

**UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
SEDE VIÑA DEL MAR – JOSÉ MIGUEL CARRERA**

**EVALUACIÓN DE UN PLAN DE ADAPTACIÓN DE UN TALLER DE
MECÁNICA AUTOMOTRIZ PARA LA RECEPCIÓN DE VEHÍCULOS
ELÉCTRICOS**

Trabajo de Titulación para
optar al Título de Técnico
Universitario en MECÁNICA
AUTOMOTRIZ.

Alumno:

Felipe Antonio Brito Díaz

Profesor Guía:

Mg. Ing. Carlos Baldi
González



CONSTANCIA DE VALIDACIÓN Y CONFIDENCIALIDAD DE MONOGRAFÍA A REPOSITORIO ACADÉMICO

1.- IDENTIFICACIÓN DEL TRABAJO ACADÉMICO

Tipo de monografía (marcar una opción): Memoria o trabajo de título; Tesis de Postgrado;

Título del trabajo: EVALUACIÓN DE UN PLAN DE ADAPTACIÓN DE UN TALLER DE MECÁNICA AUTOMOTRIZ PARA LA RECEPCIÓN DE VEHICULOS ELÉCTRICOS.

Nombre del candidato(a): FELIPE ANTONIO BRITO DIAZ

Carrera / Grado: TECNICO UNIVERSITARIO EN MECANICA AUTOMOTRIZ

Campus: Viña del Mar ; **Departamento:** MECANICA

2.- VALIDACIÓN DEL PROFESOR GUÍA/DIRECTOR DE TESIS

Yo, CARLOS BALDI GONZALEZ, en mi calidad de profesor(a) guía/director(a) del trabajo académico mencionado anteriormente **DEJO CONSTANCIA** que:

- He revisado esta versión del documento y corresponde a la versión final aprobada del trabajo.
- El trabajo cumple con los requisitos académicos y de formato establecidos por la institución

3.- EVALUACIÓN DE CONFIDENCIALIDAD POR PROPIEDAD INDUSTRIAL

El trabajo **NO contiene información que amerite confidencialidad** y puede ser publicado de inmediato en repositorio con acceso abierto.

El trabajo **CONTIENE** información con potenciales implicancias de propiedad industrial o intelectual y requiere un periodo de confidencialidad (embargo) por:

6 meses; 12 meses; 2 años; 3 años; 5 años; 10 años

Fundamentación de la necesidad de confidencialidad (obligatorio si se solicita embargo):

4.- FIRMAS

Profesor(a) guía o director(a) de memoria o tesis:

Fecha: 03-07-2025 ; **Firma:** 

Estudiante o Candidato(a):

Fecha: 03-07-2025 ; **Firma:** 

Este formulario debe ser insertado como página 2 de la memoria o tesis, completado y firmado por estudiante y profesor(a) antes de la entrega en portal PRISMA de Biblioteca USM.

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, quiero agradecer a mi hermano Patricio que, aunque hoy en día no se encuentra físicamente con nosotros, me demuestra a diario de diferentes formas que sigue conmigo, y continúa inspirándome a ser una mejor persona. De igual forma, agradecer a mi familia en general, ya que son ellos quienes me han educado y ayudado a lo largo de todo este proceso para poder salir adelante frente a todo tipo de adversidad, sin embargo, extendiendo este agradecimiento especialmente a mis padres, ya que, todo esto lo hago por ellos y gracias a ellos.

Agradezco a la vida que me ha permitido vivir y aprender de diversas experiencias de educación y laborales las cuales hoy en día, me permiten sentir como una persona que estudió y trabaja en lo que le gusta y apasiona.

Finalmente quiero agradecer a mi pareja Julissa, ex alumna de la universidad, ya que, es gracias a ella que pude terminar este proceso que postergué por mucho tiempo, motivándome a diario a terminar este último paso que es la titulación cuando yo ya lo veía como perdido y había olvidado por completo su importancia.

Gracias a cada una de las personas que estuvieron conmigo en este proceso, a toda la gente que conocí, los contactos que generé durante mis estudios, y por supuesto también a los profesores que en base a su experiencia lograban traspasarme sus conocimientos, los cuales contribuyeron en mi formación, logrando que hoy en día yo pueda ser una mejor persona.

RESUMEN

KEYWORDS: ELECTROMOVILIDAD; TALLER AUTOMOTRIZ; VEHÍCULOS ELÉCTRICOS; ADAPTACIÓN TECNOLÓGICA.

En los últimos años, la llegada de la electromovilidad ha comenzado a transformar silenciosamente el mercado automotriz chileno. Lo que antes parecía una innovación lejana hoy es una realidad concreta: cada vez más vehículos eléctricos circulan por las calles del país, impulsados por políticas públicas, conciencia ambiental y avances tecnológicos. Frente a este escenario, los talleres de mecánica automotriz convencionales se ven obligados a adaptarse, o de lo contrario quedar atrás.

El presente trabajo de título se centra en el desarrollo de un plan de adaptación para un taller de mecánica automotriz convencional, con el objetivo de prepararlo para recibir, diagnosticar y mantener vehículos eléctricos, cumpliendo con las exigencias técnicas, normativas y de seguridad que esta nueva tecnología demanda.

En el Capítulo 1, se explora el impacto de la electromovilidad en el mercado automotriz chileno, analizando la evolución de la demanda, las políticas de incentivo y los desafíos que representa este cambio para la industria. El Capítulo 2 compara los requerimientos técnicos y de infraestructura entre un taller tradicional y uno especializado en electromovilidad, identificando las principales brechas y proponiendo un plan de implementación dividido en ocho etapas, desde el diagnóstico inicial hasta la mejora continua. En el Capítulo 3, se realiza una estimación detallada de los costos asociados a cada etapa utilizando la metodología bottom-up, alcanzando un presupuesto total de \$27.949.058 CLP para la habilitación de un puesto de trabajo especializado en electromovilidad.

Este trabajo no solo ofrece una guía práctica y realista para la transformación de un taller de mecánica automotriz en operación, sino que también se plantea como una referencia replicable para establecimientos que busquen ser parte activa del proceso de transición energética en el sector automotriz chileno.

ÍNDICE

RESUMEN	3
INTRODUCCIÓN	3
OBJETIVO GENERAL	4
OBJETIVO ESPECÍFICO	4
CAPÍTULO 1: IMPACTO DE LA ELECTROMOVILIDAD EN EL MERCADO AUTOMOTRIZ CHILENO	5
1.1. INTRODUCCIÓN A LA ELECTROMOVILIDAD.	7
1.1.1. Tipos de vehículos eléctricos	8
1.1.2. Ventajas y desafíos de la electromovilidad	9
1.1.3. Impacto de la electromovilidad en la industria automotriz	10
1.2. ESTADO ACTUAL DE LA ELECTROMOVILIDAD.	12
1.2.1. Tendencias actuales y proyecciones para los próximos años	13
1.3. IMPACTO EN LA DEMANDA DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS.	16
1.3.1. Incentivos del gobierno	17
1.3.2. Rendimiento de los vehículos	17
1.3.3. Impacto ambiental	18
1.4. IMPACTO EN LA OFERTA DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS.	18
1.5. SEGURIDAD EN LA ATENCIÓN DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS E HÍBRIDOS.	20
1.5.1. Accidentes relacionados a vehículos eléctricos	20
CAPÍTULO 2: COMPARATIVA DE REQUISITOS PARA UNA CORRECTA ADAPTACIÓN A TALLERES DE ELECTROMOVILIDAD.	23
2.1. RELEVANCIA DE LA ADAPTACIÓN DE TALLERES AUTOMOTRICES	25
2.2. REQUISITOS TÉCNICOS DE TALLERES CONVENCIONALES.	26
2.2.1. Herramientas manuales.	26
2.2.2. Herramientas especializadas.	27
2.2.3. Equipos de diagnóstico.	28
2.2.4. Otros equipos del taller.	29
2.2.5. Insumos del taller.	29
2.2.6. Elementos de protección para el personal.	30
2.3. REQUISITOS TÉCNICOS PARA TALLERES DE ELECTROMOVILIDAD.	30
2.3.1. Herramientas específicas.	31
2.3.2. Formación del personal.	33

2.3.3.	Protocolos de seguridad.	33
2.4.	NORMATIVAS Y REGULACIONES PARA TRABAJAR CON VEHÍCULOS ELÉCTRICOS.	36
2.4.1.	Normativas de seguridad eléctrica.	36
2.4.2.	Regulaciones de manejo de baterías.	36
2.4.3.	Requisitos de certificación del taller.	36
2.4.4.	Normativas de protección al consumidor.	37
2.4.5.	Regulaciones ambientales.	37
2.4.6.	Normas de inspección y control.	37
2.5.	ANÁLISIS COMPARATIVO.	37
2.6.	PLAN DE IMPLEMENTACIÓN PARA LA ADAPTACIÓN DE UN TALLER DE MECÁNICA CONVENCIONAL A LA ELECTROMOVILIDAD.	41
2.6.1.	Etapa 1: Diagnóstico y evaluación inicial.	42
2.6.2.	Etapa 2: Planificación de la ejecución del plan de adaptación.	42
2.6.3.	Etapa 3: Adquisición de herramientas, equipos y elementos de protección personal.	42
2.6.4.	Etapa 4: Adecuación de la infraestructura.	42
2.6.5.	Etapa 5: Capacitación del personal.	43
2.6.6.	Etapa 6: Implementación de protocolos de seguridad.	43
2.6.7.	Etapa 7: Puesta en marcha y evaluación inicial.	43
2.6.8.	Etapa 8: Mejora continua y certificación.	43
	CAPÍTULO 3: Estimación de los costos asociados a la adaptación de un taller de mecánica automotriz convencional a uno para vehículos eléctricos.	46
3.1.	METODOLOGÍA DE ESTIMACIÓN: BOTTOM – UP (ESTIMACIÓN DETALLADA).	48
3.1.1.	Pasos en la metodología bottom-up.	48
3.1.2.	Aplicación en el contexto de la adaptación de talleres automotrices.	49
3.2.	CÁLCULO DE LOS COSTOS ASOCIADOS A LA ADAPTACIÓN DEL TALLER DE MECÁNICA AUTOMOTRIZ CONVENCIONAL A UNO PARA VEHÍCULOS ELÉCTRICOS.	50
3.2.1.	Etapa 1: Diagnóstico y evaluación inicial.	50
3.2.2.	Etapa 2: Planificación de la ejecución del plan de adaptación.	51
3.2.3.	Etapa 3: Adquisición de herramientas, equipos y elementos de protección personal.	51
3.2.4.	Etapa 4: Adecuación de la infraestructura.	51
3.2.5.	Etapa 5: Capacitación del personal.	52
3.2.6.	Etapa 6: Implementación de protocolos de seguridad.	53

3.2.7.	Etapas 7: Puesta en marcha y evaluación inicial.	53
3.2.8.	Etapas 8: Mejora continua y certificación.	54
	CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIONES	57

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1:	Ventas a diciembre 2024 de vehículos livianos y medianos.....	14
Figura 1-2:	Distribución y variación de las ventas por tipo de vehículos.....	14
Figura 1-3:	Cantidad de cargadores registrados en el país por año, según el tipo.	15
Figura 1-4:	Cantidad de cargadores registrados en el país por año, según el tipo.	16
Figura 2-1:	Carro de herramientas, marca Yato.....	27
Figura 2-2:	Recolector de aceite, marca Samoa.....	28
Figura 2-3:	Scanner automotriz, marca Launch.....	28
Figura 2-4:	Elevador de dos columnas.....	29
Figura 2-5:	Insumos de taller, marca Würth.	30
Figura 2-6:	Punto de carga eléctrica de la alianza Kia – Copex Voltex.	31
Figura 2-7:	Scanner para vehículos eléctricos, marca Autel.....	32
Figura 2-8:	Carro de herramientas aisladas.	32
Figura 2-9:	Elevador de batería.....	33
Figura 2-10:	Carta Gantt del plan de implementación.....	44
Figura 2-11:	Layout del taller luego del plan de implementación.	45

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2-1:	Análisis comparativo: taller convencional vs. taller especializado en electromovilidad.	38
Tabla 2-2:	Etapas del plan de implementación.....	41
Tabla 3-1:	Resumen de los costos monetarios por etapa y total del plan de implementación.....	55

INTRODUCCIÓN

En la última década, el sector automotriz ha experimentado una transformación significativa con la creciente popularidad de los vehículos eléctricos (VE). Estos vehículos, impulsados por energías limpias y con menores emisiones de carbono, representan un paso crucial hacia la sostenibilidad en el transporte. Sin embargo, su incorporación masiva al mercado ha generado nuevos desafíos para los talleres automotrices tradicionales, que deben adaptarse a las exigencias técnicas y de seguridad asociadas con la recepción, diagnóstico y mantenimiento de este tipo de vehículos.

La transición hacia los vehículos eléctricos implica cambios sustanciales en la infraestructura de los talleres, ya que los VE requieren equipos especializados, zonas de trabajo seguras y personal capacitado en el manejo de sistemas eléctricos de alta tensión, baterías de iones de litio y otros componentes exclusivos de estos automóviles. Además, es fundamental que las instalaciones cumplan con normativas estrictas de seguridad, tanto para proteger a los técnicos como para minimizar riesgos en las operaciones diarias.

Por otra parte, la viabilidad económica de adaptar un taller convencional debe estar respaldada por un análisis detallado de los costos involucrados, que incluya desde la adquisición de herramientas especializadas hasta la capacitación del personal. El retorno de inversión en estas modificaciones dependerá en gran medida de la demanda proyectada de servicios para vehículos eléctricos y la capacidad del taller para ofrecer un servicio competitivo y de alta calidad.

Este trabajo busca desarrollar un plan integral para la implementación de un taller capaz de recibir y dar mantenimiento a vehículos eléctricos, abordando tanto los aspectos técnicos y normativos como el análisis de costos, con el fin de facilitar la transición hacia un mercado automotriz en constante evolución.

OBJETIVO GENERAL

Desarrollar un plan de implementación que permita adaptar un taller automotriz convencional para la correcta recepción, diagnóstico y mantenimiento de vehículos eléctricos, cumpliendo con normativas técnicas y de seguridad vigentes, brindando un servicio competitivo ante el avance de la electromovilidad en Chile.

OBJETIVO ESPECÍFICO

- Evaluar el impacto de la electromovilidad en el mercado automotriz chileno, analizando cómo la adquisición de vehículos eléctricos está cambiando la demanda, la oferta y los modelos de negocio en el sector, desarrollando estrategias para que las empresas se adapten a esta transformación tecnológica.
- Identificar las diferencias entre los requisitos técnicos y de infraestructura entre un taller de mecánica automotriz convencional y un taller de mecánica automotriz especializado en electromovilidad, mediante una comparación de estos en terreno, con el fin de desarrollar un plan de adaptación adecuado para recibir vehículos eléctricos e híbridos en talleres convencionales.
- Estimar los costos asociados al plan de implementación para la adaptación de un taller de mecánica automotriz convencional a un taller que atienda vehículos eléctricos, con el fin de dimensionar los recursos necesarios para su ejecución.

CAPÍTULO 1: IMPACTO DE LA ELECTROMOVILIDAD EN EL MERCADO
AUTOMOTRIZ CHILENO

1. IMPACTO DE LA ELECTROMOVILIDAD EN EL MERCADO AUTOMOTRIZ CHILENO.

1.1. INTRODUCCIÓN A LA ELECTROMOVILIDAD.

La electromovilidad se refiere al uso de vehículos propulsados total o parcialmente por energía eléctrica almacenada en baterías recargables, en lugar de combustibles fósiles, incluyendo tanto a vehículos completamente eléctricos (VE) como también, a vehículos híbridos (HEV). Esta tecnología se basa en el uso de motores eléctricos que obtienen su energía desde baterías recargables o, en el caso de los vehículos híbridos, obtienen su energía desde una combinación de baterías y motores de combustión interna. Este concepto abarca una amplia gama de medios de transporte, desde automóviles, autobuses y motocicletas hasta bicicletas y trenes eléctricos.

La electromovilidad es clave en la transición hacia un sistema de transporte más sostenible, ya que reduce de manera considerable las emisiones de gases contaminantes mejorando así la calidad del aire, y a su vez permite disminuir la dependencia de los combustibles fósiles.

La relevancia de los vehículos eléctricos e híbridos recae también en que la eficiencia energética que entregan, ya que, los motores eléctricos son generalmente más eficientes que los motores de combustión interna. Esto se traduce en un menor consumo de energía y costos operativos reducidos a largo plazo para los propietarios de vehículos. Asimismo, la industria de la electromovilidad impulsa avances en tecnologías de baterías, sistemas de carga y gestión de energía, abriendo así, oportunidades para nuevos modelos de negocio y mejora en la infraestructura de transporte.

Por otro lado, múltiples gobiernos están implementando políticas favorables a la electromovilidad, incluyendo incentivos fiscales, subsidios y restricciones o normas de emisión de gases contaminantes más estrictas, lo que favorece el crecimiento del mercado de vehículos eléctricos.

La transición hacia la electromovilidad presenta desafíos y oportunidades tanto a nivel de los usuarios, como a nivel de la atención técnica que se les debe brindar a estos vehículos. Implicando esto último un desafío en la adaptación de la infraestructura y la capacitación del personal técnico. Lo que subraya la importancia de preparar los talleres de mecánica automotriz para atender las necesidades específicas de estos vehículos,

asegurando así su correcta operación y mantenimiento en un futuro cada vez más electrificado.

1.1.1. Tipos de vehículos eléctricos

En Chile, el Ministerio de Energía clasifica los vehículos eléctricos en 3 tipos principales de tecnologías: eléctricos a batería, eléctricos híbridos enchufables y eléctricos con celdas de combustible de hidrógeno. Utilizándose en los tres casos un motor eléctrico que proporciona movimiento al vehículo utilizando electricidad como fuente.

A continuación, se presenta en detalle cada uno de estos tipos de vehículos:

- **Eléctrico a baterías (BEV):** Son aquellos que funcionan exclusivamente con energía eléctrica almacenada en baterías. No poseen un motor de combustión interna, por lo que no generan emisión alguna de gases contaminantes durante su operación. La energía almacenada se utiliza para mover un motor eléctrico, y la batería se recarga mediante conexiones a una red eléctrica o estaciones de carga. Permite una operación interurbana dado los avances en la tecnología de las baterías, donde estos avances permiten una mayor velocidad de carga y reciben mayores potencias de los cargadores, otorgando así una mayor autonomía y mejores tiempos de cargas.
- **Híbrido enchufable (PHEV):** Vehículos que combinan un motor de combustión interna con uno o más motores eléctricos. Estos vehículos pueden funcionar en modo totalmente eléctrico utilizando la batería recargable, o en modo híbrido, donde el motor de combustión y el motor eléctrico trabajan juntos. Se pueden recargar a través de una toma de corriente, lo que les permite usar energía eléctrica de manera más eficiente y reducir el consumo de combustible fósil. Las autonomías de estos vehículos son del orden de los 70-80 km en modo eléctrico, donde si se desea viajar una distancia mayor, el viaje continúa con el uso del motor a combustión.
- **Celda de hidrógeno (FCEV):** Vehículos que utilizan celdas de combustible para generar electricidad a partir de hidrógeno. El hidrógeno se almacena en tanques y se combina con oxígeno del aire en la celda de combustible, produciendo la electricidad que alimenta el motor eléctrico. La única emisión de este proceso es vapor de agua, lo que los convierte en una opción muy limpia. Estos vehículos ofrecen una autonomía similar a la de los vehículos de combustión interna y pueden ser recargados en

estaciones de hidrógeno en pocos minutos. Sus autonomías son similares a un vehículo convencional, siendo esta por sobre 500 km.

1.1.2. Ventajas y desafíos de la electromovilidad

La electromovilidad ofrece múltiples ventajas que pueden transformar el sector del transporte y contribuir a un futuro más sostenible. En primer lugar, uno de sus beneficios más significativos es la reducción de emisiones de gases contaminantes. Al utilizar vehículos eléctricos (VE) e híbridos, se disminuye la contaminación del aire, lo que resulta en una menor huella de carbono. Esto es especialmente notable cuando la electricidad utilizada para cargar estos vehículos proviene de fuentes renovables, como la energía solar o eólica, ya que se eliminan o reducen drásticamente las emisiones de gases de efecto invernadero y otros contaminantes locales producidos por los vehículos de combustión interna.

Otro aspecto positivo de la electromovilidad es la menor dependencia de combustibles fósiles. Al cambiar la energía del transporte hacia la electricidad, se reduce la necesidad de depender del petróleo, lo que puede mejorar la seguridad energética de los países y disminuir la volatilidad de los precios del petróleo en los mercados internacionales. Esta transición hacia un sistema energético más sostenible también fomenta el desarrollo de tecnologías más limpias.

También, la electromovilidad impulsa la innovación tecnológica en áreas como las baterías y los sistemas de gestión de energía, beneficiando a otros sectores y promoviendo la investigación y el desarrollo.

Sin embargo, a pesar de estas ventajas, la electromovilidad también enfrenta desafíos significativos. Uno de los más destacados es la infraestructura de carga limitada. La disponibilidad y accesibilidad de estaciones de carga son insuficientes en muchas regiones, lo que puede generar "ansiedad de autonomía" entre los propietarios de vehículos eléctricos, quienes temen quedarse sin carga durante sus trayectos. Para aumentar la adopción de estos vehículos, es esencial expandir la infraestructura de carga.

Otro desafío es el alto costo inicial de los vehículos eléctricos. Aunque los costos operacionales son más bajos, el precio de compra suele ser superior al de los vehículos de combustión interna, lo que puede ser una barrera para muchos consumidores. Se espera que los precios disminuyan a medida que la tecnología avance y la producción aumente, pero este sigue siendo un obstáculo a corto plazo.

Además, la adaptación de talleres mecánicos convencionales para atender vehículos eléctricos e híbridos presenta retos técnicos. Estos talleres deben realizar inversiones en formación, herramientas especializadas y cambios en su infraestructura, lo

que puede ser complicado para aquellos que todavía dependen de la mecánica de combustión interna y que pueden no estar preparados para esta transición.

La duración y el reciclaje de las baterías también son aspectos que requieren atención. Las baterías de los vehículos eléctricos tienen una vida útil limitada y su fabricación implica el uso de materiales que pueden ser difíciles de obtener.

Finalmente, la variabilidad en la generación de energía renovable puede ser un desafío, ya que la producción de electricidad de fuentes renovables es variable y puede no coincidir con la demanda de carga de los vehículos eléctricos. Esto requiere el desarrollo de sistemas de almacenamiento de energía y una gestión eficiente de la red eléctrica.

1.1.3. Impacto de la electromovilidad en la industria automotriz

La industria automotriz está viviendo una transformación profunda impulsada por la creciente adopción de vehículos eléctricos (VE), lo que está redefiniendo no solo la producción, el diseño y el mantenimiento de los vehículos, sino también las infraestructuras necesarias para su funcionamiento, como las estaciones de carga. Este cambio tiene un impacto directo en los talleres de mecánica automotriz, que deben adaptarse a las nuevas necesidades tecnológicas y operativas para brindar soporte tanto a los vehículos como a las infraestructuras de carga.

Producción y diseño de vehículos eléctricos: La fabricación de vehículos eléctricos implica una reconversión en los procesos de producción tradicionales, debido a la integración de componentes específicos como las baterías de iones de litio, los motores eléctricos y los sistemas de gestión de energía. A diferencia de los vehículos con motores de combustión interna, los VE presentan menos piezas móviles, lo que simplifica algunos aspectos de la manufactura, pero también introduce nuevos desafíos en la ingeniería de precisión y la integración de software. Además, los diseños de los vehículos están evolucionando para optimizar la eficiencia energética y la autonomía, lo que ha llevado a la reconfiguración de la estructura interna, con baterías ubicadas en el piso del vehículo y la adopción de materiales ligeros y resistentes como el aluminio y plásticos avanzados.

Mantenimiento de vehículos eléctricos: El mantenimiento de los vehículos eléctricos también está cambiando, ya que, a pesar de contar con menos componentes mecánicos móviles, los VE requieren un mantenimiento especializado en los sistemas eléctricos y las baterías. Los talleres deben estar equipados para diagnosticar y reparar no solo motores eléctricos, sino también sistemas de control, convertidores e inversores. La gestión y el reemplazo de baterías son aspectos clave para garantizar la longevidad y el

rendimiento de los vehículos, lo que requiere de técnicos altamente capacitados en electrónica avanzada y seguridad en sistemas de alta tensión.

Producción y diseño de estaciones de carga: Simultáneamente, las estaciones de carga se están convirtiendo en una parte esencial de la infraestructura de movilidad eléctrica. A diferencia de las estaciones de servicio convencionales, las estaciones de carga deben diseñarse para ofrecer distintos tipos de cargadores, desde los de corriente alterna (AC) más lentos hasta los cargadores rápidos de corriente continua (DC). Estas estaciones deben adaptarse a una variedad de modelos de vehículos eléctricos, lo que implica la instalación de diferentes tipos de conectores y sistemas de pago. Además, las estaciones de carga están incorporando tecnologías más avanzadas, como la gestión inteligente de la carga y la integración con redes eléctricas inteligentes (smart grids), lo que optimiza el consumo de energía y permite una carga más eficiente.

Mantenimiento de estaciones de carga: El mantenimiento de las estaciones de carga es crucial para garantizar su funcionamiento continuo y seguro. Este mantenimiento incluye la revisión de los sistemas eléctricos de alta capacidad, la actualización de software, la calibración de los cargadores y la verificación de la seguridad de las instalaciones. Los técnicos especializados en estas áreas deben contar con formación en sistemas eléctricos y programación de software, para poder diagnosticar y resolver problemas que puedan surgir en las estaciones de carga.

Impacto en los talleres de mecánica automotriz: La transición hacia los vehículos eléctricos y las estaciones de carga está generando un cambio significativo en los talleres de mecánica automotriz, que deben evolucionar para ofrecer servicios especializados tanto para los vehículos como para las infraestructuras de carga. Los técnicos deben actualizar sus habilidades y conocimientos para poder diagnosticar y reparar los sistemas eléctricos de los vehículos, trabajar con baterías de alto voltaje y gestionar los nuevos sistemas de propulsión eléctrica. Además, los talleres ahora tienen la oportunidad de diversificar sus servicios, ofreciendo la instalación, mantenimiento y reparación de estaciones de carga para hogares, empresas y centros comerciales, lo que les permite ser actores clave en el ecosistema de electromovilidad.

La industria automotriz está atravesando un proceso de transformación hacia la electrificación que no solo afecta la producción y diseño de vehículos, sino que también redefine las infraestructuras de soporte de los mismos, como lo son las estaciones de carga. Esta evolución induce a los talleres de mecánica automotriz a adaptarse a nuevas

tecnologías y también, a ampliar sus servicios hacia el mantenimiento de vehículos eléctricos y estaciones de carga. A medida que los vehículos eléctricos se popularizan y se vuelven más comunes, el sector automotriz y los talleres especializados en electromovilidad desempeñarán un papel fundamental en la transición hacia un modelo de transporte más sostenible y eficiente.

1.2. ESTADO ACTUAL DE LA ELECTROMOVILIDAD.

La electromovilidad está experimentando un crecimiento acelerado a nivel mundial y, particularmente, en países como Chile, donde la adopción de vehículos eléctricos (VE) ha mostrado avances significativos en los últimos años. Este cambio está siendo impulsado por diversas razones, entre las que destacan la necesidad de reducir las emisiones de gases contaminantes, el desarrollo de infraestructuras de carga más accesibles y la creciente oferta de modelos de vehículos eléctricos que han incrementado la disponibilidad de opciones para los consumidores.

A nivel global, el mercado de los vehículos eléctricos ha experimentado un notable crecimiento, con una tendencia al alza tanto en ventas como en la producción de estos vehículos. Según datos de Statista, las ventas de vehículos eléctricos a nivel mundial han aumentado significativamente en la última década, y las proyecciones para los próximos años muestran que la adopción de estos vehículos seguirá creciendo a un ritmo acelerado. Este crecimiento ha sido impulsado por políticas gubernamentales de incentivos fiscales, la mejora de la infraestructura de carga y el aumento de la conciencia pública sobre el cambio climático y la necesidad de un transporte más sostenible.

Chile, como uno de los países líderes en América Latina en términos de transición hacia la electromovilidad, ha registrado avances importantes en los últimos años. Según Enel X, solo entre 2018 y 2019, las ventas de vehículos eléctricos en Chile aumentaron significativamente, y la tendencia de crecimiento se ha mantenido en los últimos años. En 2024, las ventas de vehículos eléctricos continúan mostrando una aceleración, con un número creciente de consumidores optando por modelos eléctricos debido a las ventajas fiscales, el ahorro de combustible y los incentivos ofrecidos tanto a nivel gubernamental como privado.

El Gobierno de Chile ha jugado un papel fundamental en este proceso, con la implementación de políticas públicas que fomentan la incorporación de vehículos eléctricos en el país. En el marco de la Estrategia Nacional de Electromovilidad, el gobierno ha establecido incentivos fiscales para la compra de vehículos eléctricos, la

creación de una red de estaciones de carga y la promoción de la investigación y el desarrollo en tecnologías de electromovilidad. Además, el Ministerio de Energía ha anunciado recientemente nuevos beneficios para la incorporación de vehículos eléctricos, incluyendo la ampliación de los subsidios para la compra de autos eléctricos, lo que ha impulsado aún más la demanda y ha reducido las barreras de acceso.

A medida que la adopción de vehículos eléctricos aumenta, también lo hace la variedad de opciones disponibles en el mercado. En 2024, más del 23% de los vehículos eléctricos vendidos en Chile son de la marca Tesla, destacándose como una de las opciones más populares entre los consumidores chilenos, según reportes de La Tercera. Este auge de ventas refleja la creciente preferencia por autos eléctricos de alta gama, aunque también se observa un incremento de modelos más accesibles en términos de precio, lo que ha permitido que más personas puedan acceder a esta tecnología.

En cuanto a las estadísticas de ventas, Chile ha alcanzado cifras récord de ventas de autos eléctricos en 2024, con un notable aumento en comparación con años anteriores. Según datos de 24 Horas, entre enero y agosto de 2024 se vendieron miles de vehículos eléctricos, lo que representa una proporción cada vez mayor dentro del mercado automotriz nacional. Esto refleja una tendencia de cambio en la mentalidad del consumidor chileno, cada vez más inclinado hacia opciones más limpias y sostenibles.

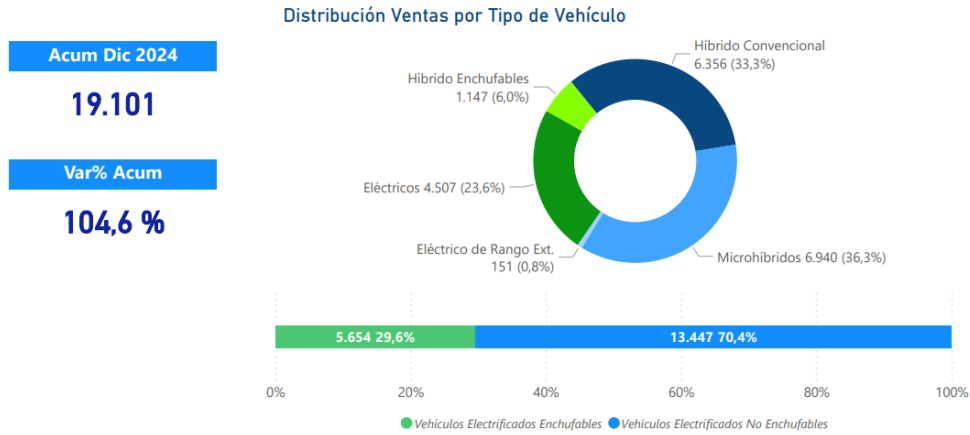
Sin embargo, a pesar del notable progreso, la electromovilidad en Chile aún enfrenta algunos desafíos, especialmente en lo que respecta a la infraestructura de carga. Si bien ha habido un crecimiento en la instalación de estaciones de carga, se requiere un esfuerzo continuo para expandir esta red a nivel nacional, particularmente en áreas rurales y en rutas interurbanas. La implementación de una infraestructura de carga accesible y eficiente es clave para consolidar el uso masivo de vehículos eléctricos y garantizar que los conductores se sientan cómodos con la autonomía de sus autos.

Además, aunque los vehículos eléctricos ofrecen importantes beneficios ambientales y económicos, el costo inicial de adquisición sigue siendo una barrera para muchos consumidores. Sin embargo, la continua disminución de los precios y el aumento de los incentivos fiscales del gobierno están ayudando a reducir esta brecha.

1.2.1. Tendencias actuales y proyecciones para los próximos años

En los últimos años, la adopción de vehículos eléctricos en Chile ha experimentado un crecimiento significativo, impulsado por diversas políticas gubernamentales, avances tecnológicos y una mayor conciencia sobre la necesidad de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero. Según el informe de la Asociación Nacional Automotriz de Chile (ANAC), en 2024 las ventas de vehículos de nuevas

energías alcanzaron las 19.101 unidades, lo que representó un incremento del 104,7% en comparación con el año anterior. En particular, los vehículos 100% eléctricos (BEV) tuvieron un crecimiento del 183,8%, con un total de 4.507 unidades vendidas, estableciendo un récord histórico para el país.



Fuente: <https://www.anac.cl/wp-content/uploads/2024/12/12-ANAC-Informe-Cero-y-Bajas-Emisiones-Diciembre-2024.pdf>

Figura 1-1: Ventas a diciembre 2024 de vehículos livianos y medianos.

Tipo Vehículo	Acum Dic 2024	Var% Acum	Diciembre	Var% Mes
Vehículos Electrificados No Enchufables	13.447	85,8 %	1.918	139,2%
Microhíbridos	6.940	117,1 %	1.400	175,0%
Híbrido Convencional	6.356	68,8 %	507	85,7%
Eléctrico de Rango Ext.	151	-45,3 %	11	-45,0%
Vehículos Electrificados Enchufables	5.654	170,0 %	970	251,4%
Eléctricos	4.507	183,8 %	811	293,7%
Híbrido Enchufables	1.147	126,7 %	159	127,1%
Total	19.101	104,7 %	2.888	167,9%

Fuente: <https://www.anac.cl/wp-content/uploads/2024/12/12-ANAC-Informe-Cero-y-Bajas-Emisiones-Diciembre-2024.pdf>

Figura 1-2: Distribución y variación de las ventas por tipo de vehículos.

Un aspecto relevante de esta tendencia es la diversificación del mercado de electromovilidad. Actualmente, existen aproximadamente 50 marcas que ofrecen cerca de 140 modelos de vehículos eléctricos e híbridos enchufables en Chile. Además, se ha evidenciado un cambio en el perfil de los compradores, con un aumento en la adquisición de estos vehículos por parte de personas naturales, quienes en 2024 representaron el 58% de las compras, revirtiendo la tendencia previa que estaba dominada por empresas y flotas comerciales. Esta transformación sugiere una creciente aceptación de la tecnología

eléctrica en el segmento de usuarios particulares, impulsada por factores como incentivos gubernamentales y la disminución progresiva de los costos de estos vehículos.

Desde una perspectiva ambiental y de eficiencia energética, la implementación de la Ley de Eficiencia Energética ha desempeñado un papel fundamental en la reducción del impacto ambiental del parque automotriz. Durante 2024, se registró una mejora del 21% en la eficiencia energética de los vehículos livianos nuevos, lo que se tradujo en una reducción del 8% en las emisiones de CO₂. Estas mejoras responden a la necesidad de alinearse con los compromisos internacionales en materia de sostenibilidad y contribuyen al desarrollo de una movilidad más limpia en el país.

En cuanto a las proyecciones para los próximos años, se estima que para el año 2030 el parque de vehículos eléctricos en Chile alcanzará las 93.000 unidades, consolidando su posición como uno de los líderes en electromovilidad dentro de América Latina. Sin embargo, el crecimiento sostenido de este segmento dependerá en gran medida del desarrollo de infraestructura de carga, un aspecto que presenta ciertos desafíos. Actualmente, la relación entre la cantidad de vehículos eléctricos en circulación y los puntos de carga disponibles ha mostrado un crecimiento desproporcionado, lo que podría convertirse en una barrera para la adopción masiva de esta tecnología. Es fundamental que tanto el sector público como el privado fortalezcan la red de carga pública y domiciliaria para facilitar el uso cotidiano de estos vehículos.

En el pasado 2024, la infraestructura de carga para vehículos eléctricos en Chile alcanzó las 1.240 unidades, con un crecimiento mayoritariamente en los cargadores privados (63%) frente a un aumento más moderado en los públicos (7%).

	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Cargadores Privados	3	43	38	203	286	555	904
Cargadores Públicos	21	64	130	95	127	313	336
Total	24	107	168	298	413	868	1240
Var. Internual /Privados	-	1333%	-12%	434%	41%	94%	63%
Var. Internual/Públicos	-	205%	103%	-27%	34%	146%	7%
Var. Interanual/Total	-	346%	57%	77%	39%	110%	43%

Fuente: <https://www.anac.cl/wp-content/uploads/2024/12/12-ANAC-Informe-Cero-y-Bajas-Emisiones-Diciembre-2024.pdf>

Figura 1-3: Cantidad de cargadores registrados en el país por año, según el tipo.

El gran crecimiento de la infraestructura privada refleja la creciente adopción de vehículos eléctricos por parte de personas naturales y empresas que optan por la solución de carga en sus domicilios y establecimientos comerciales.

Por otro lado, las estaciones de carga pública mostraron un crecimiento más limitado, con un total de 336 estaciones registradas en 2024. De estas, el 85% (equivalente a 286 cargadores) fueron instaladas en la Región Metropolitana, lo que representa un

incremento del 12% respecto a 2023. Sin embargo, la instalación de cargadores en el resto del país mostró una disminución preocupante. En regiones, solo se registraron 50 nuevas estaciones de carga pública, lo que representa una caída del 14% en comparación con el año anterior. En términos geográficos, la zona norte experimentó la mayor baja, con una reducción del 67% en la instalación de cargadores, mientras que la zona centro se mantuvo estable y la zona sur presentó un incremento del 25%.

Cantidad de Cargadores	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Norte: desde Arica a Coquimbo	2	3	14	5	10	18	6
Centro: Valparaíso, Maule, O'Higgins, Ñuble	2	25	8	9	16	19	19
Región Metropolitana	11	30	92	70	82	256	286
Sur: Concepción a Punta Arenas	6	6	16	11	19	20	25
Razón de potencia kW/ por Cargador	39,5	43,3	30,4	24,6	38,3	29,4	30,7
Var. Interanual /Norte	-	50%	367%	-64%	100%	80%	-67%
Var. Interanual/Centro (sin RM)	-	1150%	-68%	13%	78%	19%	0%
Var. Interanual/RM	-	173%	207%	-24%	17%	212%	12%
Var. Interanual/Sur		0%	167%	-31%	73%	5%	25%
Var. Interanual/ (kW/Cargador)		234%	43%	-41%	108%	90%	12%

Fuente: <https://www.anac.cl/wp-content/uploads/2024/12/12-ANAC-Informe-Cero-y-Bajas-Emisiones-Diciembre-2024.pdf>

Figura 1-4: Cantidad de cargadores registrados en el país por año, según el tipo.

La concentración de las estaciones de carga pública en la Región Metropolitana y la disminución en regiones evidencian una distribución desigual, lo que podría limitar la expansión de la electromovilidad en Chile. Para garantizar un crecimiento sostenido de esta a futuro, será clave desarrollar una red de carga más equitativa y accesible en todo el país.

1.3. IMPACTO EN LA DEMANDA DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS

En los últimos años, la demanda de vehículos eléctricos ha experimentado un crecimiento significativo tanto en Chile como a nivel mundial. Este aumento ha sido impulsado por diversos factores económicos, sociales y medioambientales, que han llevado a gobiernos, empresas y consumidores particulares a optar por soluciones de movilidad más sostenibles. Entre los principales factores que explican esta tendencia se encuentran los incentivos gubernamentales, el rendimiento económico de estos vehículos y su impacto positivo en el medioambiente.

1.3.1. Incentivos del gobierno

El gobierno de Chile ha implementado diversas estrategias para fomentar la adopción de vehículos eléctricos, principalmente a través de incentivos económicos. Uno de los más relevantes ha sido la exención y posterior reducción progresiva en el pago del permiso de circulación para estos vehículos. Durante 2023 y 2024, los propietarios de vehículos eléctricos estuvieron exentos del 100% del pago de este impuesto. En los años posteriores, se estableció una disminución gradual del beneficio, con un descuento del 75% en el segundo año, 50% en el tercero y 25% en el cuarto año. Esta política ha representado un ahorro significativo para los propietarios, incentivando la compra de estos vehículos.

Otro factor clave en la expansión de la electromovilidad en Chile ha sido el apoyo gubernamental a la locomoción colectiva. A través de subsidios específicos, el Estado ha promovido la incorporación de taxis, colectivos eléctricos, ajustando los montos de los beneficios según el tipo y cilindrada del vehículo. Asimismo, se ha fomentado el uso de buses eléctricos para diferentes recorridos del Transantiago. Estas medidas han facilitado la renovación de flotas de transporte público y privado, contribuyendo al crecimiento del parque de vehículos eléctricos en el país.

A esto se suman beneficios fiscales aplicados a la importación y comercialización de estos automóviles, así como la implementación de regulaciones más estrictas en eficiencia energética que han favorecido la transición a tecnologías limpias.

1.3.2. Rendimiento de los vehículos

Uno de los principales atractivos de los vehículos eléctricos es su eficiencia energética y el menor costo operativo en comparación con los automóviles de combustión interna. El gasto por kilómetro recorrido con un vehículo eléctrico es considerablemente inferior al de un vehículo a gasolina o diésel, lo que ha impulsado su adopción entre consumidores particulares y flotas comerciales.

En términos de consumo energético, un vehículo eléctrico tiene un rendimiento promedio de 10 km por kWh, con un costo estimado de \$150 CLP por kWh. Esto implica que recorrer 100 km con un automóvil eléctrico tiene un costo de aproximadamente \$1.500 CLP. En contraste, un automóvil a combustión interna con un rendimiento de 10 km por litro y un precio de \$1.250 CLP por litro de gasolina de 95 octanos, requiere un gasto de \$12.500 CLP para recorrer la misma distancia.

Esta diferencia en costos operativos ha sido un factor determinante en la decisión de muchas personas y empresas de optar por vehículos eléctricos, ya que, a largo plazo, el ahorro en consumo energético compensa la inversión inicial.

1.3.3. Impacto ambiental

El factor medioambiental ha sido otro de los principales impulsores de la demanda de vehículos eléctricos. La creciente preocupación por la contaminación del aire y el cambio climático ha llevado a los gobiernos y consumidores a buscar alternativas más sostenibles para el transporte.

En ciudades con altos niveles de contaminación, como Santiago, la electromovilidad se ha convertido en una solución viable para reducir las emisiones de gases contaminantes. Los vehículos eléctricos no generan emisiones directas de CO₂ ni de otros contaminantes como óxidos de nitrógeno o material particulado, lo que contribuye a mejorar la calidad del aire y reducir el impacto ambiental del sector transporte.

Además, la implementación de políticas internacionales para la descarbonización y la transición energética ha acelerado la adopción de esta tecnología. En este contexto, Chile ha tomado medidas concretas para incentivar la electromovilidad como parte de su compromiso con la reducción de emisiones y la sostenibilidad ambiental.

1.4. IMPACTO EN LA OFERTA DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS

El mercado de vehículos eléctricos en Chile y en el mundo ha experimentado un crecimiento notable en los últimos años, reflejado en la diversificación de modelos disponibles y la incursión de nuevas marcas en el segmento. Tradicionalmente, marcas especializadas en electromovilidad como BYD y Tesla han dominado el sector, sin embargo, los fabricantes convencionales también han expandido su oferta con modelos eléctricos para mantenerse competitivos. Ejemplos claros son KIA y Volvo, que han fortalecido su presencia en el mercado chileno, así como FIAT, que ha adaptado modelos icónicos como el FIAT 500E a esta nueva tendencia. En total, se cuenta con 50 marcas que comercializan de este tipo de vehículos, teniéndose un total de 140 modelos de BEV y PHEV disponibles a la venta en Chile.

Uno de los indicadores más evidentes del crecimiento de la oferta es la cantidad de modelos disponibles en el mercado chileno. Marcas como MG, Nissan, Hyundai, Renault y Peugeot han introducido modelos eléctricos con diferentes rangos de autonomía

y precios, abarcando desde opciones más accesibles hasta vehículos premium. A nivel mundial, los fabricantes han adoptado estrategias agresivas de electrificación, con el objetivo de reducir emisiones y cumplir con regulaciones ambientales más estrictas. En mercados como Europa y China, las regulaciones gubernamentales han acelerado el proceso de transición, obligando a las marcas a desarrollar modelos eléctricos en todas sus gamas.

En términos de precios, los vehículos eléctricos han mostrado una tendencia a la baja en los últimos años, facilitando su acceso a un público más amplio. En marzo de 2025, el modelo más económico disponible en Chile es el JAC E-JS1, cuyo precio de lista es de \$15.990.000 CLP. Sin embargo, la marca ofrece un bono de descuento de \$4.000.000 CLP y un bono adicional de \$1.000.000 CLP si el vehículo es adquirido con financiamiento, lo que deja su valor final en \$10.990.000 CLP. Este tipo de estrategias comerciales ha permitido que más consumidores consideren la transición a la electromovilidad, especialmente aquellos que buscan una alternativa más económica a los vehículos a combustión interna.

Estas características constituyen ofertas más atractivas para el mercado, reflejándose a su vez en las ventas. Pues tal como ANAC informó en una conferencia de prensa el 4 de enero del presente año, el año 2024 se cerró con cifras notablemente mayores que en otras ocasiones, pues para finales del pasado año se contaba con 19.101 unidades inscritas de vehículos de nuevas energías, o también conocidos como vehículos de cero y bajas emisiones, representando un crecimiento de 104,6%.

Los incentivos fiscales y beneficios gubernamentales también han desempeñado un papel fundamental en la expansión de la oferta. En Chile, los vehículos eléctricos están exentos del Impuesto Verde, un gravamen que busca incentivar el uso de tecnologías menos contaminantes. Además, tal como se mencionaba en el punto anterior al discutirse sobre la oferta de este mercado, los propietarios de estos vehículos han podido acceder a descuentos progresivos en el permiso de circulación, facilitando su adopción. A nivel internacional, países como Noruega y Alemania han implementado medidas similares, reduciendo impuestos y ofreciendo subsidios directos a la compra de vehículos eléctricos.

Los concesionarios también han debido adaptarse a esta nueva realidad, ampliando su oferta de vehículos eléctricos y capacitando a su personal en tecnologías de electromovilidad. La venta de estos modelos implica nuevas dinámicas comerciales, dado que los clientes suelen requerir mayor información sobre autonomía, tiempo de carga y beneficios asociados. Asimismo, se ha observado un cambio en el perfil del consumidor, con una mayor preferencia por vehículos sostenibles y eficientes. Este fenómeno responde tanto a incentivos económicos como a una creciente conciencia ambiental.

1.5. SEGURIDAD EN LA ATENCIÓN DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS E HÍBRIDOS

La atención de vehículos dentro del contexto de la electromovilidad, representa un cambio sustancial en el ámbito de la mecánica automotriz, dado que estos vehículos incorporan sistemas de alto voltaje (habitualmente entre 300 y 800 V), tecnologías de baterías de litio y componentes electrónicos sensibles, que implican riesgos significativamente diferentes y mayores a los de la mecánica tradicional según menciona la Asociación Nacional de Protección contra el Fuego de Estados Unidos en 2023.

Entre los principales riesgos destacan la electrocución por contacto con sistemas energizados y los incendios o explosiones causadas por cortocircuitos, sobrecalentamiento de baterías o fugas térmicas.

1.5.1. Accidentes relacionados a vehículos eléctricos

En Chile, aún no se han documentado accidentes específicos en talleres de mecánica automotriz relacionados con vehículos eléctricos, sin embargo, se es consciente de los riesgos significativos que existen relacionados al mantenimiento y atención de estos vehículos. Es por esto que la Mutual de Seguridad de Chile ha elaborado una ficha de apoyo preventivo, que mayormente es pensado para usuarios de vehículos eléctricos, sin embargo, destaca algunos riesgos como lo son el contacto con energía eléctrica de alta tensión, la exposición a líquidos y gases nocivos y finalmente también, el riesgo de incendios relacionados a la manipulación o presencia de baterías de iones de litio.

Si bien en Chile no existen registros ampliamente documentados de accidentes graves en talleres automotrices derivados de la atención de vehículos eléctricos, a nivel internacional se han reportado diversos incidentes relacionados a este tipo de vehículos, que han derivado en quemaduras eléctricas, lesiones graves por arco eléctrico, intoxicaciones por gases liberados por baterías dañadas, e incluso incendios en talleres debido a una manipulación incorrecta de los sistemas de almacenamiento de energía de alto voltaje.

Estos accidentes reflejan la importancia crítica de implementar en los talleres mecánicos nacionales protocolos específicos de seguridad orientados al trabajo con electromovilidad, considerando las siguientes posibles causas de accidentes en talleres:

- Desconexión incorrecta del sistema de alto voltaje.

- Falta de verificación de la ausencia de tensión residual antes de intervenir el vehículo.
- Uso de equipos de protección personal (EPP) inadecuados o en mal estado.
- Desconocimiento de los procedimientos de seguridad proporcionados por el fabricante del vehículo.
- Manipulación de baterías de alto voltaje sin los resguardos adecuados.
- Almacenamiento inadecuado de herramientas y elementos metálicos sobre las baterías.

La adopción de procedimientos estandarizados y la capacitación constante del personal son elementos clave para mitigar estos riesgos. En este contexto, organizaciones como la Mutual de Seguridad de Chile y la Asociación Chilena de Seguridad (ACHS) han comenzado a desarrollar material preventivo y guías operativas relacionadas a este tipo de vehículos. Asimismo, fabricantes de vehículos eléctricos incluyen en sus manuales protocolos específicos de seguridad que deben ser estrictamente cumplidos en los procesos de diagnóstico, mantenimiento y reparación.

Por lo tanto, se hace imprescindible que los talleres de mecánica automotriz en Chile actualicen sus procedimientos de seguridad, incorporando estándares internacionales y protocolos certificados que contemplen los riesgos particulares de la electromovilidad, minimizando así la posibilidad de incidentes laborales, protegiendo al personal técnico, las instalaciones y la integridad de los clientes.

Para garantizar la seguridad en la atención de vehículos eléctricos, es fundamental establecer y cumplir rigurosamente con protocolos de desconexión segura y uso de equipos de protección personal (EPP). El procedimiento comienza con la identificación precisa del vehículo, confirmando el modelo, la marca y el tipo de sistema de alto voltaje, ya que estos pueden variar en sus procesos de intervención. Posterior a esto, se debe realizar una inspección visual detallada para detectar posibles daños visibles en baterías, cables o componentes de alto voltaje. A continuación, se procede a la desconexión del sistema de alto voltaje siguiendo estrictamente el manual del fabricante, retirando fusibles de seguridad, utilizando siempre herramientas aisladas certificadas. Es obligatorio verificar la ausencia de tensión mediante el uso de un multímetro certificado, aplicando el principio de doble verificación. Una vez confirmada la desenergización, se debe proceder al bloqueo físico del sistema mediante etiquetado y dispositivos de bloqueo de conectores, evitando así cualquier reconexión accidental. En paralelo, es obligatorio el uso de EPP adecuado, destacando el uso de guantes dieléctricos, que deben ser

inspeccionados visualmente y mediante prueba de aire antes de cada uso, garantizando su integridad y efectividad durante las tareas de mantenimiento o reparación.

**CAPÍTULO 2: COMPARATIVA DE REQUISITOS PARA UNA
CORRECTA ADAPTACIÓN A TALLERES DE ELECTROMOVILIDAD.**

2. COMPARATIVA DE REQUISITOS PARA UNA CORRECTA ADAPTACIÓN A TALLERES DE ELECTROMOVILIDAD.

2.1. RELEVANCIA DE LA ADAPTACIÓN DE TALLERES AUTOMOTRICES

La creciente adopción de vehículos eléctricos (VE) está transformando profundamente la industria automotriz, no solo en términos de producción y diseño de los vehículos, sino también en las infraestructuras de mantenimiento y reparación. Uno de los sectores más afectados por esta transición es el de los talleres mecánicos tradicionales, que han estado históricamente enfocados en los vehículos con motores de combustión interna. La electrificación del transporte presenta una serie de retos y oportunidades para estos talleres, los cuales deben adaptarse a nuevas tecnologías y procesos para ofrecer servicios adecuados a los vehículos eléctricos.

La electromovilidad implica la integración de tecnologías y sistemas de propulsión eléctrica en los vehículos, lo que difiere significativamente de los sistemas mecánicos tradicionales. Los vehículos eléctricos están equipados con motores eléctricos, baterías de alto voltaje y sistemas de gestión energética, componentes que requieren un tipo de conocimiento técnico distinto al que se emplea para los vehículos de combustión interna. Además, el mantenimiento de estos vehículos se centra en áreas como la electrónica, la gestión de baterías y la integración de software, mientras que los vehículos convencionales se enfocan más en los sistemas mecánicos, como el motor de combustión, la transmisión y el sistema de escape.

Los talleres mecánicos tradicionales, por lo tanto, enfrentan la necesidad de actualizar sus instalaciones y la formación de su personal para poder brindar un servicio adecuado a los vehículos eléctricos. Deben adaptarse a una infraestructura capaz de manejar tanto vehículos eléctricos como de combustión interna. Esto implica no solo la actualización de equipos de diagnóstico, sino también una transformación en la infraestructura física del taller. Por ejemplo, se requiere la instalación de sistemas eléctricos de alta capacidad para manejar los cargadores de vehículos eléctricos y garantizar la seguridad en los procesos de carga y reparación. También es necesario diseñar áreas específicas para trabajar con baterías de alto voltaje y sistemas de

refrigeración de las mismas, lo que requiere la implementación de protocolos de seguridad estrictos.

De esta manera, la transición hacia la electromovilidad está impulsando una transformación en la industria automotriz que exige la adaptación de los talleres mecánicos tradicionales a nuevas demandas tecnológicas y operativas. Este cambio no solo es una respuesta a la necesidad de mantener los vehículos eléctricos, sino también una oportunidad para que los talleres se conviertan en actores clave en un mercado emergente. Es por esto que resulta importante, identificar y analizar los requisitos técnicos y de infraestructura necesarios para que los talleres mecánicos convencionales puedan adaptarse a esta nueva realidad, asegurando que estén preparados para ofrecer servicios especializados de mantenimiento y reparación a vehículos eléctricos, y así contribuir al crecimiento y la sostenibilidad del sector automotriz.

2.2. REQUISITOS TÉCNICOS DE TALLERES CONVENCIONALES.

Los talleres de mecánica automotriz convencionales están diseñados principalmente para trabajar en vehículos con motores de combustión interna. Donde para poder brindar la atención necesaria a dichos vehículos, debe contar con un cierto equipamiento. A continuación, se describen las herramientas, equipos, elementos de protección personal y habilidades típicamente requeridas en estos talleres.

2.2.1. Herramientas manuales.

- Gata hidráulica de 2 toneladas: para elevar los vehículos.
- Juego de llaves: para la extracción y apriete de pernos y tuercas de los automóviles.
- Set de destornilladores de paleta y cruz: para la extracción y apriete de tornillos.
- Caja de dados de $\frac{1}{4}$, $\frac{3}{4}$, $\frac{1}{2}$ con puntas hexagonales, Allen, Torx e Imbus: para la extracción y apriete de los pernos.
- Martillo y maceta de goma: para golpear los componentes en distintos tipos de operaciones.
- Juego de alicates: para sujetar, doblar o cortar componentes del automóvil.
- Lámpara portátil: para otorgar una buena iluminación en lugares de poca luz.

- Barrote de fuerza: para soltar pernos y tuercas que pudieran estar con mucho apriete.
- Pistola de impacto: esta puede ser neumática o eléctrica, para la facilitación del apriete y extracción de pernos y tuercas.



Fuente: <https://www.yatohandtools.com/es/Tool-bagtool-box--cabinets/yato--hand-tools-tool-cabinet-tool-trolley-yt-55296>

Figura 2-1: Carro de herramientas, marca Yato.

2.2.2. Herramientas especializadas.

- Llave de torque dinamométrica: para dar el par de apriete que cada perno o tuerca necesita.
- Inflador de neumáticos: para inflar neumáticos.
- Recolector de aceite usado: para la extracción del aceite de motor.
- Arrancador de batería: para la partida de vehículos con problemas de batería.
- Pulgador neumático de sistema de frenos: para extraer el aire del sistema de frenos.



Fuente: <https://www.samoaindustrial.com/es/g/equipos-gestion-fluidos-usados>

Figura 2-2: Recolector de aceite, marca Samoa.

2.2.3. Equipos de diagnóstico.

- Scanner automotriz: para el diagnóstico del automóvil.
- Multímetro automotriz: para la medición de voltaje, amperaje y resistencia de los distintos sistemas eléctricos del vehículo.
- Osciloscopios: Herramientas para analizar señales eléctricas y electrónicas, útiles en la detección de fallas.
- Compresímetro: para medir la compresión de los cilindros del motor.



Fuente: <https://www.elenst.com/p/scanner-automotriz-launch-x431-profesional-bidireccional/>

Figura 2-3: Scanner automotriz, marca Launch.

2.2.4. Otros equipos del taller.

- Compresores de Aire: Para alimentar herramientas neumáticas y realizar trabajos de limpieza.
- Elevadores de automóviles: Para facilitar el acceso a la parte inferior de los vehículos.



Fuente: <https://aco.cl/ficha/8416/elevador-de-auto-2-columnas-4000kg-sct-6140>

Figura 2-4: Elevador de dos columnas.

2.2.5. Insumos del taller.

- Rost off afloja tuercas: para la eliminación de óxido y la ayuda al extraer tuercas o pernos.
- Limpiador de frenos: para eliminar rápidamente el hollín, grasa, polvo de freno y residuos aceitosos.
- Jabón mecánico: para la limpieza de manos con aceite, grasa o suciedad.
- Limpia contacto: para eliminar grasa, aceites y otros contaminantes de las superficies de los contactos eléctricos.
- Fundas protectoras para asientos: para la protección del interior del vehículo.
- Abrazaderas plásticas: para el amarre o fijación de cables eléctricos, mangueras y componentes en general.



Fuente: <https://eshop.wurth.cl/>

Figura 2-5: Insumos de taller, marca Würth.

2.2.6. Elementos de protección para el personal.

- Zapatos de seguridad: calzado de seguridad categoría S1P, para la protección de los pies del mecánico.
- Antiparras de seguridad: para la protección de los ojos de salpicaduras o impactos de algún material.
- Guantes de protección: para la protección de riesgos de cortes, abrasiones, desgarros y perforaciones de las manos del técnico.
- Guantes desechables de nitrilo: para la manipulación de elementos sucios como aceites, grasa o elementos químicos dañinos para la piel del técnico.

La combinación de todos los elementos mencionados con anterioridad, en suma de un personal capacitado con total comprensión del funcionamiento de los motores, sistemas de transmisiones y sistemas mecánicos, con capacidad para identificar los problemas de funcionamiento de los vehículos, que tienen además, habilidad para usar correctamente las herramientas y equipos de la instalación, permite a los talleres convencionales ofrecer un servicio completo en el mantenimiento y reparación de vehículos de combustión. Sin embargo, para adaptarse a la electromovilidad, se requerirán actualizaciones significativas en estos aspectos.

2.3. REQUISITOS TÉCNICOS PARA TALLERES DE ELECTROMOVILIDAD.

Para que un taller mecánico se especialice en la atención de vehículos eléctricos e híbridos, es esencial contar con herramientas específicas, personal capacitado y protocolos de seguridad adaptados a las particularidades de la electromovilidad. A continuación, se presentan los adicionales a incluir con respecto a un taller mecánico convencional:

2.3.1. Herramientas específicas.

- Cargadores de batería: Equipos para cargar las baterías de vehículos eléctricos, incluyendo cargadores de corriente alterna (CA) y corriente continua (CC).



Fuente: Material confidencial perteneciente a Kia Chile.

Figura 2-6: Punto de carga eléctrica de la alianza Kia – Copex Voltex.

- Herramientas de diagnóstico eléctrico: Multímetros digitales, osciloscopios, scanner para vehículos eléctricos y analizadores de baterías para la detección de fallas en sistemas eléctricos o en baterías.



Fuente: <https://www.balticdiag.com/es-es/herramientas-de-diagnostico-para-vehiculos-electricos/autel-ultra-ve-herramienta-diagnostico-vehiculo-electrico>

Figura 2-7: Scanner para vehículos eléctricos, marca Autel.

- Llaves y herramientas aisladas: Herramientas diseñadas con mangos aislantes para trabajar en sistemas eléctricos de alto voltaje de forma segura.



Fuente: <https://www.ferrar.cl/>

Figura 2-8: Carro de herramientas aisladas.

- Elevador de baterías de vehículos eléctricos: Elevador diseñado para la extracción de baterías de vehículos eléctricos facilitando al técnico la manipulación de las baterías.



Fuente: <https://www.aco.cl>

Figura 2-9: Elevador de batería

2.3.2. Formación del personal.

- Capacitación en electromovilidad: Cursos específicos sobre el funcionamiento de vehículos eléctricos e híbridos, incluyendo su arquitectura eléctrica y sistemas de gestión de energía.
- Certificación en seguridad eléctrica: Formación en protocolos de seguridad para el manejo de vehículos de alto voltaje y componentes eléctricos.
- Mantenimiento y reparación de baterías: Entrenamiento en el manejo y reemplazo de baterías de alto voltaje, así como en la gestión de residuos de baterías.
- Diagnóstico avanzado: Capacitación en el uso de herramientas de diagnóstico avanzadas y software específico para vehículos eléctricos.

2.3.3. Protocolos de seguridad.

- Desconexión de alto voltaje: Protocolos estrictos para la desconexión segura de sistemas de alto voltaje antes de realizar cualquier tipo de mantenimiento o reparación.
- Equipos de protección personal (EPP): Uso obligatorio de guantes aislantes, gafas de seguridad y otros equipos de protección al trabajar en vehículos eléctricos.

- Capacitación en emergencias: Formación del personal en procedimientos de respuesta a emergencias, incluyendo incendios o accidentes relacionados con sistemas eléctricos.
- Gestión de riesgos: Evaluación de riesgos específicos relacionados con el trabajo en vehículos eléctricos, con la implementación de medidas preventivas adecuadas.

Estos requisitos técnicos son fundamentales para asegurar que un taller pueda ofrecer un servicio seguro y eficaz en la atención de vehículos eléctricos e híbridos, garantizando así la satisfacción del cliente y la protección del personal.

A continuación, se presenta un procedimiento a seguir para la habilitación de un puesto de trabajo de atención a vehículos eléctricos y/o híbridos. Se sugiere su implementación con el fin de establecer un protocolo estandarizado de seguridad para la intervención en este tipo de vehículos, garantizando la protección del personal técnico, las instalaciones del taller, herramientas y equipos, mediante la aplicación de procedimientos seguros basados en normativa internacional y recomendaciones de fabricantes. Este procedimiento aplica a todo el personal técnico autorizado que realice diagnósticos, mantenimientos, reparaciones o inspecciones en vehículos eléctricos (EV) e híbridos (HEV) dentro del taller.

Protocolo estandarizado de seguridad

1. Confirmar si el vehículo es 100% eléctrico (EV) o híbrido (HEV).
2. Consultar y revisar el manual técnico del fabricante, verificando protocolos de seguridad específicos, ya que pueden existir variaciones en procesos de desconexión, tiempos de espera y manejo de baterías.
3. Delimitar el área de trabajo mediante vallas y cinta de seguridad.
4. Colocar señalización visible de advertencia: “PELIGRO – TRABAJOS EN VEHÍCULO ELÉCTRICO”.
5. Asegurar que el área esté limpia, seca, sin objetos innecesarios, ni materiales inflamables cerca.
6. Preparar el mesón de trabajo con alfombra aislante.
7. Verificación de equipo de protección personal (EPP) considerando guantes dieléctricos en buen estado y certificados, gafas de seguridad, calzado de seguridad dieléctrico, ropa de trabajo antiestática o ignífuga.
8. Apagar el vehículo según el protocolo del fabricante.
9. Desconectar la batería de servicio de 12V.
10. Esperar un mínimo de 5 minutos para permitir la descarga de condensadores y asegurar la desenergización del sistema de alto voltaje.

11. Verificar ausencia de tensión utilizando el multímetro homologado en los terminales de acceso al sistema de alto voltaje.
12. Proceder a la desconexión del conector de servicio o interruptor de seguridad de alto voltaje según el diseño del vehículo.
13. Confirmar nuevamente la ausencia de tensión en los puntos críticos antes de iniciar el trabajo.

Por otro lado, las precauciones que hay que tener durante la intervención son:

- No almacenar herramientas, líquidos o elementos metálicos sobre la batería o componentes de alto voltaje.
- Utilizar herramientas certificadas y aisladas para trabajos en sistemas eléctricos.
- Mantener el área despejada y ventilada.
- Realizar la intervención únicamente sobre superficies aislantes.

Si de todas formas se provocara un accidente o cortocircuito se debe:

1. Suspender inmediatamente toda actividad.
2. Evacuar el área según las rutas de emergencia establecidas.
3. Notificar al supervisor de seguridad y activar el protocolo de primeros auxilios.
4. En caso de fuego, utilización de extintores adecuados para incendios eléctricos.
5. Llamar a bomberos en caso de fuego, informando que se trata de un vehículo eléctrico.

Y finalmente, posterior al incidente se recomiendan los siguientes pasos a seguir:

- Redacción de informe técnico de accidente, a cargo del jefe de taller, en un plazo no mayor a 24 horas.
- Investigación de la causa raíz, a cargo del comité de seguridad, en un plazo no mayor a 48 horas.
- Actualización de la matriz de riesgos, a cargo del encargado de prevención de riesgos, en un plazo no mayor a 72 horas.
- Simulacro de revisión y entrenamiento, donde todo el equipo participe, en los siguientes 7 días posteriores al incidente.

2.4. NORMATIVAS Y REGULACIONES PARA TRABAJAR CON VEHÍCULOS ELÉCTRICOS.

El trabajo con vehículos eléctricos e híbridos implica cumplir con diversas normativas y regulaciones que aseguran la seguridad, la calidad del servicio y la protección del medio ambiente. A continuación, se presentan los principales aspectos legales que deben considerarse:

2.4.1. Normativas de seguridad eléctrica.

- Normas de seguridad de bajo voltaje (BS EN 60204-1): Establecen los requisitos de seguridad para equipos eléctricos en maquinaria y talleres, garantizando la protección del personal durante la manipulación de sistemas eléctricos.
- Reglamento electrotécnico para baja tensión: Establece las condiciones que deben cumplir las instalaciones eléctricas, incluyendo la señalización adecuada y el uso de materiales certificados.

2.4.2. Regulaciones de manejo de baterías.

- Directivas de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE): Normativas que regulan la gestión y reciclaje de baterías y componentes eléctricos, asegurando su correcta disposición y minimizando el impacto ambiental.
- Normativas sobre baterías de iones de litio: Requisitos específicos para el transporte, almacenamiento y reciclaje de baterías de iones de litio, que son comunes en vehículos eléctricos.

2.4.3. Requisitos de certificación del taller.

- Licencias y permisos: Obtención de licencias comerciales y permisos necesarios para operar como taller mecánico, que pueden incluir certificaciones específicas para la reparación de vehículos eléctricos.
- Certificación de personal: Requisitos para que los técnicos obtengan certificaciones específicas en electromovilidad, asegurando que estén capacitados para trabajar con sistemas de alto voltaje.

2.4.4. Normativas de protección al consumidor.

- Ley de protección al consumidor: Establece las obligaciones de los talleres en cuanto a la calidad del servicio, la transparencia en la información sobre precios y la garantía de los servicios realizados.
- Regulaciones sobre publicidad y promoción: Normas que regulan cómo los talleres pueden publicitar sus servicios de reparación de vehículos eléctricos, evitando afirmaciones engañosas.

2.4.5. Regulaciones ambientales.

- Ley de prevención de la contaminación: Normativas que regulan la gestión de residuos generados por el mantenimiento y reparación de vehículos, incluyendo aceites y líquidos de frenos.
- Reglamentos de energías renovables: Incentivos y regulaciones que fomentan el uso de energías limpias y la integración de vehículos eléctricos en un sistema de transporte sostenible.

2.4.6. Normas de inspección y control.

- Inspecciones periódicas: Requisitos para la realización de inspecciones de seguridad en los equipos y herramientas del taller, garantizando su correcto funcionamiento y seguridad.
- Normativas de calidad del servicio: Estándares que deben seguirse en la atención y reparación de vehículos eléctricos, asegurando que los trabajos se realicen de acuerdo con las mejores prácticas de la industria.

2.5. ANÁLISIS COMPARATIVO.

Tal como se ha estudiado, la transición hacia la electromovilidad implica una transformación significativa en la forma en que los talleres automotrices operan, tanto en infraestructura como en capacidades técnicas. La siguiente tabla presenta una comparación detallada entre un taller de mecánica automotriz convencional y un taller especializado en electromovilidad, destacando las principales diferencias en aspectos

clave para sus respectivos funcionamientos. Esta comparación permite visualizar de forma clara los requisitos técnicos y estructurales que demanda la atención de vehículos eléctricos, así como los desafíos que enfrenta el sector para adaptarse a esta nueva realidad tecnológica.

Tabla 2-1: Análisis comparativo: taller convencional vs. taller especializado en electromovilidad.

Aspecto	Taller Convencional	Taller Especializado en Electromovilidad
Infraestructura Física	- Espacios amplios adaptados a vehículos de combustión interna.	- Espacios amplios adaptados para vehículos eléctricos, con zonas de seguridad para alta tensión.
	- Sistemas de ventilación para gases de escape (CO ₂ , monóxido de carbono).	- Sistemas de ventilación específicos para riesgos asociados a baterías de litio y posibles incendios.
	- Infraestructura eléctrica básica para herramientas convencionales.	- Infraestructura eléctrica avanzada, con estaciones de carga y sistemas para manejar alta tensión.
Herramientas y Equipos	- Herramientas convencionales para motores de combustión interna.	- Herramientas especializadas para trabajar con sistemas eléctricos, como multímetros de alta tensión, equipos para manipular baterías, etc.
	- Elevadores y grúas adaptadas a vehículos tradicionales.	- Elevadores adecuados para vehículos eléctricos y elevadores para montar y desmontar baterías.
	- Equipos de diagnóstico para motores de combustión interna.	- Equipos de diagnóstico especializados para motores eléctricos, baterías, sistemas de carga y control

		electrónico de vehículos eléctricos.
Sistemas Eléctricos y de Carga	- No requieren infraestructura eléctrica avanzada para el taller.	- Infraestructura de carga de vehículos eléctricos, con instalaciones adecuadas para conectar y cargar baterías de alto voltaje.
Capacitación del Personal	- Formación en mecánica de vehículos de combustión interna, sistemas mecánicos tradicionales.	- Capacitación en electromovilidad, sistemas de alta tensión, manejo de baterías de litio y diagnóstico electrónico de vehículos eléctricos.
	- Capacitación en sistemas de combustión, transmisiones y frenos.	- Formación en manejo de componentes eléctricos, software y mantenimiento de vehículos eléctricos.
Seguridad	- Equipos de protección personal (EPP) estándar para trabajo mecánico.	- EPP especializado para trabajar con alta tensión, como guantes aislantes y protección contra incendios derivados de fallos en baterías.
	- Protocolos básicos para manipular combustibles y sistemas de escape.	- Protocolos estrictos para la manipulación de baterías de alta tensión, protección ante riesgos eléctricos y químicos.
Diagnóstico de Vehículos	- Diagnóstico de fallos en motores de combustión, transmisión y sistemas frenos y suspensión.	- Diagnóstico avanzado en sistemas eléctricos, control de baterías, carga, y diagnóstico de fallos en el motor eléctrico.
	- Uso de scanners OBD2 para vehículos de combustión.	- Uso de scanners avanzados para diagnosticar sistemas eléctricos y baterías.
Adaptabilidad a la Electromovilidad	- No adaptados para trabajar con vehículos eléctricos o híbridos.	- Adaptación completa para manejar los vehículos eléctricos, con conocimientos y equipos

		específicos para la reparación y diagnóstico.
--	--	---

Fuente: Elaboración propia.

El análisis comparativo expuesto en la tabla evidencia que los talleres automotrices convencionales y aquellos especializados en electromovilidad presentan diferencias fundamentales en aspectos claves como infraestructura, herramientas, capacitación, seguridad y adaptabilidad.

Por su parte los talleres convencionales están diseñados para atender vehículos de combustión interna, con sistemas y herramientas enfocados en motores mecánicos y procesos tradicionales. Mientras que, por el otro lado, los talleres especializados en electromovilidad están adaptados para las complejidades de los vehículos eléctricos, integrando infraestructura avanzada que prioriza la gestión de alta tensión y la seguridad ante posibles riesgos asociados a la manipulación de baterías de litio.

En cuanto a herramientas y equipos, los talleres convencionales disponen de equipos básicos mecánica tradicional, pensados en el diagnóstico y reparación de motores de combustión interna, mantenimiento de vehículos, reparación de sistema de suspensión y frenos, entre otros. Mientras que los talleres especializados en electromovilidad requieren dispositivos específicos para sistemas eléctricos y baterías, como multímetros de alta tensión y elevadores diseñados para el manejo seguro de baterías. Este nivel de especialización se refleja también en la capacitación del personal, ya que los talleres de electromovilidad demandan formación avanzada en sistemas eléctricos, diagnóstico eléctrico y protocolos de manejo seguro.

En lo que respecta a la seguridad, resulta ser un aspecto crítico y que presenta una gran diferencia entre los talleres estudiados. Pues mientras los talleres convencionales se enfocan en riesgos tradicionales asociados al combustible y gases de escape, los especializados implementan protocolos estrictos para la manipulación de alta tensión y baterías, garantizando un entorno seguro frente a las demandas de la electromovilidad.

Por último, la transición hacia la electromovilidad para los talleres convencionales requiere una inversión considerable en infraestructura, adquisición de herramientas específicas y programas de formación especializada, permitiendo así abordar la totalidad de los requisitos técnicos específicos de los vehículos eléctricos e híbridos.

2.6. PLAN DE IMPLEMENTACIÓN PARA LA ADAPTACIÓN DE UN TALLER DE MECÁNICA CONVENCIONAL A LA ELECTROMOVILIDAD.

El plan de implementación que se elabora a continuación, es elaborado a partir del análisis comparativo realizado entre los requerimientos técnicos, de infraestructura y seguridad de un taller automotriz convencional y aquellos exigidos para la atención de vehículos eléctricos. Dicho análisis permite identificar las brechas existentes y establecer, en consecuencia, las etapas, acciones y recursos necesarios para llevar a cabo una transición efectiva y segura hacia la electromovilidad.

En lo que sigue, se muestra un resumen de las etapas consideradas para el plan de implementación con sus respectivas duraciones estimadas. Cabe mencionar, que el taller de mecánica automotriz convencional que desee adaptar sus instalaciones, de modo de tener disponible un puesto de trabajo para la recepción y atención de vehículos eléctricos, debe ser el responsable de definir el orden para llevar a cabo las etapas consideradas en el presente plan.

Tabla 2-2: Etapas del plan de implementación

Etapas del plan de implementación	Duración Estimada
1. Diagnóstico y evaluación inicial	1 semana
2. Planificación de la ejecución del plan de adaptación	2 semanas
3. Adquisición de herramientas, equipos y elementos de protección personal	1 mes
4. Adecuación de la infraestructura	2 semanas
5. Capacitación del personal	6 meses
6. Implementación de protocolos de seguridad	1 mes
7. Puesta en marcha y evaluación inicial	1 mes
8. Mejora continua y certificación	Permanente

Fuente: Elaboración propia en base a estimaciones resultantes del estudio.

2.6.1. Etapa 1: Diagnóstico y evaluación inicial.

En esta fase se evalúa el estado actual del taller en cuanto a infraestructura, equipamiento, nivel de capacitación del personal y condiciones de seguridad. El objetivo principal es identificar las brechas existentes frente a los requerimientos técnicos de la electromovilidad. Las acciones clave incluyen un levantamiento técnico de la infraestructura, un inventario de herramientas, la evaluación de competencias del personal y la identificación de riesgos actuales. Esta etapa será liderada por el gerente técnico, con el apoyo de un consultor externo en electromovilidad.

2.6.2. Etapa 2: Planificación de la ejecución del plan de adaptación.

Durante esta etapa se planifican las mejoras necesarias en el taller, abarcando aspectos de infraestructura, equipamiento, capacitación y seguridad. Se elabora además el presupuesto estimado específico para el taller en estudio y se analizan posibles fuentes de financiamiento. Entre las acciones destacadas se encuentran el diseño de zonas seguras para el trabajo con vehículos eléctricos, la planificación de la adquisición de equipos especializados, la selección de proveedores y cursos, así como la elaboración de protocolos de seguridad. Participan en esta etapa como agentes claves, el jefe de operaciones, un ingeniero eléctrico y un especialista en prevención de riesgos.

2.6.3. Etapa 3: Adquisición de herramientas, equipos y elementos de protección personal.

Se adquieren los equipos indispensables para el diagnóstico y mantenimiento de vehículos eléctricos (VE), tales como multímetros de alta tensión, scanners especializados, elevadores de batería y herramientas aisladas. Además, se incluye en esta etapa la dotación de elementos de protección personal (EPP) específicos para trabajos eléctricos. Esta labor debe ser gestionada por el encargado de compras y el jefe de taller.

2.6.4. Etapa 4: Adecuación de la infraestructura.

La adecuación consiste en la adaptación física del taller para cumplir con los requisitos operacionales de los vehículos eléctricos. Se deben instalar estaciones de carga, redes eléctricas de alta capacidad, ventilación para zonas de baterías y señalización de alta

tensión. También se realizan las adecuaciones estructurales necesarias. Esta etapa debe estar a cargo de contratistas eléctricos y arquitectos, bajo supervisión técnica.

2.6.5. Etapa 5: Capacitación del personal.

El objetivo de esta etapa es preparar al personal técnico para enfrentar los desafíos de la electromovilidad. Se realizan cursos teóricos y prácticos sobre manipulación de baterías de litio, seguridad en alta tensión, uso de equipos de diagnósticos y recepción de VE. La formación será organizada por el área de Recursos Humanos en coordinación con instituciones especializadas.

2.6.6. Etapa 6: Implementación de protocolos de seguridad.

Se establecen medidas que aseguren condiciones de trabajo seguras. Esto incluye la elaboración de manuales de procedimiento, señalética especializada, simulacros de emergencia y la entrega de elementos de protección personal EPP como guantes dieléctricos, gafas y extintores clase D. Debe estar a cargo de esta etapa el prevencionista de riesgos y del jefe de seguridad.

2.6.7. Etapa 7: Puesta en marcha y evaluación inicial.

Una vez implementadas las etapas anteriores, es posible comenzar con la recepción piloto de vehículos eléctricos. Se pondrán a prueba los nuevos procedimientos y herramientas, evaluando el desempeño técnico, los tiempos de respuesta y el cumplimiento de los protocolos de seguridad. Se debe recoger la retroalimentación del equipo para realizar los ajustes necesarios. Esta fase debe ser liderada por el supervisor de taller, junto al jefe técnico y un auditor interno

2.6.8. Etapa 8: Mejora continua y certificación.

Finalmente, se sugiere establecer un sistema de mejora continua que permita mantener altos estándares de calidad, seguridad y actualización tecnológica para el taller. Buscando luego obtener la certificación del taller y del personal técnico ante organismos competentes, promoviendo la formación continua. Esta etapa debe ser responsabilidad de la dirección general, el área de calidad y Recursos Humanos.

Con el objetivo de organizar y estructurar adecuadamente el proceso de adaptación del taller automotriz convencional hacia uno especializado en vehículos eléctricos, se elaboró una Carta Gantt que define la secuencia, duración y prioridades de las actividades necesarias para llevar a cabo esta transformación.

La planificación contempla un horizonte de siete meses, en el cual se distribuyen las distintas tareas en función de su complejidad, dependencia técnica, y aporte al funcionamiento general del taller. Este enfoque permite realizar una implementación escalonada, optimizando recursos y minimizando el impacto en la operación diaria del negocio.

Actividad	Responsable	Mes 1				Mes 2				Mes 3				Mes 4				Mes 5				Mes 6				Mes 7							
		S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4				
Capacitación del personal	Encargado de recursos humanos	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■				
Diagnóstico y evaluación inicial	Gerente técnico	■																															
Planificación de la ejecución del plan de adaptación	Jefe de operaciones		■	■																													
Adquisición de herramientas, equipos y EPP	Jefe de taller			■	■	■	■																										
Adecuación de la infraestructura	Gerente técnico							■	■																								
Implementación de protocolo de seguridad	Jefe de seguridad									■	■	■	■																				
Puesta en marcha y evaluación inicial	Jefe técnico													■	■	■	■																
Mejora continua y certificación	Jefe de taller																	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

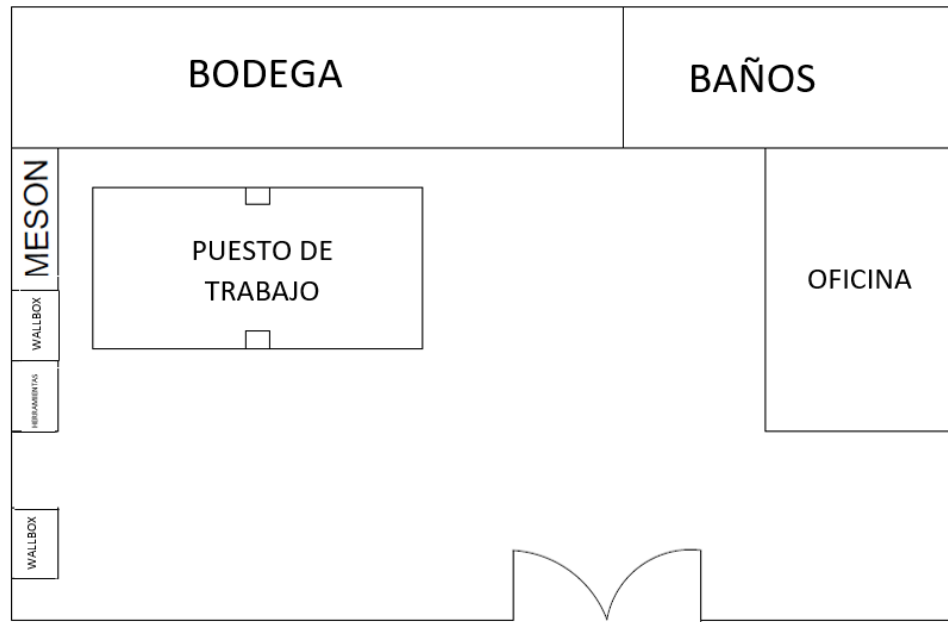
Fuente: Elaboración propia en base a la duración estimada de cada una de las etapas propuestas.

Figura 2-10: Carta Gantt del plan de implementación.

Se sugiere iniciar con la capacitación del personal, ya que es la actividad que toma más tiempo. Al posicionarla como primera actividad a realizar no genera ningún problema, ya que puede realizarse en paralelo con las otras actividades.

Esta planificación sugerida, no solo permite priorizar actividades críticas como la adquisición de equipos esenciales, o la adecuación eléctrica considerada en la adecuación de la infraestructura, sino que también considera la viabilidad operativa del taller, permitiendo ajustes en caso de ser necesario.

La Carta Gantt actúa como una hoja de ruta práctica para la administración de las actividades a realizar en la adaptación de un puesto de trabajo para vehículos convencionales a uno capaz de recibir y atender a vehículos eléctricos, mientras que, a su vez, orienta las acciones de manera clara y permite el seguimiento y control de cada fase. De este modo, asegura que la transición hacia un taller preparado para la electromovilidad sea eficiente, segura y alineada con los objetivos del taller.



Fuente: Elaboración propia en plataforma AutoCAD.

Figura 2-11:1 Layout del taller luego del plan de implementación.

**CAPÍTULO 3: ESTIMACIÓN DE LOS COSTOS ASOCIADOS A LA
ADAPTACIÓN DE UN TALLER DE MECÁNICA AUTOMOTRIZ
CONVENCIONAL A UNO PARA VEHÍCULOS ELÉCTRICOS.**

3. ESTIMACIÓN DE LOS COSTOS ASOCIADOS A LA ADAPTACIÓN DE UN TALLER DE MECÁNICA AUTOMOTRIZ CONVENCIONAL A UNO PARA VEHÍCULOS ELÉCTRICOS.

3.1. METODOLOGÍA DE ESTIMACIÓN: BOTTOM – UP (ESTIMACIÓN DETALLADA).

La estimación detallada o bottom-up consiste en desglosar cada etapa y subetapa en acciones específicas que requieren recursos, materiales, mano de obra, y costos asociados. Luego, se suman los costos de todas las acciones para obtener un total por etapa. Esta metodología permite obtener una estimación más precisa y ajustada a las necesidades del proyecto, con base en datos reales del mercado.

El principio fundamental de la estimación bottom-up es que se comienza con una descomposición detallada de todas las actividades y tareas que se requieren para la ejecución de un proyecto. Para cada tarea, se estiman los recursos necesarios (materiales, mano de obra, tiempo, etc.), y luego se calculan los costos asociados a esos recursos. Una vez obtenidas las estimaciones para cada tarea individual, se suman para obtener el costo total de la etapa o fase del proyecto, y finalmente se calcula el presupuesto total del proyecto.

3.1.1. Pasos en la metodología bottom-up.

- **Desglose del proyecto:** Se inicia dividiendo el proyecto en sus componentes más pequeños y específicos. Cada parte del proyecto, ya sea una actividad, un conjunto de tareas o una fase, se desglosa de forma que cada una de ellas pueda ser evaluada por separado. Este desglose ayuda a obtener una visión más clara de todos los elementos que forman parte del proyecto.
- **Estimación de costos por tarea:** Se inicia dividiendo el proyecto en sus componentes más pequeños y específicos. Cada parte del proyecto, ya sea una actividad, un conjunto de tareas o una fase, se desglosa de forma que cada una de ellas pueda ser evaluada por separado. Este desglose ayuda a

obtener una visión más clara de todos los elementos que forman parte del proyecto.

- **Cálculo de recursos necesarios:** En este paso se detallan los recursos requeridos para cada tarea, como la cantidad de personal, la duración de las actividades, los equipos y herramientas necesarias, y los materiales específicos. Además, se debe considerar la calidad de los recursos para asegurarse de que sean adecuados para cumplir con los requisitos del proyecto.
- **Suma de costos:** Una vez que se han estimado los costos de todas las actividades y tareas individuales, estos se suman para obtener el costo total de la fase o el proyecto. En algunos casos, es posible que se agreguen márgenes de contingencia para abordar incertidumbres o riesgos inherentes.
- **Revisión y ajuste:** Después de obtener la estimación final, es importante revisar los cálculos para asegurarse de que todas las variables y componentes hayan sido considerados adecuadamente. Este paso también puede implicar comparar la estimación con presupuestos previos o con proyectos similares para verificar que la estimación sea realista y alcanzable.

3.1.2. Aplicación en el contexto de la adaptación de talleres automotrices.

En el contexto de la adaptación de un taller de mecánica automotriz convencional a uno especializado en vehículos eléctricos, la metodología bottom-up permite obtener una estimación detallada de los costos asociados a cada fase del proceso de adaptación, como el diagnóstico, la adecuación de la infraestructura, la adquisición de equipos especializados y la capacitación del personal. A través de este enfoque, se pueden calcular con precisión los costos de materiales, mano de obra y otros recursos necesarios para cada acción específica, proporcionando una estimación confiable del presupuesto total del proyecto.

Además, esta metodología facilita la identificación de áreas clave en las que se podrían reducir costos o mejorar la eficiencia, contribuyendo a una ejecución más controlada y exitosa del proyecto.

Para realizar la estimación de costos del plan de implementación del estudio, se consideran las etapas del plan propuestas en el capítulo anterior en el punto 2.5.

3.2. CÁLCULO DE LOS COSTOS ASOCIADOS A LA ADAPTACIÓN DEL TALLER DE MECÁNICA AUTOMOTRIZ CONVENCIONAL A UNO PARA VEHÍCULOS ELÉCTRICOS.

Se presenta el cálculo de los costos asociados a la adaptación de un taller de mecánica automotriz convencional para que sea capaz de atender vehículos eléctricos (VE). Esta estimación se realiza utilizando la metodología bottom-up o de estimación detallada, permitiendo desglosar los elementos específicos involucrados en cada etapa del plan de implementación. Se consideran precios de mercado vigentes en Chile, obtenidos a través de cotizaciones, referencias de proveedores nacionales y datos técnicos especializados. El propósito de este análisis es dimensionar los recursos financieros necesarios para ejecutar adecuadamente el proceso de transformación del taller, asegurando que cumpla con los requisitos técnicos, de seguridad y operacionales que exige la electromovilidad.

Para efectos de esta estimación, se considera que se está habilitando sólo un puesto de trabajo para la recepción y trabajo en vehículos eléctricos, por ende, se consideran los elementos necesarios para un puesto de trabajo únicamente. Así mismo, se consideran dos técnicos para trabajar en este nuevo espacio a habilitar, a los cuales en adelante se refiere como Técnico A y Técnico B.

3.2.1. Etapa 1: Diagnóstico y evaluación inicial.

En esta etapa se identifican los costos de:

- Consultoría externa especializada en electromovilidad, estimando 2 días de consultoría con un valor diario de \$100.000 CLP/día = 200.000 CLP.
- Horas de trabajo del gerente técnico y otros profesionales del taller para apoyar en la evaluación, quienes dedicarán parte de su jornada laboral a apoyar las actividades de levantamiento técnico, evaluación de competencias y detección de brechas. Este trabajo no representa un costo monetario adicional, ya que se contempla dentro de las remuneraciones mensuales regulares, por ende, sólo implica un uso significativo de recursos internos.
- Materiales y herramientas para levantar datos, los cuales pueden incluir formularios, equipos de medición, etc. Se considera que estos materiales ya los dispone el taller para el momento de comenzar con esta etapa.

3.2.2. Etapa 2: Planificación de la ejecución del plan de adaptación.

En esta etapa se definen los costos asociados al diseño específico y planificación del plan de adaptación:

- Honorarios del ingeniero eléctrico, externo al taller, estimando 5 días con un valor diario de \$80.000 CLP/día = \$400.000 CLP.
- Materiales de planificación como planos y software CAD: \$200.000 CLP.

3.2.3. Etapa 3: Adquisición de herramientas, equipos y elementos de protección personal.

Los costos de esta etapa se refieren a la compra de ciertos equipos tales como:

- Multímetro: \$279.990 CLP
- Scanner para vehículos eléctricos: \$5.600.322 CLP. El cual se utiliza para probar y analizar de manera segura el sistema de alto voltaje y diagnosticar paquetes de batería. Incluye licencia por 2 años.
- Elevador de batería: \$4.176.900 CLP.
- Set de herramientas aislantes: \$1.449.900 CLP.
- Guantes de protección contra tensión 1.000V: \$129.990 CLP/par. Donde se consideran dos para cada uno de los técnicos, siendo el total: \$259.980 CLP.
- Calzado dieléctrico: \$46.490 CLP/par. Donde se consideran dos para cada uno de los técnicos, siendo el total: \$92.980 CLP.
- Overol ignífugo certificado: \$122.796 CLP. Donde se consideran cuatro, para tener dos de reserva, y dos para el uso de cada uno de los técnicos, siendo el total: \$491.184 CLP.
- Careta de arco eléctrico: \$213.590 CLP. Donde se consideran dos para cada uno de los técnicos, siendo el total: \$427.180 CLP.
- Pértiga de rescate: \$105.000 CLP.
- Extintor CO2 de 6kilos (C6): \$65.450 CLP. Considerando 5 ejemplares siendo el total: \$327.250 CLP.
- Extintor portátil clase D 30lb CU: \$1.725.500 CLP. Considerando 2 ejemplares siendo el total: \$3.451.000 CLP.

3.2.4. Etapa 4: Adecuación de la infraestructura.

En la presente etapa se incluyen costos de:

- Contratistas para instalación de redes eléctricas, estaciones de carga y mejoras estructurales. Considerando un valor diario de \$80.000 CLP/día por 10 días = \$800.000 CLP.
- Cableado para la instalación de estaciones de carga considerando una longitud aproximada de 30 metros para la instalación de dos estaciones de carga, uno en el interior y otro en el exterior. Considerando la compra de 100 metros en \$38.490 CLP.
- Estaciones de carga (Wallbox) con un valor unitario de \$879.990 CLP y considerando dos de estos, se obtiene un total de \$1.759.980 CLP.
- Cable voltex tipo 1 para cargar los vehículos provenientes de Norte América y Japón, con un valor unitario de \$189.990 CLP.
- Cable voltex tipo 2 para cargar los vehículos provenientes de Europa y China, con un valor unitario de \$209.990 CLP. Se consideran dos unidades, debido a que pertenece al tipo de autos más comercializados en Chile. Resultando, por ende, un total de \$419.980 CLP.
- Mesón de trabajo con un valor unitario de \$693.990 CLP.
- Pedestal con cinta: \$71.388 CLP. Considerando 10 ejemplares para cerrar el puesto de trabajo completo, siendo el total: \$713.388 CLP.
- Alfombra aislante (1x1 mt – 30 kV): \$93.613 CLP. Considerando 2 ejemplares, resulta un total de \$187.226 CLP.
- Piso encajable modular (40x40): \$3.200 CLP. Considerando 72 ejemplares para cubrir el puesto de trabajo completo, resultando un total de \$230.400 CLP.

3.2.5. Etapa 5: Capacitación del personal.

En los costos de formación para el personal se consideran los siguientes cursos y diplomado para la especialización del personal, los cuales tal como se menciona al inicio del punto 3.2 son dos técnicos, el técnico A y el técnico B:

- Curso “Protocolos de seguridad en electromovilidad”, en modalidad presencial y una duración de 30 horas. Con horario de clases los días sábados desde 08.30 hasta las 19.30 horas. Con un valor unitario de \$330.000 CLP. Sin embargo, se considera enviar a los dos técnicos, A y B, por lo que el total resulta ser \$660.000 CLP.
- Diplomado en electromovilidad de vehículos, en modalidad presencial y una duración de 110 horas. Con horario de clases los días sábados desde

las 09.00 hasta las 14.00 horas. Con un valor de \$1.408.000 CLP, donde se considera enviar sólo al técnico A.

- Curso “Inspección de tren de potencia y técnicas de diagnóstico de vehículos eléctricos”, en modalidad presencial y una duración de 50 horas. Con horario de clases los días sábados desde las 09.00 hasta las 14.00 horas. Con un valor de \$550.000 CLP, donde se considera enviar sólo al técnico B.
- Curso “Inspección de sistemas de alta y baja tensión de vehículos eléctricos”, en modalidad presencial y una duración de 30 horas. Con horario de clases los días viernes desde 18.00 hasta las 22.00 horas, y sábados de 09.00 hasta las 18.00 horas. Con un valor de \$285.000 CLP, donde se considera enviar sólo al técnico B.

3.2.6. Etapas 6: Implementación de protocolos de seguridad.

Para esta etapa se incluyen los siguientes costos:

- Horas de trabajo del prevencionista de riesgos y el jefe de seguridad del taller, quienes dedicarán parte de su jornada laboral a apoyar las actividades de elaboración de manuales de procedimientos, señalética especializada, simulacros de emergencia y la entrega de elementos de protección personal (EPP). Este trabajo no representa un costo monetario adicional, ya que se contempla dentro de las remuneraciones mensuales regulares, por ende, sólo implica un uso significativo de recursos internos.
- Contratista para diseño gráfico y/o empresa especializada en diseño y diagramación: \$150.000 CLP por manual. Donde se considera la elaboración de dos manuales, resultando un costo total de \$300.000 CLP.
- Señalización estándar de 50x50 cm en aluminio compuesto con reflectante grado ingeniería, con un valor unitario de \$29.155 CLP. Considerando la elaboración de cuatro unidades, se obtiene un total de \$116.620 CLP.

3.2.7. Etapas 7: Puesta en marcha y evaluación inicial.

Para la etapa de puesta en marcha y evaluación inicial se incluyen los siguientes costos:

- Horas de trabajo del supervisor, jefe técnico y otros personales del taller, quienes dedicarán parte de su jornada laboral a apoyar las actividades de

evaluación de los procedimientos y herramientas implementados en el puesto de trabajo para electromovilidad. Este trabajo no representa un costo monetario adicional, ya que se contempla dentro de las remuneraciones mensuales regulares, por ende, sólo implica un uso significativo de recursos internos.

3.2.8. Etapa 8: Mejora continua y certificación.

Finalmente, para la última etapa del plan de implementación se consideran los costos de:

- Auditoría externa para la evaluación y certificación de procesos, seguridad y calidad (por ejemplo, ISO 9001 o certificación nacional específica para talleres de vehículos eléctricos, donde se tiene un costo estimado de \$800.000 CLP - \$2.000.000 CLP. Por lo que se considera para este punto un costo promedio de \$1.400.000 CLP.
- Tasa de inscripción o acreditación ante los organismos certificadores como lo son CESMEC o TÜV Rheinland, las cuales van entre \$150.000 CLP y \$500.000 CLP. Por lo que se considera para este punto un costo promedio de \$325.000 CLP.
- Cursos y exámenes para certificación individual en electromovilidad, como por ejemplo cursos con certificación SENCE o privados, donde el costo por persona va desde los \$300.000 CLP a \$600.000 CLP. Por lo que se considera para este punto un costo promedio de \$450.000 CLP, y considerando a los dos técnicos para el puesto de trabajo se obtiene un costo total de \$900.000 CLP.
- Gestión y seguimiento de calidad, donde se consideran las horas hombres del personal interno perteneciente a las áreas de calidad, recursos humanos y de la dirección general del taller. Considerándose 20 horas/mes, 10 horas/mes y 5 horas/mes respectivamente. Esto no implica un desembolso adicional directo, pero representa uso exclusivo de estos recursos en esta tarea, limitando su disponibilidad para otras funciones.

Cabe mencionar, que, si bien se sugiere que esta última etapa de mejora continua y certificación sea constante y recurrente dentro del taller mecánico, se consideran estos costos sólo una vez para la estimación de costos, ya que, se espera obtener el costo de llevar a cabo el plan de implementar la adaptación del taller común a uno de electromovilidad.

A continuación, se presenta una tabla resumen de los costos monetarios por cada etapa y el costo total de llevar a cabo dicho plan.

Tabla 3-1: Resumen de los costos monetarios por etapa y total del plan de implementación

Etapa del plan de implementación	Actividad	Costo (CLP)
Etapa 1	Consultoría externa	\$200.000
Etapa 2	Honorarios ingeniero eléctrico	\$400.000
	Materiales de planificación	\$200.000
Etapa 3	Multímetro	\$279.990
	Scanner para vehículos eléctricos	\$5.600.322
	Elevador de batería	\$4.176.900
	Set de herramientas aislantes	\$1.449.900
	Guantes de protección	\$259.980
	Calzado dieléctrico	\$92.980
	Overoles ignífugos	\$491.184
	Careta de arco eléctrico	\$427.180
	Pértiga de rescate	\$105.000
	Extintor CO2 (C6)	\$327.250
	Extintor clase D	\$3.451.000
Etapa 4	Contratistas instalación	\$800.000
	Cableado para instalación	\$38.490
	Estaciones de carga (wallbox)	\$1.759.980
	Cable voltex tipo 1	\$189.990
	Cable voltex tipo 2	\$419.980
	Mesón de trabajo	\$693.990
	Pedestal con cinta	\$713.880
	Alfombra aislante	\$187.226
Piso encajable modular	\$230.400	
Etapa 5	Curso "protocolos de seguridad en electromovilidad"	\$660.000
	Diplomado en electromovilidad de vehículos	\$1.408.000
	Curso "inspección de tren de potencia y técnicas de diagnóstico de vehículos eléctricos"	\$550.000
	Curso "inspección de sistemas de alta y baja tensión de vehículos eléctricos"	\$285.000
Etapa 6	Contratista diseño gráfico	\$300.000
	Señalización estándar	\$116.620
Etapa 8	Auditoría externa	\$1.400.000
	Tasa de inscripción/acreditación	\$325.000
	Cursos y exámenes certificación individual	\$900.000

TOTAL PLAN DE IMPLEMENTACIÓN	\$28.440.242
-------------------------------------	---------------------

Fuente: Elaboración propia en base a estimaciones resultantes del estudio.

El presupuesto total estimado para el plan de implementación asciende a \$27.949.058 CLP, distribuidos en ocho etapas que abarcan desde las actividades de consultoría inicial hasta la auditoría externa y la certificación final. Esta inversión contempla tanto los aspectos técnicos y materiales (como herramientas, equipos especializados y adecuaciones eléctricas) como los aspectos humanos y formativos, incluyendo cursos de capacitación y diplomados necesarios para preparar al equipo de trabajo. Esto es, asumiendo que la infraestructura básica de un taller automotriz convencional ya se posee, como lo son, por ejemplo, los elevadores de vehículos.

Uno de los ítems más significativos, corresponde a la adquisición de herramientas y equipamiento especializado en la Etapa 3, donde destacan el scanner para vehículos eléctricos y el elevador de batería. Estos elementos si bien son costos, a su vez, son fundamentales para asegurar una operación técnica adecuada y segura dentro del nuevo contexto de electromovilidad.

Por otra parte, el componente formativo abordado en la Etapa 5 representa una inversión estratégica a mediano plazo, ya que busca fortalecer el capital humano, permitiendo que los trabajadores adquieran competencias actualizadas frente a las nuevas exigencias del mercado.

El diseño del presupuesto también refleja una preocupación por la seguridad laboral, incluyendo implementos de protección personal y señalización estandarizada. Asimismo, se contempla la certificación del taller y su personal, aportando un sello de calidad y profesionalismo ante clientes y organismos reguladores.

En términos generales, el desglose presentado permite visualizar con claridad los recursos necesarios para ejecutar el plan, facilitando la toma de decisiones, el control financiero y la búsqueda de financiamiento externo, si fuera necesario. La correcta implementación de este plan no solo mejora la capacidad operativa del taller, sino que lo posiciona como un actor competitivo en un sector en creciente transformación.

CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIONES

Los talleres mecánicos constituyen hoy en día un elemento clave en el funcionamiento de la industria automotriz. Son los encargados de mantener y reparar los vehículos que circulan por nuestras calles, asegurando su funcionamiento y alargando su vida útil. Sin embargo, con la llegada de la electromovilidad, estos espacios se ven enfrentados a un cambio de paradigma que exige una transformación profunda en términos de infraestructura, equipamiento y competencias del personal técnico.

Luego de analizar, desde una perspectiva técnica y práctica, los requerimientos necesarios para adaptar un taller de mecánica automotriz convencional a uno especializado en la atención de vehículos eléctricos, se propone un plan de implementación concreto en base a referencias reales del mercado automotriz chileno.

La propuesta de adaptación incluye desde la adecuación eléctrica y la incorporación de nuevos equipos, hasta la implementación de protocolos de seguridad y programas de capacitación. Cada una de estas acciones responde a una necesidad técnica identificada en el diagnóstico inicial, y está orientada a mejorar el nivel de preparación del taller para recibir y trabajar con vehículos eléctricos de forma segura y eficiente.

Con el fin de ordenar la implementación de estas actividades y facilitar su puesta en marcha, se desarrolla una Carta Gantt que establece un cronograma de ejecución de siete meses. Este cronograma propone una secuencia lógica de acciones, priorizando aquellas que son críticas para el funcionamiento del taller o que pueden generar un impacto positivo en el corto plazo.

Cada una de las actividades consideradas en el plan es valorada en función de su costo, duración e impacto. Mientras que, la priorización de ejecución de estas en la Carta Gantt sugerida, se basa en la importancia de realización más pronta y su duración. La capacitación, la instalación eléctrica y la adquisición de herramientas deben ser abordados de forma inmediata, mientras que otras iniciativas, como la adquisición de ciertos equipos especializados, pueden programarse en etapas posteriores según la disponibilidad de recursos.

Se recomienda iniciar de inmediato con las capacitaciones técnicas en electromovilidad para el personal técnico que atenderá el nuevo puesto de trabajo, ya que, constituyen la base para cualquier cambio operativo dentro del taller. Asimismo, se recomienda priorizar la adecuación del sistema eléctrico, debido a los riesgos que implica trabajar con vehículos de alto voltaje sin instalaciones adecuadas. Se recomienda también,

mantener una evaluación continua del proceso de adaptación, utilizando indicadores técnicos y económicos que permitan ajustar la planificación si es necesario, y finalmente, considerar que el modelo de adaptación propuesto puede replicarse en diferentes talleres, siendo flexible a modificaciones de acuerdo con el contexto local.

La electromovilidad ya es una realidad en el mercado chileno, y los talleres que se anticipen a estos cambios no solo aumentarán su competitividad, sino que también contribuirán al desarrollo sustentable del país. Adaptarse a tiempo es una inversión en el futuro.

BIBLIOGRAFÍA

AdPrensa. (2024). Chile enfrenta un desafío clave: Crece la venta de vehículos eléctricos, pero la infraestructura de carga se estanca en 2024. <https://www.adprensa.cl/economia/chile-enfrenta-un-desafio-clave-crece-la-venta-de-vehiculos-electricos-pero-la-infraestructura-de-carga-se-estanca-en-2024/>

Agencia Internacional de Energía. (2021). Global EV Outlook 2021. International Energy Agency. <https://www.iea.org>

Asociación Nacional Automotriz de Chile. (2024). Informe de cero y bajas emisiones – Diciembre 2024. <https://www.anac.cl/wp-content/uploads/2024/12/12-ANAC-Informe-Cero-y-Bajas-Emissiones-Diciembre-2024.pdf>

Autofact Chile. (2024). Tendencias de precios y ventas de vehículos eléctricos en Chile. <https://www.autofact.cl>

Autoguía. (2024). Electromovilidad en Chile 93.000 autos eléctricos proyectados para 2030. <https://www.autoguia.cl/electromovilidad/2024/10/10/electromovilidad-en-chile-93000-autos-electricos-proyectados-para-2030.html>

Comisión Europea. (s.f.). Electromobility. <https://ec.europa.eu>

Comisión Nacional de Energía de Chile. (s.f.). Electromovilidad en Chile. <https://www.cne.cl>

Comisión Nacional de Energía. (2024). Informe de precios energéticos en Chile. <https://www.cne.cl>

Diario Financiero. (2024). Enel X: El mercado de autos eléctricos en Chile por fin está explotando. <https://www.df.cl/empresas/industria/enel-x-el-mercado-de-autos-electricos-en-chile-por-fin-esta-explotando>

Enel X Chile. (s.f.). Autos eléctricos: El futuro de la electromovilidad en Chile. <https://www.enelx.com/cl/es/historias/autos-electricos-el-futuro-de-la-electromovilidad-en-chile>

European Automobile Manufacturers Association. (s.f.). Automobile industry pocket guide. <https://www.acea.auto/publications/automobile-industry-pocket-guide>

International Energy Agency. (2024). Global EV Outlook 2024. <https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2024>

Ministerio de Energía de Chile. (2024). Política nacional de electromovilidad.

Ministerio de Energía de Chile. (s.f.). Tipos de vehículos BEV, PHEV, FCEV. [https://energia.gob.cl/electromovilidad/img/8.TiposvehiculosBEV,PHEV,FCEV\(Animada\).pdf](https://energia.gob.cl/electromovilidad/img/8.TiposvehiculosBEV,PHEV,FCEV(Animada).pdf)

Mutual de Seguridad de Chile (s.f.). Ficha de apoyo preventivo: Seguridad en electromovilidad. https://www.mutual.cl/portal/wcm/connect/a072c713-8fc2-4d78-827f-07708e6a2f34/fap-seguridad-en-electromovilidad.pdf?MOD=AJPERES&CONVERT_TO=url&CACHEID=ROOTWORKSPACE-a072c713-8fc2-4d78-827f-07708e6a2f34-p6qea8h

Mutual de Seguridad de Chile (s.f.). Ficha de apoyo preventivo: Emergencia en vehículos eléctricos. https://www.mutual.cl/portal/wcm/connect/5ee845dd-4602-4391-b063-f9be50763260/fap-emergencias-en-vehiculos-electricos.pdf?MOD=AJPERES&utm_source=chatgpt.com

Naciones Unidas. (s.f.). Electromobility and the future of transportation. <https://www.un.org>

Naciones Unidas. (2021). Electromobility: The key to decarbonizing transport. <https://www.un.org>

Organización Mundial del Transporte Sostenible. (s.f.). Sustainable transport and electric mobility. <https://www.sustainabletransport.org>

Superintendencia de Electricidad y Combustibles. (2025). Registro de cargadores eléctricos en Chile.