



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS
CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

TEMA:

“DESARROLLO DE UN PROYECTO DE NORMATIVA Y
PROCESO DE HOMOLOGACIÓN PARA UN VEHÍCULO DE
MOVILIDAD PERSONAL.”

TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO
DE INGENIERO AUTOMOTRIZ

Línea de investigación: Producción industrial y tecnología sostenible

AUTOR:

Ibeth Joely Quishpe Cabascango

DIRECTOR:

Ing. Rosero Añazco Ramiro Andrés MSc.

Ibarra-Ecuador 2025

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	1005064223		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Quishpe Cabascango Ibeth Joely		
DIRECCIÓN:	Otavalo		
EMAIL:	ijquishpec@utn.edu.ec / cabascangoibeth@gmail.com		
TELÉFONO FIJO:		TELF. MÓVIL	0983466595

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	Desarrollo de un proyecto de normativa y proceso de homologación para un vehículo de movilidad personal.
AUTOR:	Ibeth Joely Quishpe Cabascango
FECHA: AAAAMMDD	2025/11/06
SOLO PARA TRABAJOS DE TITULACIÓN	
CARRERA/PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> GRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniería Automotriz
DIRECTOR:	Ing. Rosero Añazco Ramiro Andrés MSc.

CONSTANCIAS

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 6 días, del mes de Noviembre de 2025

EL AUTOR:

Firma.....

Nombre: Ibeth Joely Quishpe Cabascango

**CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN
CURRICULAR**

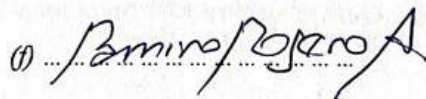
Ibarra, a los 30 días, del mes de Octubre de 2025

Ing. Rosero Añazco Ramiro Andrés

DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

CERTIFICA:

Haber revisado el presente informe final del trabajo de Integración Curricular, el mismo que se ajusta a las normas vigentes de la Universidad Técnica del Norte; en consecuencia, autorizo su presentación para los fines legales pertinentes.



Ing. Rosero Añazco Ramiro Andrés MSc.

C.C.: 1718193616


APROBACIÓN DEL COMITÉ CALIFICADOR

El Comité Calificado del trabajo de Integración Curricular “Desarrollo de un proyecto de normativa y proceso de homologación para un vehículo de movilidad personal.” elaborado por Ibeth Joely Quishpe Cabascango, previo a la obtención del título de Ingeniera Automotriz, aprueba el presente informe de investigación en nombre de la Universidad Técnica del Norte:

(f): 

Ing. Rosero Añazco Ramiro Andrés MSc.

C.C.:1718193616

(f): 

Ing. Victor Javier Montenegro Simancas MSc.

C.C.: 1717035149

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mi padre, Carlos Quishpe, quien nunca dejó de apoyarme. Ha sido un pilar fundamental y una guía constante en todos estos años de mi vida. Gracias a sus enseñanzas, oraciones y valores, he logrado culminar esta etapa universitaria.

A mi hermana Karen Quishpe, compañera desde la infancia, cuyo ejemplo y confianza me han inspirado siempre.

A Evolet, una niña que ha llenado mis días de alegría con cada ocurrencia y que ha sido una maravillosa hermana menor.

A mi madre Cristina, por confiar en mí y acompañarme en este proceso.

“Adorando a quien gloria merece” -Dios-

AGRADECIMIENTO

A mis padres, por proveerme con los recursos, el apoyo, pero, ante todo, la motivación suficiente para terminaren mi trayectoria académica

Al hermano Miguel Ángel Rueda, quien me acompañó desde el curso de nivelación hasta el final de mi carrera, siempre con palabras de apoyo y orientación.

A mi tutor, el Ing. Ramiro Rosero, por su guía constante, su paciencia y su compromiso durante el desarrollo de esta investigación.

RESUMEN

El presente trabajo consiste en la elaboración de un proyecto de normativa técnica y un procedimiento de homologación para los vehículos de movilidad personal (VMP) del tipo L1e-B para el Ecuador, dada la creciente adopción de tales medios de transporte y la inexistencia de normativa nacional. La investigación se basa en el análisis de normativas internacionales de referencia como el Reglamento (UE) No 168/2013 y de trabajos técnicos de micromovilidad y seguridad de las infraestructuras viales. La metodología utilizada incluyó la definición de criterios técnicos de aplicación y ensayos de velocidad máxima, frenado, comportamiento dinámico, luminosidad, superficies calientes, marcaje y ensayo de un modelo representativo. Los resultados muestran la posibilidad de establecer un procedimiento de homologación, seguridad, la eficiencia y el desempeño de los VMP en el ámbito urbano. Asimismo, se han puesto de manifiesto los problemas normativos e infraestructurales que hay que resolver para llegar a una integración adecuada y eficiente de los VMP en el sistema de movilidad urbana. La propuesta elaborada puede considerarse como una norma técnica y de procedimiento que puede ser asumida por el Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN) y por los Gobiernos Autónomos Descentralizados (GAD) para regular adecuadamente el uso de VMP para el país.

Palabras clave: Vehículos de Movilidad Personal (VMP), normativa técnica, homologación.

ABSTRACT

This work consists of the development of draft technical regulations and a homologation procedure for L1e-B personal mobility vehicles (PMVs) in Ecuador, given the increasing adoption of such means of transport and the lack of national regulations. The research is based on the analysis of international benchmark regulations such as Regulation (EU) No. 168/2013 and technical works on micromobility and road infrastructure safety. The methodology used included the definition of applicable technical criteria and tests for maximum speed, braking, dynamic behavior, luminosity, hot surfaces, markings, and testing of a representative model. The results demonstrate the feasibility of establishing a homologation procedure for the safety, efficiency, and performance of PMVs in urban environments. Furthermore, the regulatory and infrastructural challenges that must be resolved to achieve adequate and efficient integration of PMVs into the urban mobility system have been highlighted. The proposal developed can be considered a technical and procedural standard that can be adopted by the Ecuadorian Institute for Standardization (INEN) and the Decentralized Autonomous Governments (GAD) to adequately regulate the use of PMVs in the country.

Keywords: Personal Mobility Vehicles (PMVs), technical regulations, approval.

ÍNDICE TEMÁTICO	
ÍNDICE DE TABLAS	13
ÍNDICE DE IMÁGENES	14
ÍNDICE DE ECUACIONES.....	15
CAPÍTULO I.....	16
INTRODUCCIÓN	16
1.1. Problema de investigación	16
1.2. Objetivos	17
1.2.1 Objetivo General	17
1.2.2 Objetivos Específicos:.....	17
1.3. Alcance.....	17
1.4. Justificación.....	18
CAPÍTULO II:	20
MARCO TEÓRICO	20
2.1. Antecedentes Históricos y Evolución de los VMP	20
2.2. Movilidad y transporte sostenible	20
2.2.1. Transporte Sostenible	21
2.2.2. Movilidad Urbana	21
2.2.3. Micromovilidad.....	22
2.3. Sistemas y Modos de Transporte	23
2.3.1. Tipos de Transporte.....	24
2.4. Arquitectura y Componentes de Vehículos de Movilidad Personal	26
2.4.1. Estructura	26
2.4.2. Sistemas.....	27
2.4.3. Motores.....	28
2.4.4. Baterías.....	29
2.5. Clasificación de vehículos de movilidad personal tipo L1e.....	31
2.6. Seguridad Vial y VMP	32
2.7. Legislación y Homologación de VMP	33
CAPÍTULO III:	36
MATERIALES Y MÉTODOS	36
3.1 Tipo de investigación	36
3.2 Enfoque metodológico	36
3.4 Proceso metodológico aplicado.....	36
3.5 Validación técnica de la propuesta.....	38
3.6 Consideraciones éticas y legales	38
3.7 Materiales	39

3.7.1 Equipo para prueba de velocidad máxima	41
3.7.2 Equipo para prueba de frenado.....	41
3.7.3 Equipo para comportamiento dinámico	42
3.7.4 Ensayo dinámico	44
3.7.5 Equipo para iluminación	45
3.7.6 Ensayo de superficies calientes	46
3.8. Descripción de los ensayos	47
3.8.1 Ensayo de velocidad máxima.....	47
3.8.2 Ensayo de frenado	48
3.8.3 Ensayo de comportamiento dinámico	49
3.8.4 Ensayo dinámico	50
3.8.5 Ensayo de iluminación	51
3.8.6 Ensayo de apagado eléctrico	52
3.8.7 Ensayo de cierre combinado	53
3.8.8 Ensayo de superficies calientes	53
3.8.9 Ensayo de marcaje.....	54
3.9. REQUISITOS GENERALES PARA HOMOLOGAR EL VEHÍCULO DE MOVILIDAD PERSONAL.	55
3.9.1 Requisitos iniciales.....	55
3.9.2 Participantes	55
3.9.3 Fases para el proceso de homologación	56
3.9.4 Documentación.....	57
3.9.5 Pruebas para homologación de vehículo de movilidad personal	57
3.9.6 Límites de aprobación y rechazo.....	72
3.9.7 Principio de normalización 2847.....	73
CAPÍTULO IV:.....	74
ANÁLISIS Y DISCUSIÓN RESULTADOS	74
4.1 Proceso técnico para la homologación	74
4.1.1 Proceso de certificación	74
4.2 Evaluación del vehículo de movilidad personal tipo L1e-B	75
4.3 Ensayo de velocidad máxima.....	75
4.4 Ensayo de sistema de frenado	76
4.5 Ensayo de comportamiento dinámico	77
4.6 Ensayo de sistema iluminación	80
4.7 Ensayo de superficies calientes	83
4.8 Verificación del marcaje y rotulado	85
4.9. Informe final para homologación del vehículo de movilidad personal tipo	87

4.10. Proyecto de normativa para vehículos de movilidad personal tipo L1e-B	93
CAPÍTULO V	95
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	95
5.1 Conclusiones	95
5.2 Recomendaciones	97
ANEXO	98
REFERENCIAS	1

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Características de los motores de CC sin escobillas y con escobillas.....	29
Tabla 2. Tipos de baterías más utilizadas en los VMP.....	30
Tabla 3. Clasificación de vehículos de movilidad personal tipo.....	31
Tabla 4. Cifras de ventas y accidentes anuales de VMP en España (2023).....	32
Tabla 5. Cifras de ventas y accidentes anuales de VMP en Ecuador (2022).....	33
Tabla 6. Comparativa de Legislaciones y Enfoques de Homologación sobre VMP	34
Tabla 7. Equipos necesarios para diferentes tipos de ensayos.	40
Tabla 8. Dinamómetro para ensayo de máxima velocidad.	41
Tabla 9. Frenómetro para ensayo de frenado.	42
Tabla 10. Ensayo de comportamiento dinámico, prueba 1 y 2.	43
Tabla 11. Ensayo de comportamiento, ensayo 3 y 4.....	44
Tabla 12. Banco de pruebas para resistencia.....	45
Tabla 13. Luxómetro para ensayo de iluminación.	46
Tabla 14. Banco de pruebas de superficies calientes.	47
Tabla 15. Tipos de ensayos para la respectiva homologación.	58
Tabla 16. Cronometro digital	59
Tabla 17. Cronometro digital.	61
Tabla 18. Goniómetro para medir ángulos.....	63
Tabla 19. Intensidad luminosa delantera y trasera según la norma.....	68
Tabla 20. Características del luxómetro	69
Tabla 21. Características cámara térmica.....	71
Tabla 22. Parámetros de aprobación y rechazo.	72
Tabla 23. Resultados de ensayo de velocidad máxima	76
Tabla 24. Resultados de ensayo de frenado.	77
Tabla 25. Ensayo de estabilidad a baja velocidad (2 km/h – 8 km/h).....	78
Tabla 26. Ensayo de estabilidad a máxima velocidad (25 km/h).....	79
Tabla 27. Verificación de ensayo de iluminación.	82
Tabla 28. Ensayo de iluminación con Luxómetro.....	83
Tabla 29. Ensayo de superficies calientes.....	85
Tabla 30. Número de serie de vehículo de movilidad personal tipo L1e-B.....	86

ÍNDICE DE IMÁGENES

Figura 1. Micromovilidad como forma de transporte	23
Figura 2. Modos de transporte.....	24
Figura 3. Estructura del vehículo de movilidad personal.....	27
Figura 4. Proceso metodológico de la investigación.....	37
Figura 5. Diagrama de proceso de ensayo de velocidad máxima.	48
Figura 6. Diagrama de proceso de ensayo de frenado.....	49
Figura 7. Diagrama de proceso de ensayo de comportamiento dinámico.....	50
Figura 8. Diagrama de proceso de ensayo comportamiento dinámico	51
Figura 9. Diagrama de proceso de ensayo de iluminación.....	51
Figura 10. Diagrama de proceso de apagado eléctrico.....	52
Figura 11. Diagrama de proceso de cierre combinado.....	53
Figura 12. Diagrama de proceso de superficies calientes.	54
Figura 13. Diagrama de proceso de superficies calientes.	55
Figura 14. Proceso de homologación.	56
Figura 15. Ensayo de máxima velocidad	59
Figura 16. Proceso de ensayo de velocidad máxima.....	59
Figura 17. Ensayo de frenado.....	61
Figura 18. Proceso de ensayo de frenado	61
Figura 19. Modelo de rampa para la ejecución de los ensayos	62
Figura 20. Ensayo de depresión de calzada.....	63
Figura 21. Ensayo de escalón descendente y ascendente.....	64
Figura 22. Ensayo de perfil de bordillo.....	64
Figura 23. Proceso de ensayo de comportamiento dinámico.....	65
Figura 24. Luces obligatorias de vehículos de movilidad personal	65
Figura 25. Ensayo de iluminación (luxómetro).....	66
Figura 26. Diagrama de cromaticidad.	67
Figura 27. Proceso de ensayo de iluminación.	69
Figura 28. Ensayo de superficies calientes.....	70
Figura 29. Proceso de ensayo de superficies calientes.....	70
Figura 30. Ensayo de marcaje	72
Figura 31. Proceso de certificación.	74
Figura 32. Luz delantera en condiciones de baja luminosidad	80
Figura 33. Luz trasera en condiciones de baja luminosidad.	81
Figura 34. Etiqueta técnica de vehículo de movilidad personal tipo L1e-B.	86

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1	58
Ecuación 2	60
Ecuación 3	62

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. Problema de investigación

En Ecuador, la Ley Orgánica de Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial establece que el uso de scooters eléctricos y otros medios de micromovilidad debe ser regulado por los Gobiernos Autónomos Descentralizados (GAD) mediante ordenanzas locales [1]. Sin embargo, a la fecha no se han implementado dichas regulaciones específicas en muchas ciudades, lo que ha dejado un vacío normativo en el control y uso de los vehículos de movilidad personal (VMP), como los scooters o ciclomotores eléctricos de baja potencia. En los últimos años, los VMP han proliferado aceleradamente en zonas urbanas debido a su conveniencia y eficiencia para la movilidad cotidiana [2].

La adopción de estos vehículos de movilidad personal ha conllevado la aparición de algunos problemas en lo que respecta a regulación y seguridad. En este momento, no existe una correcta categorización que definan a cada tipo de VMP, lo que origina confusión entre el tipo de usuario y el tipo de autoridad de control y degenera en una utilización descontrolada de los medios de transporte, de la seguridad vial y de la utilización de los propios vehículos [3]. La situación que se describe pone de manifiesto la urgente necesidad de crear una normativa técnica y un proceso de homologación adecuados para los vehículos de movilidad personal. Es fundamental establecer requisitos claros y procedimientos de prueba que todos los vehículos de esta categoría antes de salir a la vía, teniendo en cuenta las necesidades de los usuarios y las medidas de seguridad esenciales para proteger la vida de conductores y peatones [4].

1.2. Objetivos

1.2.1 Objetivo General

Desarrollar un proyecto de normativa técnica para la homologación de vehículos eléctricos de movilidad personal.

1.2.2 Objetivos Específicos:

Analizar las normativas técnicas nacionales e internacionales vigentes relativas a los vehículos eléctricos de movilidad personal, con el propósito de identificar los requerimientos técnicos aplicables a la categoría L1e-B, basándose en una revisión bibliográfica.

Definir requerimientos técnicos basados en criterios de seguridad y desempeño, con el fin de proponer un proyecto de normativa técnica.

Diseñar un proceso de homologación, incluyendo los procedimientos de ensayo y verificación, que permita evaluar si un vehículo de movilidad personal tipo L1e-B cumple con los requisitos establecidos en la normativa propuesta.

Realizar ensayos a un vehículo tipo con el objetivo de evaluar la conformidad de los requerimientos técnicos de desempeño y seguridad.

1.3. Alcance

Este proyecto se basa en el estudio de la categoría de tipo de movilidad personal L1e - B para la homologación y en la normativa técnica y vigente.

La homologación de un vehículo de movilidad personal de tipo L1e-B, requiere que se realice una serie de pruebas que incluyan las de velocidad máxima, para asegurarnos de que el vehículo verifique no sobrepasar el límite establecido por la normativa vigente y así asegurar la protección tanto del usuario como de los peatones. Así mismo, se definirán pruebas de la prueba del frenado para la verificación de la capacidad de parar un vehículo de movilidad personal, en diferentes condiciones y en un entorno adecuado para la suficiente asegurabilidad en situaciones de emergencia.

También se analizará el ensayo de comportamiento dinámico para analizar la estabilidad del vehículo en maniobras, asegurándose que el vehículo mantenga su equilibrio en condiciones reales. En el ensayo de iluminación se asegura que el vehículo cuente con las luces establecida por la normativa vigente tanto delantera como trasera, así mismo con los adhesivos reflectantes a los laterales. Para el ensayo de superficies calientes se comprueba que las superficies que están en contacto con el usuario no produzcan daño tras un uso prolongado. Por último, en el ensayo de marcaje se verifica que tengan información técnica que proporciona el fabricante donde sea de fácil lectura.

Estas pruebas aseguran que este tipo de vehículos cumplan con los criterios de seguridad y calidad, asegurándonos que el vehículo pueda homologarse, fomentándose un entorno más seguro para el usuario y para los de la vía.

1.4. Justificación

La regulación técnica de los VMP es un tema prioritario a nivel local e internacional. En España, durante 2023, los vehículos eléctricos representaron un 12 % de las ventas, tendencia impulsada por una oferta diversificada y por el encarecimiento de los vehículos de combustión interna en 2022 [5]. Paralelamente, en ese país se registraron 299 víctimas por accidentes en VMP durante 2022, siendo el desconocimiento de la normativa (15 %) y del funcionamiento del propio vehículo (12 %) las principales causas [6].

En Ecuador, los scooters eléctricos se han convertido en una alternativa de movilidad urbana común. Su uso creciente, en muchos casos por personas sin experiencia o menores de edad, ha derivado en prácticas inseguras, como circular en sentido contrario o no respetar señales de tránsito. Esta realidad, sumada a la inexistencia de normas técnicas obligatorias, justifica la necesidad de establecer un marco normativo y un proceso de homologación claro que regule su circulación segura [2].

Este proyecto se asegurará de crear una normativa únicamente para este tipo de vehículos, ofreciendo beneficios, tanto para el usuario y autoridades. Además, fomentara la movilidad eléctrica para ciudades densamente pobladas, ayudando así a que sea mas sostenible en la especialmente en la movilidad.

CAPÍTULO II:

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes Históricos y Evolución de los VMP

La creación del scooter eléctrico derivado de la fusión del apellido de las dos primeras personas que trabajaron en él, Arthur Gibson y Josef Merkel, existiendo desde el año 1915, siendo el Autoped el principal responsable de su invento. Este aparato supuso una revolución para su época, pues llevaba a cabo desplazamientos cortos y contaba con unas velocidades de hasta 40 km/h, aunque la estabilidad se veía afectada a altas velocidades. Al principio el Autoped era un scooter de combustión de dos tiempos, y contaba con un motor de 155 cc, desde su origen, por eso no era como los scooters eléctricos que aprendemos a conocer hoy en día [7].

El desarrollo del transporte personal ha derivado en la aparición de la micromovilidad como una serie de vehículos de uso común, como las bicicletas o los scooters que en la actualidad son impulsados por la electricidad y que incorporan, también, tecnología electrónica [8]. Los vehículos de movilidad personal son la última novedad en estos últimos años, ofreciendo una opción más cómoda, fácil y segura para desplazarse de un lugar a otro en menos tiempo, su función plegable se utiliza para transportarlo más fácil y así poder completar un desplazamiento de movilidad multimodal [9].

2.2. Movilidad y transporte sostenible

La movilidad puede definirse como la capacidad de las personas para poder moverse de un lugar a otro con la mayor rapidez y seguridad posible. Hoy en día se persigue que esta movilidad sea sostenible, por lo que debe reducir el impacto medioambiental y mejorar la calidad de vida en las ciudades [10]. El transporte sostenible promueve el uso de opciones como bicicletas, scooters eléctricos y otros vehículos ligeros eléctricos, contribuyendo a reducir el tráfico, la contaminación y el ruido de las áreas urbanas [11].

2.2.1. Transporte Sostenible

El transporte sostenible se enfoca en satisfacer las necesidades básicas de acceso y desarrollo de las personas de forma segura, siendo respetuoso con el medio ambiente al ofrecer nuevas modalidades de transporte y minimizar el impacto ambiental y sonoro de los vehículos de combustión [12]. La implementación de planes de transporte sostenible es un ejemplo claro para reducir las emisiones, adoptando propuestas significativas como el uso de vehículos eléctricos, el fomento del transporte público y la promoción de la movilidad activa (caminar y bicicleta) [13].

Este concepto se puede entender como un conjunto de directrices en materia de transporte que permiten a los usuarios satisfacer sus necesidades económicas, ambientales y sociales de manera equilibrada y eficiente, minimizando los efectos negativos y los costos asociados a lo largo del tiempo y en diferentes ubicaciones [14].

2.2.2. Movilidad Urbana

La movilidad urbana, cuya fuente principalmente de energía es eléctrica para los VMP, hace que cualesquiera desplazamientos sean más amigables con el medio ambiente. El impacto ambiental ha sido relevante en las ciudades, donde vive la mayor parte de la población, y ha mostrado un protagonismo muy influenciado por el tráfico, la contaminación del aire y sus efectos en la salud de las personas [15]. Ante la creciente complejidad que va tomando movilidad en las ciudades ha llevado a que varias entidades colaboren para crear un entorno más seguro para lo ciudadanía incluyendo el desarrollo de soluciones de transporte inteligentes y la planificación de infraestructuras adecuadas [16].

En algunas zonas urbanas, la carencia de una infraestructura adecuada (ciclovías, estacionamientos seguros) dificulta la circulación de los vehículos de movilidad personal [17].

Cuando se habla de movilidad urbana, se hace referencia al uso integrado del transporte público

y privado, la gestión del tráfico, la seguridad vial y la sostenibilidad ambiental, con el objetivo de asegurar que las personas puedan desplazarse de manera eficiente, segura y con el menor impacto posible [18].

2.2.3. Micromovilidad

La micromovilidad se referencia al uso de medios de transporte pequeños y ligeros, pensados para recorrer cortas distancias. Este tipo de innovación se presenta como una innovación con potencial para un transporte urbano más sostenible ya que ofrece alternativas más funcionales y adecuadas. Los principales beneficios son la reducción de emisiones contaminantes y la disminución del tráfico [19].

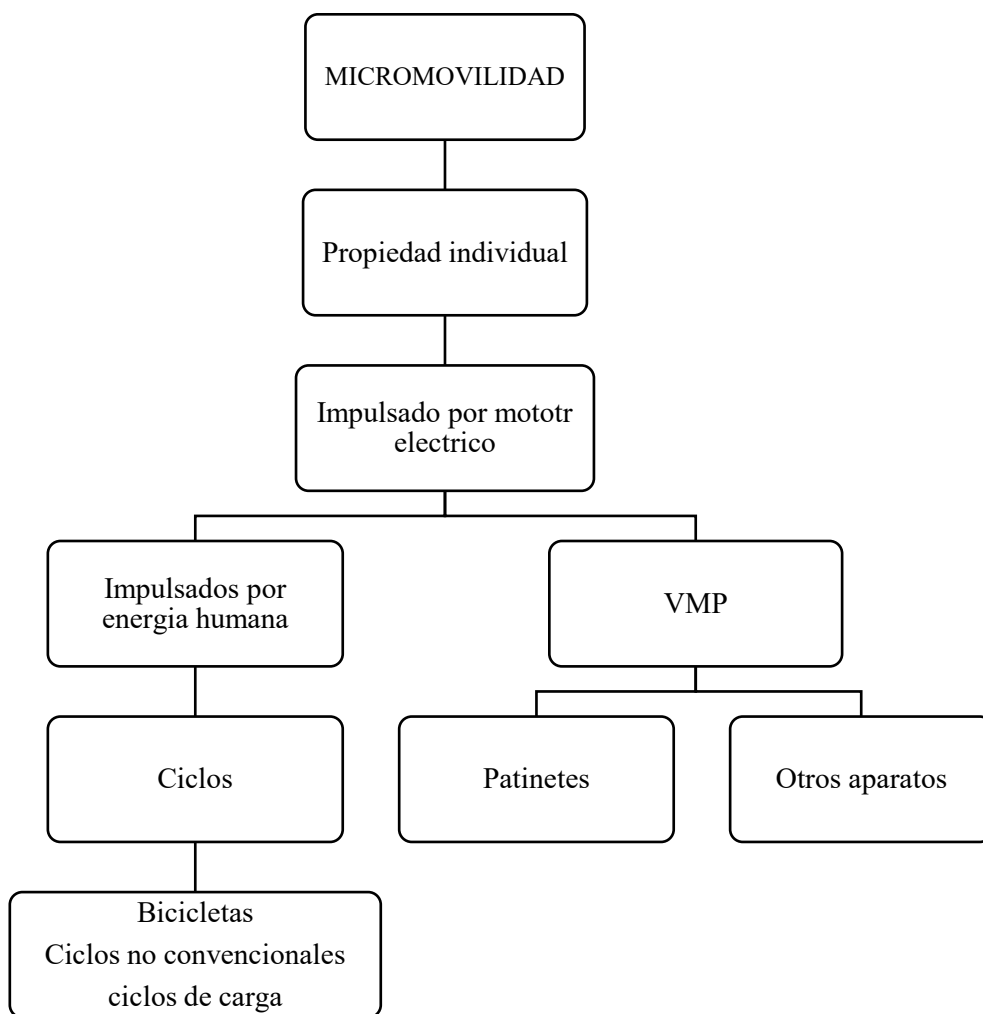
Se divide en vehículos impulsados por energía humana, como bicicletas, ciclos no convencionales (tándems, triciclos) y ciclos de carga, y en VMP (Vehículos de Movilidad Personal), que incluyen patinetes eléctricos y otros dispositivos motorizados, como muestra la Figura 1. Los VMP son medios de transporte ligeros con motor eléctrico, diseñados para desplazamientos urbanos, generalmente de corta distancia (típicamente de 1 a 5 km) [20]. Además de los scooters eléctricos, esta categoría incluye monociclos eléctricos, hoverboards y segways, entre otros. Estos medios de transporte se han vuelto muy populares por su bajo costo de operación, su eficiencia cinética, su facilidad de uso y su menor impacto medioambiental respecto a otros medios de transporte convencionales [21].

En los últimos años, la micromovilidad ha experimentado una notable evolución, gracias a formas innovadoras de transporte que permiten desplazamientos eficientes. Entre los vehículos de movilidad personal más recientes en el mercado se encuentran los scooters eléctricos, que han comenzado a sustituir al transporte público en algunos tramos debido a su portabilidad, ligereza y conveniencia para la “última milla” [22].

De acuerdo con la regulación, las áreas disponibles para los scooters eléctricos son prácticamente las mismas que las designadas para las bicicletas, esto es, los carriles bici y las vías con reducciones de velocidad. Los vehículos de micromovilidad son necesarios en los

trayectos cotidianos, los cuales cumplen distintos objetivos, y que algunos como el caso de los scooters eléctricos, se destinan, de forma mayoritaria ya sea para desplazamientos laborales o académicos. Por su parte, la bicicleta y los scooters los eléctricos cobran vida de un modo distinto desde el punto de vista de la versatilidad [23].

Figura 1. Micromovilidad como forma de transporte



Tomado de: Anaya-Boig, Clasificación de vehículos y aparatos de movilidad, 2022.

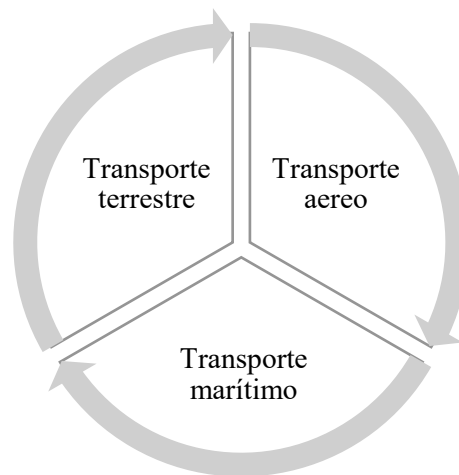
2.3. Sistemas y Modos de Transporte

Los sistemas de transporte agrupan diferentes modos de traslado interconectados para cubrir las necesidades de la población, desde el transporte de carga hasta la movilidad personal. Los

modos de transporte como muestra la Figura 2 se clasifican en tres categorías principales: terrestre, aéreo y marítimo, cada uno con características específicas que los hacen adecuados para distintas necesidades de movilidad [24].

El transporte terrestre conlleva diferentes medios como automóviles, autobuses, trenes y motocicletas, que se trasladan por carreteras y vías férreas, permitiendo la conexión entre ciudades y regiones. En los últimos años se ha implementado nuevas modalidades de vehículos de movilidad personal (VMP), con una tecnología moderna que se está adaptando a nuevas formas en que nos movemos en zonas urbanas [25]. Por otro lado, el transporte aéreo es el medio más eficiente para recorrer largas trayectos y se utiliza principalmente para desplazar pasajeros y mercancías a través de aviones y helicópteros. Finalmente, el transporte marítimo cumple es fundamental en el comercio, ya que permite llevar grandes carga por océanos, mares y ríos mediante barcos y buques de carga [26].

Figura 2. Modos de transporte.



Tomado de: V. Rivera, Análisis de modos de transporte, 2007.

2.3.1. Tipos de Transporte

2.4.1.1. Multimodal

La movilidad multimodal se define como la capacidad de un usuario para integrar y utilizar diversos medios de transporte, tanto públicos como privados, para completar un desplazamiento de un punto A, a un punto B [27]. Este enfoque busca optimizar la eficiencia y la conveniencia

del viaje combinado, por ejemplo, el uso de transporte público (autobús, metro) con VMP para la última milla. La incorporación de nuevas tecnologías ha impulsado innovaciones significativas en el transporte público y los vehículos de movilidad personal, buscando optimizar la experiencia del usuario y la eficiencia del transporte. El desarrollo de la movilidad eléctrica sostenible puede potenciarse mediante el intercambio de experiencias y el fortalecimiento de capacidades en aspectos técnicos y estratégicos, promoviendo sistemas de transporte más integrados y eficientes [28].

El transporte multimodal hace referencia a los desplazamientos que combinan distintos medios de transporte en un mismo trayecto. Este tipo de movilidad ofrece una solución práctica y eficiente, ya que permite elegir el modo de transporte más adecuado según la situación o el lugar. De esta manera, se pueden integrar opciones tradicionales, como el transporte público (autobuses o metro), con alternativas más flexibles, como el uso de bicicletas, taxis, vehículos de alquiler o simplemente caminar [29]. Este sistema multimodal permite una movilidad más completa y flexible, promoviendo la sostenibilidad en distintos contextos. Gracias a él, se logra reducir las emisiones contaminantes y avanzar hacia un modelo de transporte más eficiente y respetuoso con el medio ambiente [30].

2.4.1.2. Masivo

Los sistemas de transporte masivo (STM) han demostrado ser la opción más beneficiosa para mejorar la movilidad urbana, especialmente en ciudades densamente pobladas, al reducir la congestión vehicular y las emisiones [31]. No obstante, su implementación requiere un análisis detallado de ciertas condiciones, ya que deben adaptarse al tipo específico y las necesidades de la ciudad. Los principales tipos de vehículos de movilidad masiva son los autobuses (BRT – Bus Rapid Transit, trolebuses), trenes (metro, tren ligero, tranvía) que constituyen el transporte público basado en una amplia red de rutas interurbanas e interprovinciales operadas por cooperativas de transporte o empresas públicas [32].

La integración de los sistemas de transporte masivo en cada uno de los diferentes niveles — institucional, operativo y tarifario— es crucial para responder de manera eficaz y eficiente a las necesidades de movilidad. Este enfoque también contribuye al desarrollo sostenible de las ciudades latinoamericanas, mejorando la calidad de vida y la accesibilidad para todos [33].

2.4.1.3. Vehículos de Movilidad Personal (VMP)

Los vehículos de movilidad personal son medios de transporte individuales y ligeros, impulsados principalmente por motores eléctricos, diseñados para desplazamientos cortos en entornos urbanos. Suelen ser compactas, fáciles de manejar y no requieren grandes infraestructuras, dedicadas para su uso [34]. Están diseñados para facilitar la movilidad en ciudades, ofreciendo una alternativa práctica y sostenible al transporte tradicional, ideal para la última milla o para evitar la congestión en trayectos cortos [35].

2.4. Arquitectura y Componentes de Vehículos de Movilidad Personal

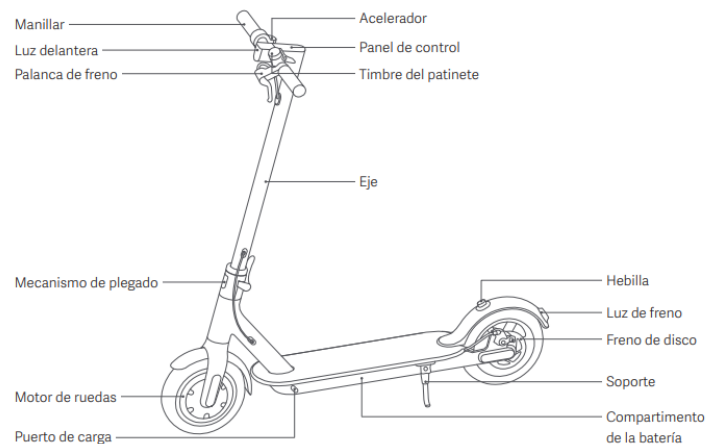
Un patinete eléctrico funciona con un motor eléctrico y generalmente cuenta con una base estable (plataforma) y un manillar para la dirección. Estos vehículos operan con una batería recargable, que suele ser de tecnología compacta de iones de litio (Li-Ion) debido a su alta densidad energética [36]. Su fuente de energía ecológica, tamaño compacto y diseño intuitivo los han convertido en una opción popular para desplazamientos urbanos de corta distancia. Los controles en el manillar permiten ajustar la velocidad y accionar los frenos, lo que los hace un medio de transporte accesible y eficiente [37].

2.4.1. Estructura

Por lo general, los scooters utilizan principalmente aleación de aluminio como material estructural principal. Esta aleación se caracteriza por su baja densidad, excelente conductividad térmica y resistencia a la corrosión, lo que contribuye a un peso ligero y una durabilidad aceptable [36]. El mecanismo plegable como muestra en la Figura 3, es esencial debido a su capacidad de facilitar el transporte con una o dos manos, gracias a su estructura ligera y

compacta, el peso promedio de un scooter eléctrico suele rondar los 12 kg, aunque esto puede variar según la marca, el modelo y la capacidad de la batería. Algunos modelos de alta gama pueden incorporar materiales como fibra de carbono para reducir aún más el peso [38].

Figura 3. Estructura del vehículo de movilidad personal



Tomado de: Xiaomi Electric Scooter, 2025

2.4.2. Sistemas

Los principales sistemas del scooter incluyen los frenos, que son cruciales para la seguridad y el control del vehículo.

Los tipos más comunes de frenos en VMP son:

- **Frenos de disco:** Consisten en un disco que gira con la rueda y una pinza con pastillas de freno que, al ser accionadas, ejercen fricción sobre el disco para ralentizar o detener el scooter. Son efectivos y comunes en modelos de mayor rendimiento [39].
- **Frenos de tambor:** Cuentan con pastillas internas, al ser empujadas hacia afuera contra la superficie interna del tambor de la rueda, causan fricción y detienen el vehículo. Son menos potentes que los de disco, pero requieren menos mantenimiento [40].

- *Frenos electrónicos/regenerativos*: Algunos vehículos de movilidad personal (VMP) cuentan con un freno electrónico que aprovecha el motor para generar resistencia al detenerse, y en muchos casos, incluso permite recargar parcialmente la batería durante el proceso de frenado [41].

El sistema de dirección de los scooters consta del manillar, la horquilla delantera, el tubo de dirección y los rodamientos. Todos estos componentes trabajan organizadamente para que dicho pueda cambiar de dirección cuando se gire el manillar, transmitiendo ese movimiento a la rueda delantera. Por otra parte, la suspensión y, en parte, los neumáticos delanteros juegan un papel importante en la maniobrabilidad y la estabilidad, porque permiten llevar el control de una forma más precisa, contribuyendo a la conducción segura y cómoda [38].

2.4.3. Motores

Los scooters eléctricos funcionan gracias a un motor que transforma la energía eléctrica de la batería en energía cinética, permitiendo el desplazamiento de sus ruedas. En el mercado actual, existen dos tipos principales de motores utilizados en estos vehículos: los motores de corriente continua (CC) con escobillas y los motores de corriente continua sin escobillas (BLDC) [42]. Cada uno de estos sistemas influye en las características y el rendimiento de la patineta eléctrica, brindando opciones con especificaciones distintas como se muestra en la Tabla 1.

Los motores de corriente continua (CC) con y sin escobillas difieren en varios aspectos clave:

- *Motores sin escobillas (Brushless DC Motors – BLDC)*: Utilizan sensores Hall para la conmutación electrónica, lo que elimina el desgaste mecánico de las escobillas, resultando en una vida útil más larga y menor necesidad de mantenimiento. Permiten un mejor desempeño en velocidad y par motor, son más eficientes al evitar caídas de tensión por fricción y presentan una menor inercia gracias a sus imanes permanentes en el rotor. Son la opción predominante en los VMP modernos debido a su eficiencia, durabilidad y mejor rendimiento [43].

- *Motores con escobillas (Brushed DC Motors)*: Dependen de la conmutación mecánica a través de escobillas de carbono y un conmutador, lo que resulta en una vida útil más corta debido al desgaste de las escobillas y la generación de calor. Experimentan una reducción del par útil por fricción, presentan una eficiencia media y poseen mayor inercia en el rotor, lo que limita sus características dinámicas [43].

Tabla 1. Características de los motores de CC sin escobillas y con escobillas

Características	Motor de CC sin escobillas (BLDC)	Motor de CC con escobillas
Conmutación	Basada en sensores de posición Hall	Conmutación con escobillas
Vida útil	Larga, menor mantenimiento	Corta, mayor desgaste
Características de velocidad/par	Permite el funcionamiento a todas las velocidades con carga nominal, mayor par inicial	La fricción de las escobillas aumenta, lo que reduce el par útil, menos eficientes a altas velocidades
Eficiencia	Alta – Sin caída de tensión en las escobillas	Media, pérdidas por fricción y calor
Inercia del motor	Baja, porque tiene imanes permanentes en el rotor, mejor respuesta dinámica	Mayor inercia del rotor, lo que limita características dinámicas
Ruido y Vibración	Bajos	Más altos
Costo	Generalmente más alto	Generalmente más bajo

Tomado de: P. Millett, Motores con escobilla (DC) Vs sin escobillas (BLDC), 2022

2.4.4. Baterías

Las baterías recargables son las más comunes en los scooters, y entre ellas, las de ion de litio (Li-Ion) son las más utilizadas debido a su alta densidad tanto de energía como de potencia. Esto quiere decir, incluso con un tamaño y peso limitados, este tipo de batería puede ofrecer más energía y potencia que otras, esto se traduce en un mejor desempeño del vehículo, como una aceleración más rápida, mayor capacidad para subir pendientes y alcanzar velocidades más altas, así como una mayor autonomía [44].

Otra ventaja de las celdas de ion-litio es que durante el modo de espera presentan una autodescarga muy baja, sumado a un elevado número de ciclos de carga y descarga, lo que las hace duraderas y eficientes [45]. La Tabla 2 presenta un comparativo de tipos de baterías utilizadas en VMP:

Tabla 2. Tipos de baterías más utilizadas en los VMP

Tecnología	Plomo-ácido	Níquel-metal hidruro (NiMH)	Ion-Litio (Li-Ion)
Voltaje Nominal (V)	2 (por celda)	1.2 (por celda)	3.6 – 3.7 (por celda)
Densidad de energía (Wh/kg)	30-50	60-120	110-260
Densidad de potencia (W/kg)	180	250-1000	1800-4000
Ciclos de vida (para mantener el 80% de su capacidad inicial)	300-500	500-1000	800-2000
Autodescarga	Alta	Media	Baja
Peso y Volumen	Alto	Medio	Bajo
Costo	Bajo	Medio	Alto

Tomado de: J. Fonseca, Características de acumuladores de energía.

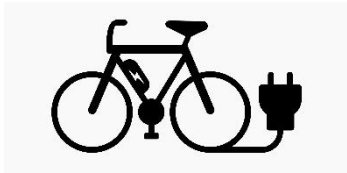

2.6.4.1. Celdas Cilíndricas

En la mayoría de las baterías de patinetes eléctricos, las celdas individuales son cilíndricas. Las celdas más comunes son del tamaño “18650”, con 18 mm de diámetro y 65 mm de longitud [45]. Cada celda individual contiene entre 6 y 12 Wh de energía cuando está completamente cargada, dependiendo de su química y capacidad. Una batería de patinete eléctrico suele requerir entre 200 y 500 Wh de energía en total para una autonomía decente, por lo que consta de muchas celdas individuales conectadas en serie y en paralelo para alcanzar el voltaje y la capacidad deseados [46].

2.5. Clasificación de vehículos de movilidad personal tipo L1e

Estos vehículos están diseñados para transportar a una sola persona y pueden tener dos o más ruedas. Son propulsados exclusivamente por motores eléctricos, lo que les permite alcanzar velocidades máximas que oscilan entre 6 km/h y 25 km/h. Su diseño compacto y su funcionamiento eléctrico los hacen ideales para desplazamientos cortos y urbanos, proporcionando una movilidad eficiente con un motor de 4KW, como se muestra en la Tabla 3

Tabla 3. Clasificación de vehículos de movilidad personal tipo.

Categoría	Nombre de la categoría	Criterios de clasificación comunes
L1e	Vehículo ligero de dos ruedas	L1e con una velocidad máxima por construcción no superior a 45 km/h de cilindrada inferior o igual a 50 cm ³ , si es de combustión interna, o bien con una potencia continua nominal máxima inferior o igual a 4 kW si es de motor eléctrico. Algunos tipos de vehículos eléctricos de movilidad personal incluyen sillín.
<i>Subcategoría</i>		
L1e-A	Ciclomotor motorizado	Bicicletas diseñadas para pedalear equipadas con una propulsión auxiliar con el objetivo principal de ayudar al pedaleo y la salida de la propulsión auxiliar se corta a una velocidad del vehículo ≤ 25 km/h y potencia nominal ≤ 1000 W n ciclo motorizado de tres o cuatro ruedas
		
L1e-B	Ciclomotor de dos ruedas	Cualquier otro vehículo de la categoría L1e que no pueda clasificarse según los criterios
		

2.6. Seguridad Vial y VMP

La seguridad vial abarca todas las medidas y acciones destinadas a garantizar un tránsito seguro y fluido para todos los usuarios de la vía, esto implica la implementación de leyes, reglamentos y normas de conducta tanto para peatones, pasajeros y conductores, con el fin de utilizar correctamente las vías públicas y evitar accidentes de tráfico. La aparición de los vehículos de movilidad personal en los últimos años ha conllevado un aumento considerable en el riesgo de accidentes, ya sea por el desconocimiento de sus normas, el incumplimiento de estas, o la falta de infraestructura adecuada y sensibilización [6].

En España, sin embargo, se ha observado una disminución de accidentes reportados en los últimos años debido a la implementación de normativas más claras y al cumplimiento de estas por parte de los usuarios y autoridades. Esto, sumado a una elevada tasa de ventas por las ventajas que ofrece este medio de transporte, indica una adaptación gradual a la convivencia de los VMP en el ecosistema urbano [47]. La Tabla 4 muestra las cifras de ventas y accidentes anuales en España, que reflejan una tendencia a la baja en la siniestralidad a medida que se consolida la regulación:

Tabla 4. Cifras de ventas y accidentes anuales de VMP en España (2023)

País	Ventas Anuales (VMP)	Accidentes Anuales (VMP)
España	300.000	300 (fallecidos y heridos graves)

Tomado de: DGT. Ministerio interior, Cifras de ventas y accidentes anuales de VMP en España, 2023.

En contraste, en la ciudad de Quito, Ecuador, los accidentes son considerables debido a la falta de normativas específicas y su implementación efectiva [5]. Esto hace que los usuarios de estos vehículos sean más propensos a sufrir accidentes y, en consecuencia, se registre una baja en la venta y adopción generalizada de estos medios de transporte en comparación con países con

regulaciones más madura [2]. La Tabla 5 presenta las cifras de ventas y accidentes anuales en Ecuador, destacando la necesidad de un marco regulatorio:

Tabla 5. Cifras de ventas y accidentes anuales de VMP en Ecuador (2022)

País	Ventas Anuales (VMP)	Accidentes Anuales (VMP en Quito)
Ecuador	122,214	5,274 (accidentes en general con VMP involucrados)

Tomado de: Machado. J, accidentes de tránsito en Quito, 2022

La principal causa de los problemas relacionados con los patinetes eléctricos y otros vehículos de movilidad personal es la falta de una regulación clara y armonizada, así como la deficiente infraestructura adaptada para su uso. En este sentido, estos dispositivos se encuentran en una especie de vacío legal en muchas jurisdicciones, lo que genera incertidumbre y riesgos [3]. La seguridad vial destaca los inconvenientes asociados a estos vehículos y cómo su uso inapropiado en aceras y áreas peatonales constituye un peligro evidente para los peatones, mientras que su uso en calzadas sin la protección adecuada expone a los usuarios de VMP a riesgos mayores [2].

2.7. Legislación y Homologación de VMP

Las normativas sobre vehículos de movilidad personal (VMP) varían significativamente entre países y regiones, aunque comparten objetivos comunes como la mejora de la seguridad vial, la reducción de la congestión y la regulación del uso de estos vehículos en el espacio público [48]. Cada región establece sus propios requisitos técnicos, criterios de homologación (o certificación) y mecanismos de control del cumplimiento legal, a través de organismos específicos y con el apoyo de las autoridades locales [49].

Estas diferencias reflejan cómo cada país adapta sus políticas a su contexto jurídico, social y de infraestructura, manteniendo un enfoque en la seguridad y el orden en las vías públicas [50]. La homologación o certificación de los VMP asegura que cumplan con estándares mínimos de

seguridad y calidad antes de ser comercializados y utilizados [48]. La Tabla 6 mostrada a continuación evidencia una comparativa de las legislaciones y enfoques de homologación en la Unión Europea, Alemania y el Reino Unido, países que han avanzado en la regulación de los VMP:

Tabla 6. Comparativa de Legislaciones y Enfoques de Homologación sobre VMP

Característica	Unión Europea (Directrices Generales)	Alemania (eKFV)	Reino Unido (Actual)
Definición de VMP	Varía por país miembro, pero generalmente vehículos ligeros eléctricos de menos de 25 km/h.	Vehículos pequeños con peso bruto aproximado de 55 kg y su velocidad máxima de 6-20 km/h.	No hay una definición legal para VMP privados.
Velocidad Máxima	25 km/h, puede variar.	20 km/h	No reglamentada para uso privado; los de alquiler hasta 25 km/h.
Edad Mínima	Varía por país, pero en España 16 años	14 años	No especificada para uso privado; para alquiler 16 años
Uso de Casco	Obligatorio	No obligatorio, pero recomendado.	Opcional
Requisitos Técnicos	Frenos, luz delantera y trasera, reflectores, timbre. Pueden variar.	Luces delanteras y traseras, cintas reflectoras, timbre, dos frenos independientes.	Luces delanteras y traseras. No hay requisitos para uso privado.
Dónde Circular	Únicamente carriles bici o calzada. No aceras.	Habitualmente en carriles bici o calzada si no hay carril bici. No aceras.	Solo en propiedad privada. Los scooters únicamente en lugares designados.
Homologación /Certificación	Cada país establece sus propios requisitos.	Certificación de tipo obligatoria por autoridad de transporte.	En el proceso se evalúa la documentación e inspección física.
Seguro	Varía por país (ej. España no obligatorio pero recomendable).	Obligatorio (seguro de responsabilidad civil).	No obligatorio
Matriculación /Identificación	Obligatorio	Obligatoria (placa de seguro).	Licencia o permiso provisional.
Sanciones	Multas, retirada de puntos, inmovilización.	Multas, puntos en licencia de conducir.	Multas y puntos de licencia.

Tomado de: BOE, 2022; GOV UK, 2020; eKFV s, 2019.

En el contexto de Ecuador, la falta de una normativa unificada y un proceso de homologación claro para VMP ha generado un vacío legal que impacta directamente en la seguridad vial y la convivencia urbana [51]. La implementación de un marco regulatorio que defina las características técnicas, los requisitos de seguridad y las reglas de circulación es esencial para integrar los VMP de manera segura y eficiente en el sistema de transporte nacional. Este marco debe contemplar un proceso de homologación que asegure que los VMP comercializados cumplan con estándares mínimos de calidad y seguridad, protegiendo tanto a sus usuarios como al resto de la ciudadanía [52].

CAPÍTULO III: MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Tipo de investigación

El presente estudio presenta una investigación en un enfoque cuantitativo. Tiene la finalidad de proponer un procedimiento técnico de homologación adaptado a los vehículos de movilidad personal (VMP) tipo L1e-B, desde una referencia normativa de experiencias internacionales y aplicando criterios de ingeniería técnica. Se utilizaron diferentes métodos descriptivos y analíticos con la finalidad de observar, registrar y evaluar las características técnicas del vehículo tipo, sometido a diferentes tipos de ensayos.

3.2 Enfoque metodológico

La propuesta metodológica se origina en el análisis comparativo de normativas técnicas aplicables de homologación de VMP, incidiendo especialmente en las vigentes en la Unión Europea (Reglamento No 168/2013) y Alemania (EKfV), para posteriormente proponer una estructura de homologación adaptada para este tipo de VMP.

Se utilizó una combinación de:

- Revisión de la normativa técnica europea
- Evaluación técnica de un vehículo L1e-B y validación a través de ensayos físicos

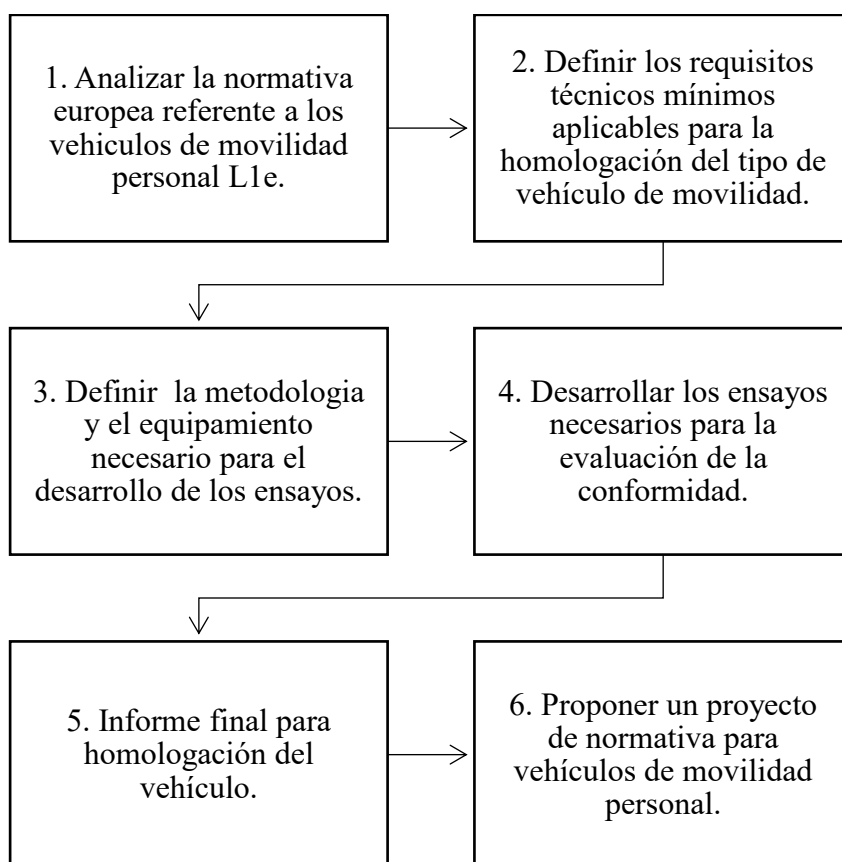
Esto favoreció la construcción de un esquema de homologación alineado con los principios de seguridad, sostenibilidad y viabilidad técnica.

3.4 Proceso metodológico aplicado

El propósito de la investigación es realizar una normativa para vehículos de movilidad personal tipo L1e-B. Analizando normativas internacionales referentes a la homologación de este tipo de vehículos, estableciendo requisitos necesarios a seguir para analizar el cumplimiento de los requerimientos establecidos.

La metodología propuesta se desarrollará mediante un proceso de homologación para este tipo de vehículos de movilidad personal tipo. Para ello, se considerará como referencia las normas vigentes, tal y como se muestra en la Figura 4. Este proceso de homologación permitirá garantizar que los vehículos cumplan con los requisitos y estándares de seguridad y calidad exigidos para garantizar su fiabilidad y un desempeño óptimo para el uso diario.

Figura 4. Proceso metodológico de la investigación



3.5 Validación técnica de la propuesta

Con la finalidad de constatar la viabilidad técnica del planteamiento de homologación, se llevó a cabo una validación por medio de una práctica, la cual está sustentada en resultados obtenidos tras la realización de los ensayos del vehículo. En esta etapa, se procederá a determinar los siguientes criterios:

- Cumplimiento de la velocidad máxima autorizada.
- Eficiencia y capacidad de respuesta del freno.
- Visibilidad del sistema de iluminación en condiciones diurnas y nocturnas.
- Estabilidad del vehículo durante maniobras.
- Legibilidad del marcaje identificativo del vehículo.
- Cumplimiento del ensayo relacionado con superficies calientes.

Cada uno de estos aspectos fue verificado mediante observación directa y medición cuantitativa, replicando el procedimiento propuesto. El resultado fue una validación positiva, que demuestra la aplicabilidad del modelo propuesto a vehículos disponibles en el mercado nacional.

3.6 Consideraciones éticas y legales

Durante el desarrollo de la investigación se respetaron los principios éticos fundamentales. El vehículo utilizado fue adquirido legalmente y los ensayos se realizaron sin alterar sus condiciones originales de fábrica. No se afectaron derechos de propiedad intelectual ni se intervino sobre datos personales de terceros. Asimismo, se observó el cumplimiento de la legislación ecuatoriana vigente respecto a seguridad en laboratorios, uso responsable de equipos de medición y manipulación de dispositivos eléctricos.

3.7 Materiales

Los equipos necesarios para la homologación de los vehículos de movilidad personal (VMP) son fundamentales en el proceso de evaluación técnica, ya que permiten verificar si estos cumplen con los requisitos establecidos en las normativas vigentes. A través de estos ensayos se comprueba el correcto funcionamiento de sistemas clave como frenos, iluminación, estabilidad, resistencia estructural y otros aspectos relacionados con la seguridad y el desempeño del vehículo como se muestra en la Tabla 7. Solo los vehículos que logran superar con éxito todas las pruebas reciben la certificación que les permite circular legal y seguramente por la vía pública. De esta manera, se protege tanto al usuario como a las demás personas que comparten el espacio vial. Además, la homologación genera confianza en fabricantes y consumidores, al demostrar que el producto cumple con los estándares de calidad y seguridad establecidos.

Tabla 7. Equipos necesarios para diferentes tipos de ensayos.

Tipos de ensayo	Descripción	Requisitos	Equipos
Velocidad	La velocidad máxima del vehículo se expresará en km/h mediante un número entero que se aproxime lo más posible a la media aritmética de los valores de velocidad obtenidos en dos pruebas sucesivas. $v = d[m]/t[s]$	La velocidad máxima determinada durante los ensayos no diferirá en más de un 10% de la velocidad máxima de diseño indicada.	Dinamómetro para vehículos de movilidad personal.
Frenado	El vehículo deberá contar, como mínimo, con un sistema de freno que pueda accionarse manualmente mediante una palanca $a = v[m/s]/t[m]$	Si los frenos son de servicio independiente, se repetirá el ensayo previamente mencionado con la diferencia de que solo se accionará un freno en cada ocasión.	Frenómetro eChecker
Comportamiento dinámico	El vehículo debe ser capaz de superar el obstáculo sin perder estabilidad ni presentar ningún riesgo para el usuario.	Los vehículos auto-equilibrados deben mantener su equilibrio durante las pruebas, y no deshabilitar repentinamente la función de auto-equilibrio:	Rampas
Iluminación	El requisito de seguridad más importante no es ver durante el uso nocturno (o en túneles), sino ser visto por otros usuarios del tráfico.	Se permiten luces intermitentes con una frecuencia de parpadeo de 1 Hz a 4 Hz (de 60 a 240 veces por minuto).	luxómetro
Apagado eléctrico	El vehículo deberá apague automáticamente cuando el usuario se baja mientras está en movimiento o lo suelta.	El vehículo debe apagarse en un tiempo máximo de 1,0 s, evitando que el vehículo continúe.	Ninguno
Cierre combinado	Se prueba la durabilidad de los mecanismo plegado o cierre del vehículo mediante múltiples ciclos de apertura.	Debe mantener su funcionalidad y seguridad tras las repeticiones, cumpliendo lo establecido.	Ninguno
Superficies calientes	Se comprueba que las superficies accesibles del vehículo no alcancen temperaturas que puedan representar un riesgo.	Las temperaturas deben permanecer dentro de los rangos permitidos por la normativa.	Cámara térmica
Marcaje	La documentación con la que se comercialice el vehículo deberá informar su categoría a la que pertenece.	Los vehículos deben constar con información, permanente y legible, colocado en un lugar claramente visible.	Ninguno

3.7.1 Equipo para prueba de velocidad máxima

Este dispositivo portátil permite evaluar de manera inmediata y en condiciones reales la potencia y la velocidad máxima de los vehículos de movilidad personal (VMP). Al situar el vehículo sobre el dinamómetro, se simulan escenarios de circulación reales, lo que facilita la obtención de datos precisos sobre su rendimiento en tiempo real, como se observa en la Tabla 8, además, el aparato genera un informe técnico homologado que puede ser utilizado como prueba legal.

Tabla 8. Dinamómetro para ensayo de máxima velocidad.

Dinamómetro para VMP



Parámetros	Velocidad máxima y potencia del motor
Capacidad de medición	Hasta superar los 25 km/h y potencias superiores a 250-400 W (VMP)
Informe técnico homologado	Válido como prueba legal
Tiempo de medición	Tiempo real durante la prueba

Tomado de: RTVE AGENCIAS, Patinetes eléctricos que excedan la velocidad, 2024.

3.7.2 Equipo para prueba de frenado

En su configuración específica para ensayos de frenado, el banco de pruebas para e-scooters de eChecker permite la evaluación del rendimiento del sistema de frenos conforme a los requisitos

establecidos por la normativa vigente. El procedimiento inicia con la fijación del vehículo sobre un conjunto de rodillos que reproducen las condiciones de desplazamiento, conforme a lo indicado en la Tabla 9. A través del sistema de control del banco, se configura el protocolo de prueba de desaceleración, en el cual el e-scooter es acelerado hasta una velocidad predefinida. A continuación, se activa el sistema de freno con el fin de registrar, con alta precisión, tanto la capacidad de desaceleración como la distancia de frenado.

Tabla 9. Frenómetro para ensayo de frenado.

El frenómetro KT01AL



Tipo de prueba	Capacidad de frenado en diferentes condiciones e iluminación.
Mediciones realizadas	Velocidad del vehículo. Tiempo de respuesta del freno Distancia de frenado.
Informe de resultados	Detallada y de forma automática.

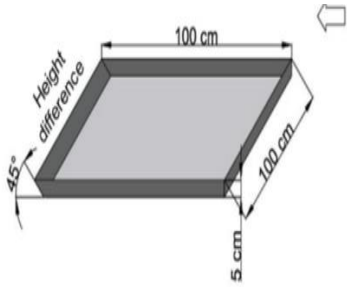
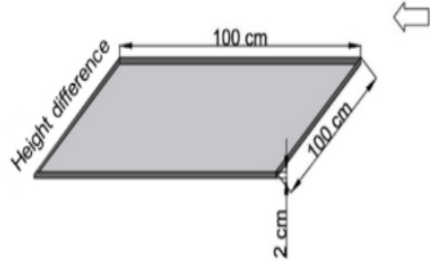
Tomado de: Marcas y productos 2025, eChecker – eScooter, 2025

3.7.3 Equipo para comportamiento dinámico

Como se muestra en la Tabla 10, se deben realizar ensayos de comportamiento dinámico utilizando los equipos especificados, efectuando cada prueba dos veces: una a la velocidad máxima de diseño del vehículo y otra a una velocidad reducida de 8 ± 2 km/h. En ambas condiciones, el vehículo debe ser capaz de superar el obstáculo sin comprometer su estabilidad

ni generar riesgos para el usuario. La trayectoria debe mantenerse dentro de un margen de desviación máximo.

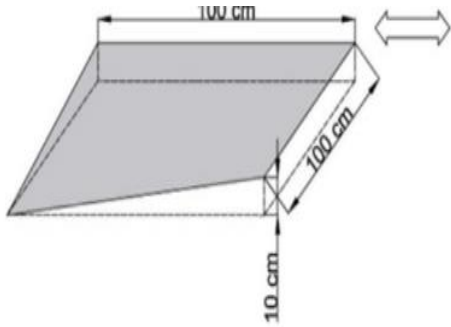
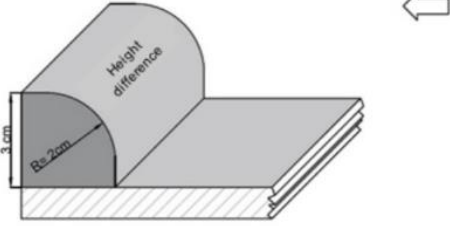
Tabla 10. Ensayo de comportamiento dinámico, prueba 1 y 2.

Prueba 1 Depresión		Prueba 2 Rampas de subida y bajada	
			
Ancho	100cm	Ancho	100cmn
Largo	100cm	Largo	100cmn
Alto	5cm	desnivel	2cmn
Pendiente	45°		

Tomado de: BOE, 2022

Esta tabla muestra los detalles de dos dispositivos utilizados en ensayos de comportamiento dinámico para vehículos, específicamente en las pruebas 3 y 4, que evalúan la respuesta del vehículo ante irregularidades del terreno simuladas en laboratorio mostrada en la Tabla 11.

Tabla 11. Ensayo de comportamiento, ensayo 3 y 4.

Prueba 3 Caída de un lado		Prueba 4 Bordillo	
			
Ancho	100cm	Radio	2cm
Largo	100cm	Alto	3cm
Desciende (izquierdo)	10cm		
Asciende (derecho)	10cm		

Tomado de: BOE, 2022

3.7.4 Ensayo dinámico

El equipo de prueba de resistencia para patinetes eléctricos está diseñado para simular condiciones reales de uso, con el objetivo de evaluar la durabilidad estructural del vehículo. Este sistema posibilita el análisis de la resistencia de los materiales y del comportamiento mecánico del patinete ante esfuerzos repetitivos, conforme a las especificaciones del equipo presentadas en la Tabla 12.

Tabla 12. Banco de pruebas para resistencia.**Equipo de prueba de resistencia**


Díámetro de tambor	700 mm
Masa que se coloca centrada en la plataforma	100 kg
Masa que se coloca en el manillar	10 kg
Distancia entre secciones del tambor	Será tal que el vehículo pase por encima cada 1,5 s

Tomado de: Made in china, Equipo de pruebas para patinetes eléctricos, 2024.

3.7.5 Equipo para iluminación

Como se muestra en la Tabla 13, permite verificar la intensidad de luz para cumplir con los estándares de la normativa, a la vez evalúa el haz de luz desde diferentes ángulos, la altura se ajusta a diferentes posiciones, también cuenta con una base móvil lo que ofrece flexibilidad en diferentes entornos de trabajo. El comprobador de faros funciona con pilas, por lo que no necesita alimentación externa. Gracias a su versátil interruptor, este comprobador de faros es apto para probar lámparas halógenas, de xenón y LED.

Tabla 13. Luxómetro para ensayo de iluminación.

luxómetro digital	
	
Tipo de prueba	El comprobador de faros es ideal para comprobar los faros de coches y motocicletas.
Precisión	Permite realizar lecturas con una precisión del 0,1 %, con un rango de ajuste total de -0,2 % hasta +8 %.
Informe de resultados	Generación automática de informes detallados

Tomado de: Valkenpower, tester with laser and digital luxmeter, 2025.

3.7.6 Ensayo de superficies calientes

El ensayo de superficies calientes según la norma verifica que las partes accesibles de los equipos de ejercicio no superen temperaturas que puedan causar quemaduras. Se utiliza un tambor de 700 mm, con 100 kg en la plataforma y 10 kg en el manillar, como muestra la Tabla 14, simulando el uso real. Sensores en las zonas de contacto controlan si se exceden los límites térmicos.

Tabla 14. Banco de pruebas de superficies calientes.**Equipo de prueba de superficies calientes.**

Diámetro de tambor	700 mm
Masa que se coloca centrada en la plataforma	100 kg
Masa que se coloca en el manillar	10 kg

Tomado de: Made in china, Equipo de pruebas para patinetes eléctricos, 2024.

3.8. Descripción de los ensayos

Deberá estar a una temperatura ambiente de 0° C a 45° C, verificar la capacidad de la batería se encuentre a un 80% de su capacidad, la presión del neumático deberá estar a lo que muestra el fabricante en el manual.

El conductor deberá pesar al menos 100kg a 75kg respectivamente y tener los equipos de seguridad para proceder a dichos ensayos.

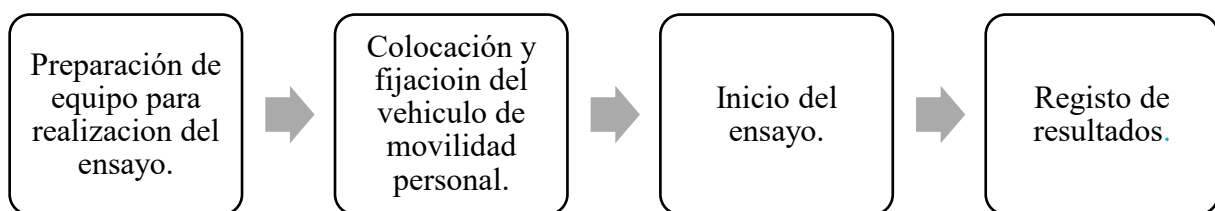
3.8.1 Ensayo de velocidad máxima

El dinamómetro para vehículos de movilidad personal (VMP) se utiliza colocando el patinete eléctrico sobre el rodillo del equipo, asegurándose de que la rueda motriz esté bien posicionada. Una vez fijado el vehículo con los anclajes de seguridad, se enciende el patinete y se acelera como si se estuviera conduciendo, mientras el dinamómetro simula la resistencia del suelo como

muestra Figura 5. Durante la prueba, el equipo mide en tiempo real la velocidad máxima alcanzada y la potencia del motor. Al finalizar, se detiene el vehículo, se apaga el dinamómetro y se revisan los resultados, los cuales pueden ser utilizados como prueba legal si el equipo está homologado. Para realizar esta prueba se pasa por los siguientes pasos:

1. Verifica que el dinamómetro esté correctamente instalado en una superficie estable.
2. verificar que el sistema esté encendido y que el software de medición esté activo.
3. Ubicar el vehículo y anclar sobre el rodillo del dinamómetro.
4. Asegurar mediante los sistemas de anclaje, evitando cualquier movimiento durante el ensayo.
5. Acelerar el patinete de manera progresiva, simulando así condiciones reales en la vía.
6. Permitir que el rodillo genere la resistencia necesaria para medir con precisión la velocidad máxima y la potencia del vehículo.
7. Registro de los resultados, simulado en tiempo real: velocidad máxima alcanzada y potencia desarrollada.

Figura 5. Diagrama de proceso de ensayo de velocidad máxima.



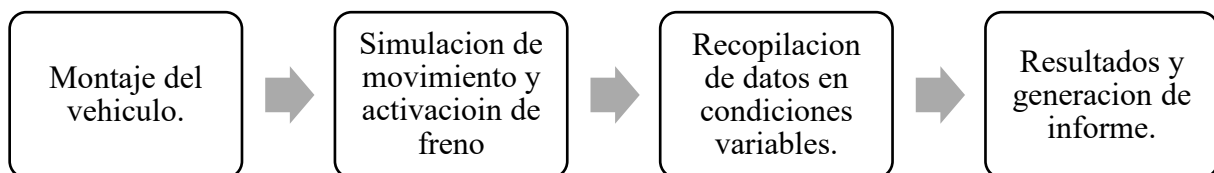
3.8.2 Ensayo de frenado

El frenómetro eChecker es un equipo de prueba utilizado para evaluar la capacidad de frenado de scooters y vehículos similares bajo diferentes condiciones de operación, mostrando el proceso del ensayo en la Figura 6. Este sistema simula el desplazamiento del vehículo y permite medir parámetros clave como la velocidad inicial, el tiempo de respuesta del freno, la distancia de

frenado y el funcionamiento de las luces. Además, permite la recolección de datos y la generación de informes que permitirá validar la eficacia del sistema de frenado de forma precisa y repetible.

1. El scooter (o su sistema de frenado) se fija de forma segura al banco de pruebas.
2. Se establece una velocidad inicial, representando una situación típica de frenado.
3. El sistema genera señales de freno, de forma manual o automática mediante actuadores.
4. Se documenta el tiempo de respuesta del freno, que es el intervalo que se mide entre la señal de freno y la desaceleración.
5. Se mide la distancia de frenado, desde el momento en que se activa el freno hasta la detención completa del vehículo.
6. Finalmente, el sistema eChecker recopila toda la información y genera un informe automático

Figura 6. Diagrama de proceso de ensayo de frenado.

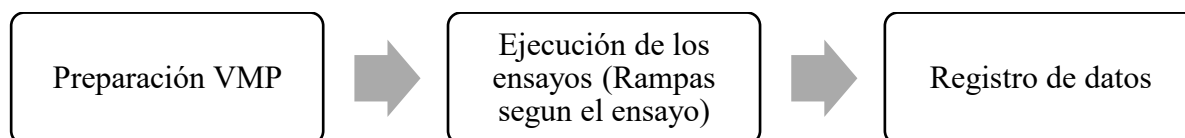


3.8.3 Ensayo de comportamiento dinámico

En las siguientes pruebas de estabilidad, el vehículo deberá circular por los elementos de la calzada a 20 km/h (o a la velocidad máxima de diseño si ésta es inferior) y a una velocidad de 8 ± 2 km/h. En los ensayos 1 y 2 (en ambos casos solo en la rampa de subida) y 4 (en los que la rueda delantera en el sentido de la marcha está en contacto directo con la rampa de subida/bordillo) los elementos de la calzada deben abordarse en ambos casos desde parado, como muestra el proceso del ensayo en la Figura 7.

En cada prueba, el vehículo deberá circular por todos los elementos de la calzada y el conductor deberá poder controlarlo en todo momento, manteniendo la dirección de marcha que desee seguir el conductor, admitiéndose una desviación máxima entre la trayectoria objetivo y la real de 20 grados.

Figura 7. Diagrama de proceso de ensayo de comportamiento dinámico.



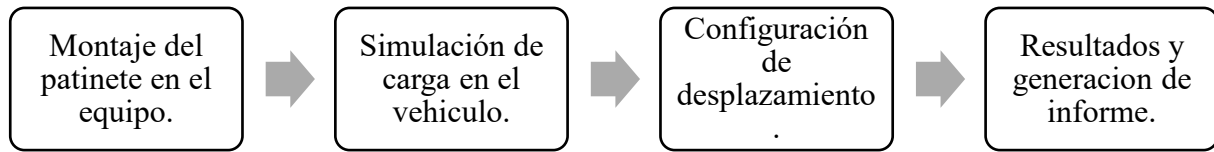
3.8.4 Ensayo dinámico

El método de ensayo como muestra en la Figura 8, para los vehículos de dos ruedas en línea, la evaluación consiste en una prueba de fatiga realizada en un banco de ensayos. En esta prueba se utiliza un vehículo nuevo, que debe soportar un recorrido simulado de 25 km a una velocidad circunferencial de 0,8 m/s. El equipo de ensayo incluye secciones elevadas con una altura o diámetro mínimo de 700 mm, distribuidas de manera que el vehículo atraviese una rampa aproximadamente cada 1,5 segundos. Durante el ensayo, se colocan 100 kg centrados sobre la plataforma del vehículo y 10 kg adicionales en el manillar, en su posición más extendida. En el caso de vehículos con más de una vía, las secciones elevadas se disponen de forma desfasada, evitando que las ruedas pasen por los mismos puntos al mismo tiempo y garantizando que cada un cruce dos obstáculos por segundo.

1. Seleccionar y verificar que el vehículo a ensayar no haya sido usado previamente.
2. Configurar de que el vehículo cruce una rampa cada 1,5 segundos.
3. Ajustar la velocidad del sistema a una velocidad circunferencial de 0,8 m/s.
4. Establecer una distancia de ensayo de 25 km.

5. Comenzar el ensayo de fatiga y monitorear el comportamiento del vehículo durante todo el ciclo.

Figura 8. Diagrama de proceso de ensayo comportamiento dinámico

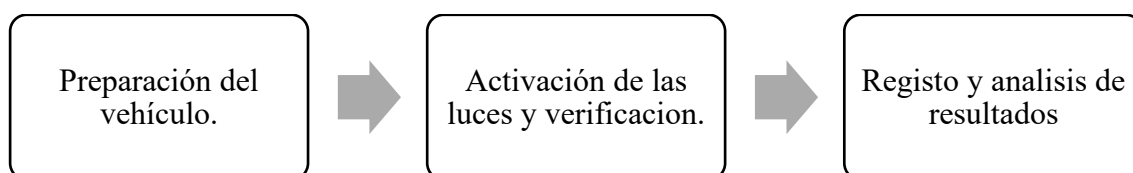


3.8.5 Ensayo de iluminación

Para el ensayo de iluminación, el luxómetro Pro-Lift-Montagetechnik permite verificar el correcto funcionamiento del sistema de iluminación del vehículo de movilidad personal, especialmente la luz led delantera y trasera. Durante la prueba, se activa el sistema de luces, se observa si las luces responden adecuadamente. El equipo registra la intensidad luminosa, esta evaluación es esencial para garantizar que el vehículo cumpla con los requisitos de seguridad visual en condiciones reales de operación, mostrando el proceso del ensayo en la Figura 9. Para realiza este ensayo se debe seguir los siguientes pasos:

1. Colocación del vehículo a 40 cm de distancia del luxómetro.
2. Activación del sistema eléctrico del vehículo para habilitar el funcionamiento de las luces.
3. Registro y medición de la intensidad luminosa de la luz delantera y trasera.
4. Elaboración automática de un informe que describe en detalle el desempeño del sistema de iluminación ante cada una de las condiciones evaluadas.

Figura 9. Diagrama de proceso de ensayo de iluminación.



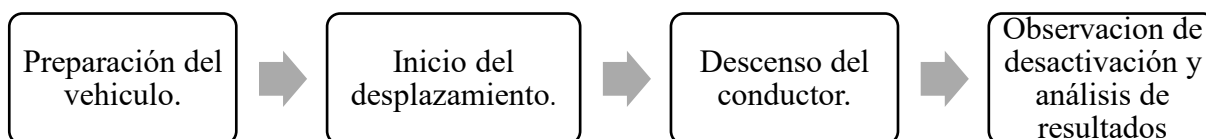
3.8.6 Ensayo de apagado eléctrico

Es necesario comprobar que el vehículo cuente con un sistema que desactive automáticamente el motor o mecanismo de propulsión para evitar movimientos no deseados cuando el usuario se baja del vehículo. El propósito del ensayo es verificar que, si el usuario desciende mientras el vehículo avanza a una velocidad similar a la del paso humano, el sistema detiene el accionamiento en un máximo de 1 segundo, mostrado el proceso en la Figura 10.

El motor de los vehículos debe mantenerse apagado si no detecta al usuario sobre él. De esta forma, se evita que el vehículo se mueva verifica la seguridad cuando se está usando y cuando el vehículo está detenido:

1. Colocar el vehículo de ensayo en la pista.
2. Comprobar que el sistema se encuentre activado y funcionando correctamente.
3. El conductor debe ir en posición normal, con las manos en el manillar o sistema de sujeción.
4. Mientras el vehículo se mueve, el conductor debe bajarse del mismo voluntariamente.
5. Verificar que el sistema desactiva el accionamiento automáticamente.
6. Observar que el vehículo no sigue avanzando ni inicia la marcha nuevamente de forma autónoma.

Figura 10. Diagrama de proceso de apagado eléctrico.

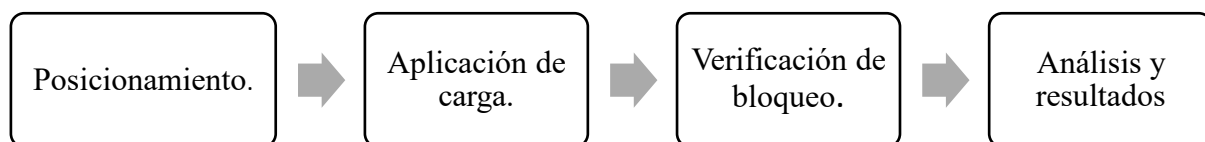


3.8.7 Ensayo de cierre combinado

tiene como objetivo verificar que el mecanismo de bloqueo del sistema de plegado de un vehículo de movilidad personal no se libere de forma involuntaria mediante una sola acción. Para ello, se coloca el vehículo completamente desplegado y listo para su uso sobre una superficie plana y horizontal, y se aplica una fuerza de 150 N o un par de torsión de 2,2 Nm directamente al mecanismo de bloqueo, en la dirección en la que sea más probable que se libere. Esta fuerza o par debe aplicarse durante 5 segundos. El mecanismo debe permanecer bloqueado durante toda la prueba, no debe soltarse ni permitir la activación del sistema de plegado a través de una acción.

1. Posiciona el vehículo sobre una superficie plana asegurándose que el vehículo este estable.
2. Identificar la dirección más probable en la que el mecanismo de bloqueo podría soltarse, y así observar el comportamiento durante la prueba.
3. Aplique un esfuerzo de 150 N o un par de torsión de 2,2 Nm en esa dirección.
4. Mantener esa fuerza o par durante 5 segundos
5. Verificar que el mecanismo no se libere ni permita el plegado.

Figura 11. Diagrama de proceso de cierre combinado.



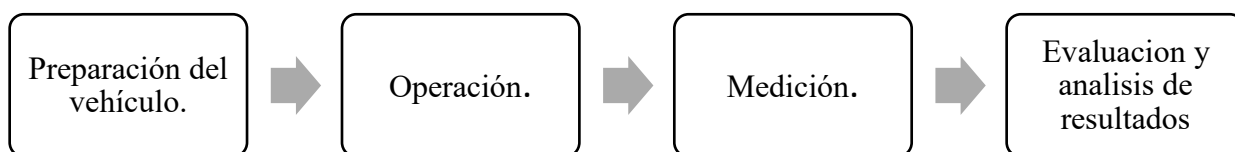
3.8.8 Ensayo de superficies calientes

Este ensayo tiene como objetivo verificar que las superficies del vehículo que pueden entrar en contacto con el usuario, como los manillares, reposapiés y plataformas, no alcancen temperaturas peligrosas que puedan causar quemaduras o incomodidad. Durante el ensayo, se

mide la temperatura de estas superficies mientras el vehículo está en funcionamiento como muestra la Figura 12, asegurándose de que no superen los límites establecidos. Si las temperaturas son demasiado altas, se deben tomar medidas correctivas, como agregar advertencias en el manual o hacer ajustes en el diseño del vehículo para proteger al usuario.

1. Colocar el vehículo en una bancada de pruebas con la batería completamente cargada.
2. Operar el vehículo a máxima carga hasta que la batería llegue al 20 % de su carga restante (esto permite que los componentes se calienten al máximo).
3. Medir la temperatura de las diferentes partes del vehículo que el usuario está en contacto.
4. Comprobar que las temperaturas medidas no superen el límite de temperatura establecido por la normativa.

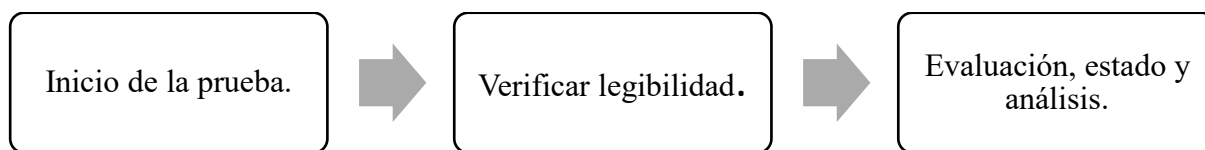
Figura 12. Diagrama de proceso de superficies calientes.



3.8.9 Ensayo de marcaje

Este ensayo asegura que el vehículo cuente con una placa donde contengan información técnica del fabricante y con el paso del tiempo esta información no se borre incluso después de estar expuesta a condiciones como el agua o el alcohol. Para llevar a cabo la prueba, se frota la placa con un paño mojado en agua durante 15 segundos y luego con un paño mojado en alcohol. Después de esta prueba la información de la placa deberá seguir siendo clara y legible. Además, se asegurará que las etiquetas no deben despegarse asegurándose que esta información del vehículo se conserve de forma clara y legible clara.

Figura 13. Diagrama de proceso de superficies calientes.



3.9. REQUISITOS GENERALES PARA HOMOLOGAR EL VEHÍCULO DE MOVILIDAD PERSONAL.

Los requisitos técnicos correspondientes se definen con base a la legislación nacional que la forma y criterios a seguir, así como el ciclo de esta. El fabricante o su representante autorizado debe obtener el certificado para cada modelo de vehículo de movilidad personal, es decir, cumplir con los requisitos y ensayos de homologación que necesite, garantizando así que el vehículo cumpla con el proceso técnico que requiere la normativa.

3.9.1 Requisitos iniciales

Para el proceso de homologación es imprescindible la implantación de un sistema de gestión de calidad. En este sentido la norma ISO 9000 es esencial. Son un conjunto de estándares internacionales que ha emitido la Organización Internacional de Normalización (ISO), y que garantizan que las empresas cumplan con unos requisitos de calidad que son exigidos por sus clientes y otras partes interesadas. Estas normas ayudan a definir los procesos para homologar, mejorar de forma continua, y garantizar la satisfacción del cliente.

3.9.2 Participantes

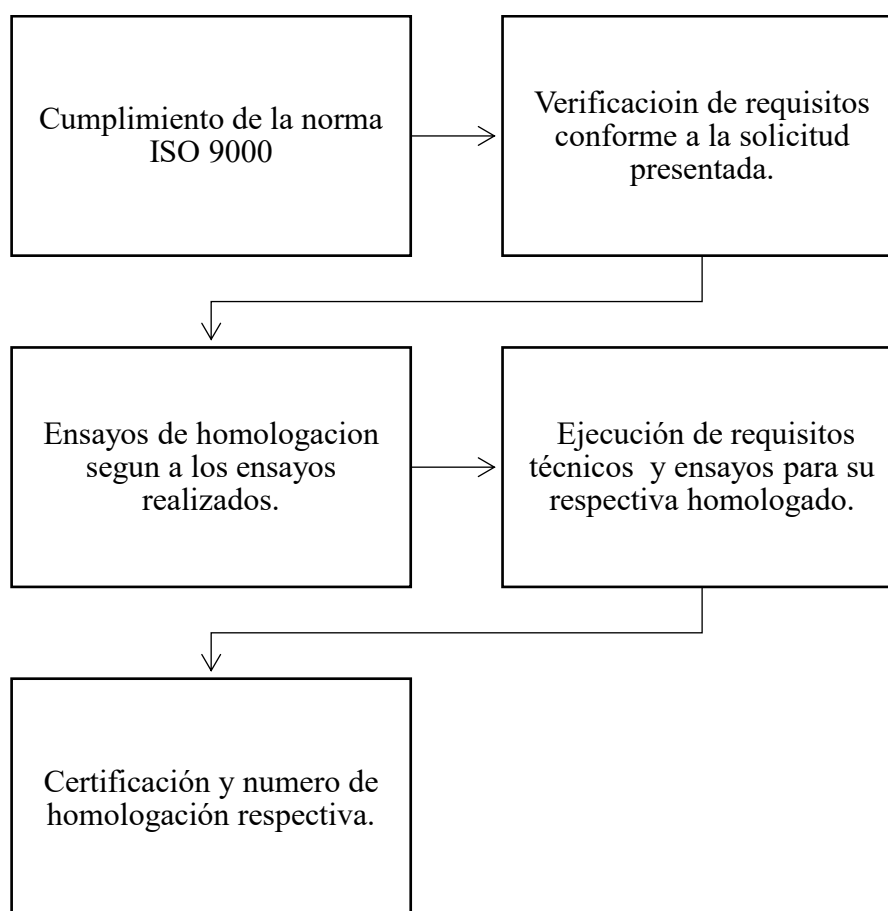
En la homologación de vehículos, los participantes son los fabricantes, quienes son los responsables de presentar la solicitud respectiva. En Ecuador, el organismo encargado de este proceso de homologación es el Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN), la cual actúa

como ente regulador y cuyo objetivo es verificar que los productos tanto nacionales como los importados cumplan con los requisitos de calidad y seguridad antes de ser comercializados.

3.9.3 Fases para el proceso de homologación

Como parte del proceso de homologación como muestra la Figura 14, se contemplaron diversos aspectos vinculados al cumplimiento de requisitos previos a la realización de los ensayos en un centro técnico acreditado. Estos requisitos incluyen, entre otros, la verificación documental del vehículo, la conformidad con normativas vigentes de seguridad y diseño, así como la correcta identificación del fabricante y del modelo. Todo ello aplicable específicamente a vehículos de movilidad personal, con el fin de garantizar que cumplan con los estándares mínimos exigidos antes de iniciar el proceso de evaluación técnica.

Figura 14. Proceso de homologación.



3.9.4 Documentación

La siguiente documentación se obtiene tras la homologación:

- **Reporte de laboratorio oficial:** Se entrega el reporte oficial de laboratorio que certifica la realización de todas las pruebas y verificaciones según las normativas aplicables. El reporte indica que todos los procedimientos se llevaron a cabo de acuerdo con las especificaciones y a los estándares regulatorios aplicables, que el estudio fue diseñado, ejecutado y analizado por un equipo multidisciplinario, y ellos se reunieron para asegurar que la realización del estudio fue adecuada y que el reporte refleja el estudio tal como fue conducido, lo que permite concluir que el proceso de prueba y validación fue riguroso y completo.
- **Documentación del fabricante:** En este documento se incluye toda la documentación que el fabricante, esta información garantiza que está totalmente de acuerdo con todas las características técnicas del mismo y de todos sus componentes del vehículo. La misma documentación acredita que todos los componentes del vehículo son conforme a las especificaciones de diseño establecidos.
- **Certificados de validación del proceso:** Se otorgan los certificados correspondientes que acreditan que el proceso de fabricación y las actividades relacionadas fueron ejecutadas correctamente. Estos certificados sirven como evidencia de que el servicio técnico realizado ha cumplido con todas las normativas y estándares establecidos, confirmando la validez y la fiabilidad del proceso desde su inicio hasta su conclusión

3.9.5 Pruebas para homologación de vehículo de movilidad personal

El procedimiento de ensayos establecido para la homologación del VMP fue desarrollado tomando como referencia los lineamientos técnicos y requisitos establecidos. Este marco regulatorio detallado que permite garantizar que los VMP cumplan con los estándares mínimos de seguridad, eficiencia y desempeño, facilitando así su circulación legal en vías públicas. A

partir de estos criterios, se diseñaron pruebas específicas que evalúan aspectos como la estabilidad, el frenado, velocidad, marcaje, el comportamiento dinámico del vehículo y superficies calientes, mostrada en la siguiente Tabla 15.

Tabla 15. Tipos de ensayos para la respectiva homologación.

	Ensayo	Ensayo superado
1	Ensayo de velocidad máxima	
2	Ensayo de frenado	
3	Ensayo de comportamiento dinámico	
4	Ensayo de iluminación	
5	Ensayo de superficies calientes	
6	Ensayo de marcaje	

Tomado de: Tomado de: BOE, 2022

3.9.5.1 Ensayo de velocidad máxima

Para la realización del ensayo de velocidad máxima como muestra en la Figura 15, la pista deberá tener una longitud mínima de 50 metros. Durante la prueba, el vehículo deberá alcanzar la velocidad máxima establecida por la normativa, expresada en km/h. Si la velocidad máxima registrada durante el ensayo difiere de la velocidad máxima de diseño, se considerará que el desempeño del vehículo no se encuentra dentro del rango aceptable. La verificación del cumplimiento se realizará utilizando cronometro digital tal como muestra la Tabla 16, para la medición del tiempo. Adicionalmente, se empleará ecuaciones para comprobar con mayor precisión que no se exceda la velocidad máxima permitida.

$$v = \frac{d}{t}$$

Ecuación 1. Velocidad

Donde:

$v = \text{velocidad [km/h]}$

$d = \text{distancia [km]}$

$t = \text{tiempo [h]}$

Figura 15. Ensayo de máxima velocidad

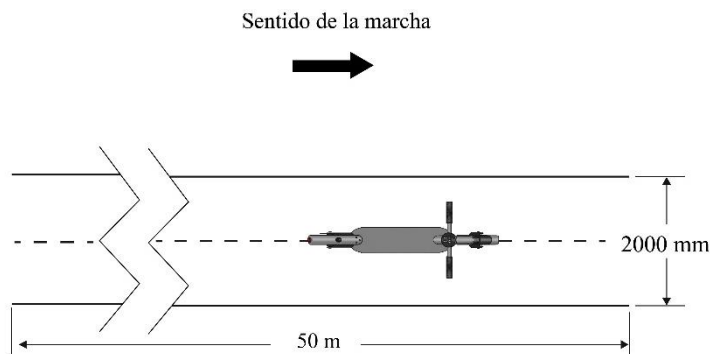


Figura 16. Proceso de ensayo de velocidad máxima

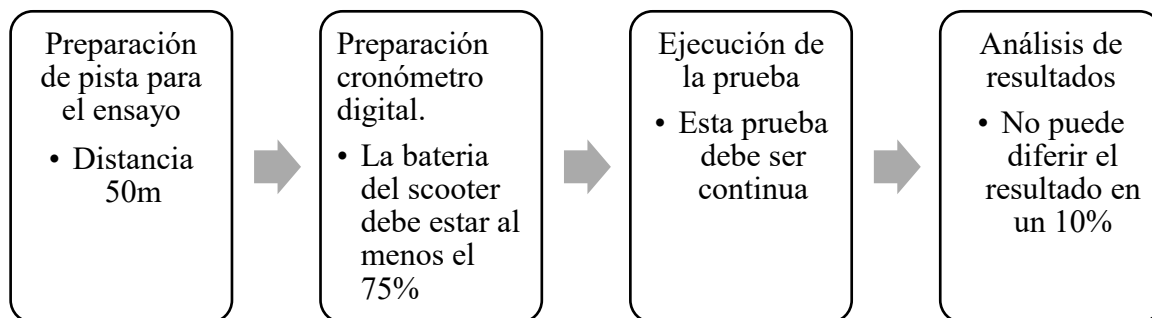



Tabla 16. Cronómetro digital

Cronómetro digital KTJ	
	
Precisión	0.01 segundos
Número de modelo	TA210
Tamaño	8,4 x 6,6 x 2,3 cm
Peso	0,089 kg

Tomado de: Arizona, KTJ cronómetro clásico, 2025

3.9.5.2 Ensayo de frenado

Antes de realizar las pruebas de rendimiento de frenado como muestra la Figura 17 , todos los tipos de frenos deben someterse a un ciclo de rodaje, que consiste en accionar los frenos durante al menos tres segundos para lograr una desaceleración constante mientras el vehículo circula a aproximadamente el 90 % de su velocidad máxima alcanzable solo con asistencia eléctrica, repitiendo esta operación 10 veces, para asegurar que los frenos estén en condiciones óptimas de funcionamiento antes de realizar las pruebas de rendimiento. El vehículo debe posicionarse en el centro del carril de prueba, y las frenadas deben realizarse sin que las ruedas salgan del carril ni se bloqueen. La velocidad prescrita para la prueba debe ser de 20 km/h, y la desaceleración total desarrollada puede determinarse mediante métodos alternativos a la medición directa de velocidad y distancia, donde la velocidad que se utilizará un cronómetro digital tal como muestra Tabla 17, siempre que la precisión de la desaceleración media totalmente desarrollada esté dentro de un margen de $\pm 3\%$, mostrado en el proceso de la Figura 18. También se puede calcular la desaceleración media alcanzada mediante la fórmula siguiente.

$$a = \frac{v^2}{2s}$$

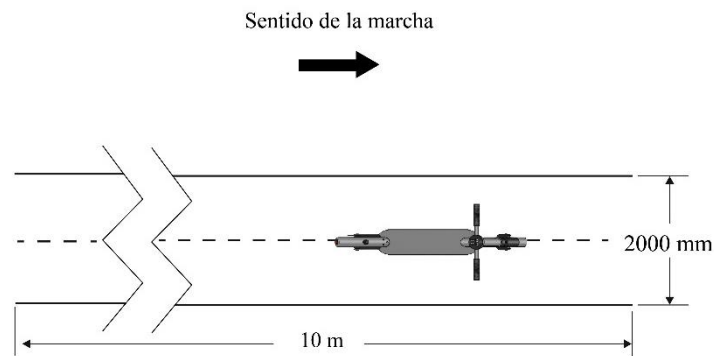
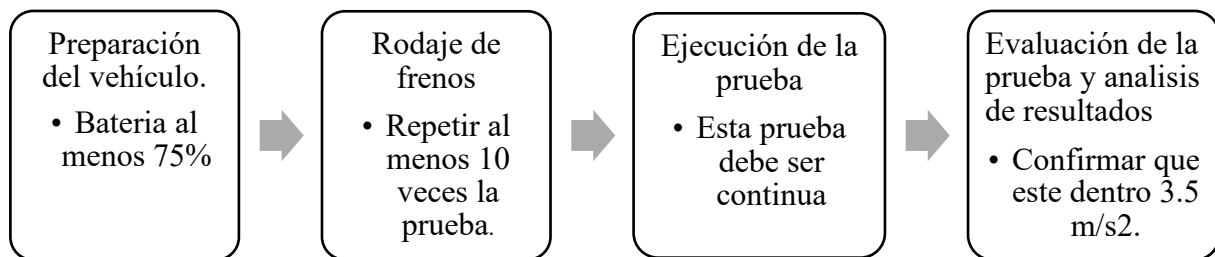
Ecuación 2. Desaceleración

Donde:

$a =$ *desaceleración media* [m/s^2]

$v =$ *velocidad* [m/s]

$s =$ *distancia de frenado* [m]

Figura 17. Ensayo de frenado**Figura 18. Proceso de ensayo de frenado****Tabla 17. Cronometro digital.****Cronometro digital KTJ**

Precisión	0.01 segundos
Número de modelo	TA210
Tamaño	8,4 x 6,6 x 2,3 cm
Peso	0,089 kg

Tomado de: Arizona, KTJ cronómetro clásico, 2025

3.9.5.3 Ensayo de comportamiento dinámico

Esta prueba debe realizarse dos veces por ensayo: una vez a velocidad máxima; y otra a una velocidad de 2 ± 8 km/h. El vehículo debe superar los obstáculos sin que se deshabilite el vehículo de forma repentina.

Durante ambos trayectos, se observará como responde el vehículo al enfrentar distintos tipos de obstáculos, tal como se muestra en la Figura 23. Si en el sistema se pierde la estabilidad en forma inesperada, se considerará como una falla. Las rampas llevarán una guía donde se encuentra una recta y se valorará mediante esa forma los grados de desviación, como se muestra en la Figura 19. Para el cálculo de los ángulos se utilizará un goniómetro de alta precisión de 1 grado con una escala circular de 0 a 360 grados, tal como muestra Tabla 18.

$$\cos \theta = \frac{CA}{H}$$

Ecuación 3.

Figura 19. Modelo de rampa para la ejecución de los ensayos

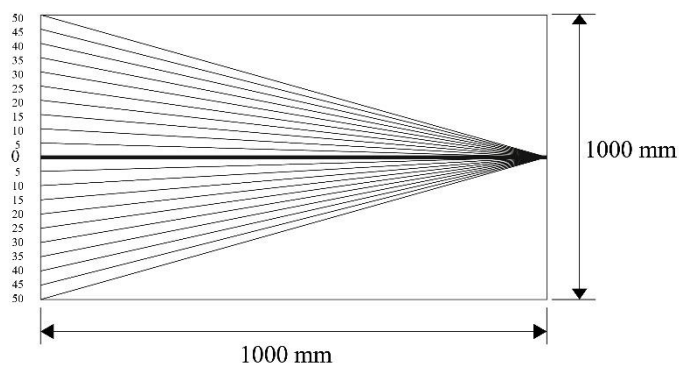



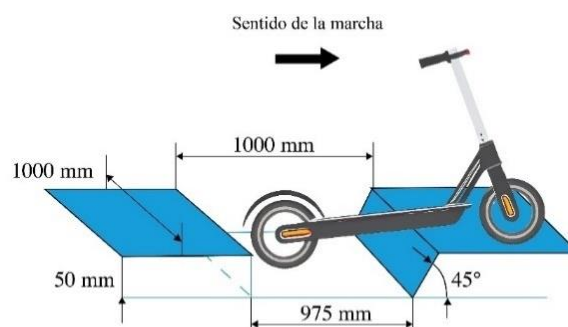
Tabla 18. Goniómetro para medir ángulos.

Goniómetro EMI 8	
	
Precisión	alta precisión de 1 grado
Número de modelo	EGM-421
Escala circular	de 0 a 360 grados

Tomado de: 3B Sientific, goniómetro redondo, 2025

1. Ensayo: Depresión de calzada

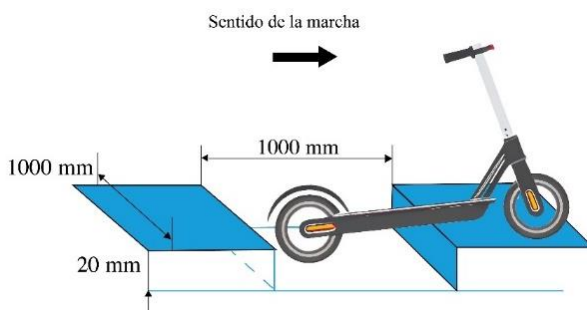
En este tipo de ensayo la capacidad del vehículo de movilidad personal para superar una depresión de calzada sin perder la estabilidad consiste en hacer pasar el vehículo sobre la plataforma con una altura de 50mm, 1000mm de longitud seguido por una rampa de 45°, mostrada en la Figura 20. El objetivo es verificar que el vehículo pueda atravesar este obstáculo manteniendo su estabilidad, simulando irregularidades reales en la vía.

Figura 20. Ensayo de depresión de calzada

2. Ensayo: Escalón descendente y ascendente.

En este ensayo permite evaluar la capacidad del vehículo para superar desniveles. Este vehículo se desplaza en una línea recta sobre una plataforma que presenta un escalón descendente y ascendente de 20mm, seguido de una zona de 1000mm de longitud, como muestra la Figura 21. El objetivo de esta prueba se basa en la posibilidad del vehículo de subir y bajar pequeños escalones sin perder el equilibrio ni sufrir daño alguno, es decir, reproducir aquellas irregularidades que pueden presentar en su entorno.

Figura 21. Ensayo de escalón descendente y ascendente



3. Ensayo: Perfil de bordillo

En este ensayo como muestra la Figura 22, se evalúa la capacidad para superar obstáculos similares a bordillos o elevaciones en el pavimento. Esta prueba consiste en que el vehículo avance sobre un obstáculo con una altura de 30 mm y un radio de 20 mm, simulando un bordillo redondeado. Se analiza si el vehículo puede superar el perfil sin que se pierda la estabilidad.

Figura 22. Ensayo de perfil de bordillo

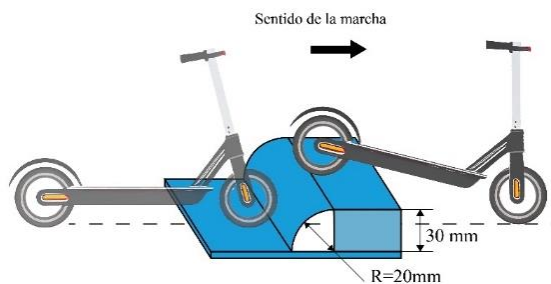
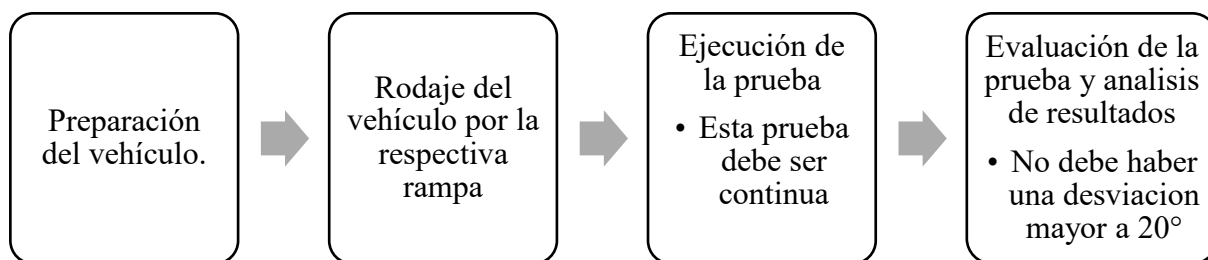


Figura 23. Proceso de ensayo de comportamiento dinámico



3.9.5.4 Ensayo de iluminación

Las luces obligatorias que deberán estar equipados los vehículos de movilidad personal son:

- Luz de color blanco en la parte delantera donde sea de fácil visibilidad para otros usuarios de la vía desde una distancia razonable, pero que no deslumbre a los usuarios de la vía.
- Luz de color roja incorporada con luz de freno posicionada en la parte trasera, donde sea de fácil visibilidad para otros usuarios de la vía.
- El vehículo debe estar equipado con reflectores capaces de reflejar la luz a cada lado, estas también pueden ser cintas reflectantes.

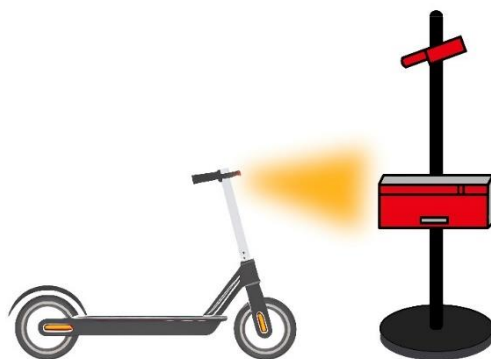
Las luces obligatorias deben mantenerse encendidas y visibles cuando el vehículo se utilice durante períodos desde el atardecer y amanecer. En lo que se refiere a las luces y al reflector, se deben limpiar y mantener en buen estado, como se muestra en la Figura 24.

Figura 24. Luces obligatorias de vehículos de movilidad personal



Para medir la cantidad de luz en este tipo de ensayos como se muestra en la Figura 25, se utiliza un luxómetro para medir la intensidad luminosa del entorno. Este equipo es esencial, ya que permite evaluar si los sistemas de iluminación de los vehículos cumplen con los requisitos legales de visibilidad y seguridad en la carretera.

Figura 25. Ensayo de iluminación (luxómetro)



Los colores de las luces de los faros delanteros deben ser blancas o amarillas, los vehículos de dos ruedas deben tener una luz de posición de color rojo, incorporada con luz de freno.

Luz blanca debe estar dentro de los siguientes límites, tal como muestra en la Figura 26:

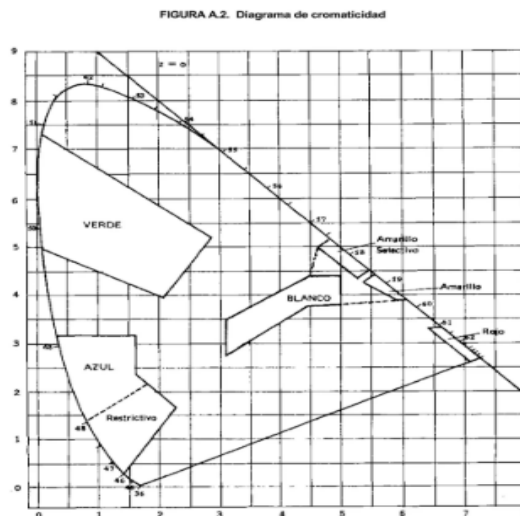
- $y = 0,33$ (límite amarillo) → significa que, si el valor de y baja de 0,33, ya no es rojo puro, sino que se acerca al amarillo.
- $y = 0,98 - x$ (límite azul) → si el color sobrepasa esta línea, empieza a acercarse al azul.

Luz roja debe estar dentro de los siguientes límites. Esto forma un polígono en el diagrama cromático donde debe estar el punto (x, y) de la luz emitida para que se considere blanco válido:

- $x = 0,31$ (límite azul)
- $x = 0,50$ (límite amarillo)
- $y = 0,15 + 0,64x$ (límite verde)
- $y = 0,44$ (límite verde)
- $y = 0,38$ (límite rojo)

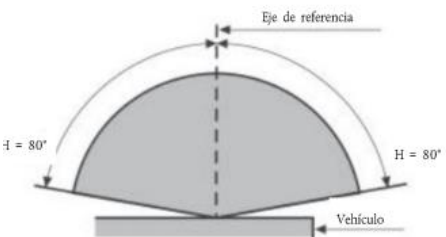
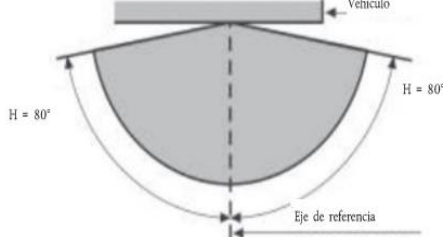
- $y = 0,05 + 0,75x$ (límite azul)

Figura 26. Diagrama de cromaticidad.



En la Tabla 19 presenta los requisitos fotométricos mínimos para las luces de posición delantera y trasera en vehículos de movilidad personal, como scooters eléctricos, con el objetivo de asegurar su visibilidad y seguridad en vía pública. La luz delantera blanca debe tener una intensidad luminosa no menor a 4 (cd) en el eje de referencia, sin superar las 60 cd, su distribución debe abarcar un ángulo horizontal de $\pm 80^\circ$ y vertical de $+15^\circ/-10^\circ$. Por su parte, la luz trasera roja debe tener una intensidad mínima de 4 cd, permitiéndose un máximo de 12 cd únicamente si la luz de posición trasera está integrada con la luz de freno. Esta luz también debe proyectarse dentro de los mismos ángulos mencionados. Estas condiciones aseguran que el vehículo sea claramente perceptible por otros usuarios de la vía sin generar deslumbramientos, cumpliendo así con los parámetros de seguridad exigidos para su homologación.

Tabla 19. Intensidad luminosa delantera y trasera según la norma.

Luz delantera blanca	Luz trasera roja
<p>La intensidad luminosa de cada luz no será inferior a 4 cd en el eje de referencia. No excederá de 60 cd en cualquier dirección en que la luz sea visible.</p>	<p>Mínimo 4 cd. En el caso de luces de posición traseras recíprocamente incorporadas con luces de frenado se permitirá una intensidad luminosa máxima de 60 cd</p>
<p>LUCES DE POSICIÓN DELANTERAS $V = +15^\circ/-10^\circ$</p> 	<p>2. LUCES DE POSICIÓN TRASERAS $V = +15^\circ/-10^\circ$</p> 

En cuanto a la temperatura de color (TCC) de la luz LED, de acuerdo con la normativa ECE (Comisión Económica para Europa - Uso común en Europa, Asia, Australia y muchas otras regiones) para los faros, el rango típico (ECE) debe tener una Temperatura de Color Correlacionada (TCC) entre 5500 K y 6500 K. que es el rango más común para los LED modernos homologados.

Los sistemas de iluminación LED son, actualmente, los más eficientes y fiables para los vehículos de movilidad personal. Su eficacia luminosa tiene rangos que están entre los 80 y 170lm/W, y en modelos de buena calidad se pueden sobrepasar los límites dados, además, la vida útil se puede extender hasta las 50 000 horas de funcionamiento que, juntamente con su bajo consumo, hace que requieran un mantenimiento y un reemplazo considerablemente bajos. Mediante el bajo consumo energético y la larga vida útil que ofrecen, los LED garantizan una iluminación fiable y continua, lo que logra la mejor visibilidad y favorece la eficiencia del vehículo.

El proceso para este ensayo mostrada en la

Figura 27 con el luxómetro se utiliza para conocer la cantidad de flujo luminoso que incide sobre una superficie, expresada en lux (lx), su aplicación es fundamental para verificación de

condiciones de visibilidad y cumplimiento de normativas relacionadas a la seguridad, los valores obtenidos permiten comparar los resultados frente a los umbrales establecidos, garantizando una evaluación técnica confiable, tal como muestra la Tabla 20.

Figura 27. Proceso de ensayo de iluminación.

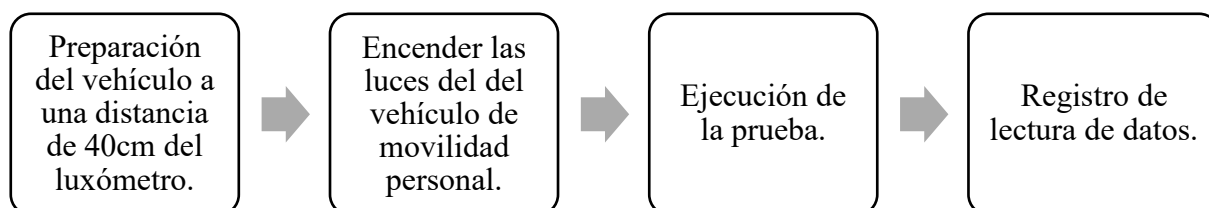



Tabla 20. Características del luxómetro

Luxómetro LJN5413	
	
Rango de medida de iluminancia	0 – 200,000 lux
Precisión	±3 %
Pantalla	Digital con lectura de lux
Peso	25 kg

Tomado de: Eléctricos para tu automoción, LJN5413 - máquina de regulación de faros, 2025

3.9.5.5. Ensayo de superficies calientes

Este método de prueba se utiliza para verificar si las partes del vehículo que están en contacto directo con el usuario, manillar, palanca de frenos y la plataforma, alcanzan temperaturas que puedan resultar peligrosas tras un uso prolongado.

Para realizarla, se debe usar el vehículo normalmente, pero sometiéndolo a un uso exigente.

Esto significa conducirlo con el acelerador a fondo o en condiciones que simulen un esfuerzo

importante, como pendientes o trayectos largos tal como muestra la Figura 28. El objetivo es que el sistema funcione hasta que la batería se descargue al 20 % de su capacidad, lo cual asegura que las piezas hayan alcanzado su temperatura máxima de trabajo, como muestra la Figura 29.

Una vez alcanzado ese nivel de batería, se detiene el vehículo y se procede inmediatamente a medir la temperatura del manillar, palanca de frenos y la plataforma. Para ello se puede usar una cámara térmica, que permite ver claramente las zonas más calientes y registrar las temperaturas de forma precisa mostrada en la Tabla 21.

Figura 28. Ensayo de superficies calientes

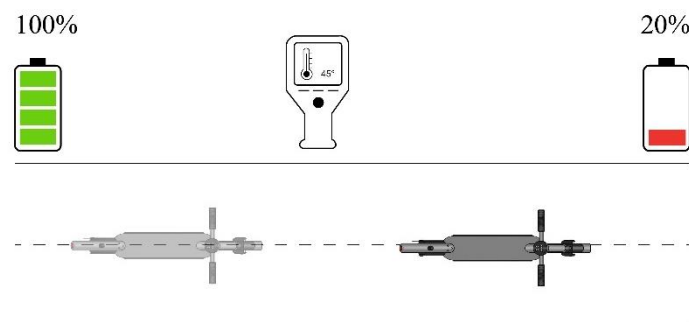


Figura 29. Proceso de ensayo de superficies calientes

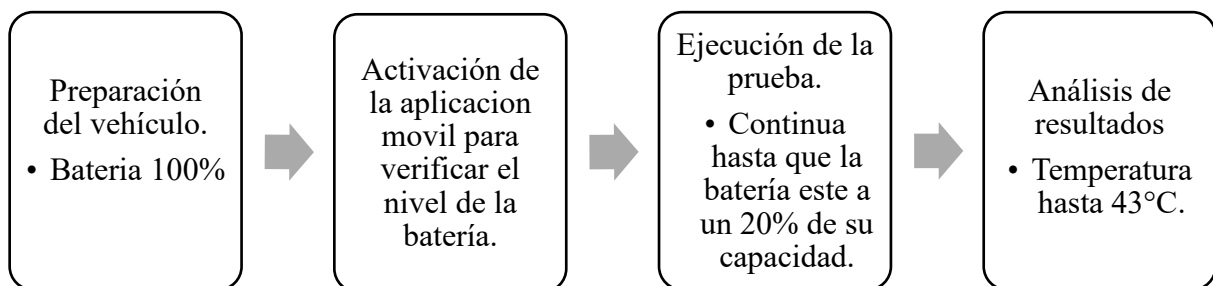


Tabla 21. Características cámara térmica**Cámara térmica TOPDON TC001**

Resolución	alta precisión de 1 grado
Rango de temperatura	-10°C a 150°C 150°C a 550°C
Precisión temperatura	± 2°C
Sensibilidad térmica	45 mk

Tomado de: TOPDON, TC001 Plus.

3.9.5.6. Ensayo para prueba de marcaje

Para la realización del procedimiento de ensayo, es imprescindible que el vehículo cuente con una placa de identificación que contenga información técnica esencial. Esta información debe ser de carácter único, claramente legible, permanente y estar dispuesta de forma que permita su fácil lectura, tal como muestra la Figura 30. Los datos que deben figurar en la placa son los siguientes:

- Velocidad máxima
- Número de serie o identificación
- Numero de certificado
- Año de construcción
- Marca y modelo

En cuanto a la fijación de la placa, esta deberá estar unida de forma permanente a la estructura del vehículo mediante remaches. No se permitirá en ninguna circunstancia la utilización de tornillos, adhesivos u otros medios removibles, ya que estos podrían facilitar manipulaciones o reemplazos no autorizados.

Figura 30. Ensayo de marcaje

3.9.6 Límites de aprobación y rechazo

La siguiente tabla establece los límites de aprobación y rechazo para diversas pruebas técnicas aplicadas a un vehículo de movilidad personal, mostrados en la Tabla 22. Su objetivo es garantizar que el vehículo cumpla con requisitos mínimos de seguridad y rendimiento. Cada parámetro evaluado (como velocidad, frenado, iluminación, comportamiento dinámico, etc.) tiene valores definidos que determinan si el vehículo aprueba o falla, contribuyendo así a su homologación.

Tabla 22. Parámetros de aprobación y rechazo.

Prueba	Aprobación	Rechazo
Velocidad máxima	25km/h (velocidad máxima alcanzada)	No puede diferir un 10%
Frenado	Margen de $\leq 3,5 \text{ m/s}^2$	Margen de $> 3,5 \text{ m/s}^2$
Iluminación	Luz delantera y trasera: $\geq 4 \text{ cd}$ y $\leq 60 \text{ cd}$.	Luz delantera y trasera: $< 4 \text{ cd}$ y $> 60 \text{ cd}$.
Comportamiento dinámico	Desviación máxima 20°	No se debe deshabilitar repentinamente
Marcaje	Número de serie o identificación Numero de certificado Año de construcción Marca y modelo	-
Superficies calientes	Tolerancia de $\pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$	Superior a $43 \text{ }^\circ\text{C}$

3.9.7 Principio de normalización 2847

Los principios de normalización ayudan a que todos los involucrados tengan una idea clara y compartida sobre cómo deben ser los productos o servicios. Su objetivo es facilitar el comercio, mejorar la eficiencia económica y apoyar las políticas públicas y las regulaciones de manera más efectiva.

Las normas técnicas deben cumplir con requisitos: estar elaboradas por comités de técnicos expertos, deben ser revisadas periódicamente para comprobar si siguen siendo necesarias y actuales, teniendo en cuenta también variaciones tecnológicas o de tipo de mercado.

Aplicar una norma es voluntario, Adicionalmente, la participación en el proceso de elaboración de normas está abierta a todo aquel que tenga el conocimiento técnico en la materia. El INEN, en señal de transparencia, coloca en su página web cada seis meses los documentos más relevantes relacionados con los planes nacionales de normalización.

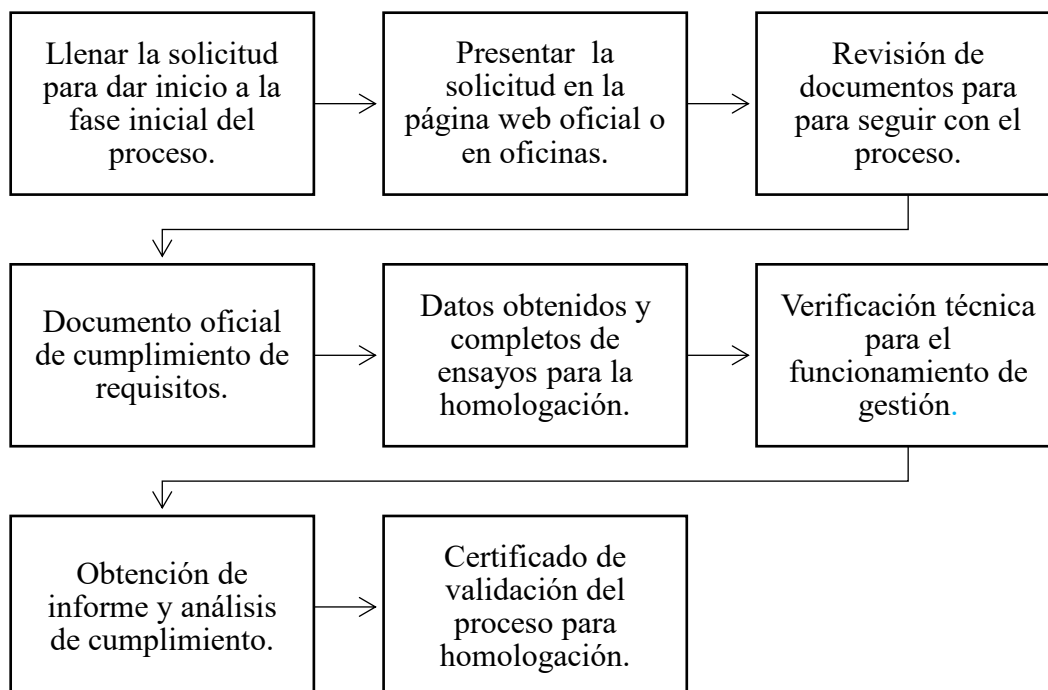
CAPÍTULO IV: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN RESULTADOS

4.1 Proceso técnico para la homologación

4.1.1 Proceso de certificación

El proceso de certificación como se muestra en la Figura 31, de VMP permite que el fabricante o representante autorizado, adquiera un número de certificado que garantice el modelo de vehículo de movilidad personal cumple con parámetros para este tipo. Esta certificación de VMP habilita fabricante o representante a inscribir el número de certificado de VMP en cada vehículo para ese modelo y versión. Los ensayos necesarios para este proceso de certificación de se realizarán en un laboratorio autorizado, designado como organismo competente por parte de la Subdirección General de Gestión de la Movilidad y Tecnología.

Figura 31. Proceso de certificación.



4.2 Evaluación del vehículo de movilidad personal tipo L1e-B

Para el análisis del vehículo de movilidad personal del modelo tipo L1e-B, se ha evaluado con criterios técnicos establecidos en la normativa europea. Los ensayos que se han aplicado permiten comprobar parámetros de rendimiento, seguridad y requisitos normativos para plantearon proceso de homologación adaptado al contexto ecuatoriano.


El vehículo ensayado tiene los siguientes parámetros generales: chasis de aluminio, motor de 350 W, velocidad máxima de 25 km/h, batería de ion-litio de 36 V/7.5 Ah, frenos mecánicos, y sistema de iluminación LED.

4.3 Ensayo de velocidad máxima

El ensayo de velocidad máxima fue superado satisfactoriamente, tal como se muestra en la Tabla 23, ya que los valores obtenidos durante las pruebas experimentales no presentan una diferencia superior al 10 % respecto a la velocidad máxima especificada por el fabricante. Este margen se encuentra dentro del rango de tolerancia permitido por la normativa técnica aplicable a los vehículos de movilidad personal (VMP), lo cual garantiza la validez de los resultados y la conformidad del vehículo en cuanto a desempeño.

En el desarrollo de las pruebas bajo condiciones controladas se observarán velocidades constantes y regulares, sin presentar cambios bruscos que sobrepasen los límites establecidos. En ningún momento el vehículo fue capaz de sobrepasar los límites establecidos para este tipo de vehículos 25 km/h, de acuerdo con la normativa aplicable. Los resultados confirman que el vehículo analizado se encuentra dentro de los límites para la seguridad y el desempeño de conformidad con los requisitos de la homologación técnica y con el principio de protección del usuario.


Tabla 23. Resultados de ensayo de velocidad máxima

Distancia (m)	Tiempo (s)	Velocidad (km/h)	Pista de ensayo
50	25	20	
	22	22	
	25	20	
	30	17	
	30	17	

4.4 Ensayo de sistema de frenado

En el ensayo de frenado se evidenció que el vehículo se encuentra dentro del rango aceptable establecido por la normativa, la cual fija un límite de referencia de hasta $3,5 \text{ m/s}^2$ de desaceleración. Los valores obtenidos tal como se muestra en la Tabla 24, se mantuvieron muy por debajo de este límite, demostrando un comportamiento estable y seguro durante la prueba. A lo largo de las pruebas realizadas, se ha llegado a la conclusión de que el sistema de freno trasero de disco mecánico tiene un comportamiento estable, en el sentido de que permite realizar una detención segura del vehículo sobre una superficie seca, este nivel indica así un nivel de adherencia y un buen funcionamiento garantizando la eficacia en el frenado durante condiciones medidas que se tiene en cuneta para este tipo de vehículos, corroborando así la respuesta del sistema frente a exigencias del ensayo, ya que se ha mantenido la desaceleración uniforme, registrando cero pérdidas de control.




Tabla 24. Resultados de ensayo de frenado.

Distancia m	Velocidad m/s	Desaceleración m/s ²	Pista de ensayo
10	1.24	0.07	
	1.6	0.12	
	1.43	0.11	
	1.43	0.11	
	1.41	0.09	

4.5 Ensayo de comportamiento dinámico

Se realizaron pruebas de comportamiento dinámico sobre superficie plana con obstáculos moderados (depresión de calzada, escalón descendente-ascendente y bordillo), siguiendo parámetros equivalentes a los ensayos descritos. En este caso, el ensayo de estabilidad a bajas velocidades de 2km/h a 8km/h cumple con los parámetros establecidos en la normativa, porque no se evidencia desviaciones superiores a los 20°, tal como indica la Tabla 25, que nos demuestra que el vehículo mantiene su estabilidad y trayectoria de forma adecuada durante la prueba. Este cumplimiento se debe, en gran parte, a que las rampas utilizadas presentan una altura moderada, permitiendo que el vehículo de movilidad personal las supere sin dificultad y sin comprometer la seguridad del usuario. En consecuencia, esta parte del ensayo puede considerarse superada.




Tabla 25. Ensayo de estabilidad a baja velocidad (2 km/h – 8 km/h)

Tipo de ensayo	Grados de desviación	Fotografías
Depresión de calzada	3.43° 2.86° 3.71° 2.86° 3.86°	
Escalón descendente y ascendente	1.71° 2.86° 3.43° 2.29° 2.86°	
Perfil de bordillo	1.14° 1.71° 1.14° 1.71° 2.86°	

Las pruebas de depresión de calzada, escalón descendente y perfil de bordillo fueron exitosas, ya que los grados de desviación registrados se mantuvieron dentro de los límites permitidos, por lo que garantiza un buen desempeño del vehículo y reduce significativamente el riesgo de pérdida de estabilidad o control como nos muestra la Tabla 26.

Estos resultados evidencian que, en condiciones de mayor velocidad, el vehículo de movilidad personal mantiene un comportamiento adecuado frente a obstáculos comunes en la vía.

Tabla 26. Ensayo de estabilidad a maxima velocidad (25 km/h)

Tipo de ensayo	Grados de desviación	Fotografías
Depresión de calzada	11.31° 10.20° 9.09° 14.04° 11.31°	
Escalón descendente y ascendente	3.43° 2.86° 1.71° 2.29° 1.71°	
Perfil de bordillo	1.14° 1.71° 1.71° 2.29° 2.86°	

4.6 Ensayo de sistema iluminación

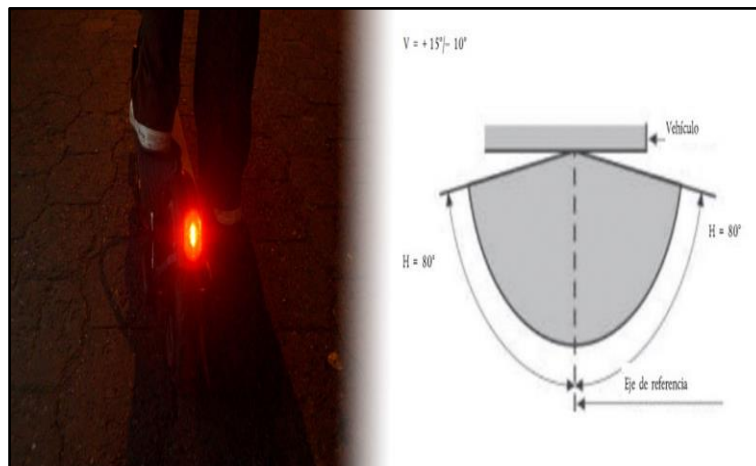
Durante la prueba de iluminación, se verificó el correcto funcionamiento de los dispositivos lumínicos y reflectantes instalados en el scooter. En la parte delantera se constató la presencia de una luz blanca, funcional y bien posicionada, destinada a proporcionar visibilidad al conductor durante la circulación nocturna o en condiciones de baja luminosidad como se muestra en la Figura 32.

Figura 32. Luz delantera en condiciones de baja luminosidad



En la parte trasera del vehículo se observó una luz roja operativa, la cual permite alertar a otros usuarios de la vía sobre la presencia del scooter, especialmente durante el proceso de frenado o en desplazamientos nocturnos, como muestra la Figura 33. Asimismo, se inspeccionaron los elementos reflectantes en los dos laterales, tanto en la parte delantera como en la trasera. Estos dispositivos reflectantes mejoran significativamente la visibilidad lateral del vehículo ante la iluminación de otros, cumpliendo con las recomendaciones de seguridad vial.

Figura 33. Luz trasera en condiciones de baja luminosidad.



En definitiva, como detalla la Tabla 27, todos los elementos de luces y cintas reflectores se encuentran correctamente fijadas y operando en condiciones óptimas, haciendo que el nivel de seguridad tanto para el usuario y para los otros conductores de la vía sea mayor. Durante la prueba, se evaluó el vehículo con las luces encendido mientras se desplazaba de forma continua y en condiciones de frenado.

También se verificó el encendido de la luz de freno al accionar la palanca durante cinco minutos, se observó que la iluminación ofrece una buena visibilidad, lo que atribuye a la prevención de accidentes especialmente en desplazamientos nocturnos.

Tabla 27. Verificación de ensayo de iluminación.

Verificación y cumplimiento

Luz de color roja en la parte trasera



Luz blanca en la parte delantera.



Luz reflectante a cada lado de la parte delantera.



Luz reflectante a cada lado de la parte trasera.




Vista frontal y lateral



En el ensayo de iluminación realizado con un luxómetro, el scooter fue colocado a una distancia de 40 cm. Se verificó que los ángulos mínimos de distribución luminosa del faro delantero fueron de 15° hacia arriba y 10° hacia abajo respecto a la línea vertical, al igual que en la luz trasera. Tal y como ilustra la Tabla 28, los resultados de ambos se encuentran dentro del rango de intensidad luminosa adecuado y conforme a lo establecido por la normativa, ya que su iluminación no supera ni está por debajo de los límites permitidos, lo que garantiza un desempeño óptimo.

Tabla 28. Ensayo de iluminación con Luxómetro

	Lux (lx)	Candela (cd)	Equipo de ensayo (Luxómetro)
Luz delantera	200	32	
Luz trasera	100	16	

4.7 Ensayo de superficies calientes

Para la ejecución de esta prueba, se realizó una carga completa del scooter eléctrico y posteriormente se efectuaron ensayos en condiciones reales de operación. Durante la prueba, el vehículo fue utilizado hasta alcanzar un nivel de descarga del 20%, con el fin de simular un uso prolongado y exigente, similar al que podría enfrentar un usuario en condiciones normales de desplazamiento.



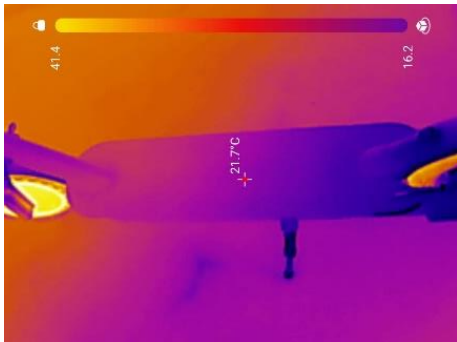
El objetivo principal de la prueba fue analizar las distintas partes del scooter que están en contacto directo o cercano con el conductor, para evaluar si durante el funcionamiento alcanzan

temperaturas que superen los límites de seguridad establecidos. Esta evaluación permite identificar posibles riesgos de sobrecalentamiento que pudieran ocasionar quemaduras al usuario, tanto durante el uso continuo del vehículo como después del mismo.

Al finalizar la prueba de funcionamiento del scooter eléctrico, se procedió a realizar las mediciones térmicas correspondientes en los componentes de contacto directo con el usuario, con el objetivo de verificar el cumplimiento de los requisitos de seguridad establecidos por la normativa vigente. Las temperaturas registradas fueron de 16 °C en el manillar; 15 °C en la palanca de frenos y 21 °C en la plataforma, como muestra la Tabla 29.

El dispositivo de medicación permite observar con gran precisión la distribución de calor en toda la estructura del scooter. Los valores obtenidos estuvieron todos muy por debajo del límite máximo, establecido en 43 °C, para las superficies del scooter que se encuentran en contacto directo con el usuario, por lo tanto, se puede asegurar que el scooter no presenta riesgos en términos técnicos durante su funcionamiento. Los resultados obtenidos demuestran que el sistema de gestión térmica del scooter, con la disipación pasiva del calor, la elección de materiales y el diseño estructural, resultan muy eficientes y seguros.


Tabla 29. Ensayo de superficies calientes.

	Valores de referencia	Valores obtenidos	Ensayo
Palanca de frenos	43°C	15.1°C	
Manillar	43°C	16.4°C	
Plataforma	43°C	21.7°C	

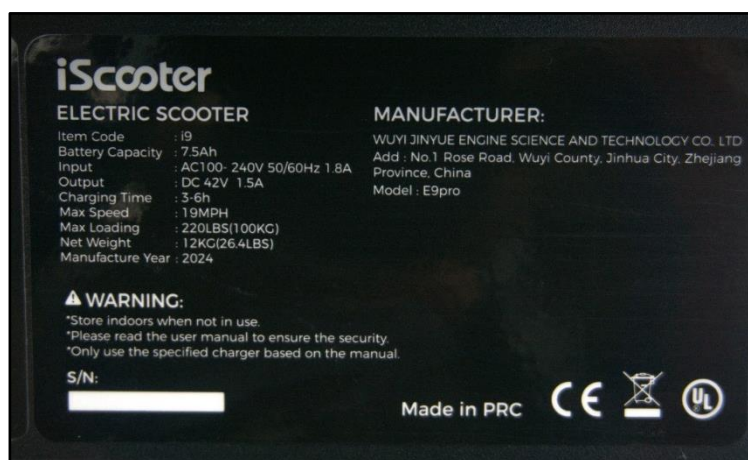
4.8 Verificación del marcaje y rotulado

Durante la inspección física, se verificó la existencia de un número de serie grabado de forma permanente con láser en el chasis del vehículo, tal como muestra la Tabla 30, ubicado en la parte inferior de la plataforma. Este grabado es visible, resistente a agentes externos y cumple con los requisitos de identificación establecidos.

Tabla 30. Número de serie de vehículo de movilidad personal tipo L1e-B

Número de serie				
				
i9 Modelo del scooter	US País o mercado de destino	24-08-28 Fecha de fabricación	248 Número secuencial de producción o lote	BR No especificado

Además, el vehículo cuenta con una etiqueta técnica adherida con información de la fabricante mostrada en la Figura 34, autonomía, modelo, potencia y advertencias de seguridad, lo cual facilita su registro e identificación ante autoridades de control. La legibilidad de estos elementos fue comprobada tras pruebas de alcohol isopropílico, sin que se evidenciaran deterioros significativos.

Figura 34. Etiqueta técnica de vehículo de movilidad personal tipo L1e-B.

4.9. Informe final para homologación del vehículo de movilidad personal tipo

Nombre del organismo técnico o autoridad notificante.

Número de informe / expediente.

Fecha.

Nombre del fabricante o solicitante.

El presente informe técnico tiene la finalidad de comprobar que el vehículo de movilidad personal (VMP) cumpla con aquellos requisitos técnicos previstos en el Manual de requerimientos técnicos. Para ello, se realizaron a cabo diversos ensayos prácticos normalizados que se evaluaron su funcionamiento de este y confirmar que responde a aquellos requisitos establecidos para este tipo de vehículos.

Dicho procedimiento se llevó a cabo con el propósito de verificar el cumplimiento de las condiciones reglamentarias relacionadas con los siguientes aspectos funcionales y de seguridad del vehículo:

1. Velocidad máxima alcanzada.
2. Eficacia del sistema de frenado.
3. Estabilidad durante maniobras.
4. Verificación de los niveles de iluminación frontal y trasero.
5. Evaluación de la temperatura de las superficies que se encuentran en contacto con el usuario durante su funcionamiento progresivo.
6. Visibilidad y contenido del marcaje obligatorio.

Las pruebas destinadas para este tipo de vehículos se llevaron a cabo con instrumentos calibrados bajo criterios técnicos confiables y repetibles. Con estas pruebas se intenta demostrar que el modelo evaluado cumpla con la normativa para homologarse y poder circular de forma segura y sometida a la normativa vigente en vía pública.

Identificación del vehículo evaluado

Tipo de vehículo: Scooter eléctrico

Marca comercial: Ecomove

Modelo: i9

Número de serie / chasis: I9US240828248-BR

Potencia nominal del motor: 350 W

Diámetro de ruedas: 8,5 pulgadas

Masa sin carga: 12,5 kg

Capacidad máxima de carga: 100 kg

Sistema de frenado: Freno de disco

Sistema de iluminación: Luz LED frontal blanca + luz trasera roja

Velocidad especificada por el fabricante: 30 km/h

Descripción de los ensayos realizados

Los ensayos prácticos realizados al vehículo de movilidad personal (VMP) se ejecutaron conforme a los procedimientos establecidos en el manual de características técnicas para vehículos de movilidad personal, aplicando condiciones controladas y empleando instrumentos. Las pruebas fueron efectuadas en un entorno adecuado, bajo supervisión técnica, garantizando la repetibilidad de los resultados. A continuación, se detallan los métodos utilizados para cada uno de los parámetros evaluados:

1. Velocidad máxima

Procedimiento: El vehículo se desplazó en línea recta sobre una pista de 50 metros en superficie plana y seca, sin pendientes. La velocidad se registró utilizando un velocímetro digital.

Condiciones: Carga del conductor estándar (75 kg), batería completamente cargada.

Criterio de conformidad: La velocidad no debe superar los 30 km/h y debe mantenerse dentro del $\pm 10\%$ respecto a la especificada por el fabricante. Lo que se evidenció que el vehículo cumplió en su totalidad y se encontró dentro de los rangos especificados.

2. Frenado

Procedimiento: el vehículo debe estar a una velocidad de 20 km/h, para accionar el sistema de frenos y hacer que se detenga progresivamente. Durante el ensayo, se registra el tiempo transcurrido desde el momento en que se aplicó el freno hasta que el vehículo se detuvo por completo en una distancia de 10m

Criterio de conformidad: La desaceleración debe estar por debajo de 3.5 m/s^2

3. Estabilidad

Procedimiento: Se evaluó la estabilidad del VMP en diferentes tipos de rampas, a máxima velocidad de 30 km/h y a velocidades bajas de 2 – 8 km/h.

Observación: el vehículo debe mantener su estabilidad durante todo el ensayo sin que se comprometa la seguridad del usuario durante las maniobras.

Criterio de conformidad: El vehículo se considera que cumple con los requisitos de estabilidad si la trayectoria de este se mantiene controlada durante el ensayo sin desviaciones, oscilaciones ni riesgo de caídas.

4. Superficies calientes

Procedimiento: Luego de operar el vehículo de manera continua hasta que la batería descendió al 20 % de su carga, se llevaron a cabo mediciones de temperatura en las partes del vehículo que pueden estar en contacto directo con el usuario. Para este análisis se utilizó una cámara térmica, con el fin de detectar posibles zonas de sobrecalentamiento.

Criterio de conformidad: Las temperaturas de las partes que el usuario está en contacto con el vehículo deben ser menores a los 43°C .

5. Iluminación

Procedimiento: El luxómetro debe estar correctamente calibrado según las normativas para las mediciones respectivas de intensidad luminosa de la luz delantera delantera y trasera, este debe estar en un entorno con baja iluminación para evitar interferencias en la lectura.

Criterio de conformidad: Para la luz blanca delantera, la intensidad luminosa debe ser como mínimo de 4 candelas (cd) en el eje de referencia, sin exceder los 60 cd en ninguna dirección visible. En cuanto a la luz roja trasera, se requiere una intensidad mínima de 4 cd. En los casos en que las luces de posición traseras estén combinadas con las luces de frenado, se permitirá una intensidad máxima de 12 cd. Estos valores garantizan una visibilidad adecuada sin causar deslumbramiento a otros usuarios de la vía.

6. Marcaje

Procedimiento: Se verifico la presencia de la placa, la cual incluye información técnica del fabricante como el número de serie, la velocidad máxima y la potencia del motor.

Criterio de conformidad: La placa debe ser visible con una letra clara y de fácil lectura.

Instrumental utilizado

Las pruebas se realizaron con equipos calibrados y que fueron verificados para asegurar la precisión de las medidas. De esta manera, queda garantizado que los resultados obtenidos sean confiables y cumplan con los parámetros establecidos.

A continuación, se detalla el equipo utilizado.

Ensayo	Instrumento utilizado
Velocidad máxima	Cronómetro digital
Frenado	Cronómetro digital
Estabilidad	Goniómetro
Iluminación	Luxómetro
Temperatura superficial	Cámara térmica

Resultados obtenidos

Con base en los resultados obtenidos durante los ensayos prácticos y la observación directa del vehículo evaluado, se realiza a continuación el análisis punto por punto respecto al cumplimiento de los requisitos técnicos establecidos en el Manual de características para vehículos de movilidad personal:

Ensayo	Resultado Obtenido	Condición de Ensayo	Observación Técnica
Velocidad máxima	17- 22 km/h	Carga máxima, batería al 100%	Dentro del rango permitido según norma L1e-B
Frenado	0.07-0.1 m/s ²	Desde 20 km/h	Conforme a norma europea
Estabilidad	sin presentar inclinaciones críticas ni pérdida de control	Ambiente controlado, uso continuo	El vehículo superó el ensayo de estabilidad al mantener el equilibrio sin asistencia externa
Iluminación	Luz delantera 32cd y luz trasera 16cd	Ambiente controlado	Cumple visibilidad mínima reglamentaria según las normativas.
Superficies calientes	Palanca de frenos 15°C Manillar: 16.4°C, Plataforma: 21.7°C	Tras uso continuo	Inferior al límite de seguridad (43°C)
Verificación de marcaje	Grabado visible y permanente	Contacto con agua y alcohol	Legible tras prueba, sin deterioro

Observaciones

- Los resultados en el ensayo de velocidad máxima se deben principalmente al equilibrio entre la potencia del motor, y la configuración del sistema de control electrónico del vehículo. Durante las pruebas, el scooter alcanzó una velocidad estable porque el controlador limita de forma automática la corriente suministrada al motor una vez que este se aproxima al valor máximo permitido. Este sistema actúa como un regulador que impide sobrepasar el límite establecido por diseño, garantizando que la velocidad final sea segura.
- El sistema de freno mecánico trasero, está desarrollado específicamente para minimizar el riesgo de bloqueo de la rueda, especialmente en el caso de vehículos de dos ruedas, es decir se asocia con un centro de gravedad alto y una longitud de la base corta. Si la desaceleración fuera más cercana al límite 3.5 m/s^2 el conductor se vería amenazado con una alta probabilidad de pérdida de tracción, derrape o caídas como resultado de la inercia.
- La desviación angular que se puede observar se da cuando la rueda delantera choca con un obstáculo, es la horquilla la que transmite la energía del impacto llegada al chasis, pero una vez que el impacto es ejercido, es decir, se golpea con la fuerza del obstáculo, las fuerzas de este generan un movimiento pequeño e involuntario que vence por un instante esa capacidad de enderezarse y que da lugar a la desviación.
- Los valores obtenidos en el ensayo de superficies calientes son una representación de la eficiencia del proceso de disipación térmica del vehículo. El chasis de aluminio desarrolla una función estructural primordial, pero también realiza la función de disipador de calor. En este caso, una de las finalidades es la transferencia de la temperatura generada desde la batería, el motor y el controlador hacia el entorno. Este comportamiento es confirmatorio de una buena gestión térmica del conjunto.

- Los dispositivos de iluminación LEDs requieren una menor cantidad de energía para su funcionamiento, lo cual se traduce en una exigencia menos fuerte sobre la batería y una vida útil más larga. En términos de seguridad el led ofrece una luz más intensa, clara y blanca, ayudando a que el conductor pueda ver mejor el pavimento y el recorrido. Las cintas reflectantes funcionan sin ningún tipo de electricidad, aprovechando el principio conocido como retrorreflexión, que permite a la luz de los faros de los demás vehículos que vienen en sentido contrario salir disparada exactamente hacia los mismos.

Validación

El presente informe ha sido revisado y aprobado por el personal técnico y el organismo autorizado encargado de la realización y supervisión de los ensayos.

<p>Técnico responsable: Ing. [Nombre completo del técnico] Cargo: Especialista en Evaluación Técnica de Vehículos</p> <p>_____</p> <p>Firma:</p>	<p>Organismo autorizado: Nombre del laboratorio o entidad: Número de acreditación:</p> <p>_____</p> <p>Firma:</p> <p>_____</p> <p>Sello institucional:</p>
---	--

4.10. Proyecto de normativa para vehículos de movilidad personal tipo L1e-B

El proyecto de normativa desarrollado para la homologación de vehículos de movilidad personal se estructuró tomando como referencia lineamientos técnicos fundamentales, con el objetivo de establecer un marco regulatorio claro, coherente y aplicable a este tipo de vehículos.

En primer lugar, se desarrolló el objetivo de la norma, en la que se fijaron los requisitos técnicos y las condiciones de seguridad que deben cumplir los vehículos de movilidad personal, concretando los criterios de evaluación de su comportamiento y funcionalidades, reduciendo así riesgos y promoviendo una movilidad más segura y sostenible.

El alcance del proyecto abarca los vehículos clasificados dentro del tipo L1e, lo que implica que se incluyeron definiciones técnicas que permiten entender de manera precisa los términos utilizados en el proceso de homologación, tales como categorías de vehículos, componentes críticos, y condiciones de ensayo. Se emplearon como referencia los criterios de clasificación de la normativa europea vigente, dada su solidez técnica y su reconocimiento internacional, lo que permitió estructurar un sistema más completo y alineado con estándares internacionales.

Asimismo, la normativa incorpora un apartado sobre el régimen sancionador, en el que se establecen las medidas y consecuencias para los fabricantes u operadores que incumplan las disposiciones. Con ello, se busca asegurar la correcta aplicación del reglamento y fomentar el cumplimiento voluntario de las obligaciones establecidas.

Finalmente, se detallaron los procedimientos de ensayo necesarios para verificar el cumplimiento de los requisitos establecidos. Entre estos ensayos se incluyen:

- Ensayo de velocidad máxima
- Ensayo de frenado
- Ensayo de estabilidad
- Evaluación de superficies calientes
- Ensayo de marcaje y etiquetado
- Ensayo de iluminación

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

El análisis de normativas nacionales e internacionales muestra diferencias en la regulación de los VMP: la Unión Europea establece una velocidad máxima de 25 km/h, Alemania 20 km/h y el Reino Unido no fija límite para uso privado, pero para alquiler aplica 25 km/h. En América Latina, Colombia es el único país que ha implementado una regulación específica para estos vehículos. En Ecuador, no se ha desarrollado una normativa técnica, pese a que la LOTTTSV asigna esta responsabilidad a los GAD. Esta situación evidencia la necesidad de contar con una regulación que asegure la seguridad de los usuarios y el adecuado desempeño de los vehículos. Se desarrollo un proyecto de normativa técnico donde se detallaron seis tipos de ensayos principales, con sus valores mínimos de aprobación respectivamente con criterios bien definidos. Las pruebas abarcan la velocidad máxima, el sistema de frenos, la estabilidad, la iluminación, las superficies calientes y el marcaje. Con estas pruebas, se puede comprobar de una manera precisa el comportamiento del vehículo en su uso real y su cumplimiento de las especificaciones básicas de seguridad para todos sus ocupantes en la vía pública.

Durante las pruebas realizadas al vehículo de movilidad personal, se determinó que la velocidad máxima cumplía con los límites establecidos en la normativa. Las velocidades se encontraron entre 17 y 22 km/h, manteniendo así en el rango máximo de 25 km/h que se le permite para su categoría. Por otro lado, el sistema de frenos del vehículo responde adecuadamente, ya que se detiene en 10 metros de distancia al frenar desde una velocidad de 20 km/h, estando dentro de los parámetros de seguridad establecidos.

En el ensayo de iluminación se presenta que el VMP cumple los mínimos exigidos por la normativa. Se registraron valores en la luz delantera y trasera de 32 cd y de 16 cd, lo cual encuentran dentro de las magnitudes que se indica la normativa. También se verifica que las luces no superen el límite establecido de 60 cd. Estos resultados garantizan que el conductor disponga de una visibilidad adecuada y que la posibilidad de deslumbrar a los usuarios de la vía es lo menos presente posible. Por lo tanto, el sistema de iluminación que se ha evaluado es conforme a la regulación gracias a los resultados obtenidos.

Respecto a la seguridad térmica el vehículo presento un buen resultado, durante su uso continuo, las partes que el usuario esta en contacto directo con el vehículo como la palanca de frenos, manillar y plataforma se mantuvieron muy por debajo de los 43°C, por lo que indica que existe una buena gestión de calor permitiendo evitar riesgos quemaduras. Por otro lado, la verificación del marcaje se constató el número de serie de forma permanente y una etiqueta técnica visible y legible, por lo que se cumple los requisitos de identificación que se exige para este tipo de vehículos.

5.2 Recomendaciones

Proponer un proyecto de normativa técnico al Servicio Ecuatoriano de Normalización, donde se ha implementado un proceso para homologar un vehículo de movilidad personal tipo L1e-B, aportando así un marco regulatorio y normativo para este tipo de vehículos. Esta adopción garantizara los requisitos y procesos de ensayos específicos para su homologación, garantizando la seguridad del usuario y la conformidad técnica del mismo.

Se recomienda reforzar el proceso de homologación de los vehículos de movilidad personal mediante la aplicación de un sistema de gestión de calidad de acuerdo con la norma ISO 9000, con ello se permitirá unificar procedimientos de control, asegurando una buena documentación técnica garantizando así que los ensayos se realicen de forma mas repetible. De este modo se incrementa la confiabilidad y un proceso de aprobación adecuado antes de su comercialización.

Se aconseja llevar a cabo ensayos de durabilidad y fatiga con equipos específicos para medir la resistencia de los VMP, ya que estas pruebas permitirían saber cómo responden los vehículos en condiciones de uso constante, las vibraciones y los esfuerzos repetitivos de fatiga a lo largo del tiempo. Detectando fallas estructurales de forma temprana y definir con mayor precisión los periodos de mantenimiento preventivo. Además, este tipo de pruebas ayudaría a mejorar la calidad de fabricación y la confiabilidad del producto antes de que llegue al mercado.

Se recomienda construir una máquina de ensayo para frenos especialmente diseñada y adaptada para vehículos de movilidad personal (VMP). Su finalidad sería asegurar que en las pruebas de frenado sean uniforme y de forma repetible en el proceso para su homologación, así como para aplicar y controlar las fuerzas de acción del sistema de frenos, permitiendo que la palanca soporte esfuerzos de 450 N sin roturas o deformaciones que comprometan la seguridad del usuario.

ANEXO

INEN

INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN

PROYECTO DE NORMA TÉCNICA ECUATORIANA

PNTE INEN

VEHÍCULOS DE MOVILIDAD PERSONAL

Primera edición
Scooters eléctricos. L1e

First edition

Norma Técnica Ecuatoriana Voluntaria	VEHÍCULOS DE MOVILIDAD PERSONAL	NTE INEN: 2025
<p style="text-align: center;">1. OBJETO</p> <p>1.1. Esta norma establece los requisitos que deben cumplir de los vehículos de movilidad personal tipo L1e-B, de tal manera que proporcionen seguridad al usuario.</p> <p style="text-align: center;">2. ALCANCE</p> <p>2.1. Esta norma se aplica a los vehículos de movilidad personal tipo L1e-B, destinados a circular por la vía pública.</p> <p style="text-align: center;">3. DEFINICIONES</p> <p>3.1. Homologación de tipo: Procedimiento mediante el cual una autoridad de homologación certifica que un tipo de vehículo de vehículo cumple las disposiciones y los requisitos técnicos pertinentes.</p> <p>3.2. Certificado de homologación: Documento elaborado por la autoridad administrativa quien manifiesta oficialmente que un vehículo ha cumplido todos los requisitos técnicos y de seguridad establecidos en la legislación.</p> <p>3.3. Certificado de conformidad: Documento elaborado por el mismo fabricante que establece donde el vehículo cumple con las características o requisitos del vehículo previamente homologado.</p> <p>3.4. Vehículo base: tipo de vehículo que se utiliza en la etapa inicial de un proceso de homologación de varias etapas.</p> <p>3.5. Sistema de frenos combinado: es un tipo de sistema de frenos de servicio en el cual al menos dos frenos en ruedas diferentes se accionan mediante el accionamiento de un único mando.</p>		

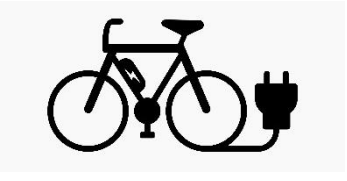

- 3.6. Encendido automático de iluminación: significa que un sistema de iluminación se encienda cuando el interruptor de encendido o el interruptor de encendido y apagado del motor está en posición encendido.
- 3.7. Fabricante: cualquier persona física o jurídica responsable ante la autoridad de homologación de todos los aspectos de proceso de homologación o autorización, de garantizar la conformidad de la producción y de las cuestiones de vigilancia del mercado de los vehículos de movilidad personal.
- 3.8. Representante del fabricante: Persona o entidad designada por el fabricante para actuar en su nombre y representarlo oficialmente ante la autoridad que lleva a cabo el procedimiento de homologación.
- 3.9. Matriculación: las autoridades administrativas para la puesta a circulación por carretera de un vehículo, que implica identificación de este y la atribución de un número de serie.

4. CLASIFICACIÓN

4.1. Para esta norma los vehículos de movilidad personal tipo L1e se clasifican en:

4.1.2. Ciclo motor motorizado

4.1.2. Ciclomotor de dos ruedas

Categoría	Nombre de la categoría	Criterios de clasificación comunes
L1e	Vehículo ligero de dos ruedas	L1e con una velocidad máxima por construcción no superior a 45 km/h de cilindrada inferior o igual a 50 cm ³ , si es de combustión interna, o bien con una potencia continua nominal máxima inferior o igual a 4 kW si es de motor eléctrico. Algunos tipos de vehículos eléctricos de movilidad personal incluyen sillín.
<i>Subcategoría</i>		
L1e-A	Ciclomotor motorizado 	Bicicletas diseñadas para pedalear equipadas con una propulsión auxiliar con el objetivo principal de ayudar al pedaleo y La salida de la propulsión auxiliar se corta a una velocidad del vehículo ≤ 25 km/h y potencia nominal ≤ 1000 W n ciclo motorizado de tres o cuatro ruedas
L1e-B	Ciclomotor de dos ruedas 	Cualquier otro vehículo de la categoría L1e que no pueda clasificarse según los criterios

5. REQUISITOS

5.1. Requisitos generales

5.1.2.8. Procedimientos de verificación

- a) La verificación de los requisitos de frenado, iluminación, estabilidad, emisiones y marcaje se realizará conforme a los procedimientos de ensayo detallados en los anexos técnicos específicos. Extractos del Reglamento (UE) No 168/2013.

5.1.2.4. Requisitos generales de seguridad y protección

- a) Para este tipo de vehículos que no se venden completamente ensamblados, se deben proporcionar la herramientas necesarias e instrucciones de ensamblajes detalladas que especifiquen mediante un texto o diagrama las operaciones a realizar.

5.1.2.6. Obligaciones en materia de homologación

- a) Los vehículos contemplados en el presente Reglamento sólo podrán comercializarse, matricularse o ponerse en circulación si han sido homologados con arreglo al presente Reglamento y cumplen con los requisitos técnicos aplicables. Extractos del Reglamento (UE) No 168/2013.

5.1. Requisitos específicos

5.1.2. los aspectos fundamentales de un vehículo de movilidad personal son: plataforma, palanca de freno, acelerador, timbre, faro, luz de freno.

5.1.2.1. Especificaciones del motor

- a) Ciclomotores, es decir, los vehículos de dos ruedas (categoría L1e) que tienen una potencia nominal continua máxima de 0.25 kW. EN 15194:2018.

Subcategoría	Denominación	Característica referencial
Vehículos de motor de dos ruedas ligero L1e		
L1e-A	Ciclo de motor	≤ 25 km/h y potencia nominal ≤ 1000 W
L1e-B	Ciclomotor de dos ruedas	Cualquier otro vehículo de la categoría L1e que no pueda clasificarse según los criterios

b) Anchura: $\leq 2\ 000$ mm, o $\leq 1\ 000$ mm para los vehículos.

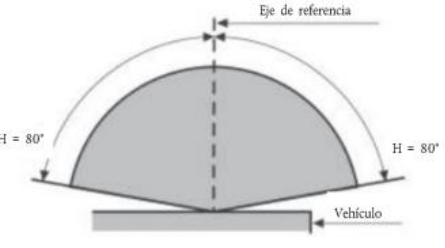
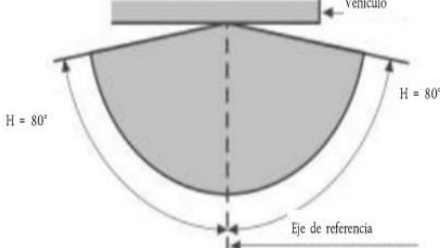
Altura $\leq 2\ 500$ mm. L1e. EN 15194:2018.

5.1.2.2. Sistema de frenos combinado

- a) Para las categorías de vehículos L1e: un sistema de freno de servicio en el que al menos dos frenos en ruedas diferentes se accionan mediante el accionamiento de un único mando. Las fuerzas de activación del freno no deben superar los 200 N cuando se miden a 25 mm del extremo de la palanca de freno manual. EN 17128.

5.1.2.3. Sistema de iluminación

- a) establece los requisitos técnicos, de rendimiento y seguridad para los sistemas de iluminación montados. Su objetivo es asegurar que los vehículos de movilidad personal tipo sean visibles para otros usuarios de la vía y que tenga buena visibilidad del camino, especialmente en condiciones de poca luz como: Dispositivos de iluminación, dispositivos retrorreflectante. Reglamento n.º 50 de la Comisión Económica para Europa de las Naciones Unidas.

Luz delantera blanca	Luz trasera roja
<p>La intensidad luminosa de cada luz no será inferior a 4 cd en el eje de referencia. No excederá de 60 cd en cualquier dirección en que la luz sea visible.</p>	<p>Mínimo 4 cd. En el caso de luces de posición traseras recíprocamente incorporadas con luces de frenado se permitirá una intensidad luminosa máxima de 60 cd</p>
<p>LUCES DE POSICIÓN DELANTERAS $V = +15^\circ/-10^\circ$</p> 	<p>2. LUCES DE POSICIÓN TRASERAS $V = +15^\circ/-10^\circ$</p> 

5.1.2.5. Batería

- a) Se garantizar que las baterías funcionen de manera segura, evitando riesgos como sobrecalentamiento, cortocircuitos, fugas o explosiones. La temperatura de operación en carga debe ser de 0 °C a 45 °C y la de descarga de -20 °C a 60 °C. CEN 62133.

5.1.2.7. Requisitos en materia de frenado

- a) Todos los vehículos deben contar con sistemas de frenos que funcionen correctamente, es decir, que puedan llegar a una detención segura, incluso en caso de emergencia.
- b) Los métodos de ensayo y los valores de referencia serán definidos en los actos delegados del presente Reglamento. Extractos del Reglamento (UE) No 168/2013.

6. SANCIONES

Se aplicarán sanciones a los operadores que no cumplan con las disposiciones del presente reglamento. Las autoridades competentes adoptarán todas las medidas necesarias para asegurar su cumplimiento efectivo. Las sanciones serán proporcionales, firmes y adecuadas a la gravedad de la infracción. Los Estados miembros deberán informar sin demora de estas disposiciones y de cualquier modificación posterior.

Se consideran infracciones graves las siguientes conductas:

- a) Emitir declaración o documentos falsos durante los procesos que verifican si un producto cumple con las normas establecidas.
- b) Alterar o falsificar los resultados obtenidos en los ensayos necesarios para la homologación de tipo.
- c) Omitir información técnica importante, como datos o especificaciones, que pueda hacer variar la decisión de dar la conformidad para la homologación del vehículo.
- d) Instalar o utilizar dispositivos que anulen, manipulen o interfieran con el funcionamiento real de los sistemas evaluados.
- e) Negarse a entregar a las autoridades la información que necesitan para comprobar que se cumplen las normas establecidas.
- f) Comenzar la comercialización de los vehículos sin haber obtenido previamente la homologación o presentar etiquetas falsificadas con información no correspondida.

7. MÉTODO DE ENSAYO

7.1. Ensayo de máxima velocidad

7.1.1. Preparación de pista para la ejecución del ensayo. La pista debe tener una longitud de 50m para el respectivo ensayo.

7.1.2. Equipo de ensayo: El equipo de adquisición de datos es: tacómetro del scooter, cronometro digital.

7.1.3. Vehículo de ensayo: Se debe contar con un vehículo completamente equipado de acuerdo con las especificaciones del fabricante: como motor, llantas, frenos.

7.1.3.1. Inflar las llantas a presión máxima recomendada por el fabricante.

7.1.3.2. El vehículo debe estar a carga máxima (PBV).

7.1.4. Ruta de prueba

7.1.4.1. El lugar de la prueba debe ser una vía seca, recta, pavimentada y plana.

7.1.4.2. La longitud de la vía de prueba debe ser lo suficiente para lograr acelerar al vehículo de 0km/h hasta su velocidad máxima de 30km/h, de tal manera que se pueda operar y detenerlo con seguridad.

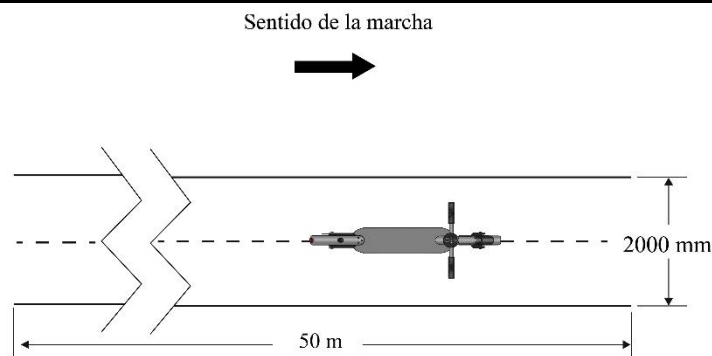
7.1.5. Procedimiento

7.1.5.1. Iniciar la prueba con el vehículo en reposo.

7.1.5.2. Acelerar hasta máxima velocidad

7.1.5.3. Registrar la velocidad, distancia según lo especifica en lo descrito para realizar el ensayo.

7.1.5.4. Registrar datos y repetir la prueba al menos cinco veces.



7.2. Ensayo de frenado

7.2.1. Preparación de pista para la ejecución del ensayo. La pista debe tener una longitud de 10m para el respectivo ensayo.

7.2.2. Equipo de ensayo. El equipo de adquisición de datos es: tacómetro del scooter, cronometro digital.

7.2.3. Vehículo de ensayo: Se debe contar con un vehículo completamente equipado de acuerdo con las especificaciones del fabricante: como motor, llantas, frenos.

7.2.3.1. Inflar las llantas a presión máxima recomendada por el fabricante.

7.2.3.2. El vehículo debe estar a carga máxima (PBV).

7.2.4. Ruta de prueba

7.2.4.1. El lugar de la prueba debe ser una vía seca, recta, pavimentada y plana.

7.2.4.2. La longitud de la vía de prueba debe ser lo suficiente para lograr acelerar al vehículo de 0km/h hasta su velocidad máxima, de tal manera que se pueda operar y detenerlo con seguridad.

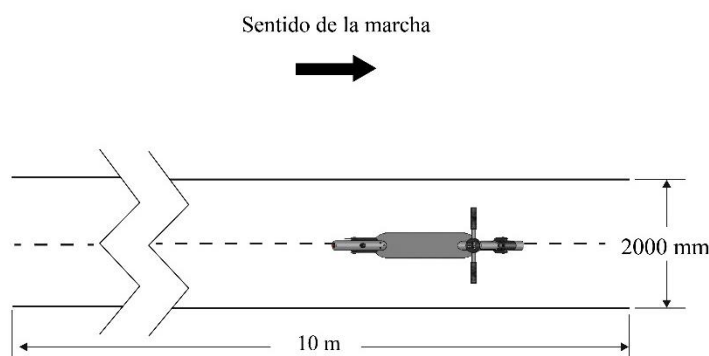
7.2.5. Procedimiento

7.2.5.1. Iniciar la prueba con el vehículo en reposo.

7.2.5.2. Acelerar y frenar en la distancia dicha

7.2.5.3. Registrar la velocidad, distancia según lo especifica en lo descrito para realizar el ensayo.

7.2.5.4. Registrar datos y repetir la prueba al menos diez veces, esta prueba debe ser continua y en sentido opuesto.



7.3. Ensayo de estabilidad

7.3.1. Preparación del ensayo

7.3.1.1. Comprobar que el vehículo funcione correctamente y se encuentre en buen estado para su uso. (estado de frenos, ruedas, dirección y carga completa de batería).

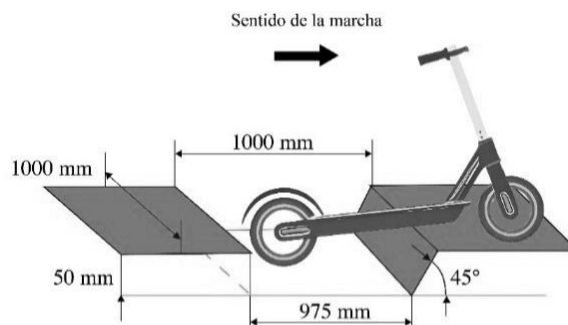
7.3.1.2. Establecer y marcar claramente la pista de ensayo, colocando los diferentes obstáculos de acuerdo con el tipo de prueba que se vaya a realizar.

7.3.2. Ensayo en dos condiciones de velocidad

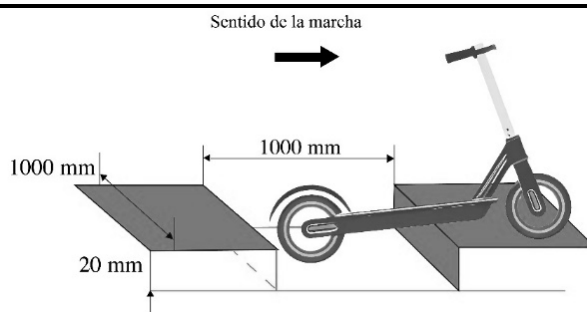
7.3.2.1. Realiza cinco pasadas por cada obstáculo: velocidad máxima de diseño del vehículo y velocidad reducida de 8 ± 2 km/h.

7.3.3. Tipos de pruebas de comportamiento dinámico

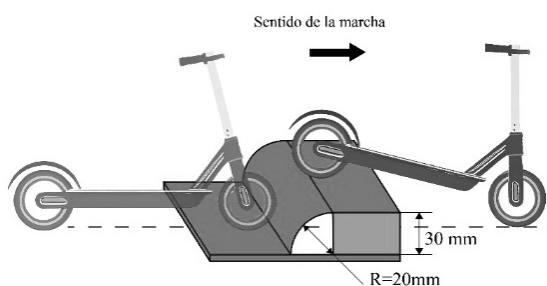
7.3.3.1. Depresión de calzada



7.3.3.2. Escalón descendente y ascendente



7.3.3.3. Perfil de bordillo



7.3.4. Evaluación de resultados

7.3.4.1. El vehículo debe superar todos los obstáculos sin desviarse 20° para que se considere aprobado.

7.4. Ensayo de iluminación

7.4.1. Preparación del vehículo

7.4.1.1. Sitúe el scooter sobre una superficie plana y en un lugar con control de la iluminación.

7.4.1.2. Verificar que el vehículo esté su batería a su capacidad máxima y en condiciones operativas.

7.4.2. Verificación de la luz delantera

7.4.2.1. Encender la luz frontal del scooter

7.4.2.2. Verifique que la luz sea blanca, que la lámpara esté firmemente colocada y que la luz esté orientada hacia delante.

7.4.3. Revisión de la luz trasera (roja)

7.4.3.1. Encender la luz trasera o acciona el freno para activar la luz correspondiente.

7.4.3.2. Verifica que sea de color rojo, visible desde una distancia razonable y esté ubicada correctamente en la parte posterior del scooter

7.4.3.2. Evaluar su funcionamiento y que no presente irregularidades

7.4.4. Inspección de reflectores o cintas reflectantes

7.4.4.1. Examina ambos lados del scooter para comprobar la presencia de reflectores o cintas reflectantes tanto en la parte delantera como trasera.

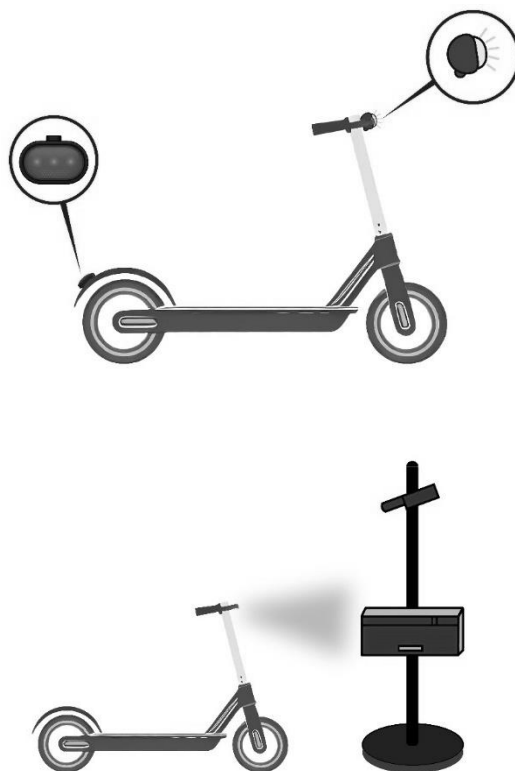
7.4.4.2. Verifica que reflejen la luz al ser iluminados por una fuente externa.

7.4.5. Comprobación funcional durante condiciones de baja visibilidad

7.4.5.1. Apaga las luces del entorno para simular condiciones de anochecer o amanecer.

7.4.5.2. Enciende todas las luces del scooter y observa si cumplen su función de iluminar y advertir correctamente a otros usuarios de la vía.

7.4.6. Registra los resultados de inspección técnica.



7.5. Ensayo de superficies calientes

7.5.1. Preparación del vehículo:

7.5.1.1. la batería del vehículo de movilidad personal debe estar al 100% de su capacidad.

7.5.1.2. Verificar que todos los componentes estén en buen estado de funcionamiento.

7.5.2. Conducción en condiciones exigentes:

7.5.2.1. Operar el vehículo en situaciones que simulen un uso intensivo, como:

7.5.2.2. Aceleración continua (acelerador a fondo).

7.5.2.3. Trayectos prolongados en diferentes terrenos.

7.5.2.4. Continuar el uso hasta que la batería se descargue hasta el 20 % de su capacidad.

7.5.3. Medición de temperatura:

7.5.3.1. Detener el vehículo inmediatamente al llegar al 20 % de batería.

7.5.3.2. Medir la temperatura de los siguientes componentes: Empuñaduras (manillares), reposapiés y plataforma (base de apoyo del conductor).

7.5.3.3. Utilizar una cámara térmica para identificar las zonas que el usuario está en contacto directo con el vehículo y registrar los valores con precisión.

7.5.4. Evaluación de seguridad térmica:

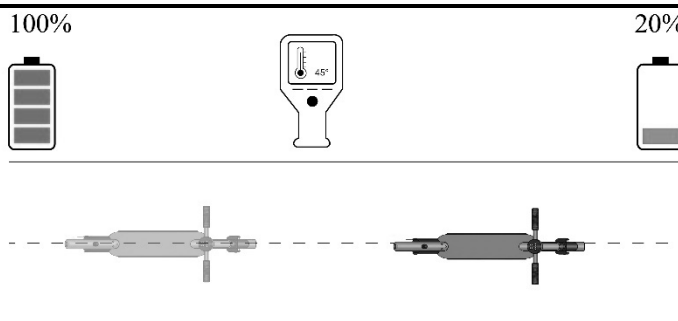
7.5.4.1. Las temperaturas de las partes medidas del vehículo deben estar por debajo de los 43°C.

7.5.4.2. Determinar si hay riesgo de quemaduras o incomodidad para el usuario.

7.5.5. Registro de resultados:

7.5.5.1. Documentar las condiciones de prueba (tipo de terreno, duración).

7.5.5.2. Registrar las temperaturas medidas en cada componente.



7.6. Ensayo de marcaje

7.6.1. Identificación del número de serie en el chasis

7.6.1.1. Inspección de parte inferior de la plataforma del scooter para localizar el número de serie.

7.6.1.2. Verificación de grabado de forma permanente directamente sobre el chasis (por ejemplo, mediante punzonado o láser).

7.6.1.3. Debe ser claramente visible, no esté oculto por piezas móviles o desmontables, y que el marcado sea resistente a la abrasión y agentes externos.

7.6.2. Conformidad normativa del grabado

7.6.2.1. Compruebe que el número de serie cumple con lo estipulado que exige que el marcado sea único, legible, indeleble y vinculado al chasis del vehículo.

7.6.2.2. Evalúe la calidad del grabado, asegurándose de que no presente signos de manipulación y repintado.

7.6.3. Inspección de la etiqueta técnica

7.6.3.1. Verificar la presencia de la etiqueta técnica adherida al scooter, preferentemente ubicada en el área lateral o frontal del del vehículo.

7.6.4. Pruebas de resistencia del rotulado

7.6.4.1. Realizar pruebas de contacto controladas con humedad (pañó húmedo) y alcohol isopropílico en la superficie de la etiqueta.

7.6.4.2. Verificar que tras las pruebas no haya deterioro visible, pérdida de legibilidad, ni desprendimiento del material adhesivo o de la tinta.

7.6.5. Registro y validación de resultados

7.6.5.1. Registrar los resultados de cada verificación en el acta de inspección técnica.

7.6.5.2. Finalizar el ensayo con la emisión de un informe que determine si el marcaje y rotulado cumplen con los requisitos reglamentarios.



8. APÉNDICE

Reglamento (UE) n.º 168/2013 del Parlamento Europeo y del Consejo	Relativo a la homologación y a la vigilancia del mercado de los vehículos de dos o tres ruedas.
Norma Española UNE-EN 15194	Ciclos con asistencia eléctrica
La norma BS EN 17128	Vehículos ligeros de motor para el transporte de personas y mercancías
Reglamento no 50 de la Comisión Económica para Europa (CEPE) de las Naciones Unidas.	Prescripciones uniformes relativas a la homologación de las luces de posición delanteras, las luces de posición traseras, las luces de frenado
Norma española EN 62133	Acumuladores alcalinos y otros acumuladores con electrolito.

REFERENCIAS

- [1] «LOTAIP_6_Ley-Organica-de-Transporte-Terrestre-Transito-y-Seguridad-Vial-2021».
- [2] Jonathan Machado, «Falta de normativa complica regularización de scooters y motos eléctricas en Quito, donde ya se registra un muerto», Primicias. Accedido: 24 de julio de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.primicias.ec/quito/falta-normativa-complica-regularizacion-scooters-y-motos-electricas-quito-78860/>
- [3] Jonathan Machado, «Scooters eléctricos: Falta de regulaciones en la movilización». Accedido: 24 de julio de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.lahora.com.ec/losrios/Scooters-electricos-Falta-de-regulaciones-en-la-movilizacion-20240510-0007.html>
- [4] T. J. Machado/Primicias, «Venta de scooters en Quito». Accedido: 24 de julio de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://datawrapper.dwcdn.net/bEinc/1/>
- [5] S. N. Mgs. Cristian Torres Berme, «Lineamientos estratégicos para la reducción de riesgos de Ecuador», oct. 2021.
- [6] H. Kleinertz, A. Volk, D. Dalos, R. Rutkowski, K.-H. Frosch, y D. M. Thiesen, «Risk factors and injury patterns of e-scooter associated injuries in Germany», *Sci. Rep.*, vol. 13, n.º 1, ene. 2023, doi: 10.1038/s41598-022-25448-z.
- [7] E. Recalde, «Historia y evolución del patinete - SKATEFLASH». Accedido: 21 de julio de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://skateflash.com/blog/historia-y-evolucion-del-patinete/>
- [8] E. Anaya Boig, «La micromovilidad como forma de transporte», *Oikonomics Rev. Econ. Empresa Soc.*, n.º 18, pp. 1-10, 2022.
- [9] M. Cadengo y A. Mendoza, «Instituto Mexicano del Transporte». Accedido: 21 de julio de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://imt.mx/resumen-boletines.html?IdArticulo=516&IdBoletin=187>

- [10] E. Szymańska, E. Panfiluk, y H. Kiryluk, «Innovative Solutions for the Development of Sustainable Transport and Improvement of the Tourist Accessibility of Peripheral Areas: The Case of the Białowieża Forest Region», *Sustainability*, vol. 13, n.º 4, p. 2381, feb. 2021, doi: 10.3390/su13042381.
- [11] A. de la Puente, «Municipio refuerza movilidad, transporte y acción». Accedido: 24 de julio de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://guayaquil.gob.ec/municipio-refuerza-movilidad-transporte-y-accion-social-para-transformar-guayaquil/>
- [12] E. Szymańska, E. Panfiluk, y H. Kiryluk, «Innovative Solutions for the Development of Sustainable Transport and Improvement», vol. 13, n.º 4, p. 2381, 2021, doi: 10.3390/su13042381.
- [13] Ministerio de salud Pública, «Movilidad sostenible». Accedido: 24 de julio de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.salud.gob.ec/movilidad-sostenible/>
- [14] R. de R. Muñoz, «Introducción a la movilidad sostenible», 2023.
- [15] «Evolución de los sistemas de transporte urbano en América Latina».
- [16] C. L. Vásquez Stanescu, R. O. Pérez Cedeño, R. Ramírez-Pisco, y W. J. Osal Herrera, «Sistemas de Transporte Urbano en Latinoamérica», *TRIM Tordesillas Rev. Investig. Multidiscip.*, n.º 17, pp. 31-44, ene. 2020, doi: 10.24197/trim.17.2019.31-44.
- [17] J. L. Oyón, «Transporte público y estructura urbana».
- [18] «Movilidad Urbana Sostenible».
- [19] S. Rivero Mejía, E. Urán Úsuga, E. Marín Tabares, J. Escudero Mercado, y K. Bolaño Restrepo, «Análisis del presente y del futuro de la micromovilidad como alternativa de transporte en la ciudad de Medellín», en *Encuentro Internacional de Educación en Ingeniería*, Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería - ACOFI, sep. 2022. doi: 10.26507/paper.2193.
- [20] «Maximizar la micromovilidad».

- [21] «MICROMOVILIDAD».
- [22] E. Anaya-Boig, «La micromovilidad como forma de transporte», may 2022.
- [23] O. Roig-Costa, I. Gómez-Varo, J. Cubells, y O. Marquet, «La movilidad post pandemia: perfiles y usos de la micromovilidad en Barcelona», *Rev. Transp. Territ.*, n.º 25, nov. 2021, doi: 10.34096/rtt.i25.10958.
- [24] V. M. I. Rivera y M. L. Zaragoza, «ANÁLISIS DE LOS SISTEMAS DE TRANSPORTE», 2007.
- [25] «El transporte: concepto, características, funciones y clases de transporte».
- [26] Diego Fernando Suero P, «Factibilidad del uso de la bicicleta como medio de transporte en la ciudad de Bogotá», *Av. Investig. En Ing.*, 2010.
- [27] R. M. Hernández y W. P. I. Hernández, «Transportación y régimen aduanero.», 2019.
- [28] Andrés Cassagne, «Transporte multimodal una salida al congestionamiento vehicular». Accedido: 24 de julio de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://uees.edu.ec/transporte-multimodal-una-salida-al-congestionamiento-vehicular/>
- [29] E. H. Diez, I. Méndez-Manjón, y P. Plasencia-Lozano, «LA REGULACIÓN MUNICIPAL COMPARADA SOBRE EL USO DE LOS VEHÍCULOS DE MOVILIDAD PERSONAL (VMP)», may 2018.
- [30] R. M. Hernández y W. P. I. Hernández, «Transportación y régimen aduanero.».
- [31] D. Hidalgo, «Comparación de Alternativas de Transporte Público Masivo - Una Aproximación Conceptual», *Rev. Ing.*, n.º 21, pp. 94-105, may 2005, doi: 10.16924/revinge.21.10.
- [32] «Desafíos para la integración de sistemas de transporte masivo».
- [33] D. Rodriguez y C. Erik Vergel-Tovar, «Sistemas de transporte público masivo tipo BRT (Bus Rapid Transit) y desarrollo urbano en América Latina», ene. 2013.

- [34] J. M. R. Salazar y A. P. Gomez, «MOVILIDAD Y SEGURIDAD VIAL URBANA», dic. 2024.
- [35] «Vehículos de Movilidad Personal».
- [36] M. Tisza, «Advanced Materials for Automotive Application», *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 47, p. 012010, dic. 2013, doi: 10.1088/1757-899x/47/1/012010.
- [37] X. Zhou, J. Jiang, Z. Hu, y L. Hua, «Lightweight Materials in Electric Vehicles», *Int. J. Automot. Manuf. Mater.*, p. 3, dic. 2022, doi: 10.53941/ijamm0101003.
- [38] E. IUCPOL, «Vehículo de movilidad personal (VMP): Guía Técnica», IUCPOL. Accedido: 24 de julio de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://iucpol.com/vehiculos-movilidad-personal-normativas/>
- [39] R. A. García León, M. A. Acosta Pérez, y E. Flórez Solano, «Análisis del comportamiento de los frenos de disco de los vehículos a partir de la aceleración del proceso de corrosión», *Rev. Tecnura*, vol. 19, n.º 45, p. 53, jul. 2015, doi: 10.14483/udistrital.jour.tecnura.2015.3.a04.
- [40] «REPARACION DEL CONJUNTO DE FRENO DE TAMBOR O CAMPANA».
- [41] «REPARACION DEL CONJUNTO DE FRENO DE TAMBOR O CAMPANA».
- [42] H. L. Snyder, «The Design, Simulation, and Performance Characteristics of High Temperature Brushed and Brushless DC Motors, and Their Electronic Controllers», *Addit. Conf. Device Packag. HiTEC HiTEN CICMT*, vol. 2016, n.º HiTEC, pp. 000318-000327, ene. 2016, doi: 10.4071/2016-hitec-1b.
- [43] P. Millett, «Brushless vs. Brushed DC Motors: When and Why to Choose One Over the Other», 2022.
- [44] «FUNDAMENTALS AND APPLICATIONS OF LITHIUM-ION BATTERIES IN ELECTRIC DRIVE VEHICLES».

- [45] L. J. H. Fonseca, «CELDAS, PILAS Y BATERÍAS DE ION- LITIO UNA ALTERNATIVA».
- [46] R. Hu, *Battery Management System For Electric Vehicle Applications*. Ottawa: Library and Archives Canada = Bibliothèque et Archives Canada, 2012.
- [47] DGT, Ministerio interior, «detalle-cifras». Accedido: 24 de julio de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.dgt.es/menusecundario/dgt-en-cifras/dgt-en-cifras-resultados/dgt-en-cifras-detalle/Las-principales-cifras-de-la-siniestralidad-en-Espana-2023/>
- [48] S. T. Jin y D. Z. Sui, «A comparative analysis of the spatial determinants of e-bike and e-scooter sharing link flows», *J. Transp. Geogr.*, vol. 119, p. 103959, jul. 2024, doi: 10.1016/j.jtrangeo.2024.103959.
- [49] «ISO, Road vehicles, Functional safety». Accedido: 26 de julio de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:26262:-1:ed-2:v1:en>
- [50] C. Cui y Y. Zhang, «Integration of Shared Micromobility into Public Transit: A Systematic Literature Review with Grey Literature», *Sustainability*, vol. 16, n.º 9, p. 3557, abr. 2024, doi: 10.3390/su16093557.
- [51] «¿Hace falta una sola normativa para regular el uso de motos, moto eléctrica y scooter?» Accedido: 28 de julio de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.teleamazonas.com/hace-falta-normativa-regular-motos-scooter/>
- [52] «PLAN MAESTRO DE MOVILIDAD».