

CONCEPTUALIZACIÓN DE LA MICROMOVILIDAD EN EL PERÚ MEDIANTE LA APLICACIÓN DE UMBRALES DE ENERGÍA CINÉTICA

CONCEPTUALIZATION OF MICROMOBILITY IN PERU BASED ON THE APPLICATION OF KINETIC ENERGY THRESHOLDS

Rodrigo Iturraran-Zapata^{1*} 

¹Facultad de Ingeniería Civil, Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, Perú.

Recibido (Received): 09 / 05 / 2025 Publicado (Published): 31 / 12 / 2025

RESUMEN

La micromovilidad es un concepto internacional de movilidad urbana sostenible que presenta enfoques y definiciones heterogéneas según su contexto, recogiendo propiedades cuantitativas (físicas y dinámicas) y cualitativas (fuente de propulsión, autobalance, entre otros) de los vehículos. En el Perú, este concepto no se ha desarrollado de manera integral dentro de la normativa de transporte, evidenciándose vacíos técnicos asociados al control de importación y fabricación, la caracterización y homologación vehicular, así como a la definición de criterios objetivos para la gestión, regulación y fiscalización de vehículos no motorizados y de movilidad personal, especialmente aquellos que exceden el límite de 25 km/h. En este contexto, el presente artículo propone una conceptualización de la micromovilidad en el Perú basada en umbrales de energía cinética, estimados a partir de datos de masa y velocidad correspondientes a diversos vehículos disponibles en el mercado nacional, tales como bicicletas, scooters, bicimotos, motocicletas, motoscooter y trimotos, así como unidades asociadas a la figura del peatón por extensión. El análisis permite establecer un rango energético de referencia comprendido entre 1.2 y 10.4 kJ, el cual es contrastado con escenarios de impacto peatón–auto a velocidades de 30, 20, 15, 10 y 5 km/h, utilizados como marco comparativo de riesgo.

Palabras Clave: Micromovilidad, umbral de energía cinética, vehículos de movilidad personal, ciclos, conceptualización vehicular.

ABSTRACT

Micromobility is an international concept within sustainable urban mobility that encompasses heterogeneous approaches and definitions depending on the regulatory and contextual framework, integrating both quantitative vehicle properties (physical and dynamic) and qualitative attributes (propulsion source, self-balancing capability, among others). In Peru, this concept has not been comprehensively developed within the national transport regulatory framework, revealing technical gaps related to importation and manufacturing control, vehicle characterization and homologation, as well as the definition of objective criteria for the management, regulation, and enforcement of non-motorized and personal mobility vehicles, particularly those exceeding the 25 km/h speed threshold. In this context, this article proposes a conceptualization of micromobility in Peru based on kinetic energy thresholds, estimated from mass and speed data corresponding to various vehicles available in the national market, including bicycles, scooters, motorized bicycles, motorcycles, motor scooters, and three-wheeled vehicles, as well as units associated with the pedestrian condition by extension. The analysis establishes a reference energy range between 1.2 and 10.4 kJ, which is contrasted with pedestrian–passenger car impact scenarios at speeds of 30, 20, 15, 10, and 5 km/h, used as a comparative risk framework.

Keywords: Micromobility, kinetic energy threshold, personal mobility vehicles, cycles, vehicle conceptualization.

1. INTRODUCCIÓN

La micromovilidad ha cobrado relevancia internacional en los últimos años con la consolidación de vehículos eléctricos como scooters, bicimotos, monociclos, motoscooter, entre otros. Estos modos han transformado los desplazamientos personales y colectivos, ofreciendo alternativas frente a la movilidad peatonal y automotriz, además de impulsar un cambio modal en entornos urbanos. Su rápida adopción ha motivado a gobiernos e instituciones a regular su

circulación en vías públicas [1] y a promover su integración con sistemas de transporte público, ya sea en modos independientes o bajo esquemas de movilidad como un servicio (*Mobility-as-a-Service*, en inglés) [2].

A nivel conceptual, la micromovilidad engloba diversos criterios que suelen analizarse de forma fragmentada y varían según el país o región [3] lo que refleja la ausencia de una definición estandarizada globalmente. Específicamente, en Perú, si bien se ha introducido referencialmente el término de

* Corresponding author.:
E-mail: riturraranz@uni.pe

micromovilidad en una norma de alcance nacional [4], se han regulado conceptos vehiculares asociados a ello, como son los ciclos, los vehículos de movilidad personal (en adelante, VMP), los ciclomotores y los vehículos menores motorizados, caracterizados por su fuente de propulsión, número de ruedas, peso neto, potencia neta máxima y velocidad máxima de construcción [5, Anexo I]. Sin embargo, se gestionan y reglamentan de manera aislada, dificultando el desarrollo de políticas, mecanismos de homologación y caracterización vehicular, y directrices de diseño de infraestructura, circulación y transporte compartido [6]. Ello se ha visto reflejado en las conceptualizaciones de micromovilidad y vehículos de movilidad individual en los distritos limeños de Miraflores [7, art.5v] y San Borja [8, art.3], respectivamente, como una medida ante la ausencia de una regulación y conceptualización integral de vehículos eléctricos y no motorizados durante el 2019. Asimismo, en los criterios nacionales de diseño de infraestructura para la circulación de ciclos y VMP el fundamento técnico recae en las características físicas y dinámicas de la bicicleta [9], a pesar de que estas requieren de un análisis más integral [10] [11].

Como modelo de estructuración modal, la normativa de alcance nacional vigente [12, art.2] [5, Anexo I] comprende al peatón y a los vehículos automotores, de movilidad personal, ciclos y asociados al peatón por extensión, cuyos atributos de categorías internas, fuente de propulsión, velocidad máxima de construcción e infraestructura de circulación se describen en la Tabla I. De ello, queda en evidencia que el modelo no contempla el concepto de transporte no motorizado, excluyendo tácitamente al transporte en y realizado por animales (ver Fig. 1), así la estructuración se centra únicamente en los modos de conducción humana por medios mecánicos o motrices y establece condiciones de circulación en infraestructura dedicada según la variable de velocidad y tipológica. Singularmente, un VMP se cataloga como automotor, siempre y cuando la velocidad de construcción o máxima de operación sea superior a los 25 km/h [13, Disp. Comp. Fin.], lo mismo se infiere para los vehículos asociados a la figura del peatón por extensión, catalogándose como VMP, una vez superen los 12 km/h. Sin embargo, a la fecha, no existen mecanismos de homologación vehicular ni de estandarización de la placa única de rodaje, póliza e inspección técnica de aquellos vehículos que sean parte de esta transición – especialmente los monociclos y scooters. Por consiguiente, la ausencia de una estandarización de caracterización vehicular para las diferentes clasificaciones y conceptos existentes dificulta la fiscalización en la importación y fabricación –se declaran vehículos con velocidad de construcción de 25 km/h cuando no lo son– y circulación –la Policía Nacional de Tránsito no llega a diferenciar vehículos con diferentes velocidades de construcción–, e incrementa

la inseguridad en las vías urbanas, conllevando a una mayor exposición de peatones en la acera, ante la circulación de VMP que aparentan ser vehículos de peatón por extensión, y de usuarios en la ciclovía, ante vehículos automotores que aparentan ser VMP. Como evidencia, es notable la circulación de motocicletas y motoscooter eléctricos –que aparentan ser bicimotos– dentro de las ciclovías (ver Fig. 2), el uso de placas de “moto eléctrica” “vehículo eléctrico” o “VMP” como elemento disuasorio a la obligación de portar una placa única de rodaje en vehículos automotores (ver Fig. 3), y la venta de vehículos eléctricos –que aparentan ser VMP– que superan el límite de velocidad de construcción de 25 km/h (ver Fig. 4).

TABLA I
Estructuración de vehículos terrestres no férreos, según el Reglamento Nacional de Tránsito y de Vehículos.

Estructura modal	Categorías	Propulsión	Velocidad máxima conceptual	Circulación
Automotor	L, M, N, O	Motorizada	-	Calzada
Ciclo	-	Humana no motorizada	25 km/h*	Ciclovías y calzada
VMP	-	Motorizada eléctrica	25 km/h	Ciclovías y calzada
Peatón	-	Humana no motorizada	-	Acera
Vehículo con figura de peatón por extensión	Vehículos a escala y Dispositivos o aparatos eléctricos de entretenimiento o desplazamiento	Motorizada eléctrica	12 km/h	Acera

Nota*: Aplicable solo a bicicletas con sistema de pedaleo asistido. [12][5].



Fig. 1. Agrupaciones de movilidad terrestre, no férrea, en Perú.

Referente a la seguridad vial, particularmente la siniestralidad, el reporte histórico nacional de siniestros viales [14] agrupa a la bicicleta con otros vehículos automotores –como la moto, el motocar y la furgoneta– bajo el concepto de “vehículo menor”, un tecnicismo inexistente e inadecuado, al ser la bicicleta un ciclo. Por otro lado, el reporte solo contempla bicicletas y no proporciona datos sobre otros vehículos ciclos y VMP, constatando la falta de detalle de información. Estas falencias son producto del diseño e inapropiado llenado del Formato Único de Registro de Accidentes de Tránsito [15] –documento para el recojo de evidencia de los siniestros viales–, en el que la micromovilidad solo contempla las clases vehiculares de bicicleta, triciclo y bicimoto, correspondiéndole la clasificación “otros” a

los demás vehículos (ver Fig. 5). Como muestra de ello, durante el 2023, la citada clasificación comprendió 2,507 vehículos (3.7 veces el número de bicicletas registradas) [14]. La ausencia de una conceptualización y definición de tipologías o clases y estructuras vehiculares para los vehículos, particularmente la micromovilidad, constituye un factor de sesgo en el registro de siniestros, evitando que se generen datos para una adecuada toma de decisiones en materia de seguridad vial para sus usuarios.



Fig. 2. Motoscooter eléctrico modelo Yadea M6, circulando en la ciclovía de la Avenida Arequipa.



Fig. 3. Bicimoto eléctrica modelo Kayencorp Sparta, empleando placa de “VMP”.



Fig. 4. Scooter eléctrico modelo Hiley MaxSpeed x10, con velocidad máxima de construcción de 50 km/h [16]

 PERÚ Ministerio de Transportes y Comunicaciones Viceministerio de Transportes Dirección General de Políticas y Regulación en Transporte Multimodal	Decreto de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres "Año de la universalización de la salud"		
REGISTRO DE VEHÍCULO INVOLUCRADO Comisaría: V - <input type="text"/> Año: <input type="text"/> Ejercicio: <input type="checkbox"/> Vehículo N°: <input type="text"/>			
1. Datos del vehículo 1.1. Situación del vehículo <input type="radio"/> Identificado <input type="radio"/> Fugado <input type="radio"/> Estacionado <i>En caso que el vehículo se ha fugado o no tenga placa, digitar "SIN PLACA". Caso sin placa, continúa con ítem 1.4.</i> 1.2. Número de placa del vehículo: <input type="text"/> 1.3. País de registro del vehículo: <input type="radio"/> Perú <input type="radio"/> Otro <input type="checkbox"/> Indique país: <input type="text"/> 1.4. Cantidad de ocupantes y pasajeros involucrados 1.5. Indicar el RUC o el DNI del propietario legal del vehículo: 1.5.1. Nombre del propietario legal: <input type="text"/> 1.6. Clase de vehículo Automóvil <input type="radio"/> Camión <input type="radio"/> Tríntico pasajero <input type="radio"/> Tríntico carga Station wagon <input type="radio"/> Remolcador <input type="radio"/> Tríntico motopropulsado <input type="radio"/> Bicicleta Camioneta pick up <input type="radio"/> Remolque <input type="radio"/> Tríntico no motorizado <input type="radio"/> Triciclo Camioneta rural <input type="radio"/> Ciclomotor <input type="radio"/> Otro: <input type="text"/> Camioneta panel <input type="radio"/> Motocicleta <input type="radio"/> Minibus <input type="radio"/> Bicimoto <input type="radio"/> Ómnibus <input type="radio"/>			
1.7. Si es un vehículo Remolcador-Semirremolque, indicar el Número de Placa de los vehículos remolcados: Remolcado N° 1: <input type="text"/> Remolcado N° 2: <input type="text"/> 2. Sobre el transporte 3. Certificado 3.1. <input type="checkbox"/> Porta el ce 3.2. <input type="checkbox"/> Possee? 3.4. Tipo de seguimiento 4. Certificado 4.1. <input type="checkbox"/> Porta el ce 4.2. <input type="checkbox"/> Possee? 4.4. Describe la 5. Lugar del incidente Marque a: <input type="checkbox"/> Frente <input type="checkbox"/> Centro <input type="checkbox"/> P: Postre <input type="checkbox"/> D: Derech <input type="checkbox"/> Izquierdo 5.2. Tríntico / 1			

Fig. 5. Clases vehiculares disponibles para el registro de siniestros viales [15].

De lo anteriormente descrito, la conceptualización de la micromovilidad representa el punto focal en las diversas fallas de regulación, gestión y control, tanto en Perú como a nivel internacional. En consecuencia, el objetivo y motivación del presente documento es simplificar las complejidades regulatorias, de mercado y de variables de caracterización de micromovilidad al proporcionar un marco técnico para su conceptualización en Perú a partir del fundamento físico de energía cinética. Este trabajo marca un precedente para la regulación integral de la conceptualización, caracterización, parámetros de diseño de infraestructura, seguridad vial, circulación y fiscalización de la micromovilidad.

2. ANTECEDENTES

2.1 CONCEPTUALIZACIÓN INTERNACIONAL DE LA MICROMOVILIDAD

El concepto fue introducido inicialmente por Horace Dediu en 2016 [16, p.13], quien lo definió como una movilidad personal que no excede los 500 kg [18]. Asimismo, lo considera minimalista, es decir, un modo de transporte que genera emisiones nulas o mínimas de gases de efecto invernadero y requiere bajo esfuerzo físico y recursos de infraestructura para su operación. Posteriormente, introdujo un concepto energético, definiéndolo como aquel producto o servicio que alcance una eficiencia de hasta 10 kWh/(kg·km) [19]. En paralelo, surgieron nuevas definiciones de micromovilidad que incorporaron atributos cuantitativos (velocidad, distancia de viaje, energía cinética) y cualitativos (equipamiento, fuente de propulsión, autobalance) de los vehículos, destacando:

- Society of Automotive Engineers [20]: Vehículos motorizados con un peso inferior a 227 kg y una velocidad máxima de 48 km/h. Se clasifican según peso neto, ancho, velocidad máxima y tipo de propulsión.

- *International Transport Forum* [17, p.14]: Vehículos con peso inferior a 350 kg, velocidad máxima de construcción de 45 km/h y energía cinética inferior a 27 kJ.
- *Institute for Transportation and Development Policy* [21, p.5]: Vehículos que operan a velocidades entre 25-45 km/h e ideales para desplazamientos de hasta 10 km. Pueden ser de propulsión humana o eléctrica, para uso personal o compartido.

Por otro lado, diversos países han implementado regulaciones para la micromovilidad, aunque no explícitamente bajo esta denominación:

- Europa: El Parlamento Europeo [22, Anexo 1], estableció las categorías L1e-A y L1e-B para vehículos con asistencia al pedaleo y vehículos de dos ruedas con una velocidad máxima de diseño de 45 km/h y una potencia neta de 4 kW.
- Asia: El Parlamento de Singapur [23], [24] definió y reguló los Dispositivos de Movilidad Personal (PMDs, por sus siglas en inglés) como vehículos impulsados por motores eléctricos, tracción humana o ambos.
- América Latina: En Argentina se han regulado los VMP, siendo estos vehículos de una o más ruedas, autopropulsados por sistemas eléctricos u otros mecanismos, destinados al transporte personal y con una velocidad de construcción de 30 km/h [25]. Por otro lado, en Colombia, se tiene la figura de la movilidad activa –comprende el transporte peatonal, los vehículos no motorizados y artefactos de asistencia [26, p.21]– y los vehículos eléctricos [27, art.3]. Particularmente, en México, la regulación se orienta netamente a las bicicletas, aunque en Ciudad de México se contempla una figura de vehículos no motorizados [28, art.4 XLIX]. Por último, en Chile, se presenta la figura del ciclo, que incluye tanto, vehículos no motorizados, como con motores eléctricos auxiliares que desarrollen una velocidad máxima de 25 km/h [29, art.2.9].

2.2 DESARROLLO DE CONCEPTOS AFINES A LA MICROMOVILIDAD EN EL PERÚ

En Perú, el concepto de micromovilidad no ha sido formalmente desarrollado por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, ente rector en la regulación nacional del transporte [6], en consecuencia, diferentes entidades públicas, dentro del marco de sus competencias, han establecido definiciones propias en una serie de instrumentos técnicos y legales:

- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento: En la *Guía de Implementación de Vías Activas*, define la micromovilidad como el transporte mediante vehículos ligeros (<500 kg), con o sin motor eléctrico [30, p.13], siendo una definición equivalente a la desarrollada inicialmente por Dediú.
- Municipalidad distrital de Miraflores: Conceptualiza la micromovilidad como desplazamientos personales de corta distancia dentro del distrito por medio de bicicletas mecánicas y de pedaleo asistido, vehículos a escala, VMP, vehículos autoequilibrados, entre otros, con restricciones operativas de velocidad máxima de 20 km/h, ocupación personal y peso vehicular no mayor a 50 kg [7, art.5.o].
- Municipalidad distrital de San Borja: Introduce el concepto de Vehículo de Movilidad Individual, caracterizado por un sistema de propulsión o asistido y clasificado según sus atributos de velocidad máxima, masa, capacidad, radio de giro máximo, altura máxima, entre otros [8, art.3].

No obstante, los Reglamentos Nacionales de Vehículos y de Tránsito, que corresponden a los documentos que rigen el transporte nacional [31, art.23], han incluido otras definiciones que son relativas a los conceptos internacionales de micromovilidad:

- Peatón por extensión: Personas que utilizan sillas de ruedas, andadores motorizados y carritos de compras, así como vehículos a escala y dispositivos o aparatos eléctricos de entretenimiento o desplazamiento [13, art.1].
- Ciclo: Vehículo de tracción humana, generalmente a la rueda o ruedas traseras, por medio de pedales o manivelas. No incluyen a vehículos automotores ni eléctricos. Incluye a bicicletas con pedaleo asistido [32].
- Ciclomotor: Vehículo de dos ruedas que tiene motor y tracción propia, con una cilindrada de hasta de 50 cm³ o superior, de corresponder, y una velocidad de construcción de hasta 50 km/h o superior [28, art.1].
- Dispositivo o aparato eléctrico de entretenimiento y desplazamiento: Vehículo motorizado de propulsión eléctrica con una velocidad de construcción de hasta 12 km/h [13, art.2].
- Vehículo a escala: Vehículo motorizado de propulsión eléctrica de juguete, construido a un tamaño menor que el original y posee un asiento o asientos para niños [13, art.2].

- Vehículo automotor: Vehículo autopropulsado por su propia fuerza motriz, y que circula, exclusivamente, en vías terrestres [13, art.2].
- Vehículo automotor menor: Vehículo automotor que comprende a los ciclomotores, trimotos y cuatriciclos, según sus restricciones correspondientes de número de ruedas, velocidad, cilindrada, peso y potencia nominal definidas en el Reglamento Nacional de Vehículos [13, art.1].

2.3 LINEAMIENTO DE CONCEPTUALIZACIÓN PARA LA MICROMOVILIDAD EN EL PERÚ

Iturraran et al [6] propusieron el lineamiento de conceptualización y *caracterización modal*, cuyo objetivo es estandarizar la definición de micromovilidad, abordando la heterogeneidad de definiciones internacionales y nacionales, donde coexisten múltiples enfoques superpuestos y aislados. Este, comprende los criterios de fuente de propulsión –producto de los compromisos nacionales en la reducción de gases de efecto invernadero–, y la velocidad y peso del vehículo –correspondiente a la energía cinética desarrollada.

3. METODOLOGÍA

Este estudio tiene un enfoque cuantitativo, de tipo descriptivo y analítico, y bajo un diseño no experimental. Para ello, se realiza un análisis comparativo de la máxima energía cinética desarrollada por diferentes vehículos automotores menores, no motorizados, de movilidad personal y bajo la figura del peatón por extensión, según sus atributos de peso y velocidad y capacidad máxima, las mismas que se obtienen a partir de sus fichas técnicas de fabricante, dada la ausencia de una caracterización vehicular formal de las entidades públicas competentes. El objetivo de este análisis es identificar cuáles son los umbrales de energía cinética desarrolladas por diferentes agrupaciones vehiculares para la conceptualización de la micromovilidad.

Para el recojo de datos de los vehículos, al ser el mercado nacional diverso en materia de proveedores, se filtró según las principales marcas importadas de movilidad eléctrica para las agrupaciones vehiculares definidas, identificadas en los estudios de mercado realizados por la Asociación de Emprendedores para el Desarrollo e Impulso del Vehículo Eléctrico en el Perú (AEDIVE PERÚ). A partir de esta referencia, se inspeccionaron las tiendas virtuales de los distribuidores oficiales, recogiendo los atributos requeridos de las fichas técnicas de fábrica de cada vehículo.

Por último, los registros de los atributos vehiculares y su referencia se ubicaron en una tabla, la misma que se empleó para el análisis y gráfico de las curvas de energía cinética –según las variables de peso y velocidad máximas.

3.1 CATEGORÍAS DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS AFINES A LA MICROMOVILIDAD

De acuerdo con las definiciones internacionales de micromovilidad, descritas en el numeral 2.1, se describen los vehículos que serán analizados en este estudio:

- Bicicleta (ver Fig. 6): Vehículo terrestre de dos ruedas propulsado por esfuerzo muscular de los usuarios que lo ocupan a través de un mecanismo de pedales o manivelas a la rueda trasera y guiado por medio de un timón o dirección a la rueda delantera. Asimismo, puede ser asistido o traccionado por un motor, sin perder su configuración original.
- Bicimoto (ver Fig. 7): Vehículo terrestre de dos ruedas cuya configuración permite el desplazamiento de 1 o 2 personas sentadas. Cuenta con una plataforma y pedales para el apoyo de los pies del conductor, y un timón para el guiado a la rueda delantera. Es propulsado principalmente por un motor eléctrico, y puede ser accionado, alternativamente, de forma muscular, por medio de pedales a la rueda trasera.
- Motocicleta (ver Fig. 8): Vehículo de dos ruedas propulsado únicamente por un motor y cuya configuración permite el desplazamiento de 1 o 2 personas sentadas. Cuenta con un timón para el guiado a la rueda delantera.
- Motoscooter (ver Fig. 9): Vehículo de dos ruedas propulsado únicamente por un motor y cuya configuración permite el desplazamiento de 1 o 2 personas. Cuenta con una plataforma para el apoyo de los pies del conductor y un timón para el guiado del vehículo a la rueda delantera.
- Scooter (ver Fig. 10): Vehículo de dos ruedas propulsado por impulso humano o eléctricamente, y cuya configuración comprende una plataforma para el desplazamiento personal de forma parada o sentada, y un timón para el guiado a la rueda delantera.
- Trimoto: Vehículo de tres ruedas propulsado únicamente por un motor y cuya configuración permite el desplazamiento de 1 o 2 personas sentadas. Cuenta con un timón para el guiado a la rueda delantera y puede o no contar con un techo. Puede ser para el desplazamiento exclusivo de personas (ver Fig. 11) o de carga (ver

Fig. 12), contando esta última con una plataforma, en la parte trasera del vehículo.



Fig. 6. Representación de bicicleta [33].



Fig. 7. Representación de bicimoto [34].



Fig. 8. Representación de motocicleta [35].



Fig. 9. Representación de motoscooter [36].



Fig. 10. Representación de scooter [37].



Fig. 11. Representación de trimoto - pasajeros [38].



Fig. 12. Representación de trimoto - carga (carguero) [39].

3.2 ENERGÍA CINÉTICA

El concepto de micromovilidad propuesto se fundamenta en la energía cinética del vehículo [40, p.221]:

$$E_k^{\text{vehículo}} = \frac{m_{\text{movil}} * v_{\text{vehículo}}^2}{2}$$

En donde:

- m_{movil} : Masa del móvil, representado por la suma de la capacidad máxima y la masa del vehículo.
- $v_{\text{vehículo}}$: Velocidad de construcción del vehículo, para aquellos que cuenten con propulsión o asistencia eléctrica, o velocidad promedio que alcance el móvil, para modos no motorizados y según referencias o estudios anteriores.

Asimismo, esta investigación referencia el escenario de una persona impactada por un auto a diferentes velocidades, del cual, según estudios del Global Road Safety Partnership [41, pp.4-5], la persona impactada por un vehículo a 30 km/h tiene un 10% de probabilidad de sufrir lesiones fatales. En base a ello, el análisis se fundamenta en la energía cinética del sistema, entendida como la suma de las energías cinéticas de todos los móviles participantes en la colisión.

$$E_k^{\text{Sistema}} = \sum_{i=1}^N E_k^{\text{Móvil } i}$$

Bajo este escenario de impacto, se considera un peatón en estado de reposo (velocidad = 0 km/h), siendo nula su contribución energética. En consecuencia, la energía cinética del sistema equivale exclusivamente a la del auto. Se adopta un peso vehicular de 1,200 kg, correspondiente al valor mínimo establecido para taxis en el Reglamento Nacional de Vehículos [5, art.25], y que incluye el peso del conductor, herramientas y equipamiento. Como resultado de este escenario, se generan 41.7 kJ.

$$E_k^{\text{Sistema}} = E_k^{\text{Auto}} + E_k^{\text{Persona}} = E_k^{\text{Auto}}$$

$$E_k^{\text{Auto}} = \frac{m_{\text{Auto}} * v_{\text{Auto}}^2}{2} = \frac{1,200 * (30 * \frac{5}{18})^2}{2} = 41.7 \text{ kJ}$$

Análogamente, se calculan las energías cinéticas del sistema, para otros escenarios de colisión correspondientes a velocidades de 20, 15, 10 y 5 km/h.

$$E_k^{20kph} = 18.5 \text{ kJ}$$

$$E_k^{15kph} = 10.4 \text{ kJ}$$

$$E_k^{10kph} = 4.6 \text{ kJ}$$

$$E_k^{5kph} = 1.2 \text{ kJ}$$

4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1 ESTUDIO DE MERCADO DE LA MICROMOVILIDAD EN EL PERÚ

Según el análisis realizado por la AEDIVE PERÚ [42], durante el periodo de enero 2023 y junio 2024, se han importado al Perú un total de 51,461 vehículos eléctricos en el que predominan las bicimotos, motos, trimotos y scooters, que comprenden el 97% del total y cuyo detalle se presenta en la Tabla II. Asimismo, y respecto a la relación de vehículos que atiende esta investigación, se menciona que se han identificado 290 marcas importadas, en el que 14 de ellas logran más del 50% de todas las importaciones (ver Tabla III). Por otro lado, aproximadamente el 10% de todos los vehículos importados, no tienen asignada una marca.

TABLA II

Relación de vehículos eléctricos importados al Perú en el periodo de enero 2023 y junio 2024.

Categoría	Unidades	Relación porcentual
Bicimoto	24,618	48%
Motocicleta/Motoscooter	16,454	32%
Trimoto pasajeros	6,668	13%
Trimoto carga	536	1%
Scooter	1,733	3%
Otros automotores	1,458	3%

Nota: Categorías agrupadas de vehículos importados al Perú. [42].

4.2 ANÁLISIS ENERGÉTICO DE VEHÍCULOS DISPONIBLES EN EL MERCADO

De acuerdo con la relación de las principales marcas identificadas en la Tabla III, se presenta, en la Tabla IV la síntesis de los 173 vehículos sondeados para el análisis de energía cinética y cuyos datos se recopilaron durante los meses de noviembre y diciembre del 2025, además, se precisa que no se ha identificado tienda virtual oficial en Perú para los vehículos de marca Mingdao y Gold Wheels, motivo por el cual no se han contemplado para el análisis. Por otro lado, únicamente para los scooters, se han incluido dos marcas complementarias –Teverum y Hiley– que son ofrecidas junto con las principales

DOI: <https://doi.org/10.21754/tecnia.vxxxx.xxx>

marcas importadas en proveedores autorizados, y que poseen velocidades de construcción por encima de los 50 km/h. De igual manera, se han incluido registros respecto a sillas de ruedas eléctricas –en marcas Emed, Innova y TM–, con la finalidad de analizar aquellos vehículos dentro de la figura del peatón por extensión.

TABLA III
Relación de principales marcas de vehículos eléctricos importados al Perú en el periodo de enero 2023 y junio 2024.

Marca	Unidades importadas	Relación porcentual
Greenline	5,680	11.04%
Xiaomi	2,493	4.84%
Moveen	2,285	4.44%
Segway	2,267	4.41%
Tailg	2,259	4.39%
Roadtrip	2,170	4.22%
Yadea	2,158	4.19%
Kayencorp	1,843	3.58%
Ronco	1,367	2.66
Davest	921	1.79%
Goldwheels	895	1.74%
Aima	701	1.36%
Mingdao	695	1.35%
Sin marca	5,169	10.04%

Nota: Cantidad de vehículos según las categorías definidas en este estudio. [42].

TABLA IV
Total de vehículos analizados, según categoría.

Categoría	Unidades analizadas
Bicicleta	2
Bicimoto	43
Motocicleta	10
Motoscooter	51
Scooter	23
Silla de ruedas	11
Trimoto – Pasajero	11
Trimoto - Carga	22

Cabe señalar que, si bien el mercado ofrece diferentes vehículos con límite de velocidad de 25 km/h, algunos se pueden modificar sea de forma física o programática, permitiendo a los usuarios transitar a mayores velocidades. Esta modificación se le conoce como modo desbloqueado, el cual es posible gracias a la potencia instalada del motor, siendo una característica de construcción. El modo en el cual ingresan ciertos vehículos bajo el límite de 25 km/h se le conoce como modo legal, permitiendo cumplir con las restricciones normativas vigentes, sin embargo, ello no exime a que el usuario pueda acceder a estas condiciones de fábrica. Como sustento de ello, se han encontrado diferentes

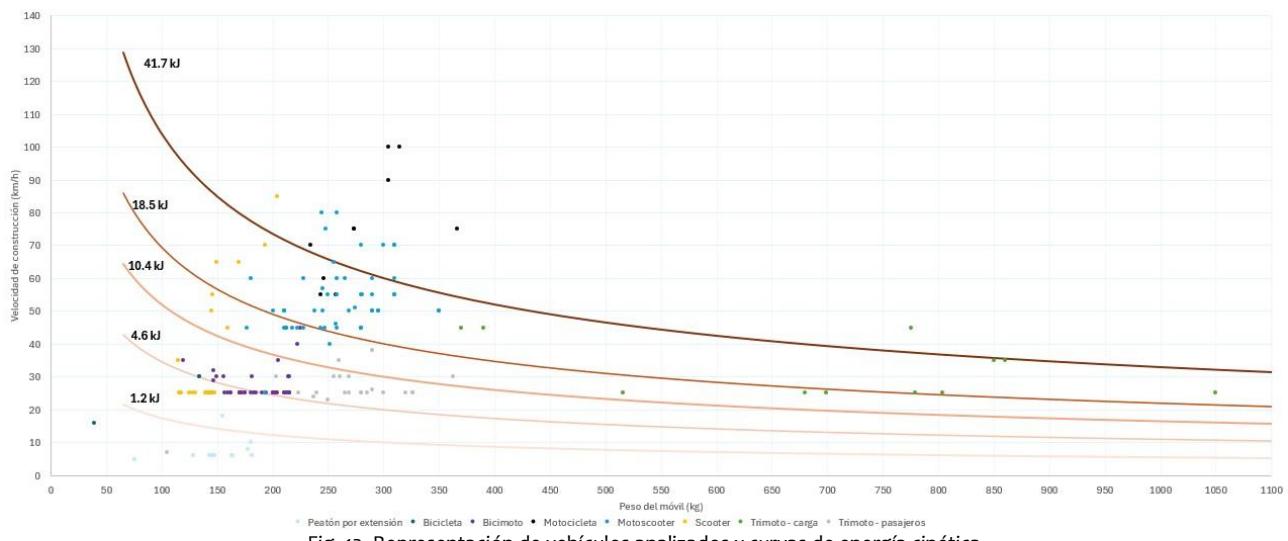


Fig. 13. Representación de vehículos analizados y curvas de energía cinética.

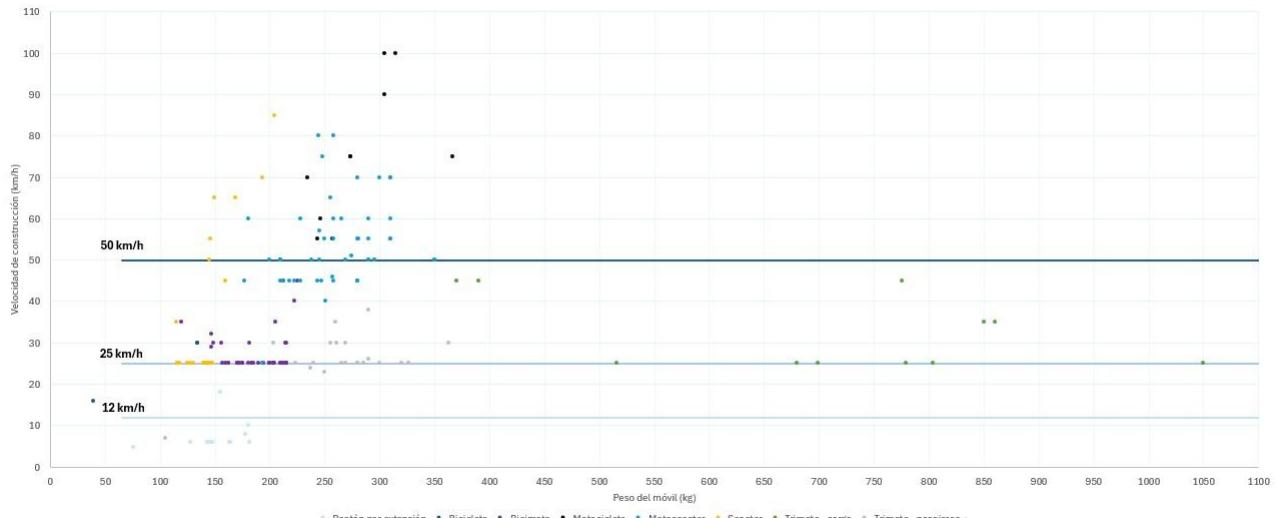


Fig. 14. Representación de vehículos analizados y rectas de velocidad fija según normativa.

vehículos, en sus correspondientes mercados internacionales, que presentan velocidades superiores a las que se ofrecen en el mercado peruano y, para fines de esta investigación, se ha considerado las velocidades desbloqueadas.

Como resultado, se ubican en un gráfico de puntos la masa y velocidad del móvil, los cuales serán acompañados por las curvas de energía cinética de 41.7; 18.5; 10.4; 4.6 y 1.2 kJ, con el fin de identificar cuántos vehículos, por categoría, se encuentran por debajo de cada curva (ver Fig. 13) y se contrasta con las rectas de velocidad constante de 12; 25 y 50 km/h, que representan los límites de velocidad establecidos por norma (ver Fig. 14). A partir de ello, se presentan la Tabla V y la Tabla VI, que resumen el porcentaje de vehículos, según categoría, que comprenden cada límite energético y de velocidad, identificándose que solo las bicimotos, en su mayoría, cumplen con la restricción de velocidad establecido para VMP. Las bicicletas, scooters y trimotos eléctricas presentan diferentes velocidades de construcción, lo que implicaría un control riguroso y complejo en campo para

identificar aquellas que deben de acogerse al cumplimiento de portabilidad de documentos de circulación –brevete, póliza, placa, tarjeta de propiedad e inspecciones técnicas. Por el contrario, la clasificación por energía cinética permite agrupar bicicletas, scooters, bicimotos y trimotos para pasajeros, en su mayoría, dentro del límite energético de 10.4 kJ.

TABLA V
Porcentaje de vehículos analizados que cumplen con los límites energéticos de 1.2; 4.6; 10.4; 18.5 y 41.7 kJ.

Categoría	1.2 kJ	4.6 kJ	10.4 kJ	18.5 kJ	41.7 kJ	
Bicicleta	33%	33%	100%	100%	100%	
Bicimoto		37%	93%	100%	100%	
Motocicleta					30%	
Motoscooter				2%	16%	84%
Trimoto pasajeros			4%	83%	96%	100%
Trimoto carga					27%	91%
Scooter			65%	70%	83%	96%
Peatón	100%	100%	100%	100%	100%	
Silla de ruedas	91%	100%	100%	100%	100%	

Respecto a la figura de peatón por extensión, las sillas de ruedas eléctricas cumplen con el límite de velocidad de 12 km/h, situación que es análoga para un límite de 1.2 kJ, bajo la clasificación energética. Por otro lado, las motocicletas y motoscooters cumplen tácitamente con la norma al superar los 25 km/h de velocidad de construcción, y bajo el enfoque energético, se mantienen al margen de bicicletas, scooters, bicimotos y trimotos para pasajeros al superar los 10.4 kJ. Particularmente, este límite energético incluye a las trimotos de carga, que, si bien muchas pueden cumplir con el límite de 25 km/h, su gran capacidad aporta considerablemente a su energía cinética.

TABLA VI

Porcentaje de vehículos analizados que cumplen con los límites de velocidad normados de 12; 25 y 50 km/h.

Categoría	12 km/h	25 km/h	50 km/h	> 50 km/h
Bicicleta		33%	100%	100%
Bicimoto		72%	100%	100%
Motocicleta				100%
Motoscooter		2%	54%	100%
Trimoto pasajeros	4%	61%	100%	100%
Trimoto carga		55%	100%	100%
Scooter		65%	78%	100%
Peatón	100%	100%	100%	100%
Silla de ruedas	91%	100%	100%	100%

4.3 CONCEPTUALIZACIÓN DE MICROMOVILIDAD EN EL PERÚ

Como resultado de este análisis, se puede definir a la micromovilidad en el Perú como el empleo de medios o vehículos de fuentes de propulsión ecológicas para el desplazamiento de personas, otros seres vivos y objetos, y que desarrollan una energía cinética entre 1.2 y 10.4 kJ.

La propuesta emplea únicamente la restricción energética y pretende ser un recurso para la regulación nacional, basado en un enfoque de integración conceptual para los términos existentes y relacionados a la micromovilidad, permitiendo una regulación sencilla y unidireccional. Asimismo, no especifica la fuente de propulsión, más allá de ser ecológicas, dejando una apertura a las innovaciones tecnológicas a desarrollarse en el futuro. También, contempla el desplazamiento de personas, otros seres vivos y objetos, a través de medios o vehículos, segmentando el desplazamiento peatonal y considerando que los avances en inteligencia artificial (IA) y medios sin conductor, propios de los sistemas inteligentes de transporte [43], tendrán una participación en la micromovilidad, facilitando un desplazamiento

autónomo y seguro, independientemente de quién o qué se desplace.

5. DISCUSIÓN

Si bien la energía cinética es el factor predominante en el análisis de colisiones, las fases que comprende la dinámica de los cuerpos producto de ello, permite entender los daños que puede sufrir el usuario vulnerable durante y después del evento [44, p.178]. Ello depende, principalmente, del centro de gravedad, el vector y magnitud de velocidades, las masas participantes y la orientación del choque [45]. Para este análisis se requiere de los principios físicos de impulso y conservación de cantidad de movimiento [40, p.194], los cuales permiten calcular el vector de fuerza resultante que actúa sobre ambos cuerpos, deformándolos y desplazándolos en direcciones específicas.

Respecto a la micromovilidad, la literatura se ha orientado mediante estudios con maniquíes (*dummies*) y modelos tridimensionales, enfocados en colisiones contra vehículos automotores. Este enfoque responde a que dichos escenarios presentan mayor riesgo de fatalidad y lesiones graves, particularmente cuando los usuarios de micromovilidad circulan por la calzada y cruzan intersecciones [46], [47]. Específicamente, escenarios de siniestralidad entre usuarios de micromovilidad no han llegado a desarrollarse en la literatura, salvo para escenarios entre ciclistas [48], producto de la falta de registro y detalle de estos eventos en las estadísticas de siniestralidad [49], guardando correspondencia con el contexto peruano. Por consiguiente, el desarrollo de restricciones energéticas –propias de este modelo de conceptualización– deben investigarse posteriormente.

6. CONCLUSIONES

La micromovilidad no presenta una conceptualización estandarizada a nivel internacional, primando diferentes perspectivas y enfoques según el contexto en el que se encuentra. Además, expone brechas regulatorias, producto del tratamiento aislado y dispar de vehículos, particularmente los no motorizados y motorizados eléctricos. Esta situación es análoga en el Perú, en el que los ciclos y los vehículos de movilidad personal comparten la misma infraestructura y cuentan con similares reglas de circulación, pero se regulan y promueven de manera distinta. Por otro lado, entre los vehículos de movilidad personal y los automotores, predomina la velocidad como factor diferenciador, una regla que ha sido indiferente para el mercado de importación y fabricación, que, al no contar con mecanismos estrictos de control de importaciones y fabricaciones, y procedimientos de caracterización y homologación vehicular, han provocado que diferentes

vehículos que legalmente son automotores, circulen bajo la figura de vehículo de movilidad personal, es decir, como un vehículo que no requiere ningún tipo de requisito documental de circulación, y cuyo control requiere de esfuerzos importantes en campo. Asimismo, existe un enfoque centrado en la bicicleta, el cual se evidencia en el diseño de infraestructura exclusiva, los registros de siniestralidad, y mecanismos de promoción, los cuales impactan negativamente en la toma de decisiones que persigan mejorar la seguridad y convivencia vial entre usuarios.

Por tales motivos, el presente artículo aborda estas problemáticas y desarrolla un concepto de micromovilidad, que comprende el uso de medios o vehículos de fuentes de propulsión ecológicas para el desplazamiento de personas, otros seres vivos y objetos, cumpliendo así con una restricción de energía cinética entre 1.2 y 10.4 kJ. La variable energética permite un mejor control en la clasificación y caracterización vehicular, dado que al tratarse de vehículos con pesos considerablemente inferiores a los de un auto –que es el modo de referencia para los análisis de probabilidad de lesiones graves en estudios de seguridad vial– brinda una mayor flexibilidad en la velocidad, que no presentan las normas vigentes y que representa un riesgo para el control de vehículos que no tienen marca (10% de todas las importaciones). En consecuencia, la micromovilidad comprendería todos los vehículos nacionalmente reconocidos como ciclos y aquellos que sean bicimotos, scooters, trimotos para pasajeros y otros vehículos eléctricos como los auto equilibrados –segway, patineta y monociclo– que tienen atributos de velocidad y peso similares a los scooters, permitiendo regularizarlos y facilitando el proceso de caracterización, que es el requisito fundamental para la definición de criterios técnicos de diseño de infraestructura y circulación.

7. RECOMENDACIONES

Regular la micromovilidad implica integrar los conceptos de ciclo y vehículo de movilidad personal, ello permitiría una regulación en función de una sola variable conceptual. Análogamente, se tiene que desarrollar el concepto de movilidad peatonal, que integre el concepto de peatón y peatón por extensión, siendo la restricción para los vehículos de asistencia y entretenimiento, una energía cinética de 1.2 kJ. Asimismo, en materia de vehículos automotores, se establece el límite inferior de 10.4 kJ, quedando como recomendación un estudio complementario para diferenciar las categorías L, M, N y O. Bajo este criterio, la dependencia de diferentes terminologías se vería simplificada, y adecuada según los diversos usos, como el transporte de personas o mercancías, servicio transporte público regular o compartido, entre otros.

Finalmente, el Estado peruano se encuentra en la responsabilidad de impulsar una agenda de priorización de la micromovilidad por medio de la conceptualización, el cambio modal y brindar facilidad para los servicios compartidos e integración intermodal. Siendo el punto de partida lo desarrollado en el presente estudio, que brinda un enfoque de transporte personal y colectivo, para seres vivos y objetos, y con una visión de evolución tecnológica, avances e innovaciones internacionales a nivel conceptual, regulatorio y vehicular.

8. AGRADECIMIENTOS

Este estudio no se hubiese podido lograr, con tal nivel de detalle, sin el apoyo de la Asociación de Emprendedores para el Desarrollo e Impulso del Vehículo Eléctrico en el Perú (AEDIVE PERÚ), a quien el autor agradece y saluda por su contribución a la investigación en la micromovilidad.

REFERENCIAS

- [1] United Nations Development Program, White paper: Micromobility. Ucrania, 2021. [En Línea]. Disponible en: <https://www.undp.org/ukraine/publications/white-paper-micromobility>.
- [2] European Institute of Innovation & Technology, “Urban Mobility Next #4 Integrated and safe: how innovation can increase micromobility end user adoption”, Barcelona, 2021. [En línea]. Disponible en: <https://www.eiturbanmobility.eu/wp-content/uploads/2021/10/EITUM-UrbanMobilityNext4.pdf>.
- [3] F. Behrendt, E. Heinen, C. Brand, S. Cairns, J. Anable, y L. Azzouz, “Conceptualizing Micromobility”, el 26 de septiembre de 2022. doi: 10.20944/preprints202209.0386.v1.
- [4] Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú, Resolución Ministerial N°308-2019-MTC/01.02, Lima., el 26 de abril de 2019. [En línea]. Disponible en: https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/310843/RM_308-2019-MTC_01.02.pdf?v=1556634071a
- [5] Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú, Decreto Supremo N°058-2003-MTC. Aprueban el Reglamento Nacional de Vehículos, Lima,, el 10 de julio de 2003. [En línea]. Disponible en: <https://spij.minjus.gob.pe/spij-ext-web/#/detallenorma/H852428>
- [6] R. Iturraran Zapata, C. A. Ascencios Bazán, J. R. Soto Huamán, y J. C. Matías León, “Propuesta de lineamientos para la integración de la micromovilidad en Lima Metropolitana”, TEC, vol. 33, núm. 1, pp. 10–20, jun. 2023, doi: 10.21754/tecnia.v33i1.1456.
- [7] Municipalidad Distrital de Miraflores, Ordenanza N°518-2019/MM. Ordenanza que regula y promueve la convivencia en espacios públicos en el distrito de Miraflores, Miraflores, Lima,, el 5 de marzo de 2019. [En línea]. Disponible en: <https://www.gob.pe/institucion/munimiraflores-lima/normas-legales/2524637-518-2019-mm>
- [8] Municipalidad Distrital de San Borja, Ordenanza N°624-MSB. Ordenanza que declara de interés la promoción de la movilidad intermodal y reglamenta el uso responsable de vehículos de movilidad individual en el distrito, San Borja, Lima,, el 24 de abril de 2019. [En línea]. Disponible en: <https://busquedas.elperuano.pe/dispositivo/NL/1762227-1>
- [9] Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Resolución Directoral N°036-2024-MTC/18. Aprueban el “Manual de Diseño Geométrico para Infraestructura Ciclovial para Vías Urbanas”, Lima,, el 17 de diciembre de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.gob.pe/institucion/mtc/normas-legales/6333461-036-2024-mtc-18>

- [10] M. Hossein Sabbaghian, D. Llopis-Castelló, y A. García, “A Safe Infrastructure for Micromobility: The Current State of Knowledge”, *Sustainability*, vol. 15, núm. 13, p. 10140, ene. 2023, doi: 10.3390/su151310140.
- [11] N. Distefano, S. Leonardi, y A. Litrico, “Analysis of Driving Behavior of Micromobility Vehicle Users at Mini-Roundabouts”, *Applied Sciences*, vol. 14, núm. 24, p. 11944, dic. 2024, doi: 10.3390/app142411944.
- [12] Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Decreto Supremo N°033-2001-MTC. Aprueban el Reglamento Nacional de Tránsito, Lima., el 24 de junio de 2001. [En línea]. Disponible en: <https://spij.minjus.gob.pe/spij-ext-web/#/detallenorma/H810806>
- [13] Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú, Decreto Supremo N°023-2021-MTC, Lima., el 7 de marzo de 2021. [En línea]. Disponible en: <https://www.gob.pe/institucion/mtc/normas-legales/2004394-023-2021-mtca>
- [14] Observatorio Nacional de Seguridad Vial, “Histórico de siniestros de tránsito 2008-2025 (preliminar)”, Observatorio Nacional de Seguridad Vial: Información de datos abiertos. [En línea]. Disponible en: <https://www.onsv.gob.pe/datosabiertos>
- [15] Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú, Resolución Directoral N°020-2019-MTC-18. Aprueban el “Formato Único de Registro de Accidentes de Tránsito” que consta de tres formatos “Registro de accidentes de tránsito”, “Registro de vehículos involucrados” y “Registro de personas involucradas”, Lima., el 16 de diciembre de 2019. [En línea]. Disponible en: <https://www.onsv.gob.pe/post/aprueban-el-formato-unico-de-registro-de-accidentes-de-transito-que-consta-de-tres-formatos-registro-de-accidentes-de-transito-registro-de-vehiculos-involucrados-y-registro-de-personas/>
- [16] E Wheel Perú, “Scooter Electrico MaxSpeed X10 - 600w”, E Wheel Perú. [En línea]. Disponible en: <https://ewheelperu.com/tienda/scooters-electricos/maxspeed/scooter-electrico-maxspeed-x10-motor-600w-peru/>
- [17] International Transport Forum, “Safe Micromobility”, ITF, Corporate Partnership Board, feb. 2020. [En línea]. Disponible en: <https://www.itf-oecd.org/safe-micromobility>
- [18] H. Dediu, “The Micromobility Definition”, Micromobility. [En línea]. Disponible en: <https://micromobility.io/news/the-micromobility-definition>
- [19] H. Dediu, “A Modicum of Transport: The New Measure of Competition on Mobility”, Micromobility. [En línea]. Disponible en: <https://micromobility.io/news/a-modicum-of-transport-the-new-measure-of-competition-for-mobility>
- [20] Society of Automotive Engineers International, J3194_202502. Taxonomy and Classification of Powered Micromobility Vehicles, febrero de 2025. [En línea]. Disponible en: https://www.sae.org/standards/content/j3194_202502/preview/
- [21] D. Yanacocha y A. Mackenzie, “Maximizing micromobility: Unlocking opportunities to integrate micromobility and public transportation”, Institute for Transportation & Development Policy, jun. 2021. [En línea]. Disponible en: https://itdp.org/wp-content/uploads/2021/06/ITDP_MaximizingMicromobility_2021_singlepage.pdf
- [22] Parlamento Europeo, Reglamento (UE) no 168/2013. Relativo a la homologación de los vehículos de dos o tres ruedas y los cuatriciclos, y a la vigilancia del mercado de dichos vehículos, el 15 de enero de 2013. [En línea]. Disponible en: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:32013R0168>
- [23] Singapore Parliment, Active Mobility Act 2017, el 11 de enero de 2022. [En línea]. Disponible en: <https://sso.agc.gov.sg/Act/AMA2017>
- [24] Land Transport Authority of Singapore, Active Mobility Regulations 2018, el 30 de abril de 2018. [En línea]. Disponible en: <https://sso.agc.gov.sg/SL/AMA2017-S251-2018>
- [25] Agencia Nacional de Seguridad Vial, Disposición 480/2020. Marco regulatorio para la circulación de vehículos de movilidad personal, el 29 de octubre de 2020. [En línea]. Disponible en: <https://www.argentina.gob.ar/normativa/nacional/disposici%C3%B3n-480-2020-343669/texto>
- [26] Comisión Europea, Ministerio de Transporte de Colombia, y Universidad EAFT, Estrategia Nacional de Movilidad Activa con enfoque de género y diferencial - ENMA. Bruselas, Bélgica: Publications Office, 2022. [En línea]. Disponible en: <https://data.europa.eu/doi/10.2841/954501>
- [27] Ministerio de Transporte de Colombia, Resolución 160 de 2017. Por el cual se reglamenta el registro y la circulación de los vehículos automotores tipo ciclomotor, tricimoto y cuadriciclo y se dictan otras disposiciones, Colombia., el 2 de febrero de 2017. [En línea]. Disponible en: <https://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Normal.jsp?i=68085>
- [28] Administración Pública de la Ciudad de México, Reglamento de Tránsito de la Ciudad de México, el 26 de noviembre de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.ssc.cdmx.gob.mx/storage/app/media/Transito/Actualizaciones/Reglamento-de-Transito-CDMX.pdf>
- [29] Congreso Nacional de Chile, Ley Núm. 21.088. Modifica la Ley de tránsito para incorporar disposiciones sobre convivencia de los distintos medios de transporte, el 30 de abril de 2018. [En línea]. Disponible en: <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1118358>
- [30] Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, Resolución Ministerial N°118-2021-VIVIENDA. Guía de implementación de vías activas en el marco del Estado de Emergencia Nacional por las graves circunstancias que afectan la vida de la Nación a consecuencia de la Covid-19, Lima., el 4 de diciembre de 2021. [En línea]. Disponible en: <https://www.gob.pe/institucion/vivienda/normas-legales/1833832-118-2021-vivienda>
- [31] Congreso de la República del Perú, Ley N°27181. Ley General de Transporte y Tránsito Terrestre, Lima., el 10 de agosto de 1999. [En línea]. Disponible en: <https://spij.minjus.gob.pe/spij-ext-web/#/detallenorma/H786969a>
- [32] Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú, Decreto Supremo N°012-2020-MTC. Decreto Supremo que aprueba el Reglamento de la Ley N°30936, Ley que promueve y regula el uso de la bicicleta como medio de transporte sostenible., Lima., el 6 de abril de 2020. [En línea]. Disponible en: <https://www.gob.pe/institucion/mtc/normas-legales/633229-012-2020-mtc>
- [33] GreenLine, “Bicicleta Eléctrica Plegable FL2”, GreenLine Vehículos Eléctricos. [En línea]. Disponible en: <https://glperu.com/tienda/bicicleta-electrica-tailg-fl2/>
- [34] Yadea, “Bicimoto Eléctrica Teena”, Yadea. [En línea]. Disponible en: <https://yadea.pe/producto/bicimoto-electrica-teena/>
- [35] Aima, “Aima Hyhawk”, AIMA Peru. [En línea]. Disponible en: <https://aimaperu.com/002-hyhawk/>
- [36] Davest, “Davest V8”, Motos Davest Racing. [En línea]. Disponible en: <https://motosdavest.com/product/v8/>
- [37] Xiaomi, “Xiaomi Electric Scooter 4 Pro (2nd Gen)”, Xiaomi Perú. [En línea]. Disponible en: <https://www.mi.com/pe/product/xiaomi-electric-scooter-4-pro-2nd-gen/>
- [38] Kayencorp, “Trimoto Eléctrica Kayencorp”, Kayencorp Vehículos Eléctricos. [En línea]. Disponible en: <https://kayencorp.com/producto/trimoto-electrica/>
- [39] GreenLine, “Carguero Eléctrico GreenLine TC1-110”, GreenLine Motos Eléctricas. [En línea]. Disponible en: <https://glperu.com/tienda/carguero-electrico-greenline-tc1-110/>
- [40] A. Tözeren, Human body dynamics: classical mechanics and human movement. New York: Springer, 2000.
- [41] Geneva y Global Road Safety Partnership, Speed Management: A road safety manual for decision-makers and practitioners. 2008. [En línea]. Disponible en: <https://cdn.who.int/media/docs/default-source/documents/health-topics/road-traffic-injuries/speed-management-manual.pdf>
- [42] Asociación de Emprendedores para el desarrollo e Impulso del Vehículo Eléctrico en el Perú, “Análisis de las importaciones de

- unidades de movilidad eléctrica en el Perú”, Enero de 2023 a junio de 2024, ago. 2024.
- [43] HP, “Vehículos autónomos: el camino de la IA hacia un futuro sin conductor”, HP. [En línea]. Disponible en: <https://www.hp.com/pe-es/shop/tech-takes/vehiculos-autonomos-e-inteligencia-artificial>
- [44] E. Vargas Alvarado, Medicina Legal, 4a ed. México: Trillas, 2012.
- [45] Euro NCAP, Crash Avoidance Frontal Collisions, marzo de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.euroncap.com/media/85851/euro-ncap-protocol-crash-avoidance-frontal-collisions-v10.pdf>
- [46] J. W. Watson, “Investigation of Cyclist and Pedestrian Impacts with Motor Vehicles using experimentation and simulation”, PhD, Cranfield University, 2010. [En línea]. Disponible en: <https://dspace.lib.cranfield.ac.uk/items/e314f9ca-5331-413e-bafe-d7d542a0698f>
- [47] Y. Peng, Y. Chen, J. Yang, D. Otte, y R. Willinger, “A study of pedestrian and bicyclist exposure to head injury in passenger car collisions based on accident data and simulations”, Safety Science, vol. 50, núm. 9, pp. 1749–1759, nov. 2012, doi: 10.1016/j.ssci.2012.03.005.
- [48] T. Y. Pang, H. Sakeran, A. Short, A. S. McIntosh, G. Rechnitzer, y K. Thai, “Numerical Analysis of Real-World Cyclist Crashes: Impact Speed, Collision Mechanism and Movement Trajectories”, 2008 Australian Road Safety Research, Policing and Education Conference, pp. 512–518, 2008.
- [49] P. Schepers et al., “An international review of the frequency of single-bicycle crashes (SBCs) and their relation to bicycle modal share”, Inj Prev, vol. 21, núm. e1, pp. e138–e143, abr. 2015, doi: 10.1136/injuryprev-2013-040964.



Los artículos publicados por TECNIA pueden ser compartidos a través de la licencia Creative Commons: CC BY 4.0. Permisos lejos de este alcance pueden ser consultados a través del correo revistas@uni.edu.pe