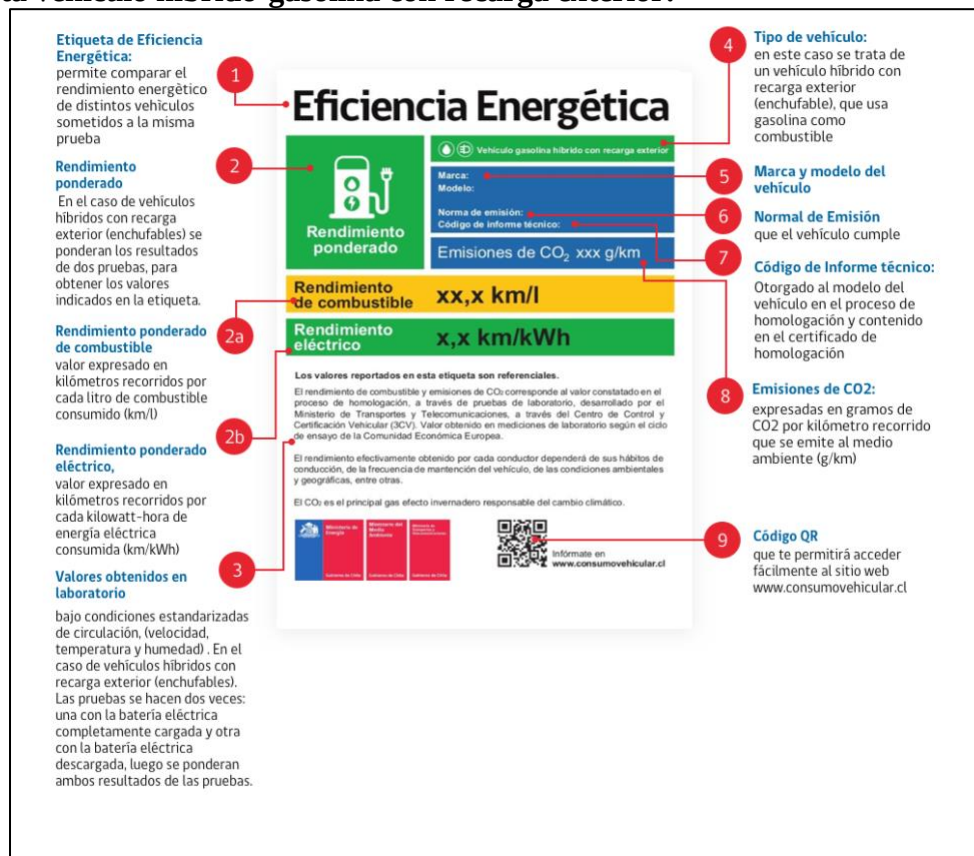


Figura 35. Etiqueta vehículo híbrido-gasolina con recarga exterior. Fuente: Consumovehicular.cl

Decreto de Seguridad (145/2017): Estas normativas establecen los requisitos técnicos, constructivos y de seguridad para los vehículos eléctricos.

- Decreto N°145 del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones. <https://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=1125120>

Artículo 2: Elementos y sistemas

- **Sistema de Acumulación de Energía Recargable:** Reglamento 100 CEPE/ONU; 571.305 CFR 49-571; S.R.R.V. Attachment 101 y 111; o K.M.V.S.S. Arts. 2, 18-3, 91;
- **Sistema de Acoplamiento de Carga:** SAE J1772 (Society of Automotive Engineers) Electric Vehicle and Plug-in Hybrid Electric Vehicle conductive charge coupler; IEC 62196 (ISO/International Electrotechnical Commission) Plugs, socket-outlets, vehicle connectors and vehicle inlets - conductive charging of electric vehicles; Japan Electric Vehicle Standard G105-1993, CHAdeMO cargador rápido de corriente continua;
- **Protección contra descargas eléctricas:** Reglamento 100 CEPE/ONU; 571.305 CFR 49-571; S.R.R.V. Attachment 101 y 111; o K.M.V.S.S. Arts. 2, 18-3, 91;

- **Señalética de Seguridad:** Reglamento 100 CEPE/ONU; 571.305 CFR 49-571; S.R.R.V. Attachment 101 y 111; o K.M.V.S.S. Arts. 2, 18-3, 91; y
- **Sistema Acústico de Alerta de Vehículo:** 571.141 CFR 49-571; Reglamento (UE) 540/2014.

Artículo 3: Información visual

La información visual de seguridad de vehículos eléctricos debe ser la siguiente, según las normas del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones.

- Cubierta exterior color naranja para los cables de los circuitos eléctricos de alta tensión que no estén situados en el interior de envoltentes, según Reglamento 100 CEPE/ONU, 571.305 CFR 49-571, S.R.R.V. Attachment 101 y 111; o K.M.V.S.S. Arts. 2, 18-3, 91.
- Etiqueta de Advertencia: adosada en una zona visible al interior del compartimiento del motor y/o en el habitáculo de pasajeros, de dimensiones 120±5 milímetros de largo por 60±5 milímetros de ancho. El texto debe ser en letra helvética, color negro, fondo blanco y borde de la señalética en color rojo, indicado a continuación:

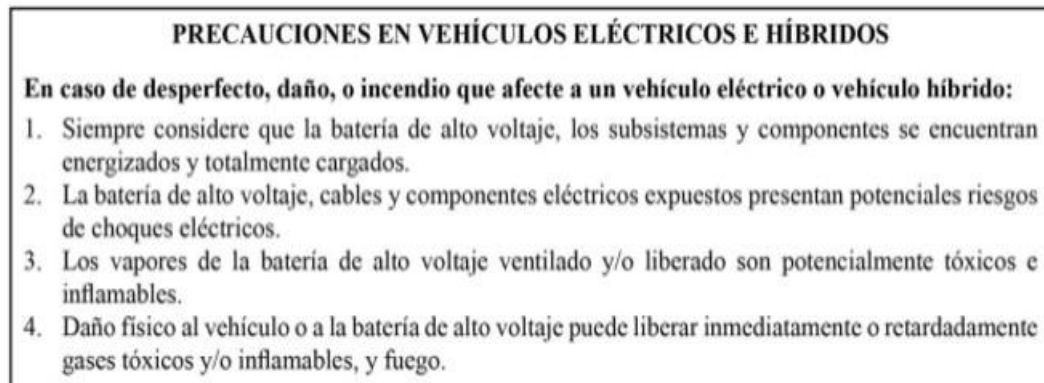


Figura 36. Etiqueta de advertencia. Información visual de seguridad. Fuente: MTT, 2018.

Una etiqueta de forma circular, de 83 mm de diámetro, impresa en un material resistente a las condiciones medio ambientales, la que se adherirá en la luneta trasera del vehículo en su superficie interna derecha, (respecto del observador), de modo que sea fácilmente visible.

La etiqueta contendrá la expresión “Vehículo Eléctrico” o “Vehículo Híbrido” según corresponda, más un ícono que lo identifique; la frase debe ubicarse en la zona superior del círculo y el ícono debe estar centrado bajo estas, las letras e ícono serán de color blanco, pintados sobre un fondo verde Pantone 354 C, aplicando un material reflectante a la pintura de fondo, como se muestra en las figuras siguientes:

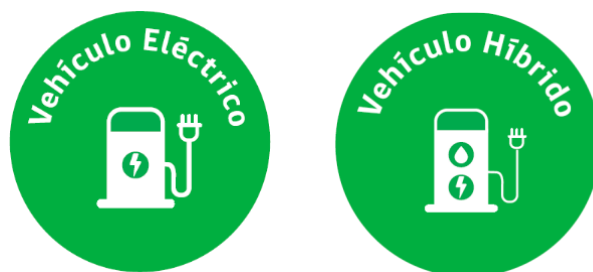


Figura 37. Información visual de seguridad. Etiquetas de vehículos.

Ley de convivencia de modos: La Ley de Convivencia Vial tiene como objetivo poner en una posición de igualdad a todos los modos de transportes en las vías. El 53% de los fallecidos en siniestros de tránsito son los usuarios más vulnerables, los peatones, ciclistas y motociclistas.

Los puntos más importantes para la electromovilidad tienen relación con la definición de los ciclos. Un ciclo se define como un vehículo no motorizado de 1 o más ruedas, propulsado por una o más personas situadas en él, también **vehículos eléctricos de 0,25 kilowatts (25 km por hora máx).**

3.4.2.2 *Ámbito energético:*

- Ley general de servicios eléctricos
- Norma 4/2003. Instalaciones eléctricas de consumo en baja tensión
- Norma 20/78. Subestaciones eléctricas para instalaciones de consumo
- Norma técnica de calidad de servicio para sistemas de distribución
- Trámite eléctrico TE-6 de instalación de cargadores de vehículos eléctricos

3.4.2.3 *Ámbito medioambiental*

- Ley de Responsabilidad Extendida al Producto, que regula baterías entre otros residuos prioritarios.

Por otra parte, existen una serie de regulaciones que están en desarrollo o trámite legislativo, las cuales son:

- **Proyecto de Ley de Eficiencia Energética**

El proyecto de Ley de Eficiencia Energética busca la modernización a mediano plazo de la matriz energética y de la cadena de valor de la energía. Para el caso de la electromovilidad, propone dos puntos importantes a destacar, los cuales son:

- **Estándares vehiculares:** Fijar estándares de eficiencia energética para el parque de vehículos motorizados nuevos. Estos estándares son metas de rendimiento energético promedio. El cumplimiento o incumplimiento del estándar es medido con respecto al promedio (de rendimiento y peso) de las ventas de una marca o marca/importador. Como una manera de incentivar el aumento de la oferta de vehículos eléctricos, se incluye la posibilidad de contar hasta tres veces el rendimiento de cada vehículo eléctrico o híbrido con recarga eléctrica exterior.

- **Exigencia de interoperabilidad:** Velar por la interoperabilidad del sistema de recarga de vehículos eléctricos. Otorgar facultades para dictar estándares y reglamentos, además de requerir información que sea pertinente para lograr el objetivo de interoperabilidad.
- **Pliego Técnico Electromovilidad “Infraestructura para la recarga de vehículos eléctricos**
 - **Instalación de cargadores:** Se establecen las características de una estación de carga, exigencias de seguridad y protecciones según sea el modo de carga y el caso (instalación en viviendas, edificios, condominios, vía pública, espacios privados de uso público y terminales de flotas vehiculares.
 - **Homologación de cargadores:** Describe las principales características que deben cumplir los cargadores en cuanto a exigencias mecánicas, eléctricas y requerimientos específicos, tales como protecciones, conectores, criterios de diseño, compatibilidad electromagnética y estándares que deben cumplir. Además, se incluye un apartado con los proceso que los cargadores (equipos) de los vehículos eléctricos deberán cumplir para obtener la autorización de la comercialización en Chile.

3.4.3 Recomendaciones o buenas prácticas.

En esta sección es posible encontrar información sobre los usos correctos y esperados de los usuarios con respecto a la tecnología de vehículos eléctricos y cargadores, así como recomendaciones para distintos tipos de operación y mantenimiento de los mismos. Esta información está contenida principalmente en la “Guía de buenas prácticas en Electromovilidad”, desarrollada durante 2018 por el Ministerio de Energía, en colaboración con la Agencia de Sostenibilidad Energética. Durante 2019, se desarrolló la “Guía de buenas prácticas para buses eléctricos”, documento que busca orientar a los posibles operadores de flotas en la transición desde flotas de vehículos de combustión interna hacia flotas de vehículos eléctricos.

3.5 Actores y organizaciones

3.5.1 Formación de capital humano en electromovilidad.

La formación de capital humano en electromovilidad es fundamental para encarar a esta tecnología por parte de la sociedad. Es necesario que, tanto los usuarios, como los operadores y toda aquella persona relacionada con la electromovilidad sea capaz de entender su funcionamiento, su vínculo con las ciudades inteligentes y por consecuencia, se necesita que las mallas curriculares de las carreras técnicas y profesionales afines tengan incorporados dentro de su malla de estudios las herramientas que permitan comprender esta nueva tecnología.

3.5.2 Compromiso Público – Privado 2018.

El compromiso público privado es un documento en el cual algunas instituciones inscriben compromisos a favor de la electromovilidad a realizar durante el año 2018.

3.6 Información técnica.

Esta información fue requerida por parte del Ministerio de Energía dentro de la primera reunión de trabajo y consiste en desarrollar una serie de documentos técnicos sobre temas de interés relacionados con la electromovilidad.

3.6.1 Por formato.

3.6.1.1 Videos

Este espacio concentra todo el material audiovisual que está presente en la Plataforma de Electromovilidad. En la biblioteca de videos se sube más y nuevo material relacionado a la electromovilidad, tanto para educar a la ciudadanía como para también ir acercando diversas iniciativas que promueven la electormovilidad, tanto en el ámbito nacional, como internacional.

Los videos que se desarrollaron para la plataforma en su primera fase son los siguientes:

- ABC de la electromovilidad (3:31): Este video se describen
- Camión eléctrico
- La familia que se la jugó por la electromovilidad
- Bus interurbano eléctrico
- Taxis ejecutivos eléctricos en Santiago
- Buses eléctricos en RED
- Seguridad, lo que debes saber
- Seguridad, ¿Cómo identificar un vehículo eléctrico?
- Electromovilidad para todos

3.6.1.2 Infografías

Análogamente, en este espacio se concentra todo el material infográfico que está presente en la plataforma de Electromovilidad y que se puede descargar fácilmente. En la biblioteca de infografías se sube más y nuevo material relacionado a la electromovilidad, tanto en el ámbito nacional, como internacional. Este material se encuentra en el Anexo N°3.

Las infografías disponibles para la plataforma en su primera fase son las siguientes:

- Compromiso público privado
- Almacenamiento de energía en electromovilidad
- Modos de carga para vehículos eléctricos
- Cargadores de vehículos eléctricos
- Tecnologías de la información dentro de la electromovilidad
- Lanzamiento de nuevos modelos de vehículos eléctricos (Figura 21)
- Países que eliminarán la venta de vehículos diésel y gasolina (Figura 20)
- Proyección de vehículos eléctricops en el mundo (Figura 19)
- Proceso de funcionamiento App “Ecocarga”
- Metas y avances de la electromovilidad en Chile
- Categorías/Subcategorías vehiculares (Figura 15. Infografía sobre las categorías vehiculares por uso y disposición física del vehículo. (Ministerio de Energía, 2019)
- Tipos de vehículos eléctricos

- La visión de la Plataforma de Electromovilidad.

3.6.2 Por categoría.

Esta división permite separar al material infográfico y audiovisual de los documentos técnicos desarrollados por el equipo UTFSM.

- Motores
- Sistema V2G
- Telemática y Electromovilidad
- Electromovilidad y energías renovables
- Cargadores eléctricos
- Cargadores para buses eléctricos
- Hidrógeno en la electromovilidad
- Hidrógeno y electromovilidad en la minería
- Blockchain, otro nicho para la electromovilidad

Estos documentos son de corta extensión, inferior a las 10 páginas y explican de forma resumida y simple, el contenido que describen con el fin de acercar al usuario al conocimiento de la tecnología y que el lenguaje esté al alcance de todos los potenciales visitantes de este apartado de la plataforma.

Es importante, luego de revisar la extensión de lo desarrollado por el equipo USM, poder realizar algunos alcances sobre el trabajo observado, ya que este requirió una revisión intensa por parte de todos los equipos involucrados en un tiempo reducido. Los errores mayores fueron corregidos en su totalidad, quedando algunos errores menores (formato, redacción, etc.) para revisiones posteriores.

Por otra parte, se puede observar que el contenido se encuentra ordenado y esquematizado, el cual posee bastante material audiovisual y didáctico, lo que pretende mantener la atención del lector dentro de la plataforma y que pueda conocer sobre la tecnología de manera entretenida y llamativa, atributos presentes en cada una de las secciones.

4 Capítulo 4: Insumos específicos desarrollados en el marco de la memoria.

Dentro de la gran cantidad de información y contenidos que fueron mostrados en el capítulo anterior, se trabajó específicamente en los temas que se mostrarán a continuación, los cuales son ambas herramientas interactivas, “Catálogo” y “Evaluador de proyectos en Electromovilidad”, el contenido de “Normativas y Legislación”, la “Guía de buenas prácticas para buses eléctricos” y los documentos de “Interoperabilidad” y “Baterías de vehículos eléctricos”. Si bien se dedicó una mayor parte de las horas de trabajo a los temas mencionados a continuación, se realizaron sesiones de apoyo y revisión y control de toda la información, diseño e implementación de todos los aspectos de la plataforma, por lo que no se es ajeno al trabajo completo de la plataforma.

4.1 Herramienta 1: Catálogo

La herramienta “catálogo” permite desplegar, mediante una ficha, las especificaciones técnicas de los vehículos seleccionados. El objetivo principal de la herramienta es permitir al usuario conocer los vehículos eléctricos existentes en el mercado chileno con el fin de incentivar el cambio desde el vehículo convencional hacia uno de estos. Dentro de lo desarrollado en esta herramienta se incluye los diagramas constructivos, la elección de las condiciones y la funcionalidad de la herramienta.

Los tipos de vehículos a incluir dentro de este catálogo son los siguientes:

- **BEV** (battery electric vehicle)
- **PHEV** (plug-in hybrid electric vehicle)

4.1.1 Diagrama de la herramienta 1:

El diagrama de la herramienta 1 corresponde a la siguiente figura:

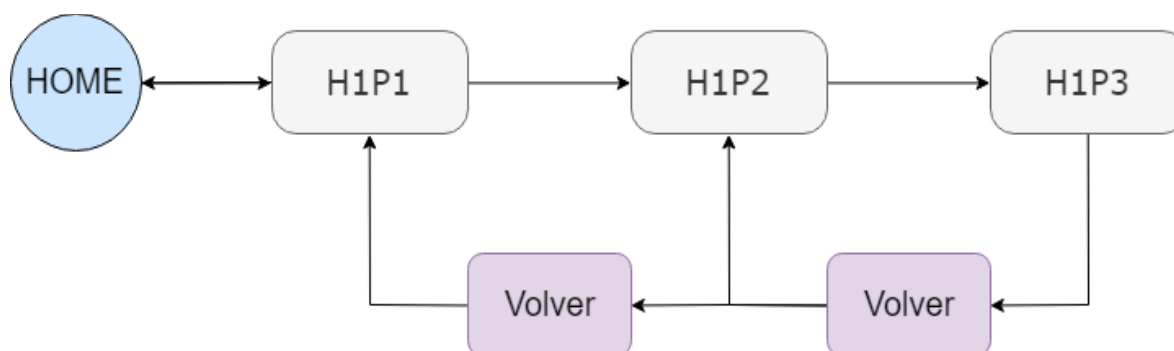


Figura 38. Diagrama funcional de la herramienta Catálogo. Elaboración Propia.

Donde:

H1P1: Corresponde a la interfaz vista principal de la herramienta.

H1P2: Corresponde a un input alternativo mediante aplicación de filtros.

H1P3: Corresponde al output de la herramienta.

4.1.2 Parte 1: Input herramienta 1. (H1P1)

La forma de ingreso a la herramienta es mediante la selección bajo dos tipos de parámetros distintos, los cuales se detallan a continuación.

- Selección por medio de imagen.
- Selección por medio de la aplicación de filtros seleccionables (H1P2)
 - Rango de precio (Banda)
 - Marca (Filtro)
 - Tipo de conector AC (Existencia)
 - Tipo de conector DC (Existencia)

Selección por medio de imagen: La primera interfaz del vehículo debe permitir la selección del vehículo mediante un click en la imagen correspondiente a la vista en cuadrícula.

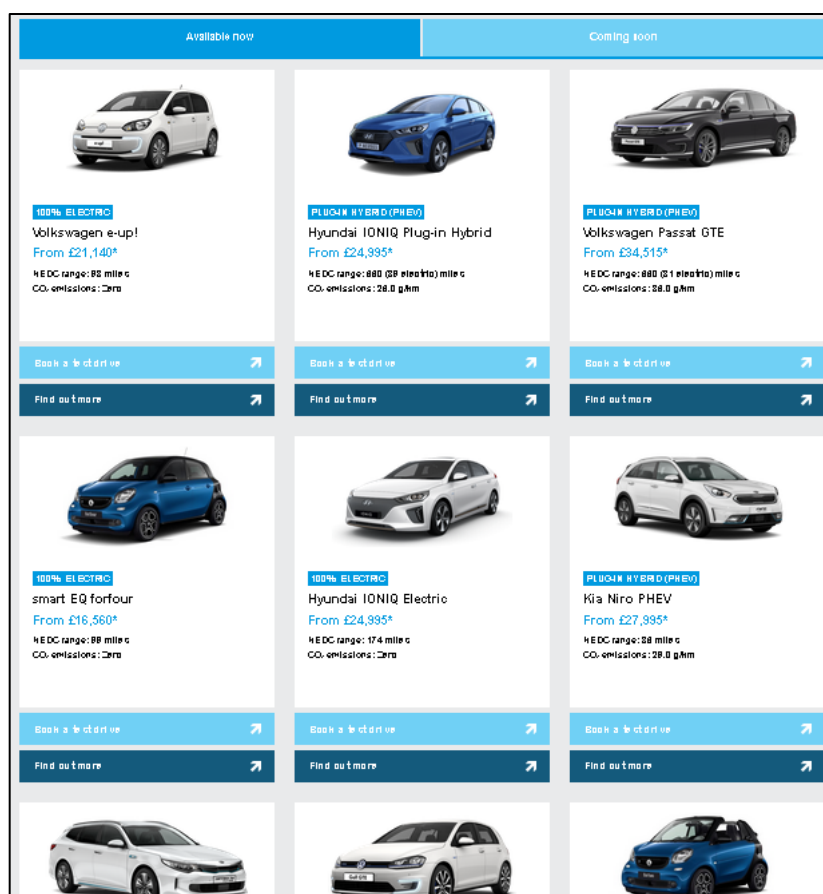


Figura 39. Ejemplo de vista en cuadrícula para los vehículos.

4.1.3 Parte 2: Output herramienta 1. (H1P3)

El output de la herramienta 1 es la generación de una ficha que contiene las especificaciones técnicas del vehículo eléctrico seleccionado. Las especificaciones que se mostrarán para el vehículo son las siguientes:

- Imagen del vehículo (Por determinar)
- Marca del vehículo (B#)
- Modelo del vehículo (C#)
- Carrocería (I#)
- Año del vehículo (Por determinar)
- Rendimiento energético del vehículo ($EV: S\#$) o ($PHEV: X \cdot T\# + (1 - X)U\#$)
- Donde X es el porcentaje de uso de combustible del vehículo en el caso híbrido plug-in
- Capacidad de la batería (X#)
- Autonomía ($EV: S\# \cdot X\#$) o ($PHEV: Y \cdot T\# \cdot X\# + (1 - Y)U\# \cdot Cap.Est.$)
- Emisiones CO_2 (O#) (Vehículos híbridos plug-in)
- Tipo de conector en AC (V#)
- Tipo de conector en DC (W#)

Donde “LETRA#” corresponde a la columna y fila de la base de datos de 3CV que se utilizará en cada caso. El valor de la autonomía para los vehículos híbridos plug-in dependerá del valor de “Y”, el que se determinará mediante muestreo para un valor predeterminado. Este valor está explicado en las fichas de cada vehículo PHEV.

4.1.4 Descripción de las características mostradas en la versión final.

La versión final de la primera fase para esta herramienta está descrita en el punto 3.2.1 y para llegar a esta versión final, se solicitó al Ministerio de Energía la base de datos del Centro de Control y Certificación Vehicular (3CV). Este organismo pertenece al Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones y la base de datos mencionada contiene a todos los vehículos que han sido homologados en el país, con sus respectivas características.

Se realizaron pruebas de funcionamiento de la herramienta catálogo, la cual era capaz de mostrar 32 vehículos en su primera fase que corresponden a la electromovilidad. Debido a la dificultad de conseguir el material directamente desde las concesionarias, se optó por utilizar imágenes desde las mismas páginas e invitar a los distintos concesionarios a enviar la información extra junto con imágenes para ser subidos en reemplazo a lo recolectado por el equipo USM.

4.2 Herramienta 2: Evaluador de Proyectos de Electromovilidad

La parte a desarrollar dentro de la herramienta “Evaluador de Proyectos de electromovilidad” consistió en preparar las primeras propuestas de cálculo, para luego de la programación, poder realizar las pruebas de confianza de funcionamiento de la herramienta, para encontrar errores de programación, diseño o constructivos propios de los cálculos.

Como primer avance de la herramienta se redactó un documento que sentó las bases de diseño y constructivas de cómo debiese funcionar la herramienta. Se explican todas las variables a utilizar y su interacción dentro de la programación para entregar el resultado final de lo buscado por el usuario, el cual consiste en una evaluación económica del proyecto electromóvil.

La herramienta número 2 es una herramienta tipo comparador de vehículos, que permite realizar una comparación económica y técnica de hasta 3 vehículos distintos. Estos vehículos pueden ser de los siguientes tipos:

- **BEV** (battery electric vehicle)
- **HEV** (hybrid electric vehicle)
- **PHEV** (plug-in hybrid electric vehicle)
- **ICE** (internal combustion engine)

Para esta herramienta, se trabajó específicamente en la funcionalidad, en los diagramas y en las pruebas de programación.

4.2.1 Diagrama de la herramienta 2.

El diagrama de la herramienta 2 corresponde a la siguiente figura:

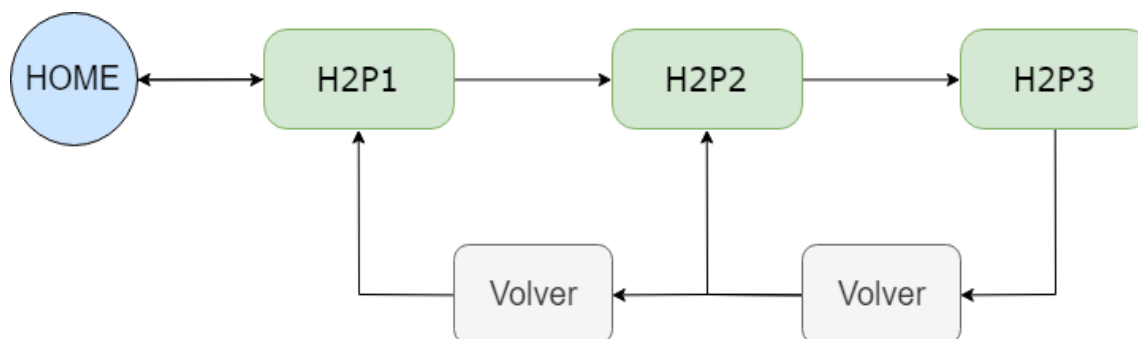


Figura 40. Diagrama de funcionamiento de la herramienta 2. Elaboración propia.

4.2.2 Parte 1: Input herramienta 2.

La herramienta 2 inicialmente en su presentación en Noviembre de 2018 requería de los siguientes datos de entrada por vehículo.

- Marca del vehículo
- Modelo del vehículo
- Año del vehículo (se consideran los vehículos nuevos)

Este sencillo modelo tenía su referencia en la herramienta que realiza comparaciones entre vehículos que se encuentra en la página de FuelEconomy y fue la escogida por el equipo UTFSM para ser desarrollada.

Estos datos deben ser seleccionables y ajustables según el siguiente criterio:

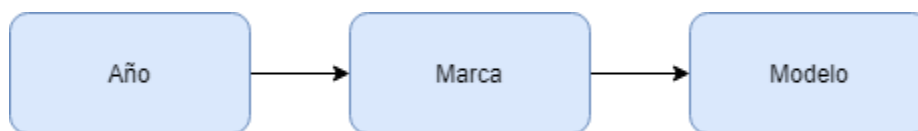


Figura 41. Dirección de selección de características de la H2P1. Elaboración propia.

El selector debe ser capaz de permitir avanzar hacia la próxima etapa solo cuando se hayan seleccionado dos o más vehículos para poder así realizar la comparación. Desde la base de datos de 3CV, el programa debe ser capaz de filtrar primeramente por año, para luego desplegar solamente las marcas que tengan vehículos en ese año y posteriormente, los modelos asociados a la marca y el año escogidos por el usuario.

Compare Side-by-Side

Photo Not Available

Select Year

Select Make

Select Model

Select Options

Compare

Photo Not Available

Optional

Photo Not Available

Optional

Photo Not Available

Optional

Figura 42. Ejemplo de vista de H2P1. Fuente: fueleconomy.gov

Sin embargo, dada la cantidad de información que salió de las reuniones con el equipo del Ministerio, se manifestó la posibilidad de que la evaluación considerara otras variables, como el número de vehículos,

4.2.3 Parte 2: Desarrollo interno de la selección de datos.

Una vez seleccionados los datos de ingreso a la herramienta para cada uno de los vehículos, se avanza a la siguiente etapa, la cual consiste en mostrar al usuario una ficha técnica estilo infografía que permita a este realizar la comparación entre las características de ambos vehículos.

- Imagen para el caso del BEV y el PHEV, logotipo de la marca en otro caso.
- Marca, Modelo y Año de cada vehículo elegido.
- TCO: Total Cost of Ownership.
- Rendimiento del vehículo.
- Desagregado del TCO.
- Desagregado del rendimiento.
- Otros

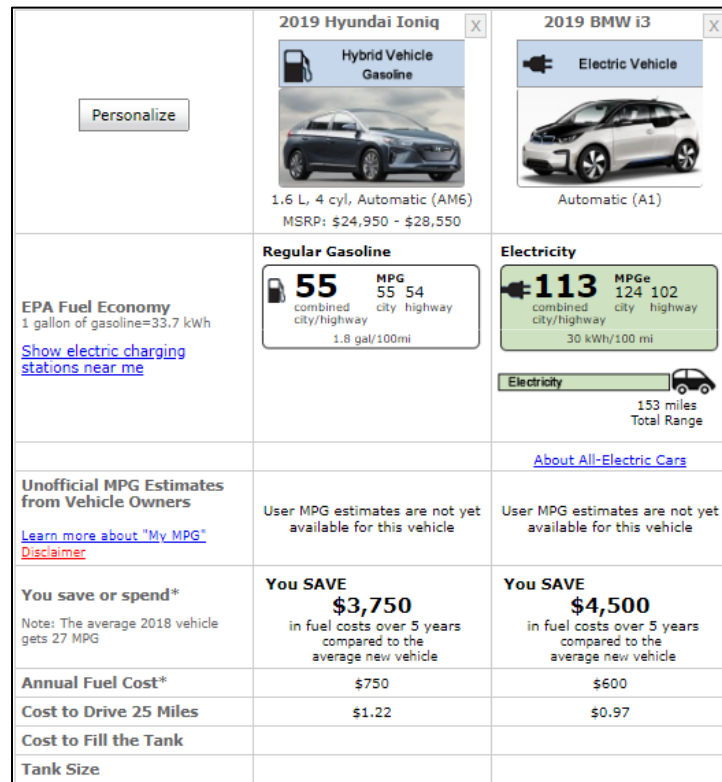


Figura 43. Ejemplo de vista para H2P2. Fuente: fueleconomy.gov

4.2.4 Descripción de las características mostradas en la primera iteración.

En una primera instancia, se construyó el Evaluador considerando el Costo Total de Adquisición (TCO – Total Cost of Ownership)

TCO - Total Cost of Ownership: Corresponde al costo total de adquirir un vehículo en un cierto plazo fijo. Este se compone de los siguientes apartados:

- Costos de mantenimiento (CM): El costo del mantenimiento se calcula como un porcentaje del precio del vehículo con una periodicidad concorde al kilometraje del automóvil.
- Costos de inversión (CI): Es el precio de compra del vehículo.
- Costos de energía (CE): Costo de la energía utilizada para la propulsión del vehículo en un horizonte de tiempo determinado. Este valor estará determinado por la base de datos utilizada y deberá ser actualizado sistemáticamente.
- Otros costos asociados (CA): Costos de patentes, de permisos de circulación y otros.

Matemáticamente:

$$TCO = CM + CI + CE + CA$$

Cada uno de estos costos estuvo inserto en la base de datos que se utilizaría para correr la herramienta.

Para el rendimiento del vehículo se consideraron previamente las siguientes características:

- Rendimiento energético para EV, ICE y PHEV (km/kWhe)
- Autonomía ($EV: S\# \cdot X\#$) ($PHEV: Y \cdot T\# \cdot X\# + (1 - Y)U\# \cdot Cap.Est.$)

Para el caso de los vehículos de combustión ($ICE: Cap.Est \cdot (G(P\#) + (1 - G(Q\#))$), donde G es el porcentaje de uso en ciudad del vehículo. Este valor de $G = 0.45$ estará predeterminado en la herramienta, pero se permitiría que en **H2P3** se pueda modificar para usuarios que conozcan su nivel de actividad.

- Capacidad de batería ($X\#$) Para EV y PHEV.
- Emisiones CO_2 ($O\#$) (PHEV e ICE)

Luego de diversas reuniones internas y con el equipo del Ministerio de Energía, se decidió finalmente optar por una evaluación más integral del proyecto, incluyendo la posibilidad de adquisición mediante leasing, la opción de evaluar una flota en vez de un vehículo único.

El output requiere de ser llamativo y de permitir una fácil comprensión para el usuario final. Se sugiere una pequeña infografía con los dos ítems más importantes a destacar, como el TCO agregado y el rendimiento agregado, con el fin de potenciar la elección de un vehículo eléctrico frente a otro tipo de vehículos.

La parte a desarrollar dentro de la herramienta “Evaluador de Proyectos de electromovilidad” consistió en preparar las primeras propuestas de cálculo, para luego de la programación, poder realizar las pruebas de confianza de funcionamiento de la herramienta, para encontrar errores de programación, diseño o constructivos propios de los cálculos.

Como primer avance de la herramienta se redactó un documento que sentó las bases de diseño y constructivas de cómo debiese funcionar la herramienta. Se explican todas las variables a utilizar y su interacción dentro de la programación para entregar el resultado final de lo buscado por el usuario, el cual consiste en una evaluación económica del proyecto electromóvil.

Los tipos de vehículos que se consideraron para el funcionamiento de la herramienta son los siguientes:

- BEV (Battery electric vehicle)
- HEV (Hybrid electric vehicle)
- PHEV (Plug-in hybrid electric vehicle)
- ICE (Internal combustion engine)

Para poder realizar una evaluación económica para el cambio desde un vehículo hacia otro, es necesario procesar una cantidad de datos que se requieren para el funcionamiento de la herramienta. Estos datos fueron solicitados al 3CV por medio del Ministerio de Energía.

4.2.5 Descripción de las características mostradas en la versión final.

El evaluador, en primera instancia, funciona de muy buena manera para realizar este tipo de evaluaciones económicas para flotas mayores y menores, ya que entrega y posee información muy detallada y precisa de los precios de las distintas variables económicas a las que se

enfrenta un potencial usuario de vehículo eléctrico. La versión final de la herramienta “Evaluador de Proyecto de Electromovilidad” cambió su nombre y su enfoque con respecto a la primera versión a la presentada en el punto 3.2.2. Esto tuvo su causa en las distintas iteraciones entre los equipos USM y Ministerio de Energía intentando integrar la mayor realidad posible a la herramienta y evitando la extrema complejización para el usuario final.

La complejidad, sin embargo, se hace presente a la hora de realizar una evaluación aún más específica del proyecto, ya que requiere un conocimiento de las variables por parte del usuario, siendo algunas difíciles de comprender y conocer a primera vista. También se vislumbra la complejidad en una primera fase para la actualización de datos, ya que si bien la API es capaz de interactuar con una planilla actualizadas, existen datos que son externos a ella, lo que puede derivar en un desorden de las fórmulas asociadas a las celdas en la herramienta y perjudicar el correcto cálculo de la estimación.

4.3 Redacción contenido “Normativas y Legislación.”

El contenido de Normativas y Legislación fue redactado luego de realizar una revisión sobre las leyes y normas pertinentes. Responde a la necesidad de información sobre el marco legal actual y su influencia en la electromovilidad.

Para este contenido, se contó con el apoyo de dos divisiones del Ministerio de Energía, como son la División de Energías Sostenibles y la División Jurídica. Este apoyo permite poder incluir contenidos relacionados a las leyes y normas existentes en nuestro sistema y relacionadas al ámbito de transporte eficiente.

Para la redacción del documento se utilizó la siguiente estructura:

- a) Orientaciones de políticas públicas
 - Programa de gobierno
 - Ruta energética
 - Estrategia nacional de Electromovilidad
 - Política Energética Nacional
 - Plan de Acción Nacional de Cambio Climático
- b) Reglamentación vigente en el ámbito de la electromovilidad
 - Ambito vehicular
 - Ley del tránsito
 - Ley de convivencia de modos
 - Decreto de etiquetado vehicular
 - Decreto de seguridad de vehículos eléctricos
 - Ámbito energético
 - Ley general de servicios eléctricos
 - Norma 4/2003 instalaciones eléctricas de consumo en baja tensión
 - Norma 20/78 Subestaciones eléctricas para instalaciones de consumo
 - Norma técnica de calidad de servicio para sistemas de distribución
 - TE-6 (Trámite eléctrico 6 de instalación de cargadores de vehículos eléctricos)
 - Ámbito medioambiental

- Ley de responsabilidad extendida al productor
- Planes de descontaminación atmosférica
- c) Reglamentación en desarrollo para la electromovilidad
 - Proyecto de Ley de Eficiencia Energética
 - Normativa para la instalación de cargadores de vehículos eléctricos
 - Homologación de cargadores de vehículos eléctricos
- d) Beneficios vigentes
 - Impuesto Verde a Fuentes Móviles
 - Renueva tu micro (Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones)
 - Renueva tu taxi (Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones)
 - Exención de restricción vehicular
- e) Recomendaciones o buenas prácticas
 - Guía de buenas prácticas de electromovilidad
 - Guía de construcción sustentable (Ministerio de Vivienda y Urbanismo)

Dentro del trabajo de revisión del capítulo se consideraron todas las normativas, leyes, políticas públicas y proyectos de ley afines a la electromovilidad, lo que derivó en la inclusión de normativa no directamente relacionada con los vehículos eléctricos, pero sí relacionada con el aspecto eléctricos de los cargadores y la infraestructura necesaria para la instalación. Con esto, se abre una variada serie de normativas relacionadas dependientes de distintos organismos ministeriales, como el Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU), Ministerio de Medio Ambiente (MMA) y otros.

Por otra parte, fueron consideradas dentro de las “buenas prácticas” los únicos dos documentos entregados directamente por el Ministerio de Energía, en el cual se buscaba además, poder realizar una actualización a futuro de esta guía de buenas prácticas en electromovilidad. Durante enero y febrero de 2019 se realizó esta actualización, junto con la redacción del contenido para buses eléctricos, mostrado a continuación.

4.4 Guía de buenas prácticas para buses eléctricos

La Guía de Buenas Prácticas para Buses Eléctricos es un documento que responde a las interrogantes que se puedan generar en los potenciales operarios y/o usuarios de los buses eléctricos que hoy se encuentran circulando en el país y es una respuesta a la guía de Buenas Prácticas en Electromovilidad, la cual fue realizada por el Ministerio de Energía y tenía un enfoque de carácter informativo general. Esta guía está dirigida principalmente a los operarios de flotas actuales que aún no se han portado a la electromovilidad, así como a las municipalidades y otras organizaciones que puedan requerir este tipo de tecnología.

En lo que respecta al trabajo realizado en esta guía, se realizó una importante búsqueda bibliográfica acerca de la adquisición, funcionamiento, operación y mantenimiento de los buses eléctricos en general, intentando enfocar la visión de este documento con los lineamientos del Ministerio en materias normativas, para así, facilitar la entrada de la tecnología dentro de las flotas de transporte público y privado. Se contó con la asesoría de la Unidad de Transporte Eficiente, perteneciente a la división de Energías Sostenibles del

Ministerio de Energía, así como con la Unidad de Electromovilidad de la Agencia de Sostenibilidad Energética.

Esta guía se encuentra en el Anexo 4 de este trabajo y tiene una estructura similar a la “Guía de buenas prácticas en electromovilidad”, pero no fue editada por diseñador, por lo que en este anexo se encuentra el texto del documento y algunas imágenes desarrolladas por el autor y otras obtenidas de la guía predecesora. La edición de este material hubiese ayudado a los operadores de flotas municipales a tomar decisiones, ya que estos se encuentran ajenos a la tecnología y responde a las primeras dudas introductorias que se tienen en torno a la electromovilidad. Además, las tablas de evaluación ayudan a comprender con números el beneficio de optar por los vehículos eléctricos en flotas de largos recorridos.

4.5 Otras actividades

Se realizaron además, otras actividades, que si bien son importantes para el desarrollo de la plataforma, no consideran ser descritas por separado, dada su corta extensión.

Documentos técnicos: Se realizó la redacción de documentos técnicos que se encuentran dentro de los contenidos de “Información Técnica”, descritos en el Capítulo 3.6

Edición de Guía de buenas prácticas en Electromovilidad: Esta guía fue redactada el año 2017 y durante 2019 se editó para actualizar su contenido según el avance de la tecnología hacia esa fecha.

Guía de buenas prácticas para buses eléctricos: Esta guía fue redactada durante enero y febrero del año 2019 y se puede encontrar en el anexo.

Encargado administrativo del proyecto Fase 1 y Fase 2: Durante ambas fases de trabajo de la plataforma, se realizó el trabajo administrativo como contraparte del Ministerio de Energía por parte de la Universidad.

Organización de talleres y mesas de trabajo.

5 Capítulo 6: Conclusiones y Recomendaciones

Posterior al trabajo realizado y descrito en los capítulos anteriores, se entregan conclusiones, las cuales permiten evaluar el cumplimiento de los objetivos declarados y una serie de recomendaciones para la continuación de la segunda fase de este proyecto, la cual se encuentra con un avance importante.

Al ser una primera versión de la plataforma y la electromovilidad, una tecnología que avanza día a día, es necesario considerar ciertos aspectos de cara al futuro, tanto de la plataforma en sí, como de su contenido.

5.1 Conclusiones

Luego de lo descrito en los capítulos anteriores y de observar el trabajo realizado, se puede notar que se cumple con el objetivo principal declarado, el cual es desarrollar, diseñar e implementar una plataforma tecnológica de electromovilidad. Esta plataforma se encuentra operativa desde el 10 de mayo de 2019, fecha de su lanzamiento oficial y ha permitido que los distintos actores relacionados a la tecnología puedan compartir y encontrarse en torno a los contenidos buscados.

Por otra parte, se observa que se cumplieron los objetivos específicos declarados al inicio de este trabajo, lo que será desglosado punto a punto en los párrafos siguientes.

Al observar el primer objetivo específico, se puede entender que revisando el estado de arte actual con respecto a las plataformas de electromovilidad, existe un amplio camino que recorrer, por lo que los estudios de prospección tecnológica en el sector transporte deben realizarse con una periodicidad mayor para poder entender qué es lo que ocurrirá con la tecnología en el futuro. Se espera que exista una proliferación de sitios y plataformas dedicadas a la electromovilidad a medida de que esta tecnología vaya penetrando en las distintas regiones del mundo. Por consecuencia, se pudo observar que el estado del arte con respecto a la tecnología es reducido a nivel global y aún más reducido en el ámbito de las herramientas interactivas ofrecidas en las plataformas, lo que dificulta la propuesta de un enfoque sobre el contenido que el usuario requiere.

En cuanto a la metodología utilizada, el trabajo del grupo multidisciplinario permitió vislumbrar distintas visiones de lo que debiese llevar la plataforma en cuanto a contenido y a estructura. Es importante poder diferenciar a los tipos de potenciales usuarios y sus requerimientos de contenido para poder analizar estrategias relacionadas con la implementación de la tecnología, así como medidas de políticas públicas y normativa relacionada. Los distintos tipos de talleres y mesas de trabajo lograron reunir a distintos tipos de actores relacionados a la electromovilidad, los cuales presentaron sus distintas inquietudes cuando se les presentó el proyecto y lograron mostrar la posición del bloque frente a las interrogantes planteadas en los talleres, lo que posteriormente, sirvió para poder evaluar los contenidos y la forma de presentarlos para estos distintos tipos de usuarios.

En cuanto a la estructura de la página, al visualizar el archivo de Google Analytics proporcionada por Producciones Individual, adjunto en el Anexo 3. Reporte de Google Analytics de la plataforma a Julio de 2020. de este trabajo, se puede concluir que las herramientas interactivas son el espacio más visitado dentro de la página, luego del homepage y de la descripción de electromovilidad, lo que sugiere que la gente visita la página buscando información rápida y de forma ligera. Esto se puede concluir además visualizando en el mismo archivo que los recursos técnicos y la parte de normativas tienen muy pocas visitas en comparación. Se observa que los contenidos responden al interés de los distintos actores y que existe una alta calidad asociada, tanto en los contenidos, como en las herramientas y recursos audiovisuales.

Abordando los insumos desarrollados, se observa que hay una gran cantidad de contenido para utilizar dentro de la plataforma, junto con el trabajo realizado en las herramientas y en los documentos técnicos, como la edición de las guías. Este material está disponible para su actualización y edición según conveniencia y responde a la necesidad de entregar información a la población. Tomando énfasis en el desarrollo de las herramientas, se puede concluir que el trabajo realizado en estas responde a la necesidad de tener una forma interactiva para que el usuario se informe sobre los beneficios de la electromovilidad y que también pueda conocer características de los vehículos eléctricos disponibles en Chile. Sin embargo, la complejidad de la herramienta Evaluador de Proyectos de Electromovilidad es un detalle que puede mejorarse, ya que mucha de la información editable mostrada al usuario puede tener un efecto de confusión o de complejidad innecesaria para este.

Otro punto que no logra destacar, según las estadísticas de Google Analytics es el contenido de actores dentro de la plataforma. Para el público general tiende a no ser relevante conocer qué instituciones forman parte de este compromiso público-privado, mientras que el material infográfico y los videos alojados en las diferentes partes de la plataforma tienden a ser más llamativos. Sin embargo, esto se puede asociar a la baja cantidad de actores que fueron incluidos en una primera instancia.

5.2 Recomendaciones

Las recomendaciones para la continuidad y para futuros trabajos relacionados con la plataforma de electromovilidad son las siguientes:

- En el tema de las herramientas, se debe tener énfasis en que mientras mayor es la cantidad de información utilizada para armar la herramienta, mayor es la complejidad de la información entregada por estos programas, por lo que se recomienda realizar una prueba de la plataforma con usuarios que no estén familiarizados con la tecnología ni la terminología utilizada, con el fin de evitar traspasar esta complejidad de información al usuario y poder evitar que la herramienta no sea utilizada por esta razón. El usuario debe percibir que utilizar las herramientas debe ser sencillo y no requerirle utilizar una extensa cantidad de tiempo.

- Se recomienda realizar un seguimiento de las plataformas europeas y de las herramientas que presentan los distintos observatorios, permitiendo así, que la plataforma se mantenga actualizada y siga lo requerido por el mercado europeo.
- Se recomienda la integración y comunicación de la plataforma con otras plataformas públicas y privadas que existen en el país, además de poder integrarla a otras plataformas a nivel internacional.
- Se recomienda la actualización constante del capítulo de Normativas y Legislaciones, agregando mayor cantidad de contenido infográfico y recursos, lo que permita evitar desinformación en el usuario.
- La información técnica debe ser actualizada y expandida hacia distintos objetivos que se puedan cruzar en los usuarios de la plataforma, considerando otros modos de transporte y distintas aplicaciones para los vehículos eléctricos ya existentes. Se espera que se incluya la micromovilidad y otros medios de transporte no abordados, como los aviones y barcos.
- Se recomienda que la plataforma tenga un dominio propio, similar a lo ocurrido con el sitio de Consumo Vehicular. Esto permitirá a la gente ingresar directamente al sitio con mayor facilidad.
- Se sugiere realizar una campaña de promoción de la plataforma a nivel de redes sociales para que una mayor cantidad de usuarios puedan conocerla y acceder a ella.
- Se recomienda realizar un mapa de actores que permita identificar tanto a los participantes del compromiso público-privado, como a los nuevos actores que puedan aparecer y se encuentren interesados en aportar al desarrollo de la tecnología.

Referencias bibliográficas

- Electromov.cl. (14 de Octubre de 2018). *Electromov*. Obtenido de Sitio web de Electromov.cl: <http://www.electromov.cl>
- Ministerio de Energía. (10 de Mayo de 2019). *Plataforma de Electromovilidad*. Obtenido de Ministerio de Energía: <http://energia.gob.cl/electromovilidad>
- Gobierno de Chile. (2016). *Estrategia Nacional de Electromovilidad*. Obtenido de Ministerio de Energía: http://www.energia.gob.cl/sites/default/files/estrategia_electromovilidad-8dic-web.pdf
- Ministerio de Energía. (2018). *Guía de buenas prácticas en Electromovilidad*. Obtenido de Ministerio de Energía: http://www.minenergia.cl/archivos_bajar/2018/electromovilidad/Guia_Electromovilidad.pdf
- Piñera, S. (2017). *Programa de Gobierno Sebastián Piñera Echenique*. Obtenido de Sebastián Piñera: <http://www.sebastianpinera.cl/images/programa-SP.pdf>
- HyER.eu. (Julio de 2020). *HyER.eu*. Obtenido de Hydrogen Fuel Cells And Electro-Mobility in European Regions: <http://hyer.eu>
- Ministerio de Energía. (2017). *Ruta Energética 2018-2022*. Obtenido de Ministerio de Energía: <http://energia.gob.cl/rutaenergetica2018-2022.pdf>
- IEA. (2018). *Global EV Outlook 2018*. Obtenido de Global EV Outlook 2018: <https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2018>
- AMECH. (2019). *Asociación de Movilidad Eléctrica de Chile*. Obtenido de AMECH: <http://www.amech.org>
- Universidad Técnica Federico Santa María. (2018). *Prospección tecnológica en el sector energético. Electromovilidad*. Santiago.

Anexos

Anexo I. Tabla de descripción de actividades del convenio.

Objetivo	Actividades	Acciones	Recursos estimados
i. Implementar una plataforma de información de movilidad eléctrica, que permita eliminar las asimetrías de información de esta tecnología	a) Desarrollar una plataforma de información que permita entregar información relativa a esta tecnología, oportunidades tecnológicas de movilidad eficiente, temas relacionados a la operación, mantenimiento, seguridad, normas y otra información relevante para diferentes públicos objetivos, de manera colaborativa con los principales actores del ecosistema nacional de movilidad eléctrica	- Crear una plataforma que contenga información sobre movilidad eléctrica. - Identificar y recopilar información relevante que se deba compartir en la plataforma para los diferentes públicos. Por ejemplo: información de los tipos de carga, data de vehículos eléctricos en Chile y en el mundo, mantención y operación de estos vehículos entre otros. - Identificar y proponer proyectos pilotos y casos de éxito, que se puedan compartir en la plataforma. - Identificar los polos tecnológicos, mercados y experiencias nacionales e internacionales relevantes.	\$50.000.000.-
	b) Difundir la movilidad eléctrica, sus características, beneficios, temas de seguridad, operación, mantenimiento, de forma simple, entretenida y directa a la ciudadanía.	- Desarrollar material gráfico y audiovisual que permita dar a conocer esta tecnología a la población de forma sencilla y didáctica. - Registro gráfico de actividades y/o pilotos relevantes de la materia - Buscar formatos lúdicos e interactivos que	

		permitan involucrar a la ciudadanía y hacerla partícipe de este cambio tecnológico. - De acordarlo entre las partes, organizar seminarios y/o talleres en conjunto destinados a difundir la movilidad eléctrica.	
ii. Facilitar el intercambio de información entre la Subsecretaría y la UTFSM, realizar actividades de carácter académico y de transferencia tecnológica en materias relacionadas al sector energético.	c) Establecer mecanismos que permitan a estudiantes de pre y posgrado realizar tesis y memorias de grado con apoyo de tutores del Ministerio en temas del interés de ambas organizaciones.	- Al menos una vez por semestre, identificar y comunicar al Ministerio de Energía temas de tesis de pre y posgrado que sean del interés de ambas partes. - En caso que ambas partes lo acuerden, el Ministerio de Energía facilitará el desarrollo de tesis de pre y posgrado, siguiendo los mecanismos establecidos para dichos fines.	
iii. Difundir y permitir el acceso a información de carácter pública generada de los análisis desarrollados en el marco del laboratorio de investigación y desarrollo avanzado en tecnologías habilitantes para la movilidad	d) Facilitar el análisis y la información que emane de las investigaciones realizadas en el laboratorio de investigación y desarrollo avanzado en tecnologías habilitantes para la movilidad eléctrica en Chile, con equipamiento y expertos que estarán disponibles para estudios y desarrollos de interés público y privado en esta temática, según lo	- La UTFSM diseñará e implementará un laboratorio de investigación y desarrollo en tecnologías habilitantes para movilidad eléctrica para Chile - Se identificará temas de carácter público relacionados con la electromovilidad en que sean necesarias actividades de investigación, para lo cual la UTFSM gestionará disponibilidad de investigadores para	

eléctrica para Chile.	acuerden las partes involucradas.	dar respuestas científicas que permitan la toma de decisiones. - De común acuerdo, los investigadores del laboratorio participarán en mesas de trabajo que le solicite el Ministerio de Energía.	
Total recursos transferidos			\$50.000.000-

Tabla 8. Actividades del convenio entre el Ministerio de Energía y la Universidad Técnica Federico Santa María. Fuente: Ministerio de Energía, 2018.

Anexo 2. Tabla de minutas de reuniones entre el equipo UTFSM y el equipo MINEN.

Fecha	Participantes	Temas importantes
10-07-2018	Cristina Victoriano Mariana Pavon Ángel Caviades Mauricio Osses Pilar Henríquez	Descripción de actividades y revisión de los alcances para poder definir equipo y actividades.
06-09-2018	Cristina Victoriano Mariana Pavón Pilar Henríquez Mauricio Osses	Página web - Entrega beta en 11-2018 - Junio 2019 – Cierre del proyecto Difusión - Salida en Canal 13C. - MINEN define eventos de lanzamiento. - Última reunión de DSC. Proyecto de lanzamiento 05-03-19 Día mundial de la eficiencia energética.
12-09-2018	Germaín Quintana Francisco Cofré Mauricio Osses Cristóbal León	Búsqueda de ideas - No existe información en páginas de gobiernos latinoamericanos Características deseadas - Amigable con el usuario - Fácil conectividad con RRSS - Lenguaje técnico sencillo - Contexto latinoamericano - Facilitar las búsquedas - Normativas como línea temporal Público objetivo - Estado, Academia, Industria, General. Objetivos específicos -> Posicionamiento.

28-09-2018	Cristina Victoriano Mariana Pavón Luz Ubilla Germaín Quintana Cristóbal León Mauricio Osses Francisco Cofré Julio Baeza	Se debe agendar reunión con MINEN para abordar la difusión Mapa de actores - Generar reuniones con actores que respondan a los atributos. Página web OTEM - Dar comienzo a trabajo propuesto. Planificación de actividades - Futura reunión USM + Individual.
19-10-2018	Cristina Victoriano Mariana Pavón Luz Ubilla Armando Pérez Germaín Quintana Cristóbal León Francisco Cofré Luis Chávez Jesús Pérez Sebastián Aguilera Mauricio Osses Julio Baeza	Se agenda reunión con equipo informático del Ministerio Versión beta plataforma 26-11 Presentación de avances Arquitectura y presentación de contenidos Se desarrollará un diagrama de las herramientas propuestas.
22-10-2018	Cristina Victoriano Armando Pérez Luz Ubilla Gonzalo Aravena Marcos Riveros Sebastián Aguilera Luis Chávez Cristóbal León Pilar Henríquez	Se deben conectar los equipos informáticos de ambas partes USM armará propuesta para que Comunicaciones de MINEN realice feedback. Landing Page para el día del lanzamiento en Noviembre Propuesta con nombres de URL a aprobar por Comunicaciones.
19-11-2018	Cristina Victoriano Luz Ubilla Armando Pérez Pilar Henríquez Germaín Quintana Cristóbal León Luis Chávez	Se busca resolver el origen de los datos para las herramientas. Falta ver donde alojar la información de los precios y desde dónde se pueden conseguir. Se sugiere abrir un canal con esa información para ser llenada por las propias automotoras. Se presenta Herramienta 2: Comparador
20-11-2018	Francisco Cofré Germaín Quintana Cristóbal León	Diseño de detalle de las herramientas Word con diagramas y diseño en detalle

26-11-2018	Cristina Victoriano Luz Ubilla Armando Pérez Pilar Henríquez Germaín Quintana Cristóbal León Luis Chávez	Se solicita conversar con ANAC para la información de los vehículos a utilizar en las herramientas. Se requiere armar reunión con 3CV para la información de los vehículos homologados para la plataforma.
03-12-2018	Armando Pérez Luz Ubilla Luis Chávez Mauricio Osses Pilar Henríquez Cristóbal León Francisco Cofré	Herramientas interactivas - Diseño visual - Arquitectura y contenido Arquitectura de la plataforma Información de la plataforma - API - 3CV - Plataforma
12-12-2018	Armando Pérez Luz Ubilla Mauricio Osses Pilar Henríquez Cristóbal León Francisco Cofré Luis Chávez	Diseño visual de las herramientas - Colores muy pálidos Arquitectura y contenido (herramientas) - Selección por autonomía - Autos del mercado chileno - Cargadores por norma - Ficha para las emisiones - Trabajo de buses y autos por separado
19-12-2018	Armando Pérez Luz Ubilla Germaín Quintana Pilar Henríquez Cristóbal León Gonzalo Aravena	Desarrollo informático - API - Homepage Diseño conceptual - Solicitar datos de 3CV para las herramientas Herramientas interactivas - Tipos de vehículos - Detalles estéticos - Vista del Catálogo - Utilizar la paleta de colores del Ministerio
08-01-2019	Armando Pérez Luz Ubilla Nuncio Lama Cristóbal León Germaín Quintana Pilar Henríquez Mauricio Osses Daniel Núñez	Se solicita a ANAC los precios de lista de los vehículos con sus respectivas fotos y links directos a los distribuidores Aseguradoras y vehículos eléctricos (Pendiente) Facilitar gestiones con las marcas a través de ANAC.
09-01-2019	Armando Pérez Luz Ubilla	Enviar propuesta de homepage a comunicaciones

	Germaín Quintana Pilar Henríquez Cristóbal León Luis Chávez Gonzalo Aravena	Propuesta de árbol de contenidos Diseño se debe conversar con comunicaciones. Paleta de colores se debe alinear al Ministerio.
20-02-2019	Luis Chávez Sebastián Aguilera Germaín Quintana Pilar Henríquez Cristóbal León Mauricio Osses Francisco Cofré Francisco Gutiérrez Armando Pérez Luz Ubilla Ángel Caviedes Carlos Mancilla Nuncio Lama Gonzalo Aravena Cristina Victoriano	Diseño visual de la plataforma - Enviada propuesta del home a Comunicaciones Contenido de la plataforma - Propuestas de títulos de contenido de nivel 1 y 2. Desarrollo informático - Se deben completar los campos que debe entregar el 3CV Herramientas interactivas - Propuesta de diseño se conversará con ANAC - Cambio de nombre a la herramienta Comparador. Compromiso público-privado - Se solicita participar en la agenda de reuniones para levantar contenidos para la plataforma.
28-02-2019	Germaín Quintana Mauricio Osses Bárbara Neira Ángel Caviedes Ariel Santander	Actualizar la prospección tecnológica siguiendo las recomendaciones del estudio anterior. Definición del nuevo proyecto de prospección. Integración a las empresas conectadas en la plataforma.
13-03-2019	Enzo Sauma Miguel Pérez de Arce Muriel Oyarzún Francisco Cofré Cristóbal León Germaín Quintana Pilar Henríquez	Colaboración de la PUC en contexto de ING2030. Se menciona el contenido de capital humano. La idea es que la PUC revise lo redactado por USM y lo complemente. Se propone la inclusión de contenido a la plataforma por parte de la PUC de dos temas a definir. Se explica el alcance de la información técnica alojada en la plataforma para profundizar.
03-04-2019	Cristina Victoriano Luz Ubilla	Comunicación entre ambos equipos para presentar la plataforma y poder incorporar el

	Pilar Henríquez Germaín Quintana Jorge Reyes Williams Calderón Paulina Ramírez Edwin Pacha	trabajo que realiza el Centro de Energía Uch con monitoreo de flotas de vehículos eléctricos.
05-04-2019	Mauricio Osses Pilar Henríquez Germaín Quintana Cristóbal León Luis Chávez	Propuestas gráficas. Edición de contenido solicitado por el Ministerio. Corrección de errores de programación. Inclusión de videos e infografías faltantes Fechas de entregas al Ministerio. Estado de las herramientas.
03-05-2019	Mauricio Osses Pilar Henríquez Germaín Quintana Luis Chávez Cristina Victoriano Luz Ubilla Armando Pérez	Videos - 10 videos. - Agregar subtítulos Comentarios generales por sección modo feedback de la plataforma previo al lanzamiento. Detalles de funcionamiento de ciertas funcionalidades nuevas exigidas para la plataforma
19-06-2019	Mauricio Osses Cristóbal León Germaín Quintana Cristina Victoriano Luz Ubilla Armando Pérez	Fase 2 del convenio MINEN – USM Objetivos - Involucrar a la USM para iniciativas propias - Una herramienta nueva - Descentralizar y poner foco en las regiones - Mejorar la gestión desde la parte informática. Se informa de la buena recepción a nivel de ministerios de la plataforma. También de la conformidad por parte de los SEREMIs.

Tabla 9. Minutas de reuniones de trabajo.

Anexo 3. Reporte de Google Analytics de la plataforma a Julio de 2020.

Páginas

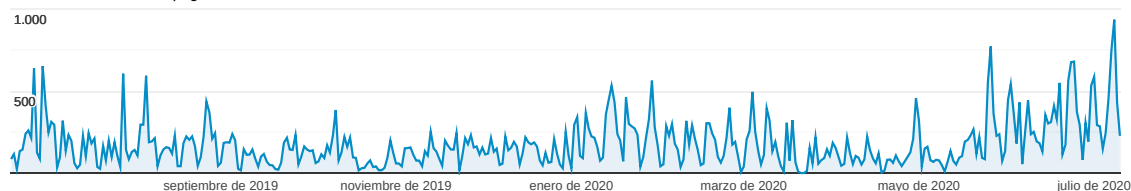


Todos los usuarios
100,00 % Número de visitas a páginas

20 jun. 2019 - 10 jul. 2020

Explorador

● Número de visitas a páginas



Página	Número de visitas a páginas	Número de páginas vistas únicas	Promedio de tiempo en la página	Entradas	Porcentaje de rebote	Porcentaje de salidas	Valor de página
	68.550 %del total: 100,00 % (68.550)	46.208 %del total: 100,00 % (46.208)	00:01:44 Media de la vista: 00:01:44 (0,00 %)	19.190 %del total: 100,00 % (19.190)	52,73 % Media de la vista: 52,73 % (0,00 %)	27,99 % Media de la vista: 27,99 % (0,00 %)	0,00 US\$ %del total: 0,00 % (0,00 US\$)
1. /electromovilidad	8.810 (12,85 %)	6.539 (14,15 %)	00:01:52	6.098 (31,78 %)	47,02 %	43,86 %	0,00 US\$ (0,00 %)
2. /	5.749 (8,39 %)	3.470 (7,51 %)	00:01:54	3.263 (17,00 %)	46,58 %	36,49 %	0,00 US\$ (0,00 %)
3. /evaluador	2.888 (4,21 %)	721 (1,56 %)	00:02:25	308 (1,61 %)	47,08 %	16,38 %	0,00 US\$ (0,00 %)
4. /electromovilidad/ electromovilida d-en-chile	2.817 (4,11 %)	1.916 (4,15 %)	00:01:19	709 (3,69 %)	44,15 %	24,71 %	0,00 US\$ (0,00 %)
5. /electromovilidad/ catalogo	2.487 (3,63 %)	1.213 (2,63 %)	00:01:08	230 (1,20 %)	27,83 %	11,82 %	0,00 US\$ (0,00 %)
6. /catalogo	2.005 (2,92 %)	707 (1,53 %)	00:01:04	175 (0,91 %)	32,57 %	10,52 %	0,00 US\$ (0,00 %)
7. /electromovilidad/ introduccion	1.702 (2,48 %)	1.174 (2,54 %)	00:01:33	224 (1,17 %)	50,45 %	24,97 %	0,00 US\$ (0,00 %)
8. /electromovilidad/ vehiculos-elect ricos	1.444 (2,11 %)	1.046 (2,26 %)	00:01:36	177 (0,92 %)	46,33 %	21,61 %	0,00 US\$ (0,00 %)
9. /electromovilidad/ reglamentacion	1.383 (2,02 %)	1.165 (2,52 %)	00:02:47	542 (2,82 %)	68,82 %	47,65 %	0,00 US\$ (0,00 %)
10. /electromovilidad/ evaluador	1.177 (1,72 %)	561 (1,21 %)	00:02:14	162 (0,84 %)	51,23 %	23,96 %	0,00 US\$ (0,00 %)

Filas 1 - 10 de 1230

Anexo 4. Guía de buenas prácticas para buses eléctricos. (Universidad Técnica Federico Santa María, 2018)

Glosario

Batería del vehículo: Dispositivo de almacenamiento de energía, la cual permite a su vez, la entrega de la energía hacia el motor eléctrico del vehículo eléctrico para su funcionamiento.

Bus eléctrico: Tipo de vehículo pesado terrestre, cuya función es el transporte de pasajeros, que tiene la capacidad de moverse mediante propulsión puramente eléctrica.

Cargador de batería: Dispositivo conectado a una fuente de energía que permite la carga de las baterías del vehículo eléctrico.

Carga de oportunidad: Tipo de carga que se realiza entre descansos o tiempos muertos para el vehículo. Puede ser la hora de almuerzo, en una farmacia, en un restaurante, etc. Este tipo de recarga se realizan mediante dispositivos a corriente directa, para aprovechar la velocidad y potencia de carga.

Combined Charging System (CCS): protocolo de carga de vehículos en corriente continua (DC). Este sistema es muy utilizado en vehículos de origen europeo para carga mediante cargadores rápidos y ultra rápidos.

Enchufe: Dispositivo compuesto por un conjunto de clavijas y un tomacorriente, el que permite la entrada de energía al vehículo eléctrico mediante una conexión directa.

Sistemas de carga: Consiste en la forma o formas que posee el vehículo para recargar su batería o para poder obtener la energía para poder moverse.

Vehículo eléctrico: Tipo de vehículo que tiene la capacidad de moverse mediante propulsión eléctrica y que cuenta con al menos un motor eléctrico. Dentro de esta categoría se encuentran los vehículos eléctricos a baterías y los vehículos híbridos enchufables (con recarga exterior).

Introducción

El Programa de Gobierno del Presidente de la República Sebastián Piñera Echenique contempla para el periodo entre 2018 a 2022, la progresiva irrupción de la movilidad eléctrica como parte del abanico de oportunidades de innovación y desarrollo tecnológico del sector energético al servicio del progreso del país, quedando lo anterior plasmado en el documento de política energética denominado “Ruta Energética 2018-2022: Liderando la modernización con sello ciudadano”, el cual busca definir el camino y prioridades en materia energética para los próximos cuatro años. Dicho documento fue lanzado durante el mes de mayo de 2018 y en su eje 5 denominado “Transporte Eficiente: Energía en movimiento”, señala como meta que al año 2022 existan al menos 10 veces más vehículos eléctricos en las calles de nuestro país, lo que implica incentivar el desarrollo de puntos de carga públicos y/o privados y la incorporación de nuevos vehículos a nuestro sistema de transporte. Por su parte la Estrategia Nacional de Electromovilidad establece una meta de largo plazo que consiste en que el 100% de la flota de transporte público y el 40% de los vehículos particulares sean eléctricos al 2050.

Hoy en Chile, se cuenta con 214 buses eléctricos y para que este número siga creciendo, se ha confeccionado esta **Guía de buenas prácticas para buses eléctricos**, con el fin de ayudar a los operadores de flota a tomar decisiones correctas a la hora de querer integrarse a esta nueva tecnología y de hacer más fácil la transición hacia la movilidad eléctrica en el transporte de personas.

Aspectos generales

Sobre los buses eléctricos

Los buses eléctricos corresponden a una tecnología nueva de transporte, la cual, al estar alimentada únicamente por energía eléctrica, elimina las emisiones asociadas a la combustión fósil del transporte y a su vez, reduce la contaminación acústica debido a la ausencia del motor de combustión.

Ventajas de los buses eléctricos

La adquisición de buses eléctricos presenta varias ventajas a corto, mediano y largo plazo, tanto para los operadores, como para los usuarios.

Rendimiento energético y valor total:

El rendimiento energético de la electricidad pura frente a la combustión fósil en términos de eficiencia energética es mayor, mientras que la energía eléctrica tiene un costo menor frente a los combustibles para el mismo uso. A modo de ejemplo, el rendimiento de un bus eléctrico (1[km/kWh]) llevado a energía equivalente es 3 o 4 veces mayor al rendimiento de un bus de combustión interna convencional (1[km/l]).

Reducción de las emisiones:

Las emisiones no deseadas, como el CO_2 , el ruido y otras, son eliminadas mayormente con el uso de la tecnología. Si bien las emisiones de CO_2 directas del bus no existen se deben considerar las emisiones producto de la generación de la energía que utiliza el bus. En este caso, las emisiones de la matriz energética de Chile. Además, se debe considerar que las emisiones de ruido se reducen, lo que mejora la calidad de vida en la ciudad.

Costos de operación y mantenimiento:

Los costos de operación y de mantenimiento son menores en los vehículos eléctricos, dado que el costo energético y la eficiencia son mayores para este tipo de vehículos en comparación con los convencionales. En el caso del mantenimiento, la menor cantidad de piezas y un sistema más simple de la parte motora implica un menor costo.

Evaluación económica:

Considerando la inversión inicial, los precios actuales del combustible, del mantenimiento y de operación de los vehículos, tanto eléctricos, como convencionales, es posible realizar una evaluación económica aproximada para entender la conveniencia de invertir en vehículos eléctricos. En el Anexo 1 se pueden encontrar valores aproximados y reales para la posterior comparación en términos económicos entre ambas tecnologías.

Consideraciones sobre los buses eléctricos

Pasajeros:

Al ser este tipo de vehículo exclusivo para el transporte de pasajeros, se debe cumplir con ciertas características necesarias para su funcionamiento. En el caso de los pasajeros, los buses deben estar provistos del espacio y la comodidad suficiente para llevar en su interior a un mínimo de 20 pasajeros sentados y un máximo total entre sentados y a pie de 160 pasajeros. Se debe considerar que la cantidad de pasajeros máxima influye además en la autonomía del bus eléctrico, reduciendo la energía disponible para el traslado y utilizándola para generar un mayor par motor necesario para mover el peso combinado entre el bus y los pasajeros.

Modo de conducción:

Para aprovechar las ventajas del freno regenerativo, maximizar la eficiencia del bus en cuanto a reducción de emisiones sonoras y evitar un mayor par-motor que acelere el desgaste de los neumáticos, es necesaria una conducción eficiente del vehículo. Este tipo de conducción consta en aceleraciones y frenados graduales, no bruscos. Con esto, se asegura, además, una mayor duración de la carga de la batería y por ende, una mejor utilización de los ciclos de carga.

Autonomía:

La autonomía del bus eléctrico es un tema importante para la operación. Existen tres factores a considerar que pueden afectar la autonomía de un vehículo eléctrico.

- Modo de conducción: El uso eficiente del freno regenerativo, del acelerador y de la inercia del vehículo afectan directamente a la autonomía del bus. El freno regenerativo requiere evitar frenar a fondo
- Climatología: La diferencia de temperatura entre el interior y el exterior del bus tiene un impacto significativo en la autonomía.
- Orografía: El desnivel de las ciudades, así como la conducción en pendientes, ya sean positivas o negativas, tiene un impacto en la autonomía del vehículo.

Además, se debe considerar el peso con pasajeros, el funcionamiento de características como Wi-Fi, cargadores USB y aire acondicionado. Sin embargo, generalmente su utilización viene considerada dentro del cálculo de la autonomía.

La función del freno regenerativo es la de aprovechar la energía cinética del bus cuando se quiere desacelerar con el fin de guardar parte de esa energía y devolverla a la batería del bus. Para maximizar su efecto, se debe realizar un frenado gradual y constante en el tiempo. Si se frena de manera incorrecta, brusca y repentina, la energía aprovechada regenerada es menor y el desgaste que se produce al sistema de frenado es mayor.

Tipos de conectores

La tecnología de buses eléctricos permite, dependiendo de las características del bus eléctrico, diferentes tipos de carga de energía. Los tipos de conectores utilizados para cargar las baterías de los buses eléctricos dependerán de la tecnología de carga con la que cuenta el bus (de soportar carga en corriente alterna o continua).

Plug-in

El sistema de carga tipo plug-in es el más conocido actualmente y el más utilizado. Este sistema utiliza un cargador enchufable desde la fuente de energía hacia la batería del vehículo eléctrico si trabaja con corriente directa (DC) o hacia un convertidor de corriente AC/DC si es en corriente alterna (AC). Esto dependerá de la tecnología presente en el vehículo y del tipo de entrada que este posea.

Plug-in (AC)

El sistema de carga en AC que utilizan los buses eléctricos en Chile es el cargador con conector Tipo 2 estandarizado IEC 62196, el cual es compatible además con el cargador Tipo 1.

Tipo 2
[IEC 62196]
(Europa)



Plug-in (DC)

El sistema de carga para buses en DC utiliza el conector tipo GB/T (China). Este tipo de conector está estandarizado y admite además Tipo 2 y 3 en AC, lo que permite que un mayor número de vehículos puedan utilizar este tipo de conector.

GB/T



Pantógrafo

El sistema de carga mediante pantógrafo es un sistema de carga continua de baterías, el cual consiste en un pilar con una plataforma superior, en la cual está la salida del sistema de carga. Bajo esta plataforma se posiciona el bus eléctrico y una vez detenido, lo carga mediante un arreglo de contactos con corriente directa.

Modo 1: Pantógrafo montado

El sistema de pantógrafo montado consiste en que un sistema de contacto desciende desde el cargador hacia el vehículo para realizar la carga de la batería.

Modo 2: Pantógrafo invertido

El sistema de pantógrafo invertido tiene el mismo funcionamiento que el sistema de pantógrafo montado, con la diferencia de que el arreglo del pantógrafo en este caso sale desde el bus hacia el cargador.

Trolebus

El sistema de trolebuses es similar a un sistema de pantógrafo de contacto constante, donde la energía que recibe el bus es a través de un sistema de catenarias en la parte superior de este, el cual va acoplado a la red eléctrica. Esto permite el suministro constante de energía para el bus y su desplazamiento.

Inducción

El sistema de carga por inducción es un sistema de carga de oportunidad rápida de baterías que consiste en el paso del vehículo por un punto inductivo en la calle, en el cual, por medio de receptores ubicados en la parte inferior del bus, se obtiene corriente desde un dispositivo de inducción, el cual se ubica en una estación bajo tierra.

Tecnología OLEV (Online Electric Vehicle)

Esta tecnología es similar a la carga por inducción, con la diferencia de que el bus se va cargando al pasar sobre una carretera con secciones inductoras y no necesita al vehículo detenido para su carga. Unos receptores ubicados en la parte baja del bus captan la energía proveniente desde el generador de corriente por inducción. El alto costo de infraestructura y su aún reciente desarrollo la transforman en una oportunidad en el futuro.

Infraestructura de carga

La infraestructura de carga es vital para la operación del vehículo, ya que permite su recarga cuando la energía en las baterías se agota. Dependiendo de la tecnología con la que cuenta el bus para su recarga, se deben seguir ciertos pasos para la instalación de los distintos tipos de cargadores. En el Trámite Eléctrico 6 de la Superintendencia de Electricidad y Combustibles se puede realizar este trámite en línea y, además, se encuentra una guía para su realización. Este trámite es obligatorio para todas las instalaciones de cargadores, ya sean públicas o privadas. Para esta infraestructura de carga, se recomienda, además, verificar si se cuenta con un garaje con una disponibilidad de energía eléctrica para alimentar un cargador de al menos 80 [kW], ya que esto permite la utilización de energía en DC.

Tiempos de carga

Los tiempos de carga para vehículos eléctricos dependen del tipo de carga, de la potencia disponible en el cargador, de la capacidad de la batería. En el caso de la corriente alterna, la carga estará limitada además por la potencia del convertidor AC/DC del vehículo. La tabla adjunta considera los tiempos de carga para el 80% de la batería.

Capacidad de energía en la batería en [kWh]	Potencia disponible en el cargador					
	AC		DC			
	50 [kW]	70 [kW]	150 [kW]	200 [kW]	250 [kW]	300 [kW]
250	5 h	3,5 h	1,7 h	1,3 h	1 h	50 min
275	5,5 h	3,9 h	1,8 h	1,4 h	1,1 h	55 min
300	6 h	4,2 h	2 h	1,5 h	1,2 h	1 h
325	6,5 h	4,6 h	2,2 h	1,6 h	1,3 h	1,1 h
350	7 h	5 h	2,3 h	1,8 h	1,4 h	1,2 h

400	8 h	5,7 h	2,7 h	2 h	1,6 h	1,4 h
-----	-----	-------	-------	-----	-------	-------

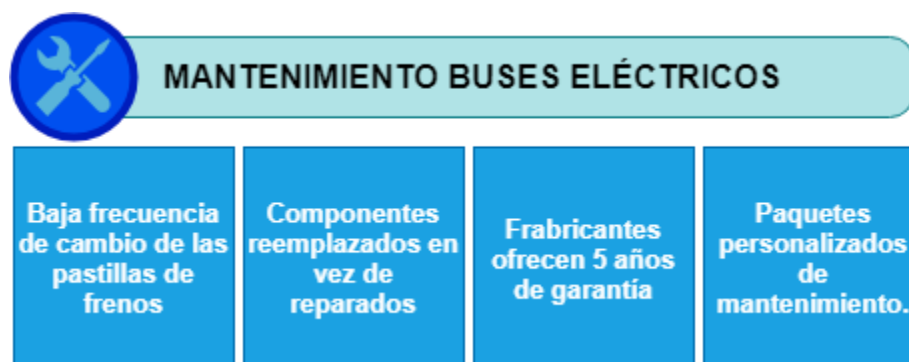
*Es importante no olvidar que la capacidad de carga de un vehículo en corriente alterna está limitada también por la potencia del convertidor AC/DC interno del vehículo. Por ejemplo, si tenemos potencia cualquiera disponible en la red y la potencia de dicho conversor fuera de 50 [kW], para cargar una batería de 200 [kWh] sería siempre alrededor de 4 horas de tiempo, independiente de la potencia del cargador, ya que la velocidad está restringida por la potencia del conversor.

Mantenimiento

El mantenimiento de buses eléctricos presenta las siguientes diferencias con respecto al de los buses de combustión.

- Menor frecuencia de cambio de las pastillas de frenos. No requiere cambios de aceite, ni de los filtros de gases de escape.
- Los componentes deben ser reemplazados en vez de reparados, como el banco de baterías, el motor de tracción y el sistema eléctrico de potencia.
- Los fabricantes ofrecen por lo general, 5 años de garantía. Una vez cumplido este periodo, se puede pagar un costo por extenderla.
- Existen paquetes personalizados de mantenimiento para los vehículos según sea necesario.

Se debe considerar que el mantenimiento de los buses eléctricos es de menor complejidad comparado con el de los buses convencionales. Esto se da en parte por la menor cantidad de piezas que componen el sistema motor del bus eléctrico, la ausencia de aceites y de otros componentes expuestos a calor, explosiones de combustible y otras pérdidas que afectan tanto al rendimiento, como al estado del sistema motor.



Neumáticos:

Primeramente, se debe observar que los neumáticos utilizados para los vehículos eléctricos en general, tanto para buses, como para automóviles, son más delgados y de mayor diámetro que los utilizados para los vehículos convencionales. Esto se debe a que los vehículos eléctricos poseen un peso mayor, debido a la inclusión de las baterías. Además, los neumáticos están expuestos a un par motor mayor que los vehículos convencionales, por lo que el objetivo de los neumáticos debe ser mantener la mayor eficiencia posible, además de eliminar el ruido que se filtra al interior del vehículo.

Recomendaciones

De los tipos de buses:

Para Santiago, se recomiendan los buses de 12[m] no articulados, debido a la cantidad de resaltos, la pendiente de la ciudad y el ancho de las calles. Para el caso de utilizar un corredor exclusivo, con baja pendiente y con ausencia de resaltos, es posible poner en modo de prueba un bus articulado. Se debe considerar además el estado actual del asfalto durante el recorrido para evitar el desgaste de la carrocería y pérdidas de eficiencia. En el caso de regiones

De la infraestructura de carga:

Para la infraestructura de carga, se debe realizar el Trámite Eléctrico 6 de la Superintendencia de Electricidad y Combustible, el cual entrega los pasos a seguir para realizar este trámite. Se debe considerar el carácter obligatorio de este trámite para la instalación de cargadores. Es necesaria para la infraestructura de carga, la asesoría con un ingeniero electricista.

De la carga efectiva:

Se recomienda un rango de carga del 80%, es decir, no cargar la batería al 100%, ni tampoco bajar la carga más allá del 10% de la capacidad. Esto con el fin de mejorar el rendimiento de los ciclos de carga, ya que se desea que los ciclos de carga no contemplen la descarga ni carga completa de la batería.

De sistemas de cargas:

La tendencia actual en Chile, en cargadores públicos, es usar para carga en corriente alterna, conector Tipo 2, el cual es compatible con conectores Tipo 1 y Tipo 2, considerando un cable para la carga pública que funciona como adaptador y que es propiedad del usuario final. En el caso de carga DC, la tendencia es disponer de cargadores compatibles con multi estándar, CHAdeMO y Combinado Tipo 2 (CCS 2).

En el caso de las flotas de buses eléctricos, se recomiendan los cargadores Tipo 2 en AC para la instalación en el depósito y sistemas de carga DC multi estándar para cargas de oportunidad.

Se sugiere que el cargador instalado tenga incorporado un sistema con comunicación a internet protocolo OCPP 1.5 o 1.6 (GPRS, Wifi), con conector Tipo 2, con posibilidad de futura gestión de carga y que permita acceso universal, de fácil integración posterior.

De mantenimiento:

Se recomienda a los operadores de flotas, considerar la opción de tener un contrato de mantenimiento con las empresas que entregan las máquinas. Generalmente, las empresas fabricantes ofrecen una garantía y mantenimiento en base a una cuota a los operadores por una cierta cantidad de tiempo. Esto evita los errores a la aplicación del mantenimiento frente a una tecnología nueva.

Anexos

Anexo 1. Evaluación económica del bus eléctrico.

Ítem	Bus convencional (Euro VI)	Bus eléctrico (flota)
Inversión	\$130.000.000 (unidad)	\$280.000.000 (unidad)
Seguros	No aplica	No aplica
Kilometraje recorrido anual	250.000 [km]	250.000 [km]
Precio combustible	520 [\$/l]	110 [\$/kWh]
Rendimiento [km/combustible]	1,8 [km/l]	0,7 [km/kWh]
Gasto combustible	\$58.333.334	\$39.285.714
Cambios de aceite anual	\$2.240.000	\$-
Mantenimiento	\$1.350.000	\$600.000
Gasto operacional anual*	\$61.923.333	\$39.885.714

Según este cálculo, el bus se hace rentable a partir del décimo año con un costo total presente de \$527.965.961 para el bus convencional y de \$523.495.855 para los buses eléctricos. Este precio puede reducirse aún dependiendo del precio unitario aplicado para flotas de un número mayor de vehículos. También se deben considerar los precios de la energía como cliente libre, dada la potencia instalada necesaria para mantener el sistema funcionando. Estas consideraciones pueden reducir aún más tanto el precio de inversión, como los gastos operacionales relacionados.