UNIVERSIDAD TECNICA FEDERICO SANTA MARIA

Repositorio Digital USM **https://repositorio.usm.cl**

Tesis USM TESIS de Pregrado de acceso ABIERTO

2015

EVALUACIÓN TÉCNICA DEL PROCESO DE HOMOLOGACIÓN PARA VEHÍCULOS MOTORIZADOS ELÉCTRICOS DE 3 Y 4 RUEDAS

GALLEGUILLOS REYES, JOSÉ ANTONIO

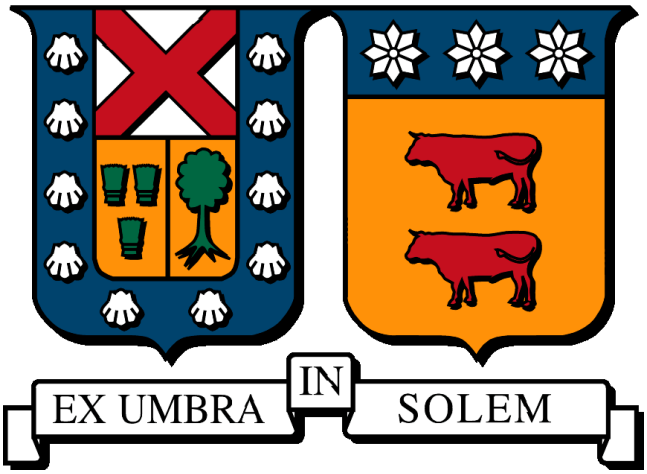
http://hdl.handle.net/11673/23020

Repositorio Digital USM, UNIVERSIDAD TECNICA FEDERICO SANTA MARIA

UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA MECÁNICA

VALPARAÍSO – CHILE



"EVALUACIÓN TÉCNICA DEL PROCESO DE HOMOLOGACIÓN PARA VEHÍCULOS MOTORIZADOS ELÉCTRICOS DE 3 Y 4 RUEDAS"

JOSÉ ANTONIO GALLEGUILLOS REYES

MEMORIA DE TITULACIÓN PARA OPTAR AL TÍTULO DE

INGENIERO MECÁNICO INDUSTRIAL

PROFESOR GUÍA: Dr. Ing. MAURICIO OSSES A.
CORREFERENTE: Ing. JOSÉ LUIS ÁLVAREZ V.
CORREFERENTE: Ing. LEANDRO VALENCIA V.

JUNIO - 2015

DEDICATORIA

Dedico esta memoria

a mi madre, padre y hermano,

que día a día me recuerdan lo que soy.

A los amigos y compañeros que hicieron

de mi estancia en la Universidad,

la mejor experiencia de todas

y todos quienes aportaron

con su conocimiento en este trabajo

de titulación.

Resumen

Este documento tiene la finalidad de dar a conocer el proceso mediante el cual, el vehículo eléctrico LRS VIlTI fue preparado e ingresado a homologación de vehículos motorizados (categoría de motocicletas de 3 y 4 ruedas) en el laboratorio Centro de Certificación y Control Vehicular, 3CV de la Subsecretaría de Transportes, perteneciente al Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones; así como también generar una propuesta de cambio en la normativa, en torno a los principales problemas detectados relacionados principalmente con la tecnología eléctrica.

Para poder llevar a cabo el procedimiento de homologación fue necesario recopilar información bibliográfica con respecto a la normativa existente, tanto a nivel a nacional como internacional.

Como metodología se utilizó la experiencia de expertos en el tema de homologación nacional e internacional, se preparó e hicieron cambios técnicos al vehículo prototipo LRS VILTI y se determinó la normativa a utilizar para seguir el proceso.

En la sección de resultados, se detalla el procedimiento detectado donde se dan a conocer los hechos ocurridos durante el proceso, los cambios realizados en la configuración original del vehículo prototipo, exigidos por el proceso y las propuestas de mejora a la normativa que faciliten el proceso para vehículos de tecnología eléctrica.

Finalmente, encontraran las conclusiones generales y específicas de todo el trabajo realizado y recomendaciones para quienes deseen hacer un seguimiento y futuras actualizaciones al proceso.

Abstract

The purpose of this document is to inform you about the process by which, the electric vehicle LRS VIlTI was prepared and entered into the approval of motorized vehicles (category of motorcycles of 3 and 4 wheels) in the Vehicle Certification and Control Center, 3CV laboratory, of the Undersecretariat of Transport, belonging to the Ministry of Transport and Telecommunications; as well as to generate a proposal for changes in the regulations, around the main problems.

In order to carry out the type-approval procedure, it was necessary to gather bibliographic information regarding the existing regulations, both at national and international level.

The methodology used was the experience of experts in the field of national and international regulations, prepared and made technical changes to the prototype vehicle LRS VILTI and determined the regulations to be used to follow the process.

In the results section, details are given of the procedure detected where the events that occurred during the process are made known, the changes made to the original configuration of the prototype vehicle, required by the process and the proposals for improvement to the regulations that facilitate the process for electric technology vehicles.

Finally, you will find the general and specific conclusions of all the work carried out and recommendations for those who wish to follow up and make future updates to the process.

Contenido

GLOSARIO II

INTRODUCCIÓN III

OBJETIVOS V

DESCRIPCIÓN POR CAPÍTULOS VI

1. ESTADO DEL ARTE 1

1.1. Historia y evolución de los vehículos eléctricos 1

1.2. Generalidades técnicas de los vehículos eléctricos 7

1.3. Marco normativo internacional 8

1.3.1. Unión Europea 8

1.3.2. Estados Unidos 11

1.4. Marco normativo nacional 12

1.4.1. Homologación de vehículos livianos y medianos 15

1.4.2. Homologación de motocicletas 16

1.4.3. Otros documentos relevantes 19

1.5. Conclusiones del estado del arte. 20

2. METODOLOGIA 21

2.1. Entrevistas a expertos y profesionales del tema 21

2.2. Vehículo LRS VILTI como prototipo para homologar. 23

2.3. Normativa a utilizar 32

3. RESULTADOS 36

3.1. Análisis de entrevistas 36

3.2. Procedimiento de homologación llevado a cabo con el vehículo LRS VILTI. 43

3.2.1. Enumeración de hechos como parte del proceso. 43

3.2.2. Cambios realizados a la configuración del vehículo para la homologación. 48

3.2.3. Análisis de los documentos que se solicitan en el proceso 51

3.3. Propuestas de mejoramiento al procedimiento 58

3.3.1. Propuesta de mejora del proceso 58

3.3.2. Propuesta de mejora de los documentos a presentar 59

3.3.3. Propuestas de mejora a la normativa 63

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 66

4.1. Conclusiones generales 66

4.2. Conclusiones específicas 67

4.2.1. Estado del arte 67

4.2.2. Metodología 68

4.2.3. Resultados 68

4.3. Recomendaciones 70

APÉNDICES ..... **Error! Bookmark not defined.**

Indice de ilustraciones

Ilustración 1: Velomovil ELF, EE.UU & Sunrider, Holanda. IV
Ilustración 2: "La Jamais Contente", primer vehículo eléctrico en superar los 100 [Km/hr] 4
Ilustración 3: El vehículo Electrico Nisan Lief 6
Ilustración 4: Esquema de componentes principales de un vehículo eléctrico 7
Ilustración 5: Proceso de homologación del Centro de Certificación y Control Vehicular (3CV) 18
Ilustración 6: Vehículo motorizado Eléctrico LRS VILTI subiendo en la Cordillera de Farellones 23
Ilustración 7: Chasis de perfil tubular de acero 1020 24
Ilustración 8: Carenado modelado en programa de modelamiento asistido por computador 25
Ilustración 9: Sistema de dirección 26
Ilustración 10: Vista del sistema de mandos laterales como parte del sistema de dirección 26
Ilustración 11: suspensión neumática rock shox 27
Ilustración 12: Disposición de las manillas de frenos, caliper y frenos de disco. 28
Ilustración 13: Conexiones de las luces delantera y trasera a la batería auxiliar de 12 [V] 29
Ilustración 14: Controlador y estator, partes de esenciales del motor 30
Ilustración 15: Tabla comparativa de las diferentes baterías de Litio 31
Ilustración 16: Estructura actual de normas respecto a homologación 34
Ilustración 17: Vehículo en exhibición. Configuración sin cúpula ni parabrisas. 45
Ilustración 18: Diagrama del proceso de homologación detectado 47
Ilustración 19: Diagrama de funcionamiento de un contactor 49
Ilustración 20: Detalle de instalación de velocímetro: 50
Ilustración 21: Propuesta de procedimiento de homologación de motocicletas 58
Ilustración 22: Propuesta de estructura de normas a largo plazo. 65

GLOSARIO

3CV: Centro de Control y Certificación Vehicular.

CFR: Code Federal Regulations

Velomovil: Concepto de vehículo impulsado por energía humana.

ONG: Organización No Gubernamental

VE: Vehículo Eléctrico

ZEV: Zero Electric Vehicle

PSA: Peugeot Société Anonyme

UE: Unión Europea

CE: Comunidad Europea

EPA: Environmental protection agency

DO_2: Dioxido de Carbono

D.S: Decreto Supremo

CO: Monoxido de Carbono

HCT: Hidrocarburos totales

NO_x: Oxidos de Nitrógeno

Carenado: Carrocería de fibra de vidrio

In-wheel: Motor solidario a rueda

CAD: Diseño asistido por computadora

PETG: Tereftalato de polietileno

:

INTRODUCCIÓN

Ante la problemática local como mundial de emisiones de contaminantes, como es el dióxido de carbono, el monóxido de carbono, los óxidos de nitrógeno, los hidrocarburos y el material particulado [14], y considerando que los vehículos de motor a combustión interna son parte responsable de ella, se hace necesario poner en discusión una solución para disminuir la cantidad de contaminantes que estos vehículos arrojan al medio ambiente día a día. Para esto, la energía eléctrica se vislumbra como una solución local y global para disminuir la contaminación acústica y ambiental [14].

En la actualidad circulan por las carreteras del mundo millones de vehículos (automóviles, motocicletas, camiones y autobuses) que causan un gran daño al planeta debido a sus emisiones de compuestos contaminantes [15].

Una de las soluciones más sobresalientes para reducir este daño son los vehículos eléctricos. Esta tecnología puede adquirir energía ya sea de una fuente de energía limpia como solar, eólica, hidráulica, geotérmica, entre otras y de fuentes de energía convencionales como las termoeléctricas. Lo más importante es que no se emiten gases de efecto invernadero y así mismo reduce la contaminación local tanto atmosférica como acústica. Sin embargo cabe mencionar que existe una huella de carbono y si bien el vehículo eléctrico no contamina directamente, los procesos para generar energía eléctrica si lo hacen. [13].

A la fecha ya se han fabricado muchos modelos de vehículos eléctricos, de hecho ya se han construido fábricas de ensamblaje en serie como la reciente fábrica de Tesla Motors[1] en Fremont, California, Estados Unidos.

A menor escala se han llevado a cabo en el mundo innumerables proyectos de vehículos motorizados eléctricos de tres ruedas, diseñados y utilizados para diversas

[1] www.teslamotors.com/about

funciones, como lo son el Triciclo Velomovil ELF[2], de Estados Unidos o el Velomovil Sunrider[3], de Holanda.

Ilustración 1: Velomovil ELF, EE.UU & Sunrider, Holanda.

Chile no se ha quedado atrás y es uno de los pocos en Sudamérica que se ha atrevido a innovar en el desarrollo y fabricación de estos coches. No obstante, aún existen obstáculos en el marco regulatorio vigente para la homologación, el cual está hecho y enfocado para vehículos de motor a combustión interna, dejando poco espacio para definir y encontrar un proceso adecuado para homologar vehículos motorizados eléctricos de 3 ruedas.

Es por eso que la ONG La Ruta Solar, corporación sin fines de lucro que patrocina este trabajo de titulación, se atrevió a innovar en el diseño y construcción de un prototipo de vehículo motorizado eléctrico de 3 ruedas, buscando ser el primer vehículo eléctrico construido en Chile con patente de circulación.

El presente trabajo se enfoca principalmente en evaluar el proceso de homologación para motocicletas eléctricas de 3 y 4 ruedas, definidas como vehículos según la Ley Nacional de Tránsito y otras normativas internacionales.

[2] http://organictransit.com/benefits

[3] http://sunrider-cycles.nl/en/en/sunrider.html

OBJETIVOS

A continuación se presenta el objetivo general y los objetivos específicos de este trabajo de titulación.

Objetivo general

El objetivo general de este Trabajo de Titulación consiste en proponer mejoras al procedimiento técnico que se presenta en el proceso de homologación actual para motocicletas eléctricas.

Objetivos específicos

- Realizar una revisión del proceso actual de homologación para vehículos motorizados, con énfasis en vehículos eléctricos de 3 y 4 ruedas.
- Presentar un vehículo eléctrico existente al proceso de homologación de acuerdo a la normativa vigente.
- Presentar una mejora al Oficio N°957, Anexo F, “Identificación y características de la configuración de la motocicleta eléctrica”
- Proponer un procedimiento de pruebas para homologación de motocicletas de 3 y 4 ruedas eléctricas, basado en las especificaciones solicitadas en la homologación de vehículos convencionales y normativa extranjera.
- Confeccionar una guía de usuario del procedimiento para obtener la homologación de una motocicleta eléctrica de 2, 3 y 4 ruedas.

DESCRIPCIÓN POR CAPÍTULOS

En el capítulo I el lector encontrará una reseña histórica y los principales hechos en la evolución de los Vehículos Eléctricos. Se abordarán también los aspectos y generalidades técnicas de éstos vehículos y el marco normativo que tiene el proceso de homologación de vehículos motorizados tanto a nivel local como a nivel internacional.

En el capítulo II se entregará la metodología de este trabajo. En ella se expone un método de entrevistas a profesionales del área para recopilar su opinión, se presenta el vehículo que servirá como elemento experimental para la homologación y se muestra la normativa que será usada como base de la definición del prototipo a homologar.

Posteriormente, ya como resultados obtenidos, en el capítulo III se dará a conocer la opinión de los entrevistados, la normativa y el procedimiento aplicado pasando por los cambios técnicos hechos al prototipo de prueba y los documentos presentados al proceso para finalizar con un análisis de dichos documentos y una propuesta de mejora al procedimiento en general.

Finalmente, en el último capítulo se darán a conocer las conclusiones obtenidas después de haber presentado los antecedentes del vehículo para el proceso de homologación vigente y recomendaciones a una mejora en los procedimientos ya descritos con anterioridad y a la normativa actual.

1. ESTADO DEL ARTE

A continuación se presenta una recopilación teórica sobre los vehículos eléctricos, destacando su evolución a lo largo de la historia y presentando el marco normativo aplicable para este trabajo de titulación.

1.1. Historia y evolución de los vehículos eléctricos

En la década de 1890, los autos eléctricos estaban en una proporción de 10:1 respecto de los vehículos a combustión, dominando los caminos y el mercado de esa época. Esto indica que en esos tiempos los vehículos eléctricos se estaban desarrollando como una de las tecnologías más novedosas y populares de la época. A partir de 1910, los autos a combustión ingresaron paulatinamente al mercado con mayor fuerza, puesto que en su mayoría eran fabricados al desarrollar el uso de líneas de ensamblaje. Este nuevo sistema de producción prácticamente eliminó del mercado a todos los otros antiguos constructores de vehículos, tanto eléctricos como a combustión, debido a una disminución sustancial de los costos de producción, lo que provocó que las compañías independientes que no tenían acceso a esta nueva tecnología desaparecieran.

Luego que los vehículos a combustión producidos en serie comenzaron a dominar el mercado por sus bajos precios, empezaron a surgir una mayor cantidad de factores que eliminaron casi totalmente el desarrollo de los vehículos eléctricos. Algunos de estos factores fueron que la infraestructura eléctrica en esa época era casi inexistente en las afueras de las ciudades, por lo que los autos eléctricos, debido a las dificultades del almacenamiento en bancos de baterías, estaban limitados a transitar dentro de las ciudades.

Otro factor importante de la disminución del uso de automóviles eléctricos, fue que en esos tiempos la energía eléctrica era más cara que el combustible, además de que era complicado encontrar un lugar para recargar el sistema de almacenamiento de energía eléctrica. Por estos factores, para fines de la primera guerra mundial, la producción de vehículos eléctricos se detuvo totalmente y los vehículos eléctricos se

convirtieron en vehículos de nicho - que sirvieron como taxis, camiones, furgonetas de reparto y controladores de carga.

En los años 60 y 70, impulsado por la contaminación atmosférica y la cantidad limitada de petróleo disponible en el mercado, se observó un breve renacimiento del vehículo eléctrico, como concepto de transporte masivo.

En los años 90, las grandes marcas de automóviles reanudaron la producción de vehículos híbridos y/o eléctricos, lo que ha sido impulsado, por ejemplo, por iniciativas tales como el Mandato de Vehículos de Emisión Cero (ZEV, Zero Emisión Vehicle) emitido en California. Los automóviles eléctricos fueron producidos esencialmente en pequeños volúmenes, a pedidos y hechos a mano. Sin embargo, como el Mandato ZEV se debilitó al transcurrir los años, las grandes marcas detuvieron la producción de Automóviles Eléctricos. [1]

Principales hechos históricos sobre los vehículos eléctricos

A continuación se nombran los hechos más importantes que marcaron la evolución de los vehículos eléctricos. [2]

- En 1834 Thomas Davenport inventa la batería para un auto eléctrico, las cuales no son recargables.
- El francés Gaston Planté inventa las baterías recargables de plomo y ácido en 1859. En 1881 Camille Faure las perfeccionó.
- El ingeniero francés Charles Jeantaud construyó el Tilbury en 1881, uno de los primeros coches eléctricos. Funcionaba con alrededor de 20 componentes distintos pero se prendió fuego a escasos cien metros del taller durante la primera prueba.
- En 1889 Thomas Edison construye un auto eléctrico usando baterías Níquel-Alcalina.
- En 1894 se citaba al Electrobat como uno de los primeros coches eléctricos viables. Este coche lo diseñaron el ingeniero Henry G. Morris y el químico Perdo G. Salomon en Philadelphia en 1895. Las mejoras

hechas en el coche le permitían alcanzar 32 km/h con una autonomía de unos 40 km con una sola carga.

- El 1 de mayo de 1899 Camille Jenatzy estableció en Bélgica un record mundial de velocidad con el prototipo “La Jamais Contente” (La que nunca está satisfecha), un coche eléctrico con forma de torpedo que podía superar los 100 km/h.
- En 1911 la Detroit Electric Company empezó la producción de coches eléctricos con cierto éxito. Estaban equipados con baterías de plomo-ácido y tenían una autonomía de unos 130 km. Su velocidad máxima podía ser de hasta 32 km/h. Hasta 1916, se vendieron varios millares de unidades.
- George Levy fundaba en 1925 la Société des Véhicules Electriques (Sociedad de Vehículos Eléctricos). Bajo las marcas Sovel y Vetra la compañía fabricó en Francia cientos de vehículos comerciales eléctricos anualmente. Las prestaciones de estos vehículos eran limitadas: 15 km/h y 30 kilómetros de autonomía.
- En 1940 el artista Paul Arzens presentaba su Œuf (Huevo), un pequeño coche eléctrico hecho completamente de aluminio con un diseño futurista para la época, al igual que sus prestaciones: velocidad máxima de 70 km/h y una autonomía que rondaba los 100 km.
- Durante la ocupación francesa, en 1941, el CGE Tudor de Jean Albert Grégoire estableció un nuevo record de velocidad al recorrer la distancia que separa París y Tours a una velocidad media de 42 km/h. Esta distancia es de unos 250 km y lo hizo con una sola carga.
- En 1941 se presentó el Peugeot VLV (Voiture Légère de Ville, Coche Urbano Ligero), un triciclo convertible equipado con baterías de 12V y que podía llegar a los 40 km/h y contaba con una autonomía de 80 km. Hasta 1945 se vendieron 337 unidades.

Ilustración 2: "La Jamais Contente", primer vehículo eléctrico en superar los 100 [Km/hr]

- En 1947, con el fin de hacer frente a la escasez de recursos, Nissan y la Tokyo Electric Cars Company desarrollaron en Japón la furgoneta eléctrica Tama Electric, equipada con baterías de plomo y ácido intercambiables tenía una autonomía de 65 kilómetros y una velocidad máxima de 35 km/h.
- Renault desarrolló el Henney Kilowatt en 1959 en colaboración con la compañía americana Eureka Williams. Basado en el Renault Dauphine, fue uno de los primeros coches eléctricos modernos. Estaba equipado con 18 baterías de 2V y se anunciaba que tenía una velocidad máxima de 60 km/h y una autonomía de 60 km. Se quedó en la fase de prototipo al ser demasiado caro de producir en serie.
- En 1967 el diminuto Ford Comuta (apenas 2,03 metros de largo) relanzaba el coche eléctrico en Estados Unidos como una solución viable para el tráfico en la ciudad. Tenía capacidad para transportar dos adultos y dos niños. Su autonomía, con una sola carga, estaba entre 40 y 65 kilómetros y podía circular a una velocidad de hasta 64 km/h.

- Después de la crisis del petróleo de 1974, la compañía Sebring-Vanguard, con sede en Florida, empezó la producción del que se considera el primer coche eléctrico producido en masa, el CitiCar, un pequeño utilitario equipado con ocho baterías de plomo y ácido de 6V que tenía una autonomía de 60 km y una velocidad máxima de 50 km/h. Se construyeron alrededor de 2.000 unidades entre 1974 y 1977.
- En 1984 Peugeot desarrolló un prototipo del Peugeot 205 eléctrico. Estaba equipado con baterías de níquel-hierro y tenía una autonomía de 140 km. Su velocidad máxima era de 100 km/h.
- Como parte del programa VOLTA 4, Renault desarrolló en 1984 un vehículo comercial eléctrico denominado Renault Master. Estaba equipado con baterías de níquel-hierro y tenía una autonomía de 120 km. Su velocidad máxima era de 80 km/h y tenía una capacidad de carga de hasta 1.000 kg.
- California establece el Mandato del Vehículo de Emisión Cero, siendo el 2% de los vehículos en 1998 y el 10% para el 2003.
- Gracias al apoyo del estado de California, General Motors empezó en 1990 un ambicioso programa de desarrollo del coche eléctrico basado en el prototipo GM Impact, presentado ese mismo año en el Los Ángeles Auto Show. Este proyecto llevó a cabo la producción de alrededor de 1.000 unidades entre 1996 y 1998 del coche eléctrico General Motors EV1. En 1998 el proyecto se abandonó.
- Renault presentaba en 1991 durante el Frankfurt Motor Show el prototipo Renault Elektro-Clio.
- El grupo PSA empezó la comercialización de los Peugeot 106 y Citroën Saxo eléctricos. Hasta 2002, se vendieron únicamente 10.000 unidades, muy por debajo de las previsiones, que se cifraban en 1.000.000 unidades vendidas en el mismo periodo.
- Tras varios años de pruebas, el grupo INRIA implementaba en 1997 su proyecto de desarrollo sostenible, la primera flota de coches eléctricos de

alquiler en Sain-Quentin-en-Yvelines. Alrededor de 50 coches eléctricos (todos ellos Renault Clio) estaban disponibles para los clientes.

- Toyota lanza en 1997 la primera generación del Toyota Prius, el primer coche híbrido de producción en serie.
- Renault comercializa en 2003 la Renault Kangoo Elec'Road, una versión híbrida de su furgoneta equipada con baterías recargables y con una autonomía de 140 km en modo exclusivamente eléctrico.
- En 2005 Tesla Motors lanza al mercado el Tesla Roadster, el primer deportivo eléctrico y equipado con baterías de ión-litio.
- En 2006 Bolloré desarrolla la primera generación del BlueCar, un pequeño utilitario eléctrico equipado con baterías de ión-litio polímero.
- En el Frankfurt Motor Show de 2009 Renault presenta su programa de vehículos eléctricos, compuesto por el Renault Fluenze Z.E., el Renault Kangoo Z.E., el Renault ZOE y el Renault Twizy.
- En 2010 el grupo PSA lanza al mercado sus dos modelos eléctricos, el Citroën C-Zéro y el Peugeot iOn. Por otra parte, BMW electrifica al MINI con un motor eléctrico de 204 CV y una autonomía de 200 km, mientras que Nissan presenta el Nissan Leaf, elegido como Coche del Año en Europa en 2011.

Ilustración 3: El vehículo Electrico Nisan Lief

1.2. Generalidades técnicas de los vehículos eléctricos

Los vehículos eléctricos, teniendo en cuenta la definición de vehículo como *"medio con el cual, sobre el cual o por el cual toda persona u objeto puede ser transportado por una vía*[4]*"*, se caracterizan por ser propulsados por un motor eléctrico, cuya energía se encuentra almacenada en un banco de baterías que puede ser cargado directamente desde la red eléctrica.

Los motores generalmente usados para este tipo de configuración son los motores de escobillas de corriente continua o de inducción. Dentro de cada una de estas opciones hay otras, por ejemplo, en motores de escobillas de corriente continua se puede tener campo bobinado de cobre o con imanes permanentes. Esto también es válido para un motor sin escobillas, aunque cuando se está buscando opciones más económicas, los motores de corriente continua son los que tienen menor precio. Éstos pueden ser solidarios a la rueda (motores in-weels) o motores eléctricos comunes que transmiten la potencia a través de una correa o cadena de transmisión hacia la rueda.

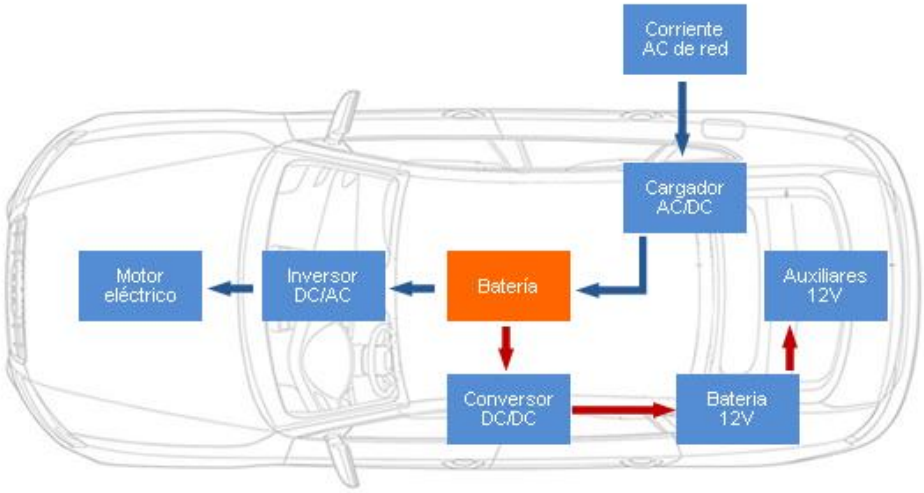


Ilustración 4: Esquema de componentes principales de un vehículo eléctrico

[4] Ley de Tránsito 18.290, Título preliminar, Artículo N°2

El motor de inducción, aunque es bastante simple y eficiente, necesita para su funcionamiento un controlador o variador de frecuencia electrónico y para aumentar el rendimiento del vehículo existe la posibilidad de incorporar un freno regenerativo, que permitirá aprovechar la energía que se pierde en el frenado. [3]

Con respecto al almacenamiento, para este tipo de motores se recomiendan Baterías Lypo (polímero de litio) que son baterías con poca densidad de energía en comparación con otras pero con una característica única, pueden entregar muchísima potencia. Las características más importantes a tener en cuenta en una batería son: densidad de energía, capacidad (carga eléctrica máxima almacenada), tasa de descarga y tensión. [4]

1.3. Marco normativo internacional

El marco internacional que se expondrá en el presente trabajo, corresponde a la normativa de la Unión Europea y a la de Estados Unidos, que son la base para el resto del mundo.

1.3.1. Unión Europea

El marco normativo que rige actualmente para la Unión Europea es la Directiva 2002/24/CE, relativa a la *homologación de vehículos de motor de dos o tres ruedas*, sin embargo, a partir del 1 de enero de 2016 se comenzará a aplicar el Reglamento (UE) 168/2013, relativo a la homologación de vehículos de dos o tres ruedas y los cuatriciclos, y a la vigilancia del mercado de dichos vehículos.

Directiva 2002/24/CE

Publicada en el diario oficial de la UE el 18 de Marzo de 2002, la Directiva 2002/24/CE, relativa a la homologación de vehículos de motor de dos o tres ruedas, que reemplaza a la directiva 97/24/CE que hasta esa fecha definía el marco regulatorio para la homologación de dichos vehículos, dispone el ámbito de aplicación y definiciones de conceptos claves para entenderla, define las categorías de los vehículos de dos o tres ruedas y detalla un procedimiento genérico de

homologación que responde tanto a vehículos como a sistemas, unidades técnicas y componentes. Será concedida la homologación sólo si el vehículo cumple los requisitos técnicos de las directivas específicas previstas en los anexos de la Directiva presente.

Dentro de los anexos de esta Directiva se encuentra el formulario que debe completar el fabricante y/o representante, con todos los requisitos y especificaciones técnicas de los vehículos y motocicletas.

Por otra parte, el documento aclara ciertos requisitos administrativos con respecto a las obligaciones de los fabricantes para con las autoridades de homologación.

Reglamento (UE) 168/2013

Publicado en el diario oficial de la UE el 15 de Enero de 2013, el reglamento (UE) 168/2013, *relativo a la homologación de los vehículos de dos o tres ruedas y los cuatriciclos, y a la vigilancia del mercado de dichos vehículos,* que deroga a la Directiva 2002/24/CE, descrita en el apartado anterior, define un marco de aplicación y una mayor cantidad de conceptos ligados a la ampliación del marco regulatorio. También amplía las definiciones de las categorías de los vehículos y crea tipos de homologación. El procedimiento es genérico pero más simplificado en cuanto a la documentación de respaldo.

Por otra parte, dispone un nuevo enfoque normativo en la legislación sobre la homologación de tipo de vehículos de la UE, estableciendo solamente normas y principios fundamentales delegando la tarea de establecer otros detalles técnicos y en cuanto a requisitos, solo establece disposiciones fundamentales en materia de seguridad funcional y eficacia medioambiental, otorgando a una comisión los poderes de establecer las especificaciones técnicas.

Por último, el presente Reglamento establece normas armonizadas para la homologación de tipo de vehículos de categoría L (vehículos de dos, tres o cuatro ruedas). Además, el presente Reglamento simplifica el marco jurídico actual, reduce

las emisiones de los vehículos de categoría L, obteniendo así una cuota más proporcionada de las emisiones de dicha categoría de vehículos en las emisiones globales de transporte por carretera, aumenta el nivel global de seguridad, se adapta al progreso técnico y refuerza la normativa sobre vigilancia del mercado.

Hasta la fecha, aún no existe un formulario que complete el procedimiento, sin embargo el reglamento menciona que a comienzos del 2015 éste ya debería encontrarse disponible para UE.

Comparación entre la Directiva 2002/24/CE y el Reglamento N°168 de la Unión Europea

Un elemento importante a comparar entre ambos documentos es su definición e implicancia sobre la UE. Por un lado, Reglamento es un acto legislativo vinculante que debe aplicarse completamente en toda la UE, en cambio una Directiva es un acto legislativo en el cual se establece un objetivo que todos los países de la UE deben cumplir, pero cada país debe decidir individualmente cómo hacerlo.

Ambos documentos definen el marco de aplicación y las categorías de los vehículos que en él se definen, sin embargo, el reglamento N° 168 es más específico en la definición de las categorías y mucho más conciso que la Directiva 2002. Se observa claramente que el nuevo reglamento va alineado con la evolución de este tipo de vehículos en la Unión Europea, donde los requisitos se adaptan a las nuevas tecnologías y prototipos de motocicletas de 2, 3 o 4 ruedas y no tanto a los vehículos convencionales.

En el reglamento se adhieren nuevas tecnologías de propulsión que son independientes a las categorías de los vehículos, lo que permite que los requisitos técnicos sean en su mayoría iguales para todos los vehículos sin importar el sistema de propulsión que tenga.

Por último, cabe mencionar que el formulario que se debe rellenar para el procedimiento de homologación de la Directiva 2002/24/CE, es muy detallado y extenso, lo que dificulta su entendimiento.

1.3.2. Estados Unidos

El documento que define todo lo que tiene que ver con normativas en Estados Unidos es el Code Federal Regulations (CFR). El CFR es un conjunto completo de reglas permanentes hechas por departamentos ejecutivos y agencias del gobierno federal. Estas reglas adoptan leyes aprobadas por el congreso y aplican detalles, definiciones y consideraciones técnicas para hacer exigible el reglamento.

El Código Federal se divide en 51 títulos dentro de los cuales se encuentra el CFR 49 que regula todo lo relacionado a transporte y el CFR 40 que regula todo lo relacionado al medioambiente y define a la Agencia de Protección Medioambiental (EPA). Esta agencia es la encargada de definir las normas de emisiones por las que se rige Estados Unidos y a la vez son referentes para otros países. En Chile se trabaja con la normativa EURO pero también se puede encontrar un equivalente en la norma EPA, por ejemplo, EPA 04 y EURO IV.

Dentro del CFR 49, en el capítulo V, referido a la administración de la seguridad vial, se encuentra todo lo relacionado con lo administrativo, clasificación de vehículos y estándares de seguridad.

En Estado Unidos no existe homologación de vehículos ya que solo se usan los que allí se fabrican. La regulación es interna, las normas de emisiones y las normas EPA de protección ambiental.

1.4. Marco normativo nacional

Actualmente todo vehículo nuevo que entra al país o se fabrica en él, debe pasar por un proceso de homologación, el cual certifica que es apto para circular por las calles de la ciudad. Este contempla aspectos de seguridad, como las luces, señalizadores, vidrios de seguridad, entre otros, y de emisiones, siendo este último el más relevante e incidente en la calidad del aire.

Sin embargo, el procedimiento para motocicletas de 2, 3 y 4 ruedas no contempla los mismos requerimientos que el proceso para vehículos convencionales, siendo un procedimiento menos exhaustivo y exigente en cuanto a la seguridad. Esta debilidad se hace aún más evidente cuando, al querer definir un vehículo eléctrico dentro de un proceso, no se encuentra una definición de él, cosa que en la normativa europea, en la cual se basa la normativa chilena, si se encuentra claramente establecido.

La Ley de Tránsito 18.290 dispone un reglamento genérico de todo lo que tiene que ver con conducción, seguridad y administración de vehículos en Chile, la cual se compone de títulos, artículos y definiciones que ayudan a entenderla de mejor manera.

Dentro de las definiciones existen dos que son de mucha ayuda para comprender este trabajo, estas son:

- **Homologación:** procedimiento mediante el cual se certifica que un modelo de vehículo motorizado cumple las normas técnicas vigentes emanadas del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones.
- **Vehículo:** medio con el cual, sobre el cual o por el cual toda persona u objeto puede ser transportado por una vía.

Otra cosa importante que se puede derivar de esta Ley se encuentra inmersa en el Capítulo I, donde se habla de los conductores y licencias. Aquí se destaca que

aquellas personas que manejen vehículos de 3 o 4 ruedas podrán utilizar tanto la licencia profesional B como la C.

Para Facilitar al lector con la lectura y entendimiento del tema es necesario tener en cuenta las siguientes definiciones:

- **Homologación y/o certificación de emisiones:** constatación del nivel de emisiones de gases de escape y por evaporación de hidrocarburos a los vehículos motorizados livianos, medianos y pesados a que se refieren los Decretos Supremos números 211-91, 82-93 y 54/55-94, que sean prototipos o vehículos de producción, de modelos que pretenden comercializarse en el país. Este proceso se realizará en la forma y condiciones señaladas en los mismos decretos, los que serán aplicables para este caso en lo que sea pertinente. [D.S. N°54/97]
- **Homologación de aspectos constructivos:** constatación del cumplimiento de los requisitos dimensionales y funcionales, incluyendo sistemas y componentes, en los mismos vehículos y en el mismo caso a que se refiere el párrafo anterior. [D.S. N°54/97]
- **Vehículos motorizados livianos:** son todos aquellos vehículos con un peso bruto de menos de 2.700 [kg], excluidos los de tres o menos ruedas. Los vehículos livianos, se califican en vehículos de pasajeros y comerciales(…) [D.S. N°211/91]
- **Motocicleta:** vehículo motorizado de dos, tres o cuatro ruedas, provisto de luces delanteras, traseras y de detención, cuya masa en orden de marcha es menor o igual a 680 Kg, en el caso de los vehículos de dos o tres ruedas, y menor o igual a 400 Kg (550 Kg. para los vehículos destinados al transporte de mercancías) en el caso de los cuatriciclos y menor o igual a 350 [Kg] en el caso de cuatriciclo ligero. [D.S. N°104/2000]

El proceso de homologación consiste básicamente en certificar mediante pruebas que el vehículo cumple con las normas de seguridad y de emisiones que están previamente normadas y establecidas en un país. Chile, al no poseer fábricas de

vehículos, no cuenta con plantas para realizar dichas pruebas de certificación, por su alto costo pero más por la poca demanda, teniendo en cuenta que Brasil si tiene fábricas de ensamblaje y plantas certificadoras. Al no contar con este tipo de plantas, el proceso que se lleva a cabo en nuestro país, es un proceso “Documentado” de homologación de aspectos constructivos, quedando sólo la homologación o certificación de emisiones como el único proceso en el que se realizan pruebas de medición de gases que determinan si estos están dentro de los rangos establecidos por las normas.

La Homologación Vehicular es realizada por el Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones, a través del Centro de Control y Certificación Vehicular (3CV) y consiste en el análisis técnico de vehículos motorizados livianos, medianos y motocicletas, que sean prototipos o vehículos de producción de modelos que pretendan comercializarse en el país.

Dicho análisis contempla la constatación del nivel de emisiones de gases de escape y por evaporación de hidrocarburos y cumplimiento de los requisitos de seguridad, dimensionales y funcionales, incluyendo sistemas y componentes. Por cada modelo aprobado mediante este procedimiento, el 3CV emite un Certificado de Homologación que señala el modelo de que se trata con sus principales especificaciones.

Los documentos exigidos tanto para el proceso de homologación de Vehículos Livianos-Medianos como para la homologación de motocicletas, dispuestas por el Ministerio de Transporte en su página web oficial son los siguientes.

1.4.1. Homologación de vehículos livianos y medianos.

Sólo para el conocimiento general del lector, ya que no es lo primordial para este trabajo, el marco reglamentario a tener en cuenta para la homologación de vehículos livianos y medianos está dado por:

- D.S. N° 211 /91 del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones, que establece los niveles máximos de emisión de contaminantes.
- D.S. N° 94/1994 del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones, que establece normas de emisión aplicables a Vehículos Motorizados Medianos.
- D.S. N° 26/2000 del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones, que establece los elementos de seguridad aplicables a los vehículos motorizados.
- D.S. N° 22/2006 del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones, que dispone requisitos que deben cumplir los sistemas de frenos, luces, señalizadores, aparatos sonoros, vidrios, dispositivos de emergencia y rueda de repuesto con que deberán contar los vehículos motorizados.
- D.S. N° 160/97 del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones, fija condiciones de otorgamiento y características de certificados de homologación individual.
- D.S. N° 54/97 del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones, que dispone normas sobre homologación de vehículos

Y el documento que describe el procedimiento y los requisitos que se deben cumplir es el Oficio N° 45/2012 de la Subsecretaría de Transportes, referido a la homologación de vehículos livianos – medianos.

En el Apéndice A se adjunta una infografía del proceso de homologación desde que llega el vehículo importado hasta la obtención de la patente de circulación.

1.4.2. Homologación de motocicletas

El marco reglamentario para la homologación de motocicletas es el más relevante para esta memoria, ya que es la base legal que sustenta la investigación de este proceso. Los decretos son:

- D.S. N°104/2000 del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones, establece normas de emisión para motocicletas.
- D.S. N°36/2001 del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones, sobre homologación de motocicletas.
- D.S. N°66/2003 del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones, modifica el D.S. N°104/2000 que establece normas de emisión para motocicletas.

El D.S N°104[5], establece las normas de emisión de Monóxido de carbono (CO), Hidrocarburos Totales (HCT) y Óxidos de Nitrógeno (NO_x) que deben cumplir las motocicletas, basadas en las normas establecidas por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (USEPA) en el llamado "Code of Federal Regulation", título 40, parte 86-Control of Air Pollution from new vehicle engines, en el método Federal Test Procedure 75 y las previstas por la Comunidad Europea en la Directiva 97/24/CE.

Además, este decreto cuenta con las definiciones de los vehículos a los que es aplicable la norma de emisión. A saber: Motocicleta, Cuatriciclo y Cuatriciclo ligero.

El D.S N°36/2001, establece que lo que se encuentra definido y reglamentado en el D.S N°54/97 también es aplicable para las motocicletas. Este último decreto define la homologación y certificación de emisiones y la homologación de aspectos constructivos, que son la base del proceso de homologación en Chile. La homologación de emisiones consiste en medir la cantidad de gases que emiten los

[5] Decreto actualizado con las modificaciones planteadas en el D.S. N^0 66/2003.

vehículos por kilómetro, para lo cual existe el equipo y la infraestructura adecuada para llevar a cabo las pruebas. Por otra parte, la homologación de aspectos constructivos consiste en la constatación del cumplimiento de los requisitos dimensionales y funcionales, incluyendo sistemas y componentes. La inspección de estos requisitos es visual y/o a través de documentación certificada por plantas o fábricas internacionales. Por último, el decreto establece que los importadores o representantes del vehículo deberán presentar toda la documentación técnica descriptiva del modelo a homologar y disponer de un prototipo para que se le realicen las pruebas anteriormente descritas.

El D.S N° 66/2003, modifica el D.S N°104/2000, integrando la normativa europea con la directiva 97/24/CE, que es técnicamente igual a la norma EPA 78, de la cual se basaba hasta en ese entonces el D.S. N°104/2000, pero con parámetros de pruebas distintos. Todo esto con el fin de facilitar la entrada de motocicletas con la normativa europea.

Finalmente, el documento que describe el procedimiento a seguir y dispone de los formularios técnicos y administrativos a presentar, es el Oficio N° 957/2004, de la Subsecretaría de Transportes, referido a la Homologación de Motocicletas del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones. Dentro de los formularios técnicos y administrativos que existen para el proceso de homologación de motocicletas, se deben rellenar solo 3 para el caso de una motocicleta eléctrica. Estos tres documentos son:

- Anexo A: Carta de disponibilidad para pruebas de homologación.
- Anexo B: Carta de presentación de anexos con información técnica del vehículo a homologar.
- Anexo F: Identificación y características de la configuración de la Motocicleta Eléctrica.

Los documentos descritos anteriormente son anexados en el Apéndice B

El procedimiento que describe el Oficio N° 957/2004 consta de tres pasos que servirán de guía para llevar a cabo la homologación de una motocicleta definida bajo el D.S. N°104.

A continuación se presenta el esquema con el procedimiento.

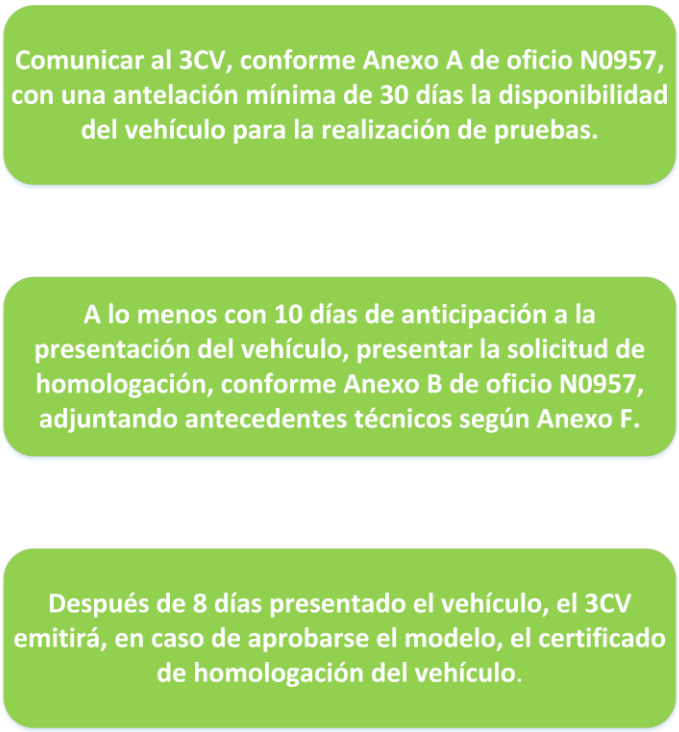


Ilustración 5: Proceso de homologación del Centro de Certificación y Control Vehicular (3CV)

1.4.3. Otros documentos relevantes

Fuera de los decretos expuestos anteriormente por el Ministerio en su página web, existen otros documentos ligados a la homologación de Vehículos Livianos-Medianos y Motocicletas que son importantes de mencionar y describir para este trabajo de titulación.

- D.S. N°234/2000, del Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones, que dispone de elementos de seguridad en motocicletas y vehículos similares.
- D.S N°247/1998, del Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones, sobre homologación de vehículos a propulsión eléctrica.
- Resolución N°48, del Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones, dicta normas sobre elementos de seguridad de los vehículos livianos de pasajeros y comerciales.

Es importante señalar que los decretos, oficios y resoluciones mencionadas anteriormente, pueden ser encontrados en la página web del Ministerio de Transporte[6] o en la página web de la Biblioteca del Congreso Nacional de Chile.[7]

[6] http://www.mtt.gob.cl/archivos/5609

[7] http://www.leychile.cl/Consulta

1.5. Conclusiones del estado del arte.

Del capítulo en cuestión son visibles 3 conclusiones. La primera tiene que ver con la evolución que han tenido los EV a lo largo de la historia, donde si bien al principio fueron los pioneros en soluciones de transporte, fueron superados por los vehículos a combustión por su bajo costo de producción y alta autonomía. Hoy en día, gracias al desarrollo de la tecnología, vuelven a ser una solución no sólo a la contaminación ambiental sino que también a la congestión vehicular.

También se puede concluir que a nivel internacional ya se han hecho modificaciones a la normativa para facilitar la entrada de este tipo de vehículos y que éstas son constantemente revisadas y modificadas para estar en armonía con el desarrollo de nuevas tecnologías. Como por ejemplo, en la normativa europea solo pasaron 11 años para derogar la directiva 2002/24/CE y ser reemplazada por un nuevo reglamento que mejora y facilita los procedimientos de homologación para vehículos eléctricos.

Por último, es importante concluir que a nivel nacional se está bastante atrasado con respecto a lo internacional y a la evolución de los vehículos eléctricos, dado que en los últimos años solo se han hecho un par de modificaciones a la normativa local y han sido basadas en la normativa europea recientemente derogada. Los procedimientos actuales de homologación están hechos para los vehículos a combustión y las modificaciones o nuevas normativas con respecto a vehículos eléctricos son escasas y poco claras.

2. METODOLOGIA

Conforme a los objetivos la próxima sección describe la metodología usada para llevar a cabo la investigación de los procesos de homologación encontrados tanto a nivel nacional como internacional. En ella se expone un método de entrevistas a profesionales del área para recopilar su opinión, se presenta el vehículo que servirá como elemento experimental para la homologación y se muestra la normativa que será usada como base de la definición del prototipo a homologar.

2.1. Entrevistas a expertos y profesionales del tema

Como una manera de robustecer este trabajo de titulación y teniendo en cuenta el enriquecimiento teórico – práctico que constituye el enfoque y la opinión de un especialista se llevan a cabo entrevistas a profesionales y expertos en el tema de homologación de vehículos, tanto a nivel local como internacional, con el fin de recopilar información en cuanto a los procesos y recoger sus impresiones respecto a la normativa actual.

La entrevista se enfoca en 4 puntos esenciales que llevarán a tener una idea clara de la opinión del entrevistado.

1. Relación y experiencia del entrevistado con respecto a la homologación de vehículos
2. Presentación del vehículo LRS VILTI como prototipo a homologar
3. Definición del vehículo según el entrevistado
4. Normativa aplicable al vehículo según marco internacional y/o nacional

Para recabar la mayor información y de la mejor manera posible es que se buscó a profesionales con distintos perfiles y áreas relacionadas a la homologación. Se llevaron a cabo 3 entrevistas con profesionales del área internacional, nacional y un representante del 3CV.

Sus perfiles se describen a continuación.

Entrevistado 1: Frank Dursbeck, consultor internacional, especialista en procedimientos de homologación, certificación y fiscalización de emisiones y tecnologías vehiculares.

Posee una Maestría en Ingeniería Mecánica de la Universidad Técnica de Aachen, Alemania, especializada en Termodinámica y motores de combustión. Tiene más de 30 años de experiencia profesional en el campo de la tecnología de los vehículos, la contaminación del aire relacionada con el transporte, planificación del medio ambiente y conservación de la energía.

Entrevistado 2: Aliosha Reinoso, Ingeniero Civil Mecánico de la Universidad de Chile que se desempeñó en el Área de Planificación y Desarrollo en el Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones - 3CV, durante los años 2002 y 2009. Actualmente es gerente fundador de Geasur, empresa consultora de tecnología y medio ambiente.

Entrevistado 3: José Álvarez, Ingeniero Civil Mecánico de la Universidad de Chile, profesional del Área de Homologación y certificación del 3CV.

Esta última entrevista se llevó a cabo mediante correo electrónico y se expondrán sus respuestas en la sección de resultados

2.2. Vehículo LRS VILTI como prototipo para homologar.

El vehículo marca LRS y modelo VILTI, es un prototipo de vehículo motorizado eléctrico de tres ruedas asistido por tracción humana a través de pedales, fabricado el año el 2013 bajo el alero de la ONG La Ruta Solar, en el marco de la competencia de vehículos eléctricos Desafío Cero[8], pensado como una alternativa para la ciudad y los medios de transporte convencionales. La fabricación de este vehículo responde al hecho de crear un modelo compatible con la normativa actual de motocicletas sumándole elementos extras que aumenten la seguridad del piloto.

Si bien el diseño y construcción no son parte del desarrollo de este trabajo, se presenta a continuación la configuración técnica de los principales sistemas de este vehículo.

Ilustración 6: Vehículo motorizado Eléctrico LRS VILTI subiendo en la Cordillera de Farellones

[8] www.desafiocero.com

El vehículo posee un chasis de acero y un carenado[9] con parabrisas de policarbonato. Sus principales sistemas están compuestos por elementos de bicicleta de alto estándar y es propulsado por un motor eléctrico In-wheel[10] alimentado por una batería de litio.

Chasis

El chasis es de acero 1020 y fue construido con perfiles tubulares de 2" y 1" y soldado con MIG, con el fin de darle mayor durabilidad y resistencia. Parte de su diseño contempla una barra antivuelco que pasa por sobre la cabeza del piloto y por encima de los mandos de dirección lo que aumenta la seguridad ante un posible volcamiento.

Como parte del diseño del chasis, fue sometido a un análisis de carga o esfuerzo mediante un software de modelamiento, para asegurarse que éste soporta una carga frontal igual a 4 veces el peso del vehículo y una vertical igual a dos veces el peso del vehículo.

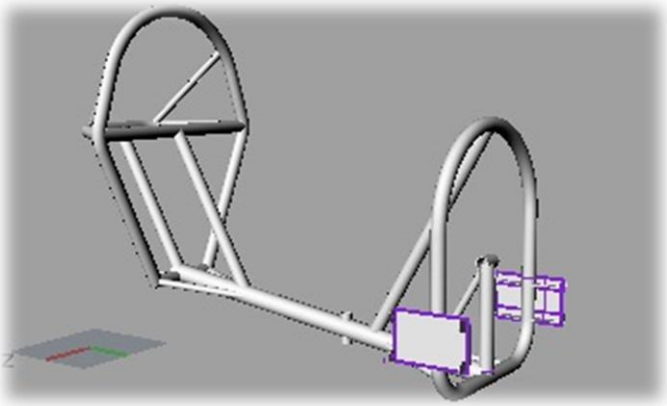


Ilustración 7: Chasis de perfil tubular de acero 1020

[9] Revestimiento de fibra de vidrio, plástico u otro material que llevan algunos vehículos como adorno o con fines aerodinámicos.

[10] Motor solidario a la rueda de tracción.

Carenado

El carenado, diseñado en CAD, responde a dar una envoltura aerodinámica, la que evita el choque frontal del viento con el piloto. Por otra parte, es un material ligero que permite que el peso total del vehículo disminuya aumentando la autonomía del mismo.

Esta cúpula de fibra de vidrio cuenta también con un parabrisas de PETG[11] que permite la visión del piloto hacia delante y hacia la parte posterior del vehículo a través de espejos retrovisores.

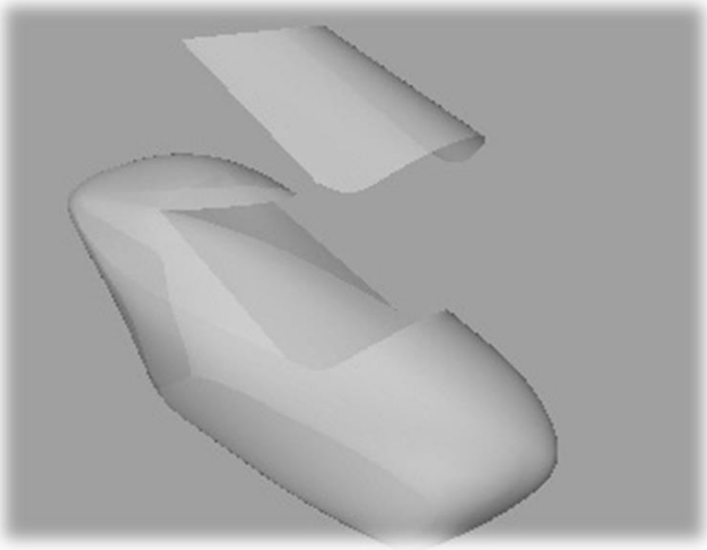


Ilustración 8: Carenado modelado en programa de modelamiento asistido por computador

[11] Tereftalato de polietileno. Usado en aplicaciones industriales, es un material resistente al impacto.

Sistema de dirección

El sistema de dirección está basado en el principio de Ackerman [9] y se compone de un manubrio, un tubo de dirección y dos barras direccionales conectadas a las ruedas delanteras. Es un sistema netamente mecánico y directo que permite un radio de giro de 10 [m] aproximadamente

Ilustración 10: Vista del sistema de mandos laterales como parte del sistema de dirección

.

Sistema de suspensión

El sistema de suspensión de este vehículo es independiente, lo que quiere decir que cada rueda del vehículo posee suspensión propia. Está compuesta por 3 amortiguadores neumáticos o suspensión de aire comprimido marca X Fusión, modelo Shox O2.

Ilustración 11: suspensión neumática rock shox

Sistema de frenos

Está compuesto por dos sistemas independientes de frenos de disco hidráulicos, marca Shimano. Uno actúa sobre las ruedas delanteras y el otro sobre la rueda trasera motriz. El mando de freno de la rueda trasera es directo, en tanto el mando para el freno de las ruedas delanteras es indirecto, que mediante una manilla tensiona una piola que actúa sobre una placa soporte que acciona las dos manillas de los frenos hidráulicos a la vez. Las manillas para ambos frenos se encuentran en el volante de mandos laterales que posee el vehículo.

Ilustración 12: Disposición de las manillas de frenos, caliper y frenos de disco.

Sistema de luces

Las luces están dispuestas según configuración estándar de los vehículos motorizados. Posee un foco principal delantero con luz, de color amarillo, baja, alta y de estacionamiento; una luz trasera, de color rojo, que aumenta su intensidad al frenar y luces intermitentes de viraje, adelante y atrás, de color amarillo. La patente también es iluminada por una pequeña luz blanca dispuesta en la parte trasera. Estas son alimentadas por una batería Auxiliar de 12 [V] y los comandos de encendido y apagado se encuentran en el manubrio de mandos laterales.

Ilustración 13: Conexiones de las luces delantera y trasera a la batería auxiliar de 12 [V]

Sistema de propulsión eléctrica.

El sistema de propulsión viene dado por un motor eléctrico brushless in-Wheel de 1[kw] de potencia, marca Golden Motors modelo Magic Pie III, con un controlador integrado trifásico cuya función es regular la frecuencia eléctrica que en definitiva regula la velocidad del vehículo programar otras funciones como el freno regenerativo. Este tipo de freno permite aprovechar la energía que se pierde en el frenado y almacenarla en la batería.

Una de las ventajas más importantes de este motor es su diseño compacto el cual todos sus componentes (rotor, estator, circuito y controlador) se encuentran solidarios a la rueda, lo que facilita el montaje la adaptabilidad a distintos tipos de vehículos.

Ilustración 14: Controlador y estator, partes de esenciales del motor

Sistema de almacenamiento.

El sistema cuenta con una batería LiFePO4, iones de Litio que utiliza fosfato de hierro, FePO4, como material catódico. [5]

Entre las ventajas que posee esta batería se puede encontrar que:

- Durante toda la vida de la batería, no hay que darle mantenimiento.
- Mantienen toda su potencia hasta el mismo momento de la descarga.
- Son bastante seguras, ya que no explotan o incendian con sobrecargas.

- Entre 2,000 y 3,000 ciclos durante 6 a 7 años de vida útil.
- Contienen el doble de la capacidad de energía que baterías de ácido de plomo de tamaño comparable.
- Pueden dejarse a medio cargar por largos períodos de tiempo sin arriesgar ni arruinar la batería.
- Si no se usan, su descarga es extremadamente lenta, por lo que se pueden dejar sin utilizar por largos períodos de tiempo y volver a utilizarlas inmediatamente sin tener que recargarlas.
- Funcionan hasta a 60 grados Celsius (140 grados Fahrenheit) sin disminuir su rendimiento.
- Se pueden instalar en cualquier orientación (de frente, de lado, boca abajo, etc.).
- No contiene metales tóxicos.
- Las vibraciones no le afectan, y por tanto no son frágiles como las baterías tradicionales.
- En tan solo 15 minutos se pueden recargar al 90% de su potencia. [5]

Bateria	LiFePO4	LiCoO2	LiMn2O4	Li(NiCo)O2
Seguridad	Segura	Inestable	Aceptable	Inestable
Contaminacion medioambiental	La mas ecologica	Muy contaminante		Muy contaminante
Durabilidad	Excelente	Aceptable	Aceptable	Aceptable
Relacion fuerza/ peso/capacidad	Aceptable	Buena	Aceptable	La mejor
Costo a largo plazo	Excelente	Alto	Aceptable	Alto
Temperatura de trabajo	Excelente (-20C to 70C)	Decae mas alla de (-20C to 55C)	Decae rapidamente a mas de 50 C	-20C to 55C

Ilustración 15: Tabla comparativa de las diferentes baterías de Litio

•

2.3. Normativa a utilizar

Después de haber revisado toda la normativa disponible y expuesta en el marco teórico, tanto para vehículos livianos y motocicletas, se ordenaron de tal manera de encontrar una definición que se ajustara lo mejor posible al vehículo experimental.

Se comenzó por revisar, en orden de importancia, la Ley de Tránsito 18.290 y posteriormente los decretos supremos y oficios.

En la Ley de Tránsito se encontró, aparte de su significado, una referencia a la homologación que dice, *"Las Municipalidades no otorgarán permisos de circulación a ningún vehículo motorizado que no tenga vigente la revisión técnica o un certificado de homologación, según lo determine el Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones*[12]*",* por lo que se parte de la premisa de que el Certificado de Homologación es un requisito fundamental para poder obtener la patente del vehículo y que este circule por la calles de la ciudad.

Posteriormente el Decreto Supremo N°54 define el procedimiento de homologación y los procesos de análisis técnico, "Homologación y/o certificación de emisiones" y "Homologación de aspectos constructivos". En el mismo nivel podemos destacar al D.S. N°247, relativo a vehículos eléctricos, que estipula que para este tipo de vehículos solo se aplicará la homologación de aspectos constructivos y al D.S. N°22 que dispone los requisitos técnicos que deben cumplir ciertos sistemas del vehículo como por ejemplo los frenos, luces y los vidrios de seguridad. Cada uno de estos tres decretos establece generalidades aplicables para las distintas categorías de vehículos.

Luego, siguiendo un orden en busca de una definición, figuran dos decretos relativos a normas de emisiones, el D.S. N°211 y el D.S. N°104. El primero de ellos establece normas de emisiones para vehículos livianos y medianos, definidos en el mismo, donde lo más importante a rescatar es que en él se excluye a los vehículos de 3 ruedas. El segundo y más importante para este trabajo de titulación, establece normas

[12] Ley de Tránsito, artículo N°89, Titulo VII

de emisiones para motocicletas, donde podemos encontrar, su definición, la de cuatriciclo y la de cuatriciclo ligero. Existe también, el D.S. N°36 el cual menciona que los procesos técnicos expuestos en el Decreto 54 también son válidos para las motocicletas. Cada uno de estos dos decretos de emisiones (211 y 104) rige conjuntamente con el D.S. N°26 y el D.S. N°234, que disponen elementos de seguridad para vehículos livianos y para motocicletas, respectivamente.

Finalmente, existe la Resolución N°48/2000, que rige junto al Decreto N°26/2000 y que dicta las normas sobre los elementos de seguridad de los vehículos livianos.

Por último están los Oficios N° 45/2012 y N°957/2004 que detallan el procedimiento y los documentos que se deben presentar para llevar a cabo el proceso de homologación para vehículos livianos y motocicletas, respectivamente.

A continuación se presenta un esquema que describe todo lo mencionado anteriormente y que será el camino para encontrar la definición del vehículo prototipo detallando la jerarquía de las normas y el orden que se les dio después de haberlas revisado y analizado.

Estructura actual de normas con respecto a homologación de vehículos motorizados (motocicletas, vehículos livianos y otros vehículos)

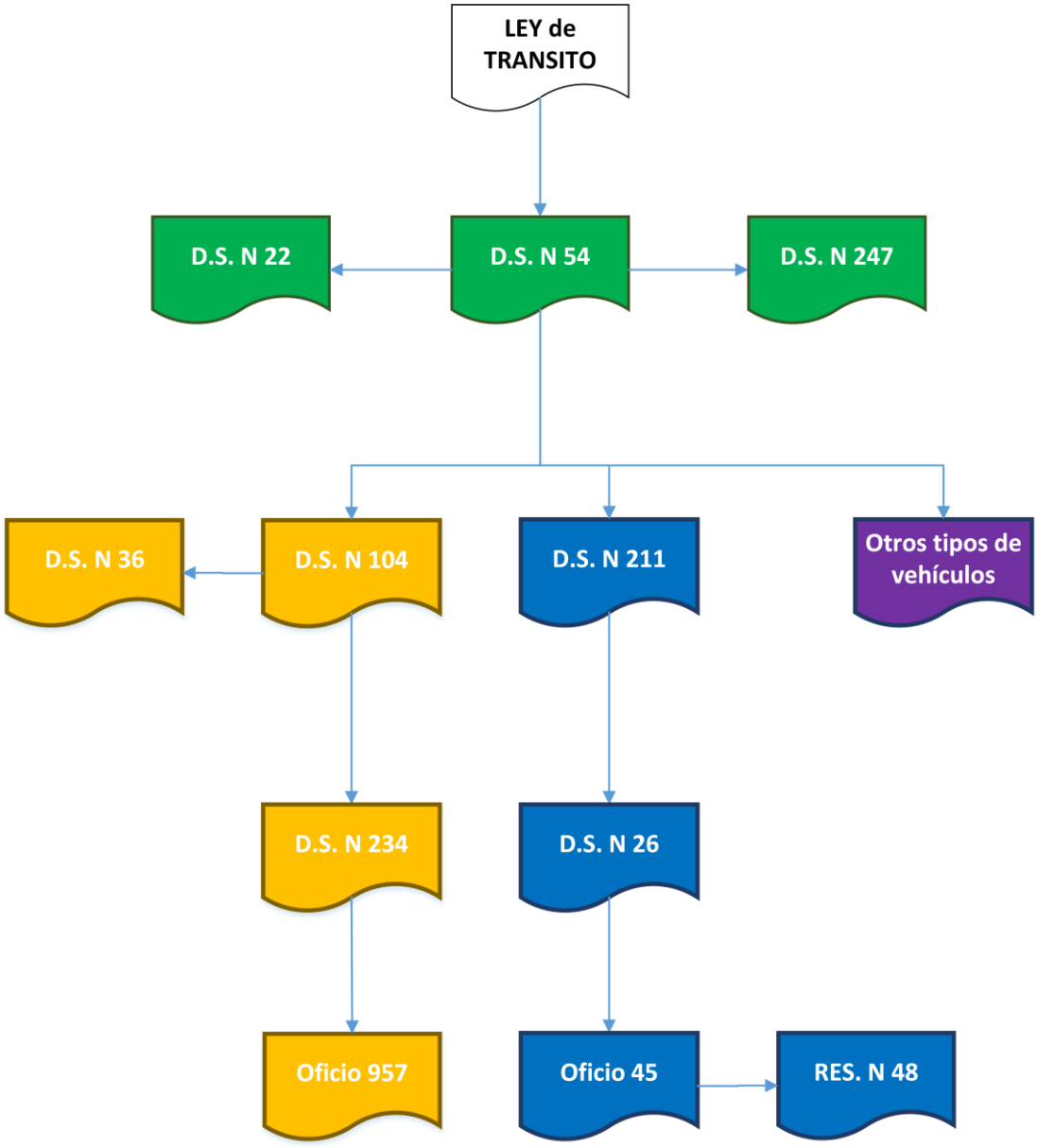


Ilustración 16: Estructura actual de normas respecto a homologación

En color verde se muestran las normas generales, en azul las normas para vehículos livianos y en naranjo las normas para motocicletas.

Como conclusión, la definición que se infiere de las normas es que, según la Ley 18.290, el prototipo experimental LRS VILTI es un vehículo, por ser un medio para transportar personas de un lugar a otro.

Que este vehículo es una motocicleta de 3 ruedas, con un peso menor a 680 [Kg] según el Decreto N°104, que debe someterse sólo a un procedimiento de homologación de aspectos constructivos, según lo señala el Decreto N°247 y que debe cumplir con los requisitos mínimos de seguridad que detalla el D.S N°234 y los requisitos técnicos de los sistemas del vehículo según el Decreto N°22.

Cumpliendo con estos requerimientos, el vehículo está apto para seguir el procedimiento de homologación descrito en el Oficio N° 957 y presentarlo al 3CV para finalmente obtener el certificado de homologación.

3. RESULTADOS

Teniendo en cuenta la metodología definida en el capítulo anterior, se dan a conocer los análisis de las entrevistas realizadas a los expertos y profesionales relacionados con el tema, el procedimiento por el cual se sometió al vehículo LRS VILTI, incluyendo un análisis a los documentos que se presentan en el proceso y por último se presentan propuestas de mejoras al proceso, a la documentación y a la normativa actual a corto y largo plazo.

3.1. Análisis de entrevistas

A continuación se presentan los principales resultados de las entrevistas hechas a los profesionales del área.

Entrevista 1: Ing. Frank Dursbeck

Según el entrevistado no existen mediciones de emisiones para vehículos 100% eléctricos, así para una homologación se debe aplicar como mínimo las normas de seguridad. Asimismo plantea que la definición del vehículo depende de sus características principales. En primer lugar es el peso y luego, la cantidad de ejes o ruedas. Así el LRS VILTI, sería un vehículo de categoría L (motocicleta según UE)

Dursbeck afirma que en Chile rigen normas internacionales de seguridad como cinturón de seguridad, apoya cabeza, espejo retrovisor interior, anclaje de asiento interior, sistema de frenos. Junto con esto se pregunta si es posible definir este prototipo como un vehículo de categoría L. El entrevistado toma en cuenta lo que dice el D.S N°104, afirmando que entonces se trata de una motocicleta, que puede operar sin placa.

El vehículo, según definición, es una motocicleta, por poseer tres ruedas y una masa inferior a 680 kg.

"… cuando hicieron esta norma no existían estas cosas…, entonces el 3CV por su responsabilidad tiene la opción de definir, digamos temporalmente de qué se trata.

Pueden decir que es una motocicleta o pueden decir que, según el sentido de la normativa, este hay que verlo igual que la cuatriciclo y esta será la clasificación, pero de todas maneras no vas a alcanzar una placa patente que el sistema de registro único nacional lo reconoce este, porque la descripción del vehículo no cabe en el sistema del registro nacional. Ahí está obvio, entonces significa que es un vehículo sin placa patente"

El entrevistado sugiere que es posible declarar el prototipo de vehículo como una tricicleta con motor de apoyo. Afirma que funciona en Europa con bicicletas que tienen motor eléctrico y que andan a 50 km/hr. Asimismo indica que en Alemania el motor deja de asistir a los 25 km/h. Respecto a la puesta en marcha de esta norma en otros países de la UE no asegura su vigencia. Propone que es posible declarar al vehículo como tricicleta con motor de apoyo, la interrogante que surgiría es, efectivamente, si la cabina o cúpula es parte o no de una motocicleta.

Según Dursbeck no se sabe si todos los velomóvil que se han construido en la UE han sido homologados, ese sería el gran cuestionamiento y por ende, una bicicleta con motor de apoyo que no anda más de tantos kilómetros no necesita homologación.

Junto con esto complementa, según la normativa Europea, diciendo que para ser bicicleta con motor de apoyo, este motor no debe ser superior a 200 V de potencia por lo que este prototipo es un vehículo motorizado. Sin embargo, y lamentablemente, esto queda en un escenario de vacío en el cual el prototipo no está definido.

Con respecto a la exigencia de vidrio de seguridad que expone el 3CV, el entrevistado declara que la normativa chilena, específicamente el D.S. N°22, no se puede aplicar a este prototipo porque no es un vehículo liviano, entonces no puede exigir vidrio de seguridad.

Entrevista 2: Ing. Aliosha Reinoso

El entrevistado cuenta con vasta experiencia de trabajo en el área. Se desempeñó en el 3CV en el área de desarrollo, como coordinador de planificación y desarrollo entre el 2001 y el 2009 aproximadamente y le correspondía ver diversos temas aparte que procesos de homologación.

Afirma que, como procedimiento de homologación, en realidad no hay mucho desarrollo a nivel de Latinoamérica, salvo excepciones: Argentina, Brasil, Chile, pero en el resto de los países no hay una ley, una reglamentación de lo que es el procedimiento de homologación y muchas veces esto tiene que ver con que no existen normas de ingreso para los vehículos.

El entrevistado hace alusión a la existencia de dos aspectos de la homologación de un vehículo, la seguridad y las emisiones. Reinoso sugiere que una de las principales dificultades radicaría en cómo obtener una homologación de un prototipo ya que primero involucraría estar bajo el cumplimiento de la norma, luego requeriría pruebas que son costosas, que no se hacen en Chile y muchas de ellas son destructivas, entonces el entrevistador infiere que ahí hay una dificultad y que constituye un desafío difícil.

Recomienda que lo importante, y quizás la clave del éxito, de esto es que el vehículo llegue a estar homologado, y poder descubrir cuáles son los vacíos existentes para este tipo de tecnología.

Reinoso comenta que hoy en día falta desarrollar una legislación, una certificación para tecnologías que tienen propulsión eléctrica y que los vehículos eléctricos o los vehículos híbridos están siendo medidos como un vehículo convencional cualquiera y tomados como un vehículo convencional cualquiera, y eso no debiera ser así ya que a nivel internacional no lo es.

Asimismo dice que:

"En todas partes se define protocolo, se definen regulaciones, parámetros propios a la tecnología eléctrica, hay un concepto que se llama por ejemplo, el rango equivalente de autonomía,… que es algo como el rango equivalente de autonomía en un sistema de propulsión eléctrica que es, a su vez, una prueba que te permite definir cuanto es realmente la autonomía de un vehículo eléctrico, ese parámetro es muy importante y se mide en laboratorios".

El entrevistado recalca que los aspectos que realmente importan son por ejemplo la velocidad máxima o la velocidad mínima. Un vehículo eléctrico, para poder andar como vehículo eléctrico de carretera, debe ser capaz de alcanzar velocidades para poder subirse a una autopista, esas velocidades deberían ser por lo menos 80 [km/hr] o 100 [km/hr], y obviamente, tener las condiciones de seguridad para poder circular a esas velocidades. Otra alternativa que comenta el entrevistado, son los *neiborhoodelectrickind* que son vehículos de vecindarios que los pueden usar para ir al supermercado, o recorrer distancias más cortas dentro de un sector acotado y autorizado.

Finalmente y según la experiencia de Reinoso como también en términos de su experiencia cuando ejercía en el 3CV, hasta el año 2009, no había una política hacia la movilidad eléctrica, situación que hoy en día ha cambiado ya que se ha avanzado en las herramientas que hay, sin embargo no se han generado herramientas ad hoc para la movilidad eléctrica.

Para terminar agrega que si este vehículo tiene que cumplir con la norma europea CE/94/98 entonces pedirán las pruebas que hicieron el laboratorio, proceso que él denominó como un *test report* que corresponde al resultado de los ensayos y que cuenta con el timbre de laboratorio y con el timbre del ingeniero.

Entrevista 3: José Luis Alvares

Cabe destacar que esta entrevista se llevó a cabo de manera escrita y mediante correo electrónico.

1) Cual es su profesión, en que trabaja actualmente y cuál es su relación con la homologación de vehículos?

Soy Ing. Civil mecánico de la Universidad de Chile, tengo el cargo de ingeniero de homologación del área de certificación y homologación del laboratorio 3CV siendo mis funciones principales leer los informes técnicos de automóviles, motocicletas y a veces camiones que se quieran certificar u homologar en chile y validar estos en el marco normativo vigente, con el fin último de que un vehículo sea homologado. Como actividad complementaria a mis funciones atiendo consultas de usuarios relacionadas con la homologación.

2) Con su experiencia en el 3CV, cree que sea homologable una tricimoto eléctrica?

En principio si, de hecho el estado favorece la homologación de vehículos eléctricos, no cobrando los costos de este servicio. Si la tricimoto cumple con los requerimientos establecidos en el decreto 234, debería poder homologarse.

3) Ha podido observar si en todos estos años la institución, llámese ministerio de trasporte o 3CV, ¿ha intentado actualizar la normativa? ¿Hay indicios de eso?

Solo en el año 2011 se actualizo la norma de emisión por tubo de escape. No hay restricciones legales o de certificaciones especiales de motocicletas.

4) Al revisar la normativa actual se puede observar que todo está hecho en base a vehículos de combustión interna, de hecho la definición de motocicleta se encuentra dentro de una normativa de emisiones, lo que no permite definir a vehículos eléctricos. ¿Qué opina usted de esto?

Se han homologado automóviles y motocicletas eléctricas, por ende no hay inconveniente en homologar tricimotos o cuatriciclos eléctricos. En lo personal considero que cualquier fuente de energía o diseño de vehículo no regulado, no tiene problemas de homologarse porque la ley prohíbe o regula cosas específicas concernientes a una problemática que quiera resolver, por ejemplo, Santiago tiene problemas de contaminación, por lo que regula emisiones, santiguo tiene problemas de seguridad vial, regula elementos de seguridad vial. Un ejemplo concreto, no están prohibidos los buses, camiones eléctricos, o a base de cualquier energía que no sea contaminante, ejemplo celdas de combustible. No vería problema en homologar un vehículo de 6 ruedas o un auto con oruga si cumple con la normativa de seguridad y ambiental. Considero que no se puede frenar las iniciativas que generen un bien económico a personas o al país.

5) ¿Cree usted que una motocicleta eléctrica de 3 ruedas pueda obtener actualmente patente de circulación?

Considero que en principio si porque el registro civil puede asignar placa patente a vehículo de importación directa que no cumpla con normas de emisiones y seguridad reconocida, por ejemplo un vehículo que viene de un país con normativa de emisión no reconocida como un país asiático o africano y no acredite normas de seguridad llevando la declaración de ingreso del servicio de aduanas de chile, el registro civil ciertamente le otorgará una patente. Pero este vehículo no podrá no podrá obtener permiso de circulación por lo que este vehículo solo podrá circular por recintos privados pero no por vías públicas. por lo cual la tricimoto como un vehículo con un valor económico podría obtener patente sin necesariamente tramitar la homologación y por ende no podrá tramitar el permiso de circulación

6) Recientemente ha salido un nuevo decreto que aumenta los requisitos de seguridad en las motocicletas. ¿Cómo afectaría esto a una posible industria nacional de motocicletas eléctricas?

Desconozco iniciativas de fabricación de motocicletas eléctricas en Chile, no obstante considero que la fabricación de esta debe ser extremadamente fácil en comparación con la de combustión y desconozco los elementos que considerara la nueva normativa de seguridad de motocicleta, pero dado que la motocicleta en si es un vehículo inseguro, como vidrios, cinturón de seguridad, no son aplicables ninguno de los elemento de seguridad de los automóviles que no sea la iluminación. Por lo tanto creo que habría habilitar laboratorios nacionales para que puedan certificar estos nuevos elementos de seguridad. En lo personal considero que sería un gran logro nacional poder fabricar motocicletas en chile las cuales pueden ser con partes y piezas fabricadas en otros países.

Comentario final de las tres entrevistas

De los análisis individuales hechos a las entrevistas, se concluye que la opinión de los profesionales entrevistados coincide en que a nivel nacional aún no tenemos las herramientas capaces para homologar vehículos prototipos eléctricos de 2, 3 y 4 ruedas y que debemos tomar como ejemplo lo hecho a nivel internacional para comenzar a crear los cambios que se necesitan. Por otra parte hoy en día es difícil pensar en homologar vehículos eléctricos construidos en Chile bajo estándares internacionales, ya que éstos implican que los vehículos deben someterse a pruebas destructivas y muy costosas en laboratorios que no se encuentran en Latinoamérica, salvo Brasil, pero sí es posible homologarlos en Chile bajo los procedimientos ya conocidos por tratarse de un proceso de homologación documentado y que el 3CV, en casos como el tratado en este trabajo de titulación, puede interpretar el sentido de la norma y ajustarla a vehículos que no están definidos en ella. Finalmente, creen que el camino correcto a seguir es que la ONG La Ruta Solar sea parte de un proceso ambicioso que busque modificar o cambiar la normativa existente con el fin de permitir no sólo la entrada de vehículos eléctricos, sino que también los construidos en nuestro país.

3.2. Procedimiento de homologación llevado a cabo con el vehículo LRS VILTI.

Después de haber indagado en la normativa local y haber sido asesorado por especialistas en la materia se comienza a llevar a cabo el procedimiento de homologación para el vehículo en cuestión, se llevan a cabo los cambios a la configuración del vehículo y el envío de los documentos requeridos para el proceso. A continuación se detalla lo ocurrido, lo hecho y lo presentado al proceso.

3.2.1. Enumeración de hechos como parte del proceso.

Cerca de un año duró el proceso desde que se contacta al organismo hasta la aceptación del vehículo en el proceso. Cabe destacar que a la fecha, el vehículo se encuentra en revisión en las dependencias del 3CV.

Los hechos ocurridos como parte de presentar el vehículo al proceso de homologación son:

i. Se preparó el vehículo según exigencias técnicas de seguridad, requeridas en el D.S. N°234/2000, para ser homologado.
ii. Se envió carta de disponibilidad para pruebas de homologación de aspectos constructivos, según Anexo A de Oficio 957. Documento de anexa en el Apéndice C
iii. Llamado a consulta por parte del 3CV a través de una reunión con el Secretario Técnico del organismo a cargo de homologación de vehículos. Detalles de la reunión se presentan en el Apéndice E.
iv. El 3CV, por medio de una reunión, comunica que con la configuración presentada no se puede definir el vehículo bajo el D.S. N°104 debido a que éste corresponde a una norma de emisiones y no rige para vehículos eléctricos.
    Detalles de la reunión se presentan en el Apéndice E.

Ilustración 17: Configuración del vehículo presentada al proceso de homologación

v. Se le solicita al 3CV, por medio de una carta formal, que reevalúe la aplicabilidad del D.S. N°104 debido a que dentro de sus definiciones existe una configuración para vehículos eléctricos. Se adjunta carta en el Apéndice C.

vi. El 3CV, por medio de correo electrónico, responde que el vehículo debe regirse solo por el artículo N°75 de la Ley de Tránsito. Se estima que es una respuesta carente de aspectos técnicos.

vii. Se le solicita al 3CV, por medio de una carta formal dirigida a su Director que reevalúe el proceso teniendo en cuenta los argumentos y sucesos descritos anteriormente. Se adjunta carta en el Apéndice C.

viii. El 3CV, por medio de una reunión formal a la que asiste su Director, comunica que al no existir un decreto o norma que defina al vehículo LRS VILTI, éste debe regirse y contar con los requerimientos de seguridad que exige el D.S. N°22, siempre y cuando el vehículo en cuestión cuente con ellos. Para tales efectos, el parabrisas de policarbonato con el que cuenta el vehículo debe ser de vidrio de seguridad normado bajo estándares

internacionales, por lo que se plantea sacarle la cúpula con el parabrisas y presentarlo con esa nueva configuración. Ante esto el Director del 3CV comunica que no es una decisión que se pueda tomar en el momento y que debe consultarlo ante el departamento de normas de la Subsecretaría de Transportes.

ix. Se envía al 3CV, por medio de correo electrónico, una nueva configuración del vehículo LRS VILTI. Dicha configuración no cuenta con el parabrisas de policarbonato, dejando solo el carenado base unido al chasis del vehículo. El 3CV indica que lo consultará con el departamento de normas de la Subsecretaría de Transportes y que notificará a la organización apenas tenga una respuesta.

Ilustración 17: Vehículo en exhibición. Configuración sin cúpula ni parabrisas.

x. El 3CV, mediante una reunión formal a la que asiste el secretario técnico del organismo, comunica que el vehículo puede ser homologado como una excepción mediante una homologación individual ya que este no es ni motocicleta ni vehículo liviano sino que un híbrido sin definición a lo cual

no pueden negar la solicitud. También indica que el vehículo no puede circular por carreteras debido a su baja velocidad y poca seguridad. Por último solicita que se rellene un formulario de homologación individual solo con la información que se pueda ya que este tipo de procedimiento está hecho solo para importaciones directas de no más de 3 vehículos y a combustión interna.

El formulario en cuestión se adjunta en el Apéndice D.

xi. Se envía formulario con fecha 06 de Marzo de 2015 y se queda a la espera a que el vehículo sea llamado para una revisión visual. A este formulario, se le adjunto información técnica del vehículo, basado en el Anexo F del Oficio N°957, que es anexada en el Apéndice D junto al formulario de homologación individual.

xii. Finalmente llega la citación formal por parte del 3CV para presentar el vehículo a una revisión el día Jueves 30 de Abril de 2015.

xiii. Hasta la fecha el vehículo se encuentra en revisión por parte del 3CV, por lo que el proceso queda pendiente.

Como conclusión de los hechos se llevó a cabo un diagrama de flujo que explica el proceso de homologación para un vehículo motorizado eléctrico de 3 ruedas.

El diagrama se expone en la siguiente ilustración 18.

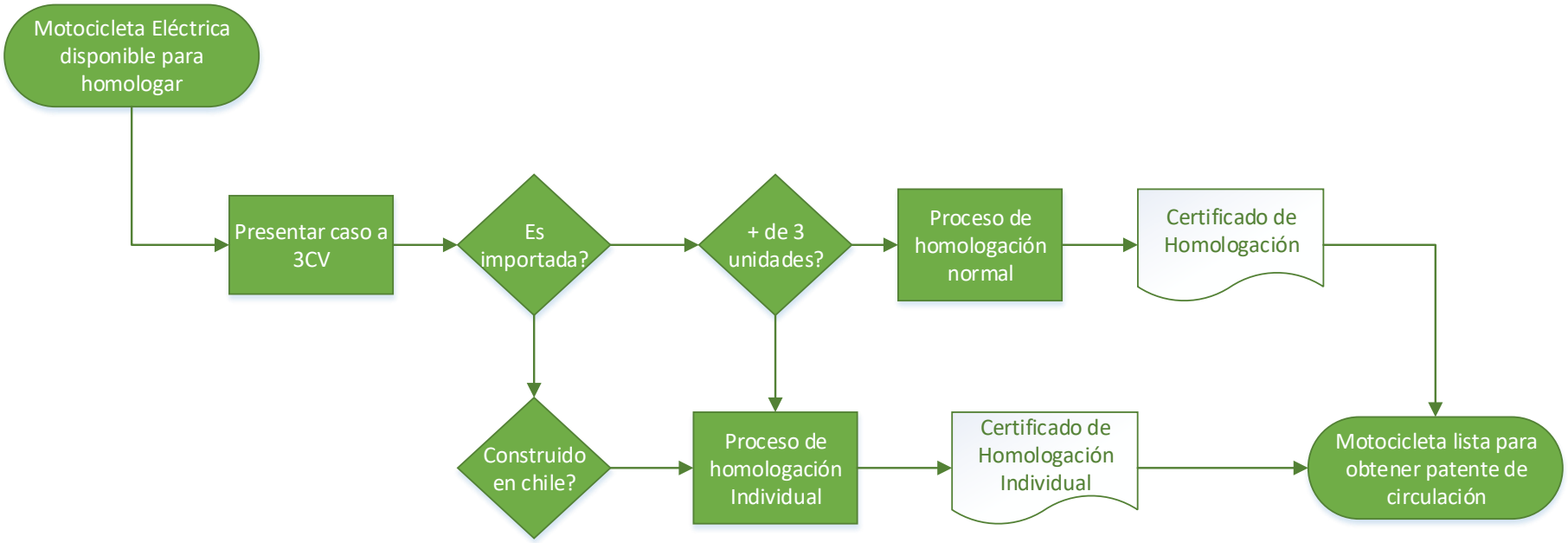


Ilustración 18: Diagrama del proceso de homologación detectado

3.2.2. Cambios realizados a la configuración del vehículo para la homologación.

Dentro de los requerimientos de seguridad exigidos para motocicletas, en el D.S. N° 234/2000 se encuentra que los vehículos motorizados de 2 o 3 ruedas deberán:

a) Contar con apoya pies, los que podrán ser retráctiles.

b) Poseer correas o elementos rígidos que actúen como asideros para cada uno de los pasajeros.

c) Poseer elementos reflectantes laterales de color ámbar en ambos costados de los ejes delanteros, de color rojo en ambos costados delos ejes traseros, y de color rojo en la parte trasera del vehículo.

d) Los reflectantes podrán ser elementos independientes o parte integrante de los focos o luces de los vehículos.

e) Contar con espejos retrovisores en ambos costados.

f) Los vehículos cuya solicitud de inscripción en el Registro Nacional de Vehículos Motorizados, se realice con posterioridad al 1 de septiembre de 2001, deberán contar con un sistema que encienda, automáticamente, y mantenga encendido el foco delantero, cada vez que el motor sea puesto en marcha.

Para el caso del vehículo LRS VILTI, cumple con la letra a) y e), la letra b) no aplica por tratarse de un vehículo unipersonal y los requerimientos establecidos en las letras c), d) y f) deben ser incorporados.

Por otra parte, si bien no se especifica en el Decreto mencionado anteriormente, el 3CV recomienda que el vehículo debe contar con un soporte porta patente en la parte posterior la cual debe sostener una luz que ilumine la placa de noche.

Para cumplir con estos requerimientos de seguridad fue necesario adaptar la configuración inicial del sistema eléctrico del vehículo LRS VILTI, específicamente en el sistema de encendido de luces, añadir las cintas reflectantes de amarillo y rojo y

por último adquirir e instalar el soporte porta placa patente con su respectiva luz. Esquema eléctrico post intervención se adjunta en el Apéndice F.

Para llevar a cabo la intervención del sistema de encendido de luces, se solicitó la asistencia técnica de un Ingeniero Civil en Electrónica de la Universidad Técnica Federico Santa María, quién con su experiencia en el diseño y construcción de sistemas eléctricos en vehículos, recomendó instalar un contactor[13] de corriente continua de 48 [V] entre el motor y la batería de litio, para que al hacer contacto se encienda tanto el motor eléctrico y las luces delanteras y traseras que son alimentadas por una batería auxiliar de 12 [V].

La configuración de un contactor común se muestra en la siguiente ilustración.

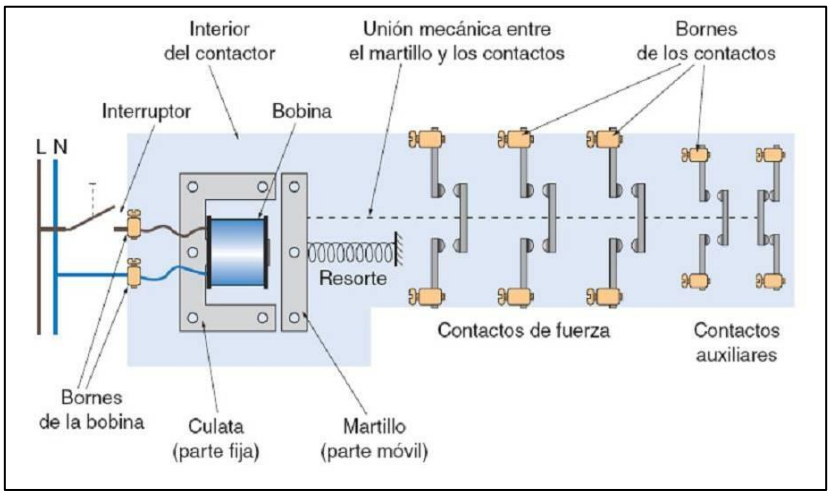


Ilustración 19: Diagrama de funcionamiento de un contactor

En cuanto a las cintas reflectantes, se adquirieron en formato adhesivo y fueron pegadas al vehículo en la cercanía de los ejes tanto en la parte delantera como en la parte trasera según lo exigido.

[13] Dispositivo electromecánico que abre o cierra contactos al energizar una bobina bajo una tensión dada.

Dentro de las recomendaciones del especialista en homologación, también estaba contar con un velocímetro, por lo que se adquirió un ciclo computador para bicicletas, en el que dentro de sus funciones posee un velocímetro y un odómetro.

Ilustración 20: Detalle de instalación de velocímetro:

Cabe destacar que los elementos nuevos incorporados a este vehículo son para cumplir netamente con los requerimientos de motocicleta, sin embargo, posee elementos propios de un vehículo liviano como por ejemplo; cinturón de seguridad y barra antivuelco, que aumentan la seguridad de este vehículo y que deberían ser considerados dentro de los componentes de una motocicleta.

3.2.3. Análisis de los documentos que se solicitan en el proceso

Los documentos que solicita el proceso según el Oficio Circular N°957 son:

- Anexo A: Carta de disponibilidad para pruebas de homologación.
- Anexo B: Carta de presentación de anexos con información técnica del vehículo a homologar.
- Anexo F: Identificación y características de la configuración de la Motocicleta Eléctrica.

Cabe recordar que de los 3 documentos descritos anteriormente, sólo se completó con la información requerida y se envió, el Anexo A (Apéndice C). Los otros dos documentos no fueron presentados al proceso por motivos señalados en el apartado 3.2.1 punto x. Sin embargo es necesario indicar que la información técnica que se adjuntó al formulario de homologación individual (Apéndice D) fue descrita en un formato basado en el Anexo F (Apéndice B).

El Oficio 957 describe el procedimiento y los requisitos técnicos que deben cumplir las motocicletas. Dentro de él se encuentran los documentos que se deben adjuntar con la información técnica del vehículo a presentar.

A continuación se describen y analizan los documentos descritos anteriormente.

Anexo A:

Consiste en una carta de presentación del vehículo y su fecha de disponibilidad para ser sometido a pruebas. Ella se divide en tres secciones.

En la primera sección se solicita:

- Marca
- Modelo
- Fecha de disponibilidad
- Norma de emisión (EPA o EURO) por la que se rige el vehículo.

En la segunda sección se solicitan los principales aspectos técnicos de la motocicleta necesarios para su definición y clasificación. A saber:

- Denominación Comercial
- Cilindrada
- Número de ruedas
- Ciclo (2 o 4 tiempos)
- Velocidad Máxima Indicada por el Fabricante [Km/hr].
- Masa en orden de marcha [Kg].
- Clase de transmisión.

Por último, en la tercera sección, el documento cuenta con una nota que dice: "para motocicletas de 2 tiempos se requiere declarar el lubricante recomendado por el fabricante y su proporción de mezcla."

Análisis Anexo A

La norma EPA o EURO, que se solicita en la primera sección, es una norma de emisión que rige en Estados Unidos[14] y en la Unión Europea[15], respectivamente, que solo es aplicable para motocicletas de motor a combustión interna, dejando sin espacio a las normas que rijan para las motocicletas eléctricas que se quieran presentar al proceso, que dicho sea de paso no existen a nivel local. A modo de ejemplo, actualmente existen alrededor de 60 motocicletas eléctricas homologadas por el 3CV, que en cuyo caso y considerando que no tienen emisiones, han sido catalogadas bajo una norma denominada "Eléctrica".

[14] Code Federal Regulations, titulo 40

[15] Directiva 97/24/CE

Para este caso se infiere que es sólo una denominación que pone el organismo para cumplir con lo que se pide en el formulario. Cabe destacar que en Chile hace falta una normativa que defina los requisitos técnicos y las categorías de las motocicletas eléctricas.

Los elementos técnicos que se solicitan en la segunda sección son propios de motocicletas de motor a combustión interna, siendo sólo alguno de ellos equivalentes a elementos técnicos de motocicletas eléctricas.

- Denominación comercial: No es un elemento técnico, sin embargo se destaca que no se aprecia la diferencia entre éste y la marca de la motocicleta, solicitada en la primera sección.
- Cilindrada [cm^3]: Es una característica exclusiva de un motor a combustión interna, corresponde al volumen de la cámara de combustión de éste, cosa que no tiene relación con una motocicleta eléctrica.

  Como se trata de un motor eléctrico, este dato técnico podría ser reemplazado por la potencia del motor [Kw].
- N° de ruedas: Es un elemento transversal al tipo de propulsión que tenga el vehículo, en este caso sirve para distinguir bajo qué tipo de motocicleta será homologada.
- Ciclo (2 o 4 tiempos): También es una característica de los motores a combustión interna y tiene que ver con las etapas en la que ocurre la explosión al interior de la cámara de combustión, por lo que tampoco tiene relación con los Vehículos Eléctricos.

  En su lugar se podría preguntar sobre el tipo de motor eléctrico que posee el vehículo.
- Velocidad máxima indicada por el fabricante: Esta característica propia de todos los vehículos servirá también para definir el tipo o categoría de la motocicleta que será homologada.
- Masa en orden de marcha: Es la masa total del vehículo, incluido los fluidos internos de este, sin contar el peso del piloto. Es un dato importante para

definir el tipo de vehículo que se homologará. Cabe destacar que en el caso de los cuatriciclos, tipo de motocicleta definida en el D.S N°104, la masa de las baterías no va incluida en el peso total del vehículo, lo cual es muy interesante ya que habla de una ventaja muy importante a la hora de definir el vehículo como una motocicleta o un vehículo liviano, ya que el peso de las baterías podría influir directamente en esta diferencia.

- Clase de transmisión: Referida a la caja de cambios de los vehículos. Si bien existen vehículos eléctricos con cajas de transmisión, las motocicletas de baja velocidad han preferido utilizar motores in-Wheel (solidarios a la rueda), por su bajo costo, peso y volumen.

Por último, el tipo de lubricante utilizado para motocicletas de 2 tiempos que se solicita, no tiene relación alguna con los vehículos eléctricos, por lo que también se podría preguntar por el tipo de batería que tiene el vehículo.

Anexo B

Consiste en una carta de presentación, llamada “carta tipo de solicitud de homologación”. Corresponde al segundo paso del procedimiento expuesto en la ilustración 5, donde junto al Anexo F de Oficio N°957 se presentan los antecedentes técnicos del vehículo a homologar.

Al igual que en el anexo A, este cuenta con un párrafo de presentación donde se solicita marca, modelo y norma de emisión bajo la cual se rige.

Esta carta termina con una nota con recomendaciones a tener en cuenta a la hora de presentar el vehículo, en este caso; motocicletas con motor a combustión interna.

Anexo F

Cabe destacar que el anexo F es una recopilación de antecedentes técnicos para motocicletas eléctricas y que los anexos C, D y E sólo son requisitos que corresponden a motocicletas de motor a combustión interna.

Este documento se divide en tres partes. La primera es una sección dedicada a la identificación y principales características de la motocicleta.

En la segunda parte se solicitan los aspectos constructivos del vehículo y por último la tercera sección está dedicada a la identificación y características del motor eléctrico.

Los Anexos B y F los pueden encontrar en el Apéndice B.

Análisis Anexo B y F

Cabe mencionar que el Anexo B es simplemente una carta de presentación del Anexo F y que solicita información que ya se presentó en el Anexo A, por lo que el análisis a este documento, es el mismo que se le hizo al Anexo A. Sin embargo es importante destacar y recomendar que este documento incorpore en él la opción de poder presentar datos de motocicletas eléctricas, para que pueda ser utilizado con todos los Anexos posibles a presentar, llámese Anexos C, D, E y F.

Con respecto al Anexo F; en la primera parte, en los puntos 13 y 15, se pide información con respecto a la clase y tipo de transmisión, cuando ya es sabido que no siempre los vehículos eléctricos contarán con este tipo de sistema y que en el caso del vehículo LRS VILTI sólo se trata de un motor eléctrico brushless in-Wheel.

En la segunda parte, de aspectos constructivos, se solicitan descripciones de los principales sistemas de seguridad del vehículo como lo son el sistema de frenos, suspensión y dirección, las que pueden ser presentadas como simples bosquejos careciendo de aspectos técnicos para definir y mostrar la composición de estos sistemas. A modo de ejemplo, cabe destacar que para los vehículos livianos y medianos, se publicó el Oficio Circular DNO N^0 45 que reemplaza al Oficio $N^0$76/97, donde se solicitan descripciones y diagramas de los sistemas antes mencionados, lo que mejora sustancialmente los requisitos técnicos que se piden y ayudan a entender de mejor manera la configuración del sistema presentado. Esto último sería una buena

mejora a incorporar dentro de los requerimientos técnicos que solicitan para motocicletas.

En la tercera sección, identificación del Motor Eléctrico, no sólo se pide información con respecto al motor sino que también del sistema eléctrico y de almacenamiento, como las luces, el controlador y las baterías. En esta parte faltaría solicitar más información con respecto a los datos característicos del sistema de almacenamiento como los descritos en el apartado 2.2 del capítulo II y también incorporar una sección de medidas de seguridad a tener en cuenta con este sistema, específicamente con la batería y su manipulación en casos de accidentes.

Comentarios del procedimiento

Los hechos descritos en el punto 3.2.1, dan cuenta de que el 3CV no está preparado para recibir y homologar vehículos motorizados eléctricos de 3 ruedas, específicamente motocicletas, ya que la base normativa del organismo (la misma que se analiza en este trabajo de titulación) no lo permite. Cabe señalar que las respuestas emitidas por parte del organismo ante las consultas y/o solicitudes emanadas por parte de la ONG La Ruta Solar en relación al procedimiento detallado en hechos en el apartado anterior, no siempre fueron satisfactorias, carecieron de aspectos técnicos y las normas que citaron como respaldo no solucionaron el problema sino que generó un vacío aún mayor.

Por otra parte los cambios efectuados al vehículo fueron realizados para cumplir con la normativa actual para motocicletas y fueron bien recibidos por el 3CV; sin embargo, es recomendable que para el caso de motocicletas eléctricas se añadan elementos como un medidor de carga y temperatura de la batería y/o un potenciómetro del motor eléctrico.

Finalmente, la documentación solicitada en el proceso debe ser más acorde o por lo menos considerar a los vehículos eléctricos dentro de sus requerimientos. Se hace notorio que no se haya profundizado en la modificación de estos documentos cuando

se decidió incorporar a las motocicletas eléctricas en el proceso, si bien es un avance, aún falta mucho por mejorarlo.

3.3. Propuestas de mejoramiento al procedimiento

A continuación se detallan las propuestas de mejoras que se proponen en 3 áreas; mejora en el proceso, mejora en la documentación que se presenta en él y finalmente una mejora a la normativa a corto y largo plazo.

3.3.1. Propuesta de mejora del proceso

El procedimiento de homologación de motocicletas descrito por el 3CV y expuesto en el capítulo 1.4.2, debe ser uno solo para cualquier tipo de vehículo, independiente de su sistema de propulsión. Tomando en cuenta el esquema de la ilustración 5, se hace necesario agregar, entre los pasos uno y dos del esquema, una etapa formal de consultas y discusión entre ambas partes con el objetivo de contrastar los requisitos técnicos con lo que dice la norma.

Para un mejor entendimiento de esta propuesta, se expone como un diagrama de bloques donde el color naranjo indica el cambio propuesto al proceso.

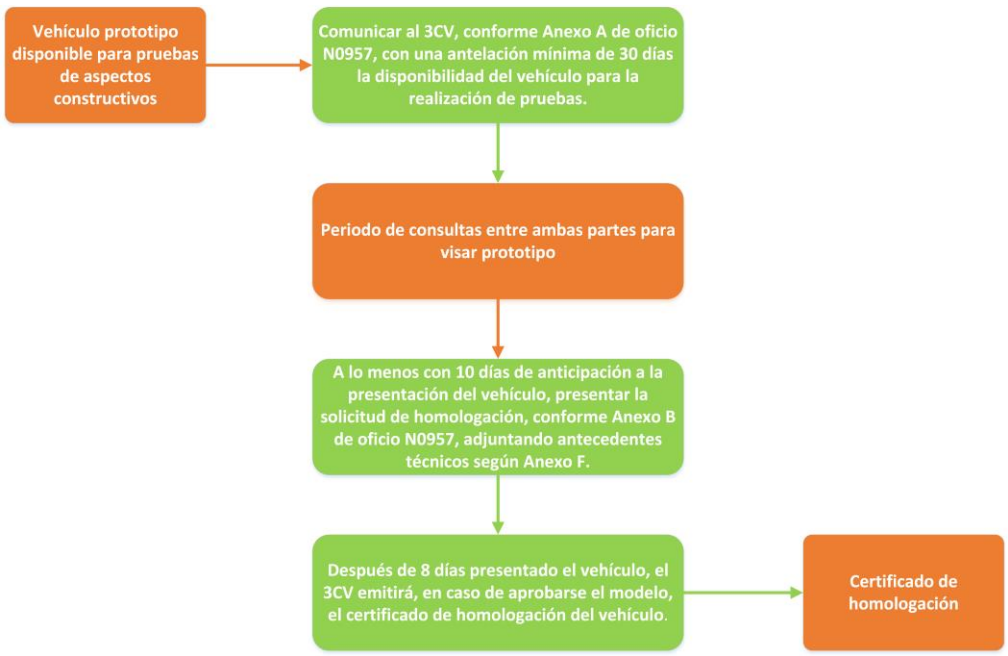


Ilustración 21: Propuesta de procedimiento de homologación de motocicletas

3.3.2. Propuesta de mejora de los documentos a presentar

Parte de la documentación a presentar (anexos A y B) carece de especificaciones técnicas propias de los vehículos eléctricos ya que son genéricos para el resto de los anexos, que en su mayoría son para motocicletas a combustión interna. Por otra parte, dentro de los formularios técnicos que se solicitan, se encuentra el Anexo F, que a diferencia del resto de los Anexos solicitados, es el único que solicita especificaciones técnicas propias de una motocicleta eléctrica.

Teniendo en cuenta lo anterior se propone una mejora en el Anexo A que incorpore una casilla donde se indique el sistema de propulsión que tiene la motocicleta y que según lo que se indique se diga cómo y que Anexo del Oficio N°957 presentar al proceso. También se añadirán frases *"si corresponde"* para el caso de requerimientos que sirvan sólo para motocicletas de combustión interna.

El Anexo original se encuentra en el Apéndice B y la propuesta de mejora se presenta a continuación en un extracto del documento original.

De mi consideración:

Por medio de la presente, comunico a Ud, la disponibilidad del modelo de motocicleta Marca ___, Modelo _____, **Motor de propulsión** _____ a partir del día _____ para la ejecución de pruebas, correspondientes al procedimiento de Homologación Vehicular ~~bajo la norma de emisiones~~ _____en el Centro de Control y Certificación vehicular (3CV).

Adjunto además, las configuraciones de los modelos de motocicletas que se solicita sean amparadas por esta homologación:

~~Denominación Comercial~~ **Norma de emisiones (S.C)**	Cilindrada (cm^3) **– (S.C)**	N de Ruedas	Ciclo (2 o 4 Tiempos) **– (S.C)**	Veloc. Máx. indicada por el Fabr. (Km/hr)	Masa en Orden de Marcha (Kg)	Clase de Transmisión **– (S.C)**

Quedamos a la espera de la comunicación de la fecha de presentación, a que se refiere la letra a.- del número 4) del ~~oficio 58/2001~~ **oficio 957/2004** del Ministerio de Transportes y telecomunicaciones.
***S.C: Si coreesponde**

En cuanto al Anexo B, se propone una actualización en cuanto a los documentos que en él se mencionan ya que éstos tienen actualizaciones más cercanas a la fecha actual (se menciona Oficio N°58 del año 2001 existiendo el Oficio N°957 del año 2004 que reemplaza el anterior).

Por otra parte se aplican cambios similares hechos al Anexo A con el fin de que quede abierto para ambos tipos de motor; eléctrico y a combustión.

El Anexo original se encuentra en el Apéndice B y la propuesta de mejora se presenta a continuación en un extracto del documento original.

"En conformidad con lo establecido en el artículo 3° del decreto supremo 54/97 y en la letra a.- del número 3) del oficio circular ~~58/2001~~ **957/2004**, ambos del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones, acompaño los antecedentes técnicos descriptivos del modelo de motocicleta Marca _____, Modelo _____ , ~~la cual cumple con la norma de emisión estipulada por~~ **la cual posee un motor de propulsión**_____.

Si el motor es de propulsión A COMBUSTION, indicar que cumple la norma de emisiones_____

Adjunto a la presente, se encuentra una estimación anual del número de motocicletas que se pretenden amparar con la homologación que se solicita.

Nota: **(sólo si la motocicleta es a combustión interna)**

- La motocicleta no debe ser presentada con la PCV (ventilación positiva del Carter) al ambiente.
- La motocicleta deber ser presentada con la cadena de transmisión con el ajuste recomendado por el fabricante y la batería en óptimas condiciones.

Con respecto al Anexo F, se añade la frase *"si corresponde"* para el caso de requerimientos que dependan de otros, como por ejemplo, indicar el ancho de trocha siempre y cuando el vehículo posea 3 o más ruedas. También se solicitan diagramas en vez de sólo descripciones de los sistemas del vehículo y se añaden requerimientos en la sección eléctrica.

El Anexo original se encuentra en el Apéndice B y la propuesta de mejora se presenta a continuación

---

ANEXO F

IDENTIFICACIÓN Y CARACTERISTICAS DE LA CONFIGURACIÓN DE LA MOTOCICLETA ELECTRICA

1	Fabricante de la motocicleta:	
2	Representante del fabricante en chile:	
3	Marca / Modelo:	
4	Año de fabricación / Año modelo:	
5	Denominación comercial:	
6	Identificación del motor (código) y ubicación:	
7	Identificación del Vehículo (N^0 de serie) y ubicación:	
8	Velocidad Máxima (Km/hr):	
9	Autonomía (Km):	
10	Masa en Orden de Marcha (Kg):	
11	Número de ruedas:	
12	Cantidad de asientos:	
13	Clase de Transmisión (mecánica, automática, otros): **(si corresponde)**	
14	Tipo de embrague (cuando corresponda):	
15	Relación y tipo de transmisión: **(si corresponde)**	

ASPECTOS CONSTRUCTIVOS

16	Tipo y dimensiones de neumáticos:	
17	Presión de los neumáticos:	
18	Largo / ancho / alto (mm):	
19	Altura de los asientos (mm):	

20	Distancia entre ejes (mm):	
21	**Ancho de trocha (si corresponde)**	
22	Descripción **y diagrama** del sistema de frenos:	
23	Descripción **y diagrama** del sistema de suspensión:	
24	Descripción **y diagrama** del sistema de dirección:	
25	Descripción **y diagrama** del sistema de luces:	
26	**Material de carenado o carrocería (si corresponde)**	

IDENTIFICACION DEL ~~MOTOR ELÉCTRICO~~ SISTEMA ELECTRICO

25	Fabricante **del motor**	
26	Tipo de motor y características	
27	Potencia nominal y potencia máxima del motor (Kw)	
28	Torque del motor ~~(Kw-sg)~~ **(Nm)**	
29	Velocidad máxima del motor (RPM)	
30	Tipo de baterías, peso y cantidad	
32	Tiempo de carga	
33	**Densidad de energía**	
34	Descripción del sistema de recarga	
35	Controlador de voltaje	
36	Sistema de voltaje (serie o paralelo)	
37	Dispositivo de entrada de voltaje al motor	
38	Consumo de energía (volt/sg)	
39	Diagrama del sistema eléctrico	
40	Indicar principio de funcionamiento del Sistema de Alimentación Eléctrico	
41	**Medidas de seguridad para manejo y uso de baterías**	

3.3.3. Propuestas de mejora a la normativa

Se proponen 2 mejoras a la normativa, una a corto y otra a largo plazo. Estas mejoras tienen que ver con las definiciones de los vehículos y como deberían estar estructurados los Decretos Supremos de tal manera que permitan un rápido entendimiento del tema.

Si bien en la metodología, específicamente en el capítulo 2.3, ilustración 16, se expone el orden de las normas que fueron usadas para llevar a cabo el proceso, hace falta un cambio en la normativa, específicamente en los decretos donde se encuentran las definiciones y categorías de los vehículos ya que esto permitiría poder clasificar a cualquier vehículo o prototipo independiente del sistema de propulsión que tenga.

A continuación se detallan ambas propuestas.

Un propuesta a corto plazo sería modificar el D.S N°247 para que en él se incluyan las definiciones de los vehículos motorizados que podrán regirse bajo este Decreto. Tal modificación consistiría en cambiar una frase del punto 1 del D.S N°247 que detalla:

"1.- Los vehículos motorizados propulsados eléctricamente, quedarán excluidos de la homologación y/o certificación de emisiones y de la verificación de conformidad de las emisiones vehiculares a que se refieren las letras a) y c) del número 1º del decreto supremo Nº 54, de 1997, antes aludido, siéndoles aplicable la homologación de aspectos constructivos de la letra b) del mismo número y el resto de las normas sobre homologación, en lo que fueren pertinentes dadas sus características especiales."

El cambio que se propone detalla:

"1.- Los vehículos motorizados propulsados eléctricamente ***y definidos en los Decretos Supremos N°104 y N°211, que disponen normas de emisiones para motocicletas y vehículos livianos respectivamente,*** *quedarán excluidos de la homologación…"*

Este pequeño e importante cambio, permitiría aplicar el D.S N°247 a todos los vehículos motorizados definidos en los decretos que regulan emisiones eliminando el vacío legal que existe hoy en día con respecto a la homologación de motocicletas eléctricas que por ser definidas dentro de una norma de emisiones no pueden someterse a un proceso de homologación normal.

A continuación se presenta la estructura y explicación de cómo debería ser el cambio a largo plazo.

Según la estructura expuesta en el capítulo 2.3 se propone un cambio en el orden en el cual la normativa, junto a sus decretos, le da la categoría o la definición a los vehículos a homologar.

Después de la Ley de Tránsito debería existir un Decreto que reemplace al D.S N°54 y que, aparte de definir los procesos de homologación, también defina las categorías de vehículos sin importar el método de propulsión que tenga. Los Decretos que actualmente acompañan al N°54 como el D.S N°22 y D.S N°247 son claros y no alteran el procedimiento, por lo que se propone dejarlos tal como están.

EL Decreto que sigue es el D.S N°104, que actualmente define las categorías y regula las emisiones de las motocicletas, por lo que se propone crear un decreto nuevo que reemplace el N°104 y que sólo regule las emisiones para las motocicletas de motor a combustión interna, permitiendo que una motocicleta eléctrica, definida previamente por el Decreto nuevo propuesto en el párrafo anterior, pueda ser evaluada por los aspectos constructivos.

Con respecto a los aspectos constructivos, hace falta una mayor exigencia en cuanto a la seguridad exigida para las motocicletas, como por ejemplo la Resolución N°48 para los vehículos livianos que regula mediante normas internacionales los elementos de seguridad para este tipo de vehículos.

En cuanto al Oficio que describe el procedimiento y los documentos a adjuntar en el proceso, también debe sufrir una mejora relacionada con lo propuesto en el apartado

anterior, donde se propone que los documentos deben ser más transversales a todo tipo de motocicletas y mejorar los requerimientos técnicos que se solicitan a los VE.

Finalmente, se propone que esta misma lógica se aplique tanto para los vehículos livianos y medianos y para los vehículos pesados, con tal de crear un proceso normativo transversal a todo tipo de vehículo.

A continuación se presenta el orden lógico de las normativas teniendo en cuenta las propuestas realizadas anteriormente.

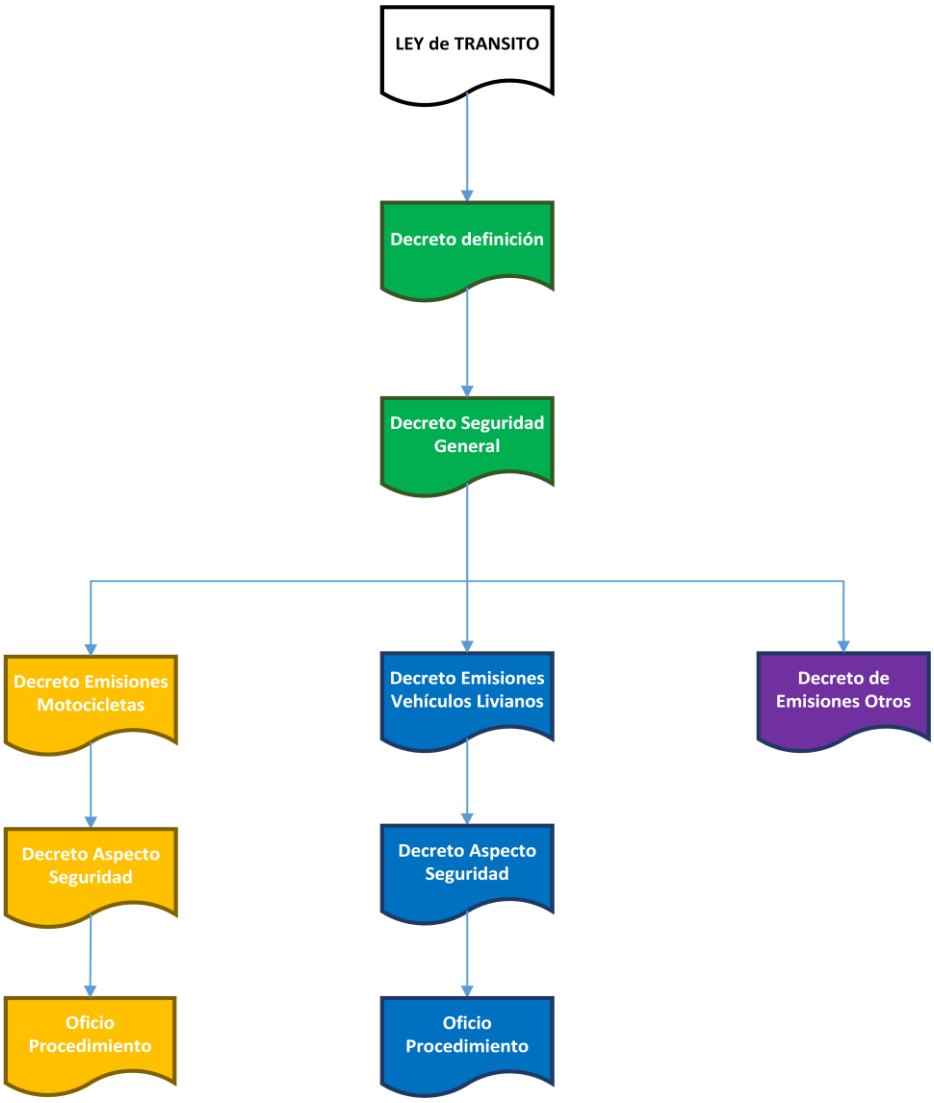


Ilustración 22: Propuesta de estructura de normas a largo plazo.

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones generales

El proceso actual para vehículos motorizados de 2, 3 y 4 ruedas está muy enfocado en un solo tipo de vehículo, el de combustión interna, de hecho la mayoría de la normativa existente en Chile está hecha para homologar a vehículos de ese tipo. Sólo en la última década se han hecho modificaciones a la normativa para cambiar ciertos aspectos permitiendo poder homologar un vehículo eléctrico, pero solo para los vehículos de categoría livianos. Es más, el único D.S publicado en la última década, relativo a los Vehículos Eléctricos es el N°247 y que solo dice que a este tipo de vehículos no se le deben aplicar las normas de emisiones.

Esto es muy poco comparado con los 3 cambios a la normativa que ha realizado Europa en los últimos 20 años (Directiva 97/CE, Directiva 2002/24/CE y Reglamento N°168), que van en línea con el aumento de la tecnología e innovación en los VE, permitiendo que hoy en día se pueda diseñar y fabricar un vehículo con cualquier sistema de propulsión y ser homologado bajo el mismo procedimiento y requisitos técnicos que el resto.

Cabe destacar que la Unión Europea en su última modificación, con denominación de Reglamento y no de Directiva, permite que toda la Unión se rija por el mismo documento por lo que desde ahora en adelante existirá un único proceso para toda la Comunidad Europea relativa a la homologación de vehículos de 2, 3 ruedas y cuatriciclos.

Mientras Chile siga estancado en la normativa actual y no se realicen cambios legislativos importantes, no podrá avanzar en la creación de una industria en torno al diseño y construcción de vehículos eléctricos a menor escala como lo son las motocicletas de 3 ruedas.

Las mejoras propuesta consideran una modificación al proceso, a los documentos a presentar en él y a la estructura normativa, en la cual se debe partir por un cambio

profundo a la base legal relativa a la homologación de vehículos de 2, 3 y 4 ruedas (el proceso de homologación para vehículos livianos está bien constituido).

En cuanto al proceso hace falta facilitar la entrada de motocicletas o vehículos motorizados eléctricos de 2 o más ruedas, a través de una etapa de consultas y discusión entre ambas partes con el objetivo de contrastar los requisitos técnicos con lo que dice la norma.

Por otra parte, con respecto a los documentos a presentar, se concluye que es imperante incluir conceptos que permitan integrar a los vehículos eléctricos en el proceso, sin tener que rehacer los documentos.

Por último, con respecto a la normativa es necesario como primer paso hacer pequeñas modificaciones a corto plazo para implantar la necesidad de que a mediano plazo sea posible homologar vehículos eléctricos bajo ciertas condiciones mientras se avanza en un cambio normativo profundo para el día de mañana ser un país referente en este tipo de procesos.

Con respecto a la seguridad de las motocicletas se concluye que falta mucho por desarrollar. De por sí, las motocicletas son inseguras y sus procedimientos de homologación no son tan exigentes como lo son para los vehículos livianos por lo que sin importar el tipo de motor que tenga, combustión o eléctrico, no entrega mayor seguridad para el usuario.

4.2. Conclusiones específicas

4.2.1. Estado del arte

La primera conclusión tiene que ver con la evolución que ha tenido la industria de los VE a lo largo de la historia, que comenzó siendo una solución real de transporte, siendo superado por los Vehículos de combustión pero que hoy en día, junto a la tecnología, vuelven a hacer una solución de trasporte sustentable.

A nivel internacional ya se han hecho modificaciones a la normativa para facilitar la entrada de este tipo de vehículos, como es el caso de la Unión Europea.

Por último debemos concluir que a nivel nacional aún falta por alcanzar los estándares internacionales y que debemos dejar de pensar que los vehículos a combustión interna son la única solución.

4.2.2. Metodología

Después de revisar la normativa disponible se llega a la conclusión de que la definición que se infiere de las normas es que, según la Ley 18.290, el prototipo experimental LRS VILTI es un vehículo, por ser un medio para transportar personas de un lugar a otro. Que este vehículo es una motocicleta de 3 ruedas, con un peso menor a 680 [Kg] según el Decreto N°104, que debe someterse sólo a un procedimiento de homologación de aspectos constructivos, según lo señala el Decreto N°247 y que debe cumplir con los requisitos mínimos de seguridad que detalla el D.S N°234 y los requisitos técnicos de los sistemas del vehículo según el Decreto N°22.

Cumpliendo con estos requerimientos, el vehículo está apto para seguir el procedimiento de homologación descrito en el Oficio N° 957 y presentarlo al 3CV para finalmente obtener el certificado de homologación.

4.2.3. Resultados

De los análisis individuales hechos a las entrevistas, se concluye que la opinión de los profesionales entrevistados coincide en que a nivel nacional aún no tenemos las herramientas capaces para homologar vehículos prototipos eléctricos de 2, 3 y 4 ruedas y que debemos tomar como ejemplo lo hecho a nivel internacional para comenzar a crear los cambios que se necesitan. Por otra parte hoy en día es difícil pensar en homologar vehículos eléctricos construidos en Chile bajo estándares internacionales, ya que éstos implican que los vehículos deben someterse a pruebas destructivas y muy costosas en laboratorios que no se encuentran en Latinoamérica, salvo Brasil, pero sí es posible homologarlos en Chile bajo los procedimientos ya conocidos por tratarse de un proceso de homologación documentado y que el 3CV, en

casos como el tratado en este trabajo de titulación, puede interpretar el sentido de la norma y ajustarla a vehículos que no están definidos en ella. Finalmente, creen que el camino correcto a seguir es que la ONG La Ruta Solar sea parte de un proceso ambicioso que busque modificar o cambiar la normativa existente con el fin de permitir no sólo la entrada de vehículos eléctricos, sino que también los construidos en nuestro país.

Los hechos descritos en el punto 3.2.1, dan cuenta de que el 3CV no está preparado para recibir y homologar vehículos motorizados eléctricos de 3 ruedas, específicamente motocicletas, ya que la base normativa del organismo (la misma que se analiza en este trabajo de titulación) no lo permite. Cabe señalar que las respuestas emitidas por parte del organismo ante las consultas y/o solicitudes emanadas por parte de la ONG La Ruta Solar en relación al procedimiento detallado en hechos en el apartado anterior, no siempre fueron satisfactorias, carecieron de aspectos técnicos y las normas que citaron como respaldo no solucionaron el problema sino que generó un vacío aún mayor.

Por otra parte los cambios efectuados al vehículo fueron realizados para cumplir con la normativa actual para motocicletas y fueron bien recibidos por el 3CV; sin embargo, es recomendable que para el caso de motocicletas eléctricas se añadan elementos como un medidor de carga y temperatura de la batería y/o un potenciómetro del motor eléctrico.

Finalmente, la documentación solicitada en el proceso debe ser más acorde o por lo menos considerar a los vehículos eléctricos dentro de sus requerimientos. Se hace notorio que no se haya profundizado en la modificación de estos documentos cuando se decidió incorporar a las motocicletas eléctricas en el proceso, si bien es un avance, aún falta mucho por mejorarlo.

Si bien parte importante de los objetivos específicos es proponer mejoras a los procedimientos, se constata que es muy difícil plantear una mejora si no hay una base normativa fuerte.

4.3. Recomendaciones

Se recomienda ahondar más en el tema legislativo, investigar la raíz de este problema y proponer un método de trabajo estratégico a largo plazo para generar un cambio en el paradigma, que tenga como resultado un cambio concreto en la normativa actual de vehículos motorizados de 2, 3 y 4 ruedas.

Queda por definir las categorías que podrían tener los vehículos motorizados, teniendo en cuenta el peso, la cantidad de ruedas, la potencia del motor (independiente el tipo de propulsión), la cantidad y peso de las baterías, si tiene carrocería y teniendo en cuenta también las definiciones Europeas.

Finalmente se recomienda también que la ONG La Ruta Solar, sea un referente y un agente importante de cambios en temas relacionados con la movilidad sustentable y que es urgente que se trabaje en conjunto con el Gobierno para generar las modificaciones a la normativa necesarias para permitir la entrada de vehículos motorizados eléctricos y generar industria local en torno a la electromovilidad.

REFERENCIAS

[1] ELECTRIC Auto Asociation. EV History. [En linea].

<http://www.electricauto.org/?page=EVHistory> [consulta 06 de Abril de 2014]

[2] TECMOVIA. La historia del coche eléctrico: un largo proceso de desarrollo. [En línea] <http://www.tecmovia.com/2011/07/19/la-historia-del-coche-electrico-un-largo-proceso-de-desarrollo/> [consulta: 06 de Abril de 2014]

[3] GONZALEZ, Gabriel. ¿Cuál es el mejor motor para un auto eléctrico? [en línea] <http://autolibre.blogspot.com/2009/05/cual-es-el-mejor-motor-para-un-auto.html> [consulta: 05 de Abril de 2014

[4] QUADRINO. Baterías Lipo. [En línea]

<http://www.quadruino.com/guia-2/materiales-necesarios-1/baterias-lipo> [Consulta 03 de Mayo de 2014]

[5] HADHAZY, Adam. A better batery? The lithium Ion cells gets supercharged. [En linea]

<http://www.scientificamerican.com/article/better-battery-lithium-ion-cell-gets-supercharged> [Consulta 10 de Mayo de 2014]

[6] WAKEFIELD, Ernest H. History of the electric automobile. Estados Unidos. Society of Automotive Ingeniers, Inc (SAE), 1998.

[7] KENJO, Tak. Electric motors and their controls. Inglaterra, Oxford University Press, Inc, 1991.

[8] GILLESPIE, Thomas D. Fundamentals of vehicles dynamics. Estados Unidos. Society of Automotive Ingeniers, Inc (SAE), 1999.

[9] SMITH, Carrol. Racing chasis and suspension design. Estados Unidos, Society of Automotive Ingeniers, Inc (SAE), 2004.

[10] ECKERMANN, Erik. World History of the Automobile. Estados Unidos, Society of Automotive Ingeniers, Inc (SAE), 2001.

[11] SPERLING, Daniel y GORDON Deborah. Two Billion Cars. New York, Estados Unidos, Oxford University Press, Inc, 2009.

[12] RILEY, Robert Q. Alternative Cars in the 21st Century, a new personal transpotation paradigm, 2a ed. Estados Unidos, Society of Automotive Ingeniers, Inc (SAE), 2003.

[13] ROSENZWEIG, Cynthia. SOLECKI, William D. HAMMER, Stephen A. MEHROTRA, Shagun. "Climate change and cities". New York, Estados Unidos, Cambridge University Press, 2011.

[14] MONDT, J. Robert. "Cleaner Cars: The History and Tecnology of Emission Control Since the 1960s". Estados Unidos, Society of Automotive Ingeniers, Inc (SAE), 2000.

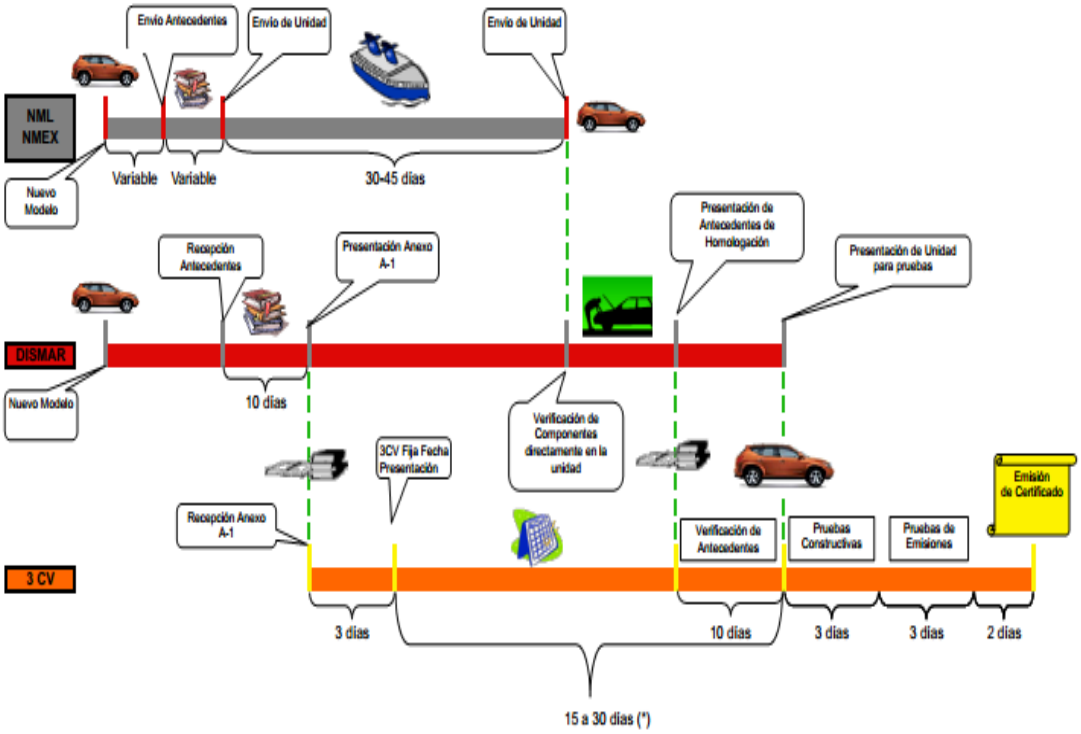
[15] WHITELEGG, John. "Transport for a Sustainable Future: The Case for Europe". Estados Unidos, Belhaven Press, 1993.

[16] Biblioteca del Congreso Nacional de Chile. Dispone normas de homologación de vehículos. [en linea]. http://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=74654

APÉNDICES

Apéndice A

Infografía del proceso de homologación de un vehículo liviano



Apéndice B:

Documentos necesarios para el proceso de homologación

ANEXO A

CARTA TIPO DE COMUNICACIÓN DE DIPONIBILIDAD DE MODELO

DE MOTOCICLETA PARA LA EJECUCIÓN DE PRUEBAS
(Original y Copia)

Santiago____ de _____ de 20__

Señor
Secretario Técnico

Centro de Control y

Certificación Vehicular

Presente

De mi consideración:

Por medio de la presente, comunico a Ud., la disponibilidad del modelo de motocicleta Marca_____ , Modelo _____ a partir del día_____ para la ejecución de pruebas, correspondientes al procedimiento de Homologación Vehicular, bajo la norma de emisiones _____ en el Centro de Control y Certificación Vehicular (3CV).

Adjunto, además, las configuraciones de los modelos de motocicletas que se solicita sean amparadas por esta homologación:

Denominación Comercial	Cilindrada (cm^3)	Nº de Ruedas	Ciclo (2 o 4 Tiempos)	Veloc. Máx. indicada por el Fabr. (Km/hr)	Masa en Orden de Marcha (kg.)	Clase de Transmisión

Nota: Para motocicletas de 2 Tiempos se requiere declarar el lubricante recomendado por el fabricante y su proporción de mezcla.

Quedamos a la espera de la comunicación de la fecha de presentación, a que se refiere la letra a.- del número 4) del oficio 58/2001 del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones.

Sin otro particular, le saluda

Firma

Nombre o Razón Social de Empresa	
Persona Contacto 3CV	
Fono/Fax	
E-Mail	
Dirección	

ANEXO B

CARTA TIPO DE SOLICITUD DE HOMOLOGACIÓN

(Original y Copia)

Santiago____ de _____ de 200_

Señor
Secretario Técnico

Centro de Control y

Certificación Vehicular

Presente

De mi consideración:

En conformidad con lo establecido en el artículo 3° del decreto supremo 54/97 y en la letra a.- del número 3) del oficio circular 58/2001, ambos del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones, acompaño los antecedentes técnicos descriptivos del modelo de motocicleta Marca _____, Modelo _____ , la cual cumple con la norma de emisión estipulada por_____.

Adjunto a la presente, se encuentra una estimación anual del número de motocicletas que se pretenden amparar con la homologación que se solicita.

Nota:

- La motocicleta no debe ser presentada con la PCV (ventilación positiva del Carter) al ambiente.
- La motocicleta deber ser presentada con la cadena de transmisión con el ajuste recomendado por el fabricante y la batería en óptimas condiciones.

Sin otro particular, le saluda

Firma

Nombre o Razón Social de Empresa	
Persona Contacto 3CV	
Fono/Fax	
E-Mail	
Dirección	

ANEXO F

IDENTIFICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LA

CONFIGURACION DE LA MOTOCICLETA ELECTRICA

1. Fabricante de la motocicleta : _____
2. Representante del fabricante en Chile : _____
3. Marca / Modelo : _____
4. Año de fabricación / Año modelo : _____
5. Denominación Comercial : _____
6. Identificación del motor (código) y ubicación : _____
7. Identificación del Vehículo (Nº de Serie) y ubicación : _____
8. Velocidad Máxima (Km/hr) : _____
9. Autonomía (Km) : _____
10. Masa en Orden de Marcha (Kg o Lb) : _____
11. Número de ruedas : _____
12. Asientos
    a) Una persona : ☐
    b) Dos personas: ☐
    c) Otro : _____
13. Clase de Transmisión (mecánica, automática, otros) : _____
14. Tipo de embrague (cuando corresponda) : _____
15. Relación y tipo de transmisión : _____

Aspectos Constructivos

16. Tipo y dimensiones de neumáticos : _____
17. Presión de los neumáticos : _____
18. Largo /ancho /alto (mm) : _____
19. Altura de los asientos (mm) : _____
20. Distancia entre ejes (mm) : _____

21. Descripción del sistema de frenos : _____

22. Descripción del sistema de suspensión : _____

23. Descripción del sistema de dirección : _____

24. Descripción del sistema de luces : _____

Identificación del Motor Eléctrico

25. Fabricante : _____
26. Tipo de motor y características : _____

27. Potencia nominal y potencia máxima del motor : _____

28. Torque del motor (Kw-sg) : _____

29. Velocidad máxima del motor (RPM) : _____

30. Tipo de baterías, peso y cantidad : _____

31. Tiempo de carga : _____

32. Descripción del sistema de recarga : _____

33. Controlador de voltaje : _____

34. Sistema de voltaje (serie o paralelo) : _____

35. Dispositivo de entrada de voltaje al motor : _____

36. Consumo de energía (volt /seg) : _____

37. Diagrama del sistema eléctrico : _____

38. Indicar principio de funcionamiento del : _____

Sistema de Alimentación Eléctrico

Apéndice C

Cartas y solicitudes enviadas a 3CV

C.1: Anexo A, carta de comunicación de disponibilidad de modelo de motocicleta para ejecución de pruebas. Enviada 06 de Abril de 2014.

ANEXO A

CARTA DE COMUNICACIÓN DE DISPONIBILIDAD DE MODELO DE MOTOCICLETA PARA LA EJECUCIÓN DE PRUEBAS
(Original y Copia)

Santiago **09** de **Mayo** de 20**14**

Señor
Secretario Técnico
Centro de control y
Certificación Vehicular
Presente

De mi consideración:

Por medio de la presente, comunico a Ud, la disponibilidad del modelo de motocicleta Marca **LRS**, Modelo **VILTI** a partir del día **28 de mayo de 2014** para la ejecución de pruebas, correspondientes al procedimiento de Homologación Vehicular bajo la norma de emisiones **MOTOCICLETA ELECTRICA** en el Centro de Control y Certificación vehicular (3CV).

Adjunto además, las configuraciones de los modelos de motocicletas que se solicita sean amparadas por esta homologación:

Denominación Comercial	Cilindrada (cm^3)	N de Ruedas	Ciclo (2 o 4 Tiempos)	Veloc. Máx. indicada por el Fabr. (Km/hr)	Masa en Orden de Marcha (Kg)	Clase de Transmisión
VILTI	----------	**3**	**Eléctrico**	**60**	**90**	**Mecánica**

Quedamos a la espera de la comunicación de la fecha de presentación, a que se refiere la letra a.- del número 4) del oficio 58/2001 del Ministerio de Transportes y telecomunicaciones.

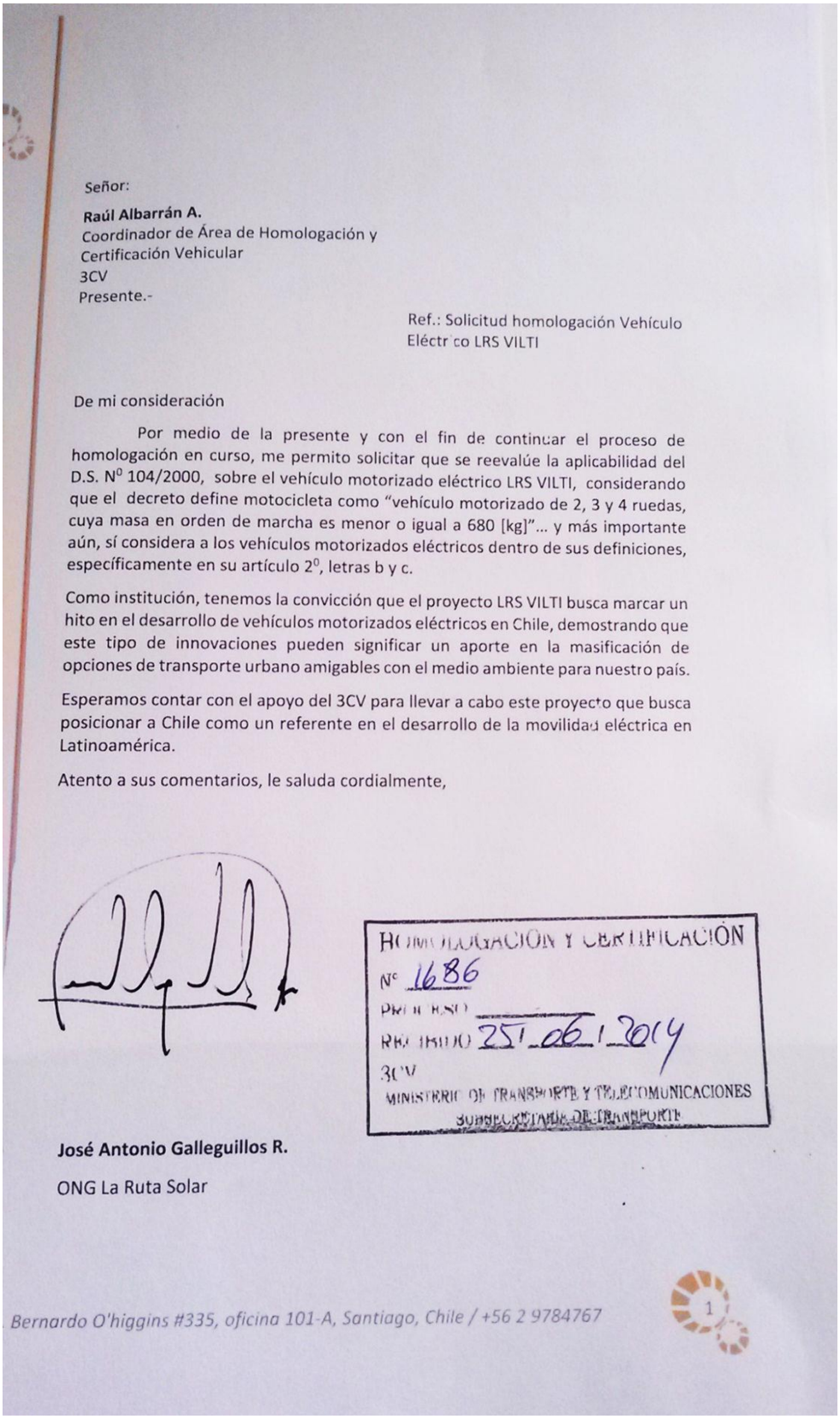
Sin otro particular, le saluda

José Antonio Galleguillos R.

Firma ----------

Nombre o Razón Social de la Empresa	**ONG La Ruta Solar**
Persona Contacto 3CV	**José Antonio Galleguillos**
Fono/Fax	**26338050**
E-Mail	**Jose.galleguillos@larutasolar.com**
Dirección	**Alameda #335, Santiago**

C.2: Carta a secretario técnico de 3CV



Señor:

Raúl Albarrán A.
Coordinador de Área de Homologación y
Certificación Vehicular
3CV
Presente.-

Ref.: Solicitud homologación Vehículo
Eléctrico LRS VILTI

De mi consideración

Por medio de la presente y con el fin de continuar el proceso de homologación en curso, me permito solicitar que se reevalúe la aplicabilidad del D.S. N^0 104/2000, sobre el vehículo motorizado eléctrico LRS VILTI, considerando que el decreto define motocicleta como "vehículo motorizado de 2, 3 y 4 ruedas, cuya masa en orden de marcha es menor o igual a 680 [kg]"... y más importante aún, sí considera a los vehículos motorizados eléctricos dentro de sus definiciones, específicamente en su artículo 2^0, letras b y c.

Como institución, tenemos la convicción que el proyecto LRS VILTI busca marcar un hito en el desarrollo de vehículos motorizados eléctricos en Chile, demostrando que este tipo de innovaciones pueden significar un aporte en la masificación de opciones de transporte urbano amigables con el medio ambiente para nuestro país.

Esperamos contar con el apoyo del 3CV para llevar a cabo este proyecto que busca posicionar a Chile como un referente en el desarrollo de la movilidad eléctrica en Latinoamérica.

Atento a sus comentarios, le saluda cordialmente,

HOMOLOGACIÓN Y CERTIFICACIÓN
Nº 1686
PROCESO
RECIBIDO 25/06/2014
3CV
MINISTERIO DE TRANSPORTE Y TELECOMUNICACIONES
SUBSECRETARÍA DE TRANSPORTE

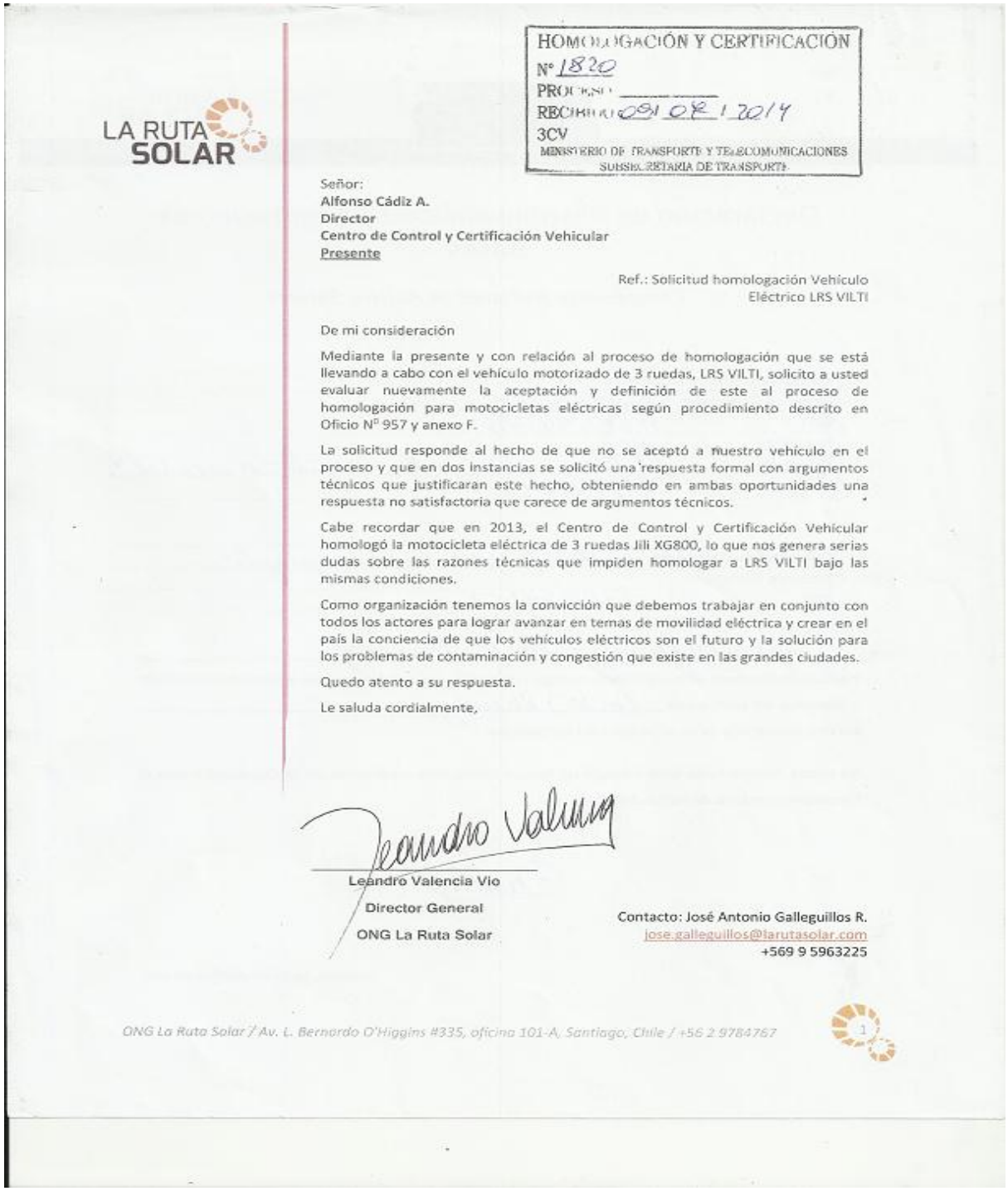
José Antonio Galleguillos R.

ONG La Ruta Solar

Bernardo O'higgins #335, oficina 101-A, Santiago, Chile / +56 2 9784767

1

C.3: Carta a Director 3CV



HOMOLOGACIÓN Y CERTIFICACIÓN
N° 1820
PROCESO
RECIBIDO 29 OCT 2014
3CV
MINISTERIO DE TRANSPORTE Y TELECOMUNICACIONES
SUBSECRETARIA DE TRANSPORTE

LA RUTA SOLAR

Señor:
Alfonso Cádiz A.
Director
Centro de Control y Certificación Vehicular
Presente

Ref.: Solicitud homologación Vehículo Eléctrico LRS VILTI

De mi consideración

Mediante la presente y con relación al proceso de homologación que se está llevando a cabo con el vehículo motorizado de 3 ruedas, LRS VILTI, solicito a usted evaluar nuevamente la aceptación y definición de este al proceso de homologación para motocicletas eléctricas según procedimiento descrito en Oficio N° 957 y anexo F.

La solicitud responde al hecho de que no se aceptó a nuestro vehículo en el proceso y que en dos instancias se solicitó una respuesta formal con argumentos técnicos que justificaran este hecho, obteniendo en ambas oportunidades una respuesta no satisfactoria que carece de argumentos técnicos.

Cabe recordar que en 2013, el Centro de Control y Certificación Vehicular homologó la motocicleta eléctrica de 3 ruedas Jili XG800, lo que nos genera serias dudas sobre las razones técnicas que impiden homologar a LRS VILTI bajo las mismas condiciones.

Como organización tenemos la convicción que debemos trabajar en conjunto con todos los actores para lograr avanzar en temas de movilidad eléctrica y crear en el país la conciencia de que los vehículos eléctricos son el futuro y la solución para los problemas de contaminación y congestión que existe en las grandes ciudades.

Quedo atento a su respuesta.

Le saluda cordialmente,

Leandro Valencia Vio
Director General
ONG La Ruta Solar

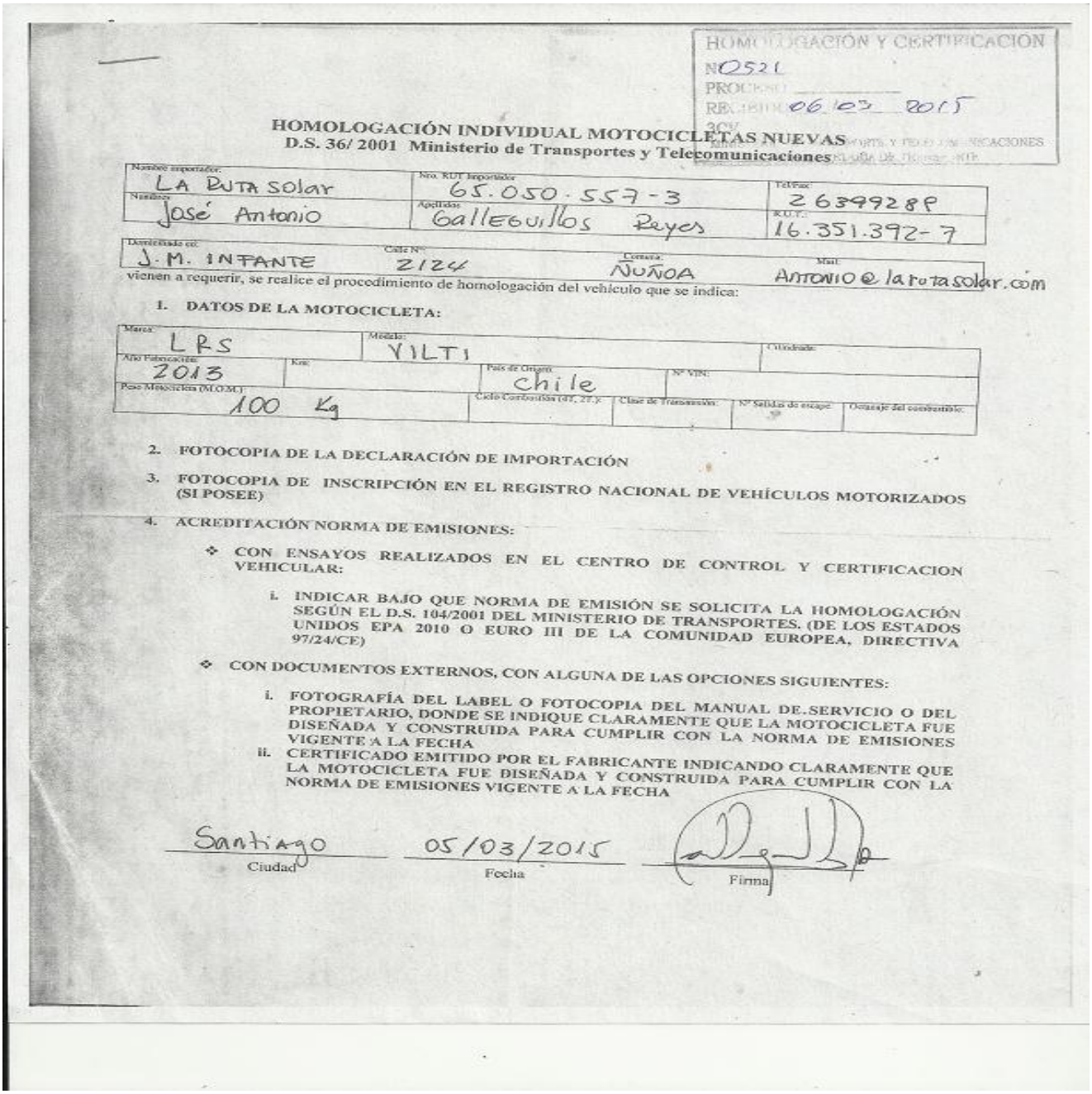
Contacto: José Antonio Galleguillos R.
jose.galleguillos@larutasolar.com
+569 9 5963225

ONG La Ruta Solar / Av. L. Bernardo O'Higgins #335, oficina 101-A, Santiago, Chile / +56 2 9784767

1

Apéndice D

Formulario de Homologación Individual y anexos adjuntados



HOMOLOGACIÓN Y CERTIFICACION
N0521
PROCESO
RECEPCION 06/03/2015

HOMOLOGACIÓN INDIVIDUAL MOTOCICLETAS NUEVAS
D.S. 36/ 2001 Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones

Nombre importador:	Nro. RUT importador:	Teléfono:
LA RUTA Solar	65.050.557-3	26399288
Nombres: José Antonio	Apellidos: Gallegullos Reyes	R.U.T.: 16.351.392-7
Domiciliado en: J.M. INFANTE 2124	Comuna: ÑUÑOA	Mail: ANTONIO@larutasolar.com

vienen a requerir, se realice el procedimiento de homologación del vehículo que se indica:

1. **DATOS DE LA MOTOCICLETA:**

Marca:	Modelo:	Cilindrada:
LRS	YILTI	
Año Fabricación: 2013	Km:	País de Origen: Chile
Peso Motocicleta (M.O.M.): 100 Kg	Ciclo Combustión (4T, 2T.):	Clase de Transmisión:

Nº VIN:	Nº Salidas de escape:	Montaje del combustible:

2. **FOTOCOPIA DE LA DECLARACIÓN DE IMPORTACIÓN**
3. **FOTOCOPIA DE INSCRIPCIÓN EN EL REGISTRO NACIONAL DE VEHÍCULOS MOTORIZADOS (SI POSEE)**
4. **ACREDITACIÓN NORMA DE EMISIONES:**
   - **CON ENSAYOS REALIZADOS EN EL CENTRO DE CONTROL Y CERTIFICACION VEHICULAR:**
     i. **INDICAR BAJO QUE NORMA DE EMISIÓN SE SOLICITA LA HOMOLOGACIÓN SEGÚN EL D.S. 104/2001 DEL MINISTERIO DE TRANSPORTES. (DE LOS ESTADOS UNIDOS EPA 2010 O EURO III DE LA COMUNIDAD EUROPEA, DIRECTIVA 97/24/CE)**
   - **CON DOCUMENTOS EXTERNOS, CON ALGUNA DE LAS OPCIONES SIGUIENTES:**
     i. **FOTOGRAFÍA DEL LABEL O FOTOCOPIA DEL MANUAL DE.SERVICIO O DEL PROPIETARIO, DONDE SE INDIQUE CLARAMENTE QUE LA MOTOCICLETA FUE DISEÑADA Y CONSTRUIDA PARA CUMPLIR CON LA NORMA DE EMISIONES VIGENTE A LA FECHA**
     ii. **CERTIFICADO EMITIDO POR EL FABRICANTE INDICANDO CLARAMENTE QUE LA MOTOCICLETA FUE DISEÑADA Y CONSTRUIDA PARA CUMPLIR CON LA NORMA DE EMISIONES VIGENTE A LA FECHA**

Santiago (Ciudad) 05/03/2015 (Fecha) (Firma)

ANEXO 1: Información técnica

IDENTIFICACIÓN Y CARACTERISTICAS DE LA CONFIGURACIÓN DE LA MOTOCICLETA ELECTRICA

1	Fabricante de la motocicleta:	La ruta solar
2	Representante del fabricante en chile:	La ruta solar
3	Marca / Modelo:	LRS / VILTI
4	Año de fabricación / Año modelo:	2013 / 2014
5	Denominación comercial:	Vilti
8	Velocidad Maxima (Km/hr):	60
9	Autonomía (Km):	20
10	Masa en Orden de Marcha (Kg o Lb):	100 (kg)
11	Número de ruedas:	3 ruedas
12	Asiento:	1 asiento
13	Clase de Transmisión (mecánica, automática, otros):	Mecánica
15	Relación y tipo de transmisión:	14 cambios a través de cadena y engranajes

ASPECTOS CONSTRUCTIVOS

16	Tipo y dimensiones de neumáticos:	Neumático Geax Tatoo Light 26 x 2,3
17	Presión de los neumáticos:	Para un peso de vehículo más piloto el fabricante recomienda 3.6 [bar] *Ver Anexos*
18	Largo / ancho / alto (mm):	2550 / 1480 / 1320 [mm]
19	Altura de los asientos (mm):	1 asiento de
20	Distancia entre ejes (mm):	1780 [mm]
21	Descripción del sistema de frenos:	2 sistemas hidráulicos de frenos independientes, uno que comanda sobre las ruedas delanteras mediante una manilla en el lado derecho del manubrio y otro que comanda la rueda trasera mediante una manilla en el lado izquierdo del manubrio. Disposición se muestra en un diagrama anexo
22	Descripción del sistema de suspensión:	Suspensión neumática o por presión de aire independiente en cada rueda del vehículo. Disposición se muestra en un diagrama anexo.
23	Descripción del sistema de dirección:	Sistema mecánico de mandos laterales. Disposición se muestra en un diagrama anexo.
24	Descripción del sistema de luces:	Luz delantera alta y baja y luz trasera que aumenta intensidad al activar el freno. También cuenta con luces de viraje izquierda y derecha. Diagrama de disposición y conexión se muestra en anexo

IDENTIFICACION DEL MOTOR ELÉCTRICO

25	Fabricante	GOLDENMOTOR
26	Tipo de motor y características	MOTOR BRUSHLESS MULTIVOLTAJE CON CONTROLADOR INTERNO.
27	Potencia nominal y potencia máxima del motor (Kw	1000W - 1680W MAX.
28	Torque del motor (Kw-sg	0,027 (Kw-sg) o 27.66 (Nm)
29	Velocidad máxima del motor (RPM)	357 RPM
30	Tipo de baterías, peso y cantidad	BATERÍA DE LITIO (LIFEPO4), 8KG, 1 UNIDAD.
32	Tiempo de carga	100% 4 HRS - CARGA RÁPIDA DE 70% EN 1 HRS
33	Descripción del sistema de recarga	CARGA MEDIANTE INVERSOR AC A DC. “DE 220V A 54.6V 3AH” CONECTO A LA ENTRADA DEL SISTEMA BMS DE PROTECCION ELECTRICA DE LA BATERÍA MEDIANTE CONECTOR PLUG.
34	Controlador de voltaje	GOLDENMOTOR - CONVERSOR TRIFASICO A CORRIENTE CONTINUA UBICADO INTERNAMENTE EN EL MOTOR
35	Sistema de voltaje (serie o paralelo	PARALELO
36	Dispositivo de entrada de voltaje al motor	ENTRADA DE VDC MEDIANTE CONTROLADOR ELECTRONICO MARCA GOLDENMOTOR.
37	Consumo de energía	2 {kwh}
39	Indicar principio de funcionamiento del Sistema de Alimentación Eléctrico	ESTE SISTEMA FUNCIONA A TRAVES DE LA ENTREGA DE ENERGÍA VDC DESDE EL ACUMULADOR HACIA EL CONTROLADOR QUE SE ENCUENTRA INTERNAMENTE EN EL MOTOR BRUSHLESS, DICHO CONTROLADOR CONVIERTE LA CORRIENTE VDC EN VAC, ENTREGANDO LA ENERGÍA A LAS TRES FASES DEL MOTOR. MEDIANTE UN SENSOR HALL MIDE LA POSICION DEL ESTATOR, GENERANDO LOS PULSOS ELECTRICOS A ENTREGAR, GENERANDO LA REPULSIÓN EN LOS POLOS LO QUE A SU VEZ PRODUCE EL MOVIMIENTO.

ANEXO 2: imágenes y esquemas de respaldo a especificaciones técnicas

Neumáticos

ANEXOS

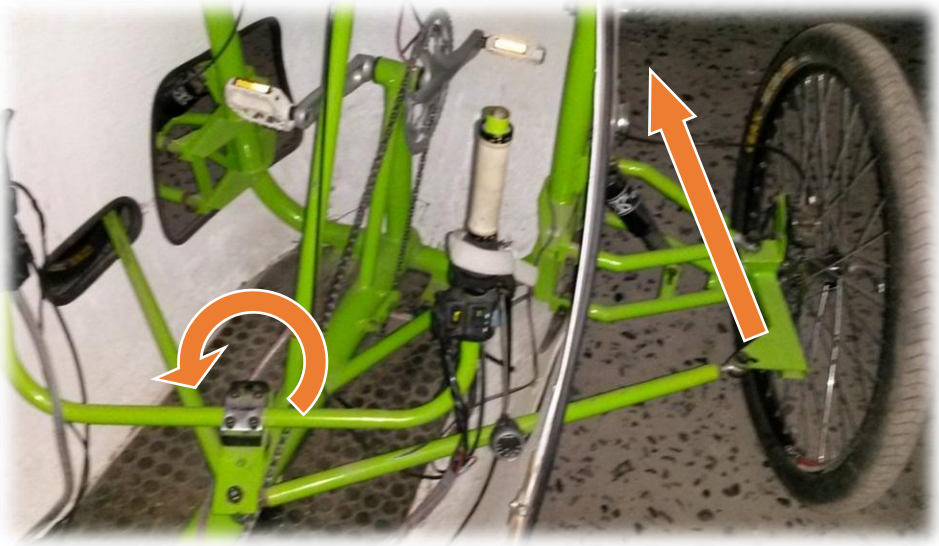
Sistema de frenos

Está compuesto por dos sistemas independientes de frenos de disco hidráulicos, marca Shimano. Uno actúa sobre las ruedas delanteras y el otro sobre la rueda trasera motriz. El mando de freno de la rueda trasera es directo, en tanto el mando para el freno de las ruedas delanteras es indirecto, que mediante una manilla tensiona una piola que actúa sobre una placa soporte que acciona las dos manillas de los frenos hidráulicos a la vez. Las manillas para ambos frenos se encuentran en el volante de mandos laterales que posee el vehículo.

Ilustración 1: Disposición de las manillas de frenos, caliper y frenos de disco.

Sistema de dirección

El sistema de dirección está basado en el principio de Ackerman y se compone de un manubrio, un tubo de dirección y dos barras direccionales conectadas a las ruedas delanteras. Es un sistema netamente mecánico y directo que permite un radio de giro de 10 [m] aproximadamente



.

Sistema de suspensión

El sistema de suspensión de este vehículo es independiente, lo que quiere decir que cada rueda del vehículo posee suspensión propia. Está compuesta por 3 amortiguadores neumáticos o suspensión de aire comprimido marca X Fusión, modelo Shox O2.

Sistema de luces

Las luces están dispuestas según configuración estándar de los vehículos motorizados. Posee un foco principal delantero con luz, de color amarillo, baja, alta y de estacionamiento; una luz trasera, de color rojo, que aumenta su intensidad al frenar y luces intermitentes de viraje, adelante y atrás, de color amarillo. La patente también es iluminada por una pequeña luz blanca dispuesta en la parte trasera. Estas son alimentadas por una batería Auxiliar de 12 [V] y los comandos de encendido y apagado se encuentran en el manubrio de mandos laterales.

Apéndice E

Resumen y detalles de reuniones con 3CV

1.- Reunión presentación de vehículo.

La reunión es requerida para saber cómo está construido el vehículo. El secretario técnico del centro de homologación, solicita más información en cuanto a los elementos técnicos que componen el vehículo. Ante esto se le comenta que este vehículo fue construido bajo los requerimientos técnicos y normativos de una motocicleta con el fin de homologarlo y obtener la patente de circulación. Se le comenta que el vehículo está fabricado con componentes de bicicleta de alto estándar, que cuenta con pedales lo que lo convierte en un vehículo híbrido con propulsión mecánica humana, que el vehículo tiene un largo de no más de 2,5 mt y un ancho de trocha de no más de 1,2 mt, también se le menciona que el vehículo cuenta con un sistema de dirección distinto al de una motocicleta, que no es unidireccional sino que por medio de mandos laterales. También pregunta por la posición del piloto y se le responde que este va sentado con una pequeña inclinación para facilitar el pedaleo. Por otro lado también se le comenta que la velocidad máxima por construcción es de 60 km/hr y que puede circular por calles con pendiente de hasta 5%.

En cuanto a la reglamentación, el secretario pregunta por la cantidad de ocupantes de este vehículo y también por la instalación de las luces y el espacio para la patente. Ante esto se le comenta que el vehículo fue diseñado y construido para un solo ocupante y que la instalación de las luces responde al decreto en el cual se especifica que las luces delantera y trasera de la motocicleta deben encenderse al dar partida al motor y que también posee una bocina. Finalmente se le comenta que la placa patente del vehículo será instalada en la parte trasera y que contará con una luz para visibilizar la placa durante la noche.

En cuanto a los frenos, pregunta si son independientes y se le especifica que estos son hidráulicos y que el mando de dirección cuenta con dos manillas, una para la rueda trasera y otra para las dos ruedas delanteras, cada una independiente de otra.

En cuanto a la carrocería del vehículo, se le comenta que ésta es de fibra de vidrio y que el parabrisas es de policarbonato.

Para finalizar la reunión el secretario técnico del 3CV, comenta que con eso ya tiene todos los antecedentes y que ahora solo le bastaría consultarlo con el Director de la institución y que si se encuentra todo bien, deberían dar luego una fecha de presentación.

2.- Reunión respuesta a solicitud de homologación

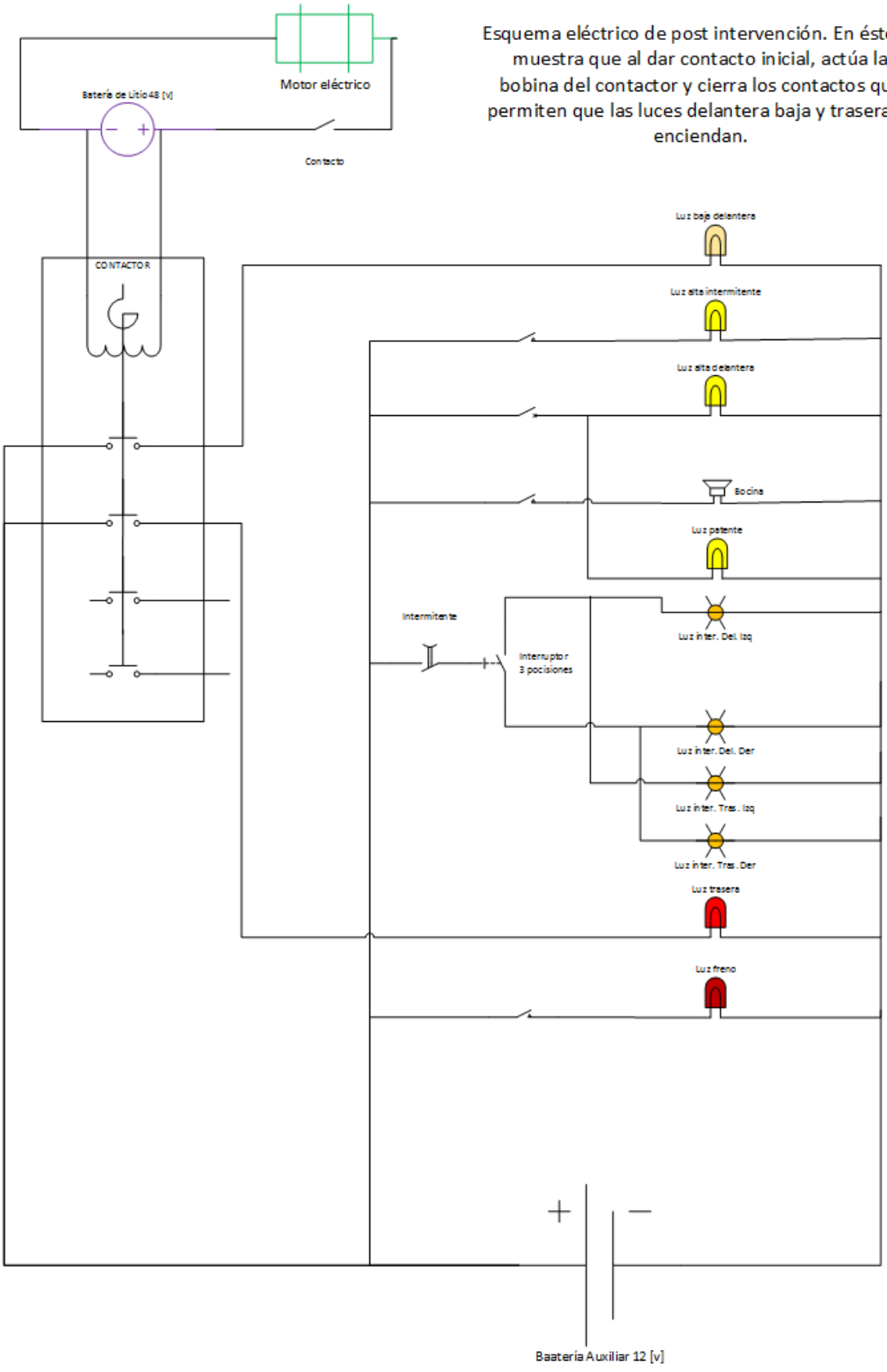
La reunión es para comunicar que desde el departamento de normas de la subsecretaría de trasportes y telecomunicaciones informaron que el vehículo no puede ser definido como motocicleta, que hoy en día para el caso de los vehículos eléctricos existe solo un decreto que hace referencia a ellos, el Decreto 247, que no hay más y que el decreto 104 que define a las motocicletas, es solo para vehículos a combustión interna, por lo tanto no hay una definición exacta para vehículos eléctricos. Ante esto comenta que lo único que podría definirlo es la ley de tránsito y que se enmarca en el artículo 75 que define a los vehículos motorizados según su tipo y clase y que deben estar provistos, además de otros elementos, de vidrios de seguridad. Comenta también que esto cambia todo el panorama y que el vehículo que hemos presentado para homologar no puede ser recibido en el proceso, al menos que cuente con un vidrio de seguridad y con los elementos que describe el artículo 75 de la Ley de Tránsito.

Posteriormente a esto, se le comenta que el decreto 104, si integra a los vehículos eléctricos dentro de la definición de motocicletas, específicamente en la definición de cuatriciclo ligero, pero el secretario vuelve a insistir que este decreto es solo para vehículos a combustión interna y que no tiene cabida para vehículos eléctricos. Lo que hace el decreto 104 es ver que tipo de vehículo es para poder aplicarle una norma de emisión, no es que defina a los vehículos en general.

También comenta que no es llegar y crear un vehículo o convertir uno en eléctrico, que no es llegar y ponerle un motor eléctrico y después definirlo por algún decreto, que hay un tema de seguridad de por medio y que el ministerio de transporte debe velar por eso.

Apéndice F

Esquema eléctrico Pos-intervención.



Esquema eléctrico de post intervención. En éste se muestra que al dar contacto inicial, actúa la bobina del contactor y cierra los contactos que permiten que las luces delantera baja y trasera se enciendan.