

03

EL USO DE TECNOLOGÍA

EN LA GESTIÓN DE TRÁNSITO: RETOS LEGALES Y ÉTICOS EN EL CONTEXTO ECUATORIANO

THE USE OF TECHNOLOGY IN TRAFFIC MANAGEMENT: LEGAL AND ETHICAL CHALLENGES IN THE ECUADORIAN CONTEXT

Helen Abigail Mena-Cumbicus¹

E-mail: hmena3@utmachala.edu.ec

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9762-0406>

Nicole Madelaine Mena-Cumbicus¹

E-mail: nmena2@utmachala.edu.ec

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0766-7778>

Armando Rogelio Durán-Ocampo¹

E-mail: aduran@utmachala.edu.ec

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9524-0538>

¹ Universidad Técnica de Machala. Ecuador.

Cita sugerida (APA, séptima edición)

Mena-Cumbicus, H. A., Mena-Cumbicus, N. M., & Durán-Ocampo, A. R. (2026). El uso de tecnología en la gestión de tránsito: retos legales y éticos en el contexto ecuatoriano. *Revista Transdisciplinaria de Estudios Sociales y Tecnológicos*, 6(2), 30-42.

Presentación: 22/01/2026

Aceptación: 31/03/2026

Publicación: 01/05/2026



RESUMEN

El presente trabajo responde a la preocupación creciente relacionada con la implementación de mejoras tecnológicas en los procesos de gestión del tránsito, por lo cual se propone como objetivo central caracterizar el nivel de desarrollo del uso de la tecnología en la gestión del tránsito en relación con sus desafíos ético-legales en el contexto ecuatoriano. A través del enfoque cualitativo y con apoyo en los métodos de revisión documental y análisis-síntesis, se abordaron las bases de los avances tecnológicos recientes en el área, se estableció el marco normativo constitucional y legal y se concretaron los principales retos ético-jurídicos del fenómeno. Se concluyó, que Ecuador se ha insertado discretamente en el diseño y aplicación de sistemas de transporte inteligente, sin perjuicio de los avances en el transporte marítimo; asimismo, se identificaron desafíos en materia de protección de datos, determinación de responsabilidad jurídica, garantías del debido proceso frente a impugnaciones en asuntos de tránsito, falta de participación ciudadana y de equidad territorial, relacionado también con la desactualización normativa.

Palabras clave:

Tránsito, tecnología, ordenamiento jurídico, desafíos éticos.

ABSTRACT

This study responds to the growing concern related to the implementation of technological improvements in traffic management processes. Its main objective is to characterize the level of development in the use of technology in traffic management in relation to its ethical and legal challenges within the Ecuadorian context. Through a qualitative approach, supported by documentary review and analysis-synthesis methods, the study examines the foundations of recent technological advances in the field, establishes the constitutional and legal regulatory framework, and identifies the main ethical and legal challenges associated with this phenomenon. It is concluded that Ecuador has been gradually incorporated into the design and implementation of intelligent transportation systems, without detriment to advances in maritime transport. Likewise, challenges were identified in areas such as data protection, the determination of legal responsibility, guarantees of due process in traffic-related disputes, as well as a lack of citizen participation and territorial equity, also linked to regulatory obsolescence.

Keywords:

Traffic, technology, legal framework, ethical challenges.

INTRODUCCIÓN

La utilización de la tecnología en la gestión del tránsito es una preocupación creciente de usuarios y proveedores, quienes persiguen que, a través de las diferentes instancias de gobierno, se creen herramientas de movilidad accesible y sostenible. Un ejemplo de cómo desarrollar efectivamente esto lo ofreció la creación del Metro de Quito, pues dicha infraestructura combina elementos de procesos digitales, movilidad sostenible y transporte resiliente. Solo en emisiones de dióxido de carbono, se estima que la ciudad evita aproximadamente 67 000 toneladas cada año a través de este moderno sistema (Ecuador. Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2023).

Los sistemas de transporte inteligente, en cualquier ámbito, constituyen las tendencias esenciales que revelan la inserción tecnológica como herramienta de gestión. Estos se describen como un “conjunto de aplicaciones informáticas y procedimientos tecnológicos establecidos para mejorarlos niveles de seguridad y eficiencia en la organización del transporte terrestre, facilitando así sugerencia, control y seguimiento por parte de los organismos competentes” (Guzmán Palma & Chancay García, 2023, p. 1202). No obstante, en Ecuador los avances son divergentes según el ámbito de tránsito en que se aplica; así, no es lo mismo el uso de la tecnología en el control del tráfico terrestre, que en el fluvial o el marítimo, por ejemplo.

A priori, no se trata solamente de ausencia de normas en ciertos casos, sino de factores múltiples que inciden en el fenómeno. Existen limitaciones para incorporar mejoras tecnológicas en ciertos ámbitos, sobre todo porque pueden ser costosas o no corresponderse con el estado de la infraestructura existente. Son de notorio conocimiento los problemas en la gestión pública de los puertos y entidades de regulación en materia de transporte y logística portuaria y, a su vez, la disparidad regional, donde la red marítima de la región insular es mucho más avanzada que las de la Costa, mientras que el transporte terrestre que conecta la cadena productiva no se ha desarrollado igual en la Costa y la Sierra, peor en el Oriente del país. Asimismo, todo manejo tecnológico presupone retos ético-jurídicos que deben ser considerados y que requieren premisas claras, ya sea para solucionarlos o para comprenderlos multidimensionalmente (Domínguez Álvarez & Terrón Santos, 2023).

En ese sentido, este trabajo se propone como objetivo caracterizar el nivel de desarrollo del uso de la tecnología en la gestión del tránsito en relación con sus desafíos ético-legales en el contexto ecuatoriano. Para ello, se describirán las bases de los avances tecnológicos recientes en el área, su precisión en los ámbitos terrestre, fluvial y marítimo, considerando que el tránsito aéreo está sujeto a estándares muchos más complejos que excederían el

ámbito de la investigación. Luego, se establecerá el marco normativo constitucional y legal sobre el uso de la tecnología en gestión del tránsito para, finalmente, discernir los principales retos ético-jurídicos de la gestión tecnológica del tránsito en el país.

METODOLOGÍA

Para abordar el estudio del uso de la tecnología en la gestión del tránsito desde una perspectiva ético-jurídica en el contexto ecuatoriano, se optó por un enfoque cualitativo, ya que este permite comprender la complejidad del fenómeno más allá de tendencias matemáticas o correlaciones estadísticas. Este enfoque es pertinente porque favorece el análisis del objetivo de la investigación al centrarse en la configuración de hechos y prácticas normativas, a la vez que se basa en la determinación de las implicaciones ético-legales del tema. Cabe añadir que la naturaleza interpretativa que emana del enfoque cualitativo facilita identificar las tensiones, vacíos o dilemas que, por el contrario, serían casi improbables de captar por métodos cuantitativos, lo que es especialmente útil en el ámbito del estudio.

La revisión documental ha sido el método fundamental para la recolección de la información al centrarse en acceder a fuentes doctrinarias, normas jurídicas, jurisprudencia y/o noticias complementarias para caracterizar en la realidad el objeto de la investigación. De esa manera, la construcción del marco teórico del trabajo se hizo de manera más eficiente al encontrar diferentes puntos de vista sobre la relación entre el tránsito, la tecnología y los derechos constitucionales. Además, al considerar literatura específica sobre temas de ética y gobernanza se caracterizan mejor los desafíos que afronta Ecuador al implementar diversas soluciones tecnológicas a los problemas del transporte, el tráfico y la seguridad vial.

Adicionalmente, se ha empleado el método de análisis-síntesis para procesar los hallazgos obtenidos, ya que este permite descomponer los elementos teóricos, normativos y jurisprudenciales a través de la detección de ideas claves, para luego integrarlos en categorías de análisis. Este proceso fue útil para identificar patrones de interpretación y armonizar ideas en torno a conclusiones coherentes. La síntesis, como proceso intelectual, ha posibilitado la construcción articulada del problema de estudio y, en conjunto, fue un abordaje metodológico que permitió extraer los principales dilemas ético-jurídicos de la utilización de la tecnología en la gestión del tránsito.

DESARROLLO

Los sistemas inteligentes de transporte (SIT) representan una evolución estratégica en la gestión de la movilidad urbana y territorial porque integran tecnologías de comunicación, el uso de sensores de detección de movimiento,

algoritmos predictivos y plataformas de análisis de datos en tiempo real que permiten la toma de decisiones automatizadas. Implementarlos permite transformar los flujos de tránsito en entornos dinámicos, adaptativos y mucho más seguros. En el contexto latinoamericano y, en especial, en grandes ciudades como las de Quito o Guayaquil, los SIT representan oportunidades para superar los desafíos estructurales del transporte público. Una adopción progresiva posibilita reducir la independencia de los combustibles fósiles, incrementar la planificación territorial con variables efectivas a través de las cuales se reduce también la siniestralidad y promover la gobernanza participativa (Guzmán Palma & Chancay García, 2023).

Los SIT, como ya se había enunciado, se implantan a través de la combinación de medios tecnológicos con herramientas informáticas como la predicción de movilidad. Estos elementos reducen notablemente los tiempos de viaje, el consumo de energía de la ciudad, la emisión de gases de efecto invernadero e, inclusive, la probabilidad de accidentes en las vías (Elassy et al., 2024). Dentro de ellas se hallan, por ejemplo, las redes vehiculares *ad hoc*, los semáforos inteligentes, la predicción de movilidad, entre otras tecnologías de la comunicación que permiten su eficaz funcionamiento.

Las redes vehiculares *ad hoc* (VANETs, por sus siglas en inglés) constituyen una arquitectura clave dentro del ecosistema del internet de las cosas (IOT, por sus siglas en inglés) en su aplicación al tránsito urbano. Estas permiten la interconexión dinámica entre vehículos, la infraestructura vial y los dispositivos personales de comunicación inteligente. Esta integración tecnológica transforma sustancialmente la movilidad. Cada nodo – vehículo, semáforo, sensor o peatón – actúa como emisor y receptor de datos significativos para gestionar el tráfico. La sinergia entre las VANETs y el IOT no solo optimiza la circulación de los vehículos, sino que habilita nuevas formas de gobernanza digital en el espacio público por su basamento en la recolección, procesamiento y análisis de la información en tiempo real (Mishra & Singh, 2025).

Las funcionalidades de estas redes se dividen en tres formas de comunicación: vehículo a vehículo (VaV), vehículo a infraestructura (Val) y vehículo a peatón (VaP). La comunicación VaV permite que los vehículos intercambien información sobre velocidad, dirección, ubicación y condiciones de frenado, lo que reduce la probabilidad de colisiones y mejora la coordinación para ejecutar maniobras complejas. Por su parte, la comunicación Val conecta a los vehículos con elementos fijos como semáforos inteligentes, cámaras de vigilancia y sensores de flujo vial y adapta los tiempos de reacción entre las señales cambiantes y estáticas. Por último, en escenarios más avanzados, la comunicación VaP alerta a los peatones sobre la proximidad de los vehículos en cruces peligrosos, lo

que aumenta también la seguridad en las zonas de alta interacción humana (Elassy et al., 2024). La implementación de estas tecnologías en ciudades inteligentes exige una infraestructura robusta, protocolos eficientes para la interoperabilidad y marcos normativos que reconozcan los desafíos éticos en el tratamiento de datos captados o generados.

La sustitución de los semáforos tradicionales, que funcionan con programación analógica, por los semáforos inteligentes es una mejora clave para luchar contra la congestión vehicular de las grandes ciudades. Como dichos semáforos recopilan datos en tiempo real, emplean algoritmos para analizarlos y predecir el flujo vehicular; generalmente utilizan variables como el movimiento de los peatones y el volumen de tráfico. Cuando los semáforos inteligentes utilizan tecnología 5G, que es de muy baja latencia, se obtienen mejores resultados y, si se emplea adicionalmente inteligencia artificial (IA) se produce un impacto positivo en el control vehicular (Elassy et al., 2024).

La predicción de movilidad es una tecnología que se ha consolidado como una herramienta clave en la gestión inteligente del tránsito urbano, al permitir que se anticipe el comportamiento de los vehículos en una red determinada mediante el análisis de patrones históricos que se alimenta de datos en tiempo real. Esta capacidad predictiva no solo optimiza rutas de viaje con los usuarios, sino que de igual manera permite a los sistemas de control tomar decisiones prospectivas frente a eventos inesperados tales como accidentes, congestiones e, inclusive, condiciones climáticas adversas. Al detectar un obstáculo que interrumpe el flujo vehicular, por ejemplo, el sistema es capaz de sugerir rutas alternativas, redistribuir la carga de tráfico y asignar carriles de modo dinámico, lo que mejora la eficiencia vial (Elassy et al., 2024).

En el contexto de los vehículos autónomos la predicción de movilidad adquiere una importancia mayor, ya que estos sistemas son dependientes de información anticipada para tomar decisiones seguras sin intervención humana. La asignación inteligente de carriles junto a la sincronización con semáforos inteligentes favorece la interacción entre vehículos. Según Medina Salgado et al. (2022), todos los modelos empleados actualmente, desde los basados en aprendizaje profundo (*deep learning*) como los híbridos, son de alta sensibilidad predictiva. Además, se está experimentando con redes neuronales digitales que incorporan variables contextuales como el clima, la densidad poblacional, los eventos sociales y los puntos de interés urbano, lo que construye modelos de movilidad más dinámicos y adaptativos. Esta integración multidimensional permite que los sistemas de tránsito respondan a las condiciones físicas del tráfico y a los factores sociales y/o ambientales que inciden en la movilidad.

Las tecnologías de la comunicación que se emplean en los sistemas de transporte inteligente son fundamentalmente los protocolos IEEE (*Institute of Electrical and Electronics Engineers*), o sea, un conjunto de estándares técnicos para redes informáticas cableadas e/o inalámbricas que permiten la interoperabilidad entre diferentes medios (Miao et al., 2024). También se utiliza la comunicación celular C-V2X, que es un protocolo que aprovecha la infraestructura de telefonía celular inalámbrica para aumentar la eficiencia del tráfico y la experiencia de los conductores en tiempo real. Para incrementar la potencia de estos últimos sistemas aparecen las redes LoRaWAN o de amplio alcance, a través de las cuales se transfieren datos a largas distancias y con bajo consumo de energía, lo que favorece la operatividad de los dispositivos IOT (Elassy et al., 2024).

En materia de transportación terrestre no solo interesan los pasajeros y vehículos personales o de movimiento masivo de personas, sino también el tráfico de mercancías y, en especial, el que se produce a través de las fronteras. La comunicación a través de redes abiertas de *blockchain* favorece la concreción de las transacciones comerciales en ese sentido. La trazabilidad de los datos puede aprovecharse como activo y, una vez que se aprueba una transacción, por ejemplo, no es posible alterarla si ha sido debidamente registrada. Todo ello reduce el impacto medioambiental al permitir la sustitución del papel, habilita el sistema de contratación inteligente y se constata que reduce la complejidad de las transacciones comerciales transfronterizas, especialmente para las autoridades que intervienen (Díaz, 2025). Esta tecnología se usa con éxito en el transporte fluvial y marítimo contemporáneos, por lo que empleo en el tránsito terrestre es una adaptación necesaria.

En temas comerciales, la gestión de las redes de servicios de paquetería y mensajería es esencial para reducir costos a través de la optimización de tiempos y distancias. Para el establecimiento de las rutas más efectivas se emplean también herramientas tecnológicas, dentro de las que se encuentran las basadas en el algoritmo *Hub and Spoke*; este es eficiente cuando existe un centro de operaciones y micro-sitios de distribución. Otros emplean el algoritmo *Problem Design Network for Parcel Distribution* que integra además el tipo de mercancía movilizadora y los vehículos que se involucran en el proceso (Ruiz Moreno et al., 2020). Cualesquiera que sean los sistemas empleados, lo relevante es que consideren el servicio a través de un flujo óptimo de mercancías y paquetes en la ciudad, cuestión que apoyará la gestión global del tránsito.

Las redes vehiculares *ad hoc* se encuentran en fase de estudio e implementación en Ecuador. La mayoría de la literatura revisada se refiere a ellas como proyectos y análisis de factibilidad. Por ejemplo, Beltrán Mesías (2025) destaca su importancia para la transmisión eficiente de

datos de la circulación vial, la garantía de navegación autónoma y la optimización del tráfico de manera confiable; propone utilizarla para mejorar la circulación de los vehículos autónomos, sobre todo en las zonas urbanas más densas y/o rutas largas. Por su parte, Riofrío & Pineda (2020) proponen su implementación en la ciudad de Quito como alternativa para abordar los problemas de movilidad y congestión del tráfico urbano.

Los semáforos inteligentes, por su parte, ya han tenido implementación parcial en ciudades como Quito y Guayaquil, pero solo de manera experimental, sin llegar a establecerse como un sistema general. Ambas ciudades fueron escogidas precisamente por la notable intensidad del tráfico y, además, se plantea un proyecto piloto para favorecer la circulación de las ambulancias o vehículos de emergencia, que normalmente se atascan en horas pico dentro de dichas vías, lo que es grave para brindar una atención adecuada a las personas, todo lo que pone en riesgo la seguridad colectiva. Se trata de una aplicación del IOT en la gestión del tránsito (Mishra & Singh, 2025).

La utilización del IOT en este ámbito tiene, no obstante, otras dificultades. Un estudio realizado en Esmeraldas y referenciado por García Silva (2024) advirtió que la tecnología WiFi era inadecuada para la transportación inteligente en dicha ciudad; en tal sentido, se estimó que la tecnología LoRa era más efectiva gracias a su capacidad de conectividad inalámbrica a largo alcance y debido a la infraestructura de redes instalada. Sin embargo, hay que reconocer que ya se han hecho algunos progresos como la instalación de sensores de movilidad en buses, cámaras en las vías, sistemas de monitoreo de flotas y estacionamientos inteligentes en áreas comerciales. Ello favorece la seguridad y la experiencia de los usuarios (Guzmán Palma & Chancay García, 2023).

Uno de los aspectos de la modernidad en torno al tránsito fluvial es el empleo de las denominadas "vías navegables inteligentes", lo que se refiere a un sistema integrado que monitorea y pronostica la navegabilidad en determinadas rutas de carga o de transporte de pasajeros. Es usual que este sistema se componga por "ecosondas instaladas en los barcos que navegan por el río, complementadas con datos de boyas de balizamiento equipadas con tecnología topográfica y sistemas de transmisión de datos, así como toda información relacionada con la navegabilidad que no requiera intervención manual" (Díaz, 2025, p. 3). Tal sistema tecnológico resulta útil cuando existen áreas poblacionales articuladas alrededor y a lo largo de ríos y deltas.

Europa, China y Estados Unidos se cuentan entre las regiones con mayor desarrollo y empleo de las vías navegables inteligentes. Sobre la base de sus experiencias se han construido proyectos importantes como el de

transporte a través del Nilo, que se compone esencialmente de cuatro módulos, según señala Kamal (2024):

- a. Segmento de buque:** Se encarga de generar y compartir datos de tráfico marítimo de sus propias embarcaciones y hacia otras, utilizando para ello transpondedores de sistemas de identificación automática [SIA] y estaciones base del segmento costero dentro de la cobertura de SIA; además, permite visualizar dicha información mediante el empleo de un sistema electrónico de visualización e información de cartas náuticas [SEVICN] que se instala a bordo.
- b. Segmento costero:** Tiene la función de captar y guardar los datos de tráfico provenientes de los buques que están dentro del alcance de la estación base del SIA interno y más adelante remite dicha información codificada al segmento siguiente.
- c. Segmento del operador:** Es el que recoge información estática y dinámica de los buques que operan dentro del área de cobertura del SIA de las estaciones base costeras, la almacena en una base de datos centralizada y la pone a disposición del gobierno para facilitar el intercambio de datos del tráfico tanto a nivel nacional como internacional.
- d. Segmento externo:** Corresponde al usuario final o a las entidades gubernamentales, quienes acceden a datos estáticos e históricos – actuales y proyectados – de los buques dentro del área de cobertura del SIA, lo que permite visualizar el panorama de tráfico a través del visor del SEVICN interno.

A pesar de las posibilidades que ofrece la Amazonía ecuatoriana para desarrollar mecanismos de movilidad fluvial inteligente, estos no se han logrado aún. Por sus características geográficas y socioeconómicas, esta región enfrenta obstáculos para la plena implementación de las tecnologías de comunicación existentes. La Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) sigue de cerca estos proyectos porque dentro de esa región continental es útil para la movilidad de personas (transportación escolar, inclusive) y provisión de bienes de primera necesidad. Actualmente, el Ministerio de Infraestructura y Transporte de Ecuador (2023) ha realizado pruebas técnicas con embarcaciones que utilizan energía renovable por completo, situación que reduce el impacto medioambiental, sobre todo en términos de emisiones de gases y ruido, a la vez que precave la erosión de las riberas.

En los cantones Guayaquil, Samborondón y Durán existe un interesante proyecto de interconexión fluvial que vendría a resolver el flujo de pasajeros entre estas ciudades, aprovechando las potencialidades que ofrecen los ríos Guayas, Daule y Babahoyo. El proyecto prevé la introducción de cuatro terminales y catorce paraderos, la utilización de embarcaciones WAVESHUTTLE 56 con una capacidad máxima de 56 pasajeros por nave y un sistema de muelles de hormigón y acero (Gómez Chacón

et al., 2023). Desde el punto de vista tecnológico, el proyecto prevé un sistema de gestión digital y un criterio de sostenibilidad ambiental. A partir de un análisis del nivel de progreso del transporte fluvial en Ecuador, se pueden resumir los principales retos tecnológicos en la Tabla 1 a continuación:

Tabla 1. Retos tecnológicos de la transportación fluvial en Ecuador.

Retos	Manifestación	Detalle
Infraestructura insuficiente y/u obsoleta	Falta de embarcaderos adecuados	Una gran parte de los muelles de las riberas y márgenes de los ríos son artesanales o no cumplen estándares técnicos internacionales para embarques seguros.
	Deterioro de los canales de navegación	La sedimentación y la falta de dragado son limitantes para el tránsito fluido de las embarcaciones, especialmente en los ríos amazónicos.
	Ausencia de señalización fluvial	No existen sistemas modernos de balizamiento, lo que incrementa el riesgo de accidentes.
Limitaciones para el diseño y tecnología de las embarcaciones	Baja eficiencia energética	Las embarcaciones tradicionales consumen mucho combustible y generan altas emisiones de gases contaminantes.
	Falta de embarcaciones adaptadas a las condiciones del terreno	Los diseños de modelos para ríos con corrientes variables, bajos niveles de agua y/o zonas de difícil acceso no son comunes.
	Escasa incorporación de tecnologías limpias	La electrificación del transporte fluvial es limitada por la falta de infraestructura de carga y problemas en el suministro eléctrico nacional.
Problemas de monitoreo y conectividad	Débil integración territorial con los sistemas de transporte terrestre	El transporte fluvial no aparece integrado al transporte terrestre, lo que limita su operatividad.
	Deficiente monitoreo satelital o de posicionamiento global	El control de rutas, los tiempos de navegación y los mecanismos de respuesta efectiva ante emergencias se dificultan sin la monitorización adecuada.
	Digitalización limitada de las operaciones	No existen plataformas tecnológicas avanzadas para manejo de reservas, seguimiento de cargas y/o gestión logística fluvial.

Es innegable que en materia de tecnología para gestión del tránsito marítimo en Ecuador existen más avances que respecto al tránsito fluvial, en parte debido al papel estratégico que desempeña la Armada del Ecuador en la vigilancia, seguridad y regulación de las aguas

jurisdiccionales. La aprobación de la Guía del Oficial Navegante (Ministerio de Defensa del Ecuador, 2023) representa un instrumento doctrinario oficial que consolida estándares técnicos avanzados orientados hacia la navegación marítima nacional. Entre sus aportes, destacan múltiples novedades técnicas, como el empleo de radiogoniómetros digitales, tecnología de posicionamiento global integrada con navegación por satélite, cartas de navegación digitalizadas que son accesibles también para los marineros con fines recreativos, uso de dispositivos de llamada selectiva digital que accede a múltiples frecuencias de radio, entre otros aspectos.

El uso de las vías navegables inteligentes también se ha empleado en gestión marítimo-portuaria. Estos puertos utilizan inteligencia artificial, internet de las cosas, *blockchain* y análisis predictivo, lo que posibilita una optimización de las actividades con el empleo de tecnologías sostenibles. Ecuador avanza hacia ese escenario en los puertos de Guayaquil, Manta, Esmeraldas y Posorja, siendo este último el Primer Puerto Inteligente de Ecuador. El uso de la inteligencia artificial en el entorno portuario tiene ventajas competitivas como eficiencia operativa, toma de decisiones estratégicas, mejora en la seguridad, sostenibilidad y responsabilidad ambiental, experiencia del cliente e innovación. Sin embargo, también supone varios desafíos, como la necesidad de una infraestructura tecnológica robusta, personal capacitado y considerar determinados riesgos de privacidad.

Precisamente en el puerto de Posorja se está desarrollando un proyecto de notables capacidades tecnológicas, según lo refleja resumidamente Díaz (2025):

La Autoridad Portuaria de Guayaquil (APG) en conjunto con el Instituto Oceanográfico de la Armada (INOCAR), fabricaron e instalaron la señalización náutica a lo largo de las 21 millas que posee el canal de acceso al puerto de Aguas Profundas de Posorja. Cada boya cuenta, además del equipo lumínico, con un Sistema de Identificación Automática (AIS). En total, se han instalado 23 boyas con el mismo sistema, además de una enfilada de luz sectorizada (cañón de luces LED) ubicada en la Isla Puna. Esta última tiene un alcance de 10 millas náuticas y, mediante una luz blanca, guía al navegante por la ruta correcta. La tecnología de todo este equipamiento permite a los marinos conocer la posición de las boyas en tiempo real. El canal de 16,5 metros de profundidad permite la navegación de buques Neo Panamax y Post Panamax, y su tráfico se monitorea las 24 horas, los siete días de la semana, a través de un Sistema de Tráfico Marítimo (VTS) que será operado por la APG, y que constituye el primero a instalarse en Ecuador (p. 3).

Como se aprecia, es un salto tecnológico estratégico en la gestión del tránsito marítimo en Ecuador. Hay una mejora significativa en la seguridad y eficacia de la navegación

gracias al sistema AIS en boyas, la sectorización de luces náuticas y la señalización del canal en una amplia ruta. El sistema VTS moderniza el control marítimo a través del monitoreo continuo, lo que además mejora la planificación logística portuaria, reduce las demoras y optimiza los costos operacionales. La posibilidad del ingreso de buques de gran calado es rentable para el comercio internacional. En general, se trata de un conjunto de avances tecnológicos que se alinea con los estándares de eficiencia global y fortalece la conectividad e interoperabilidad. La experiencia del puerto de Posorja trasciende a lo que se denomina un *Port Community System* (PCS). Esta constituye una herramienta que favorece la resiliencia en la cadena de suministros, garantiza la distribución de datos eficientes entre las partes interesadas en la actividad comercial para reducir los tiempos de tránsito y estandarizar los procesos logísticos portuarios (Elassy et al., 2024).

La industria del transporte y la logística en Ecuador tiene como referente a la tecnología 5G en el tránsito marítimo. El gobierno incentiva esta actividad y ha recomendado el uso más intensivo de drones autónomos para favorecer labores de rescate y misiones críticas en zonas de difícil acceso o afectadas por catástrofes naturales o antrópicas. Así, se considera que “[a]provechar la conectividad portuaria incluyendo seguridad, monitoreo, grúas autónomas, logística, reducción de tiempo de tránsito en puerto, gemelos digitales (VR-AR) puede ser una gran oportunidad para explotar en el futuro cercano” (San Martín, 2020, p. 38).

En el marco de la utilización de la tecnología en la gestión del tránsito es necesario realizar una lectura integral de la Constitución de la República del Ecuador para comprender que existen numerosas bases y principios articulados al fenómeno que luego se complementan en otras normas infraconstitucionales. El esquema normativo se orienta hacia la transformación digital como una solución eficiente a la producción, una reconfiguración de las cadenas de valor en las industrias y los proyectos sociales, mejoras en la seguridad colectiva y sostenibilidad en su desarrollo (Calatayud et al., 2022).

La Constitución de la República del Ecuador garantiza la libertad del transporte bajo un ambiente regulado y con preferencia en los servicios de mayor alcance. En tal sentido, el artículo 394 plantea lo siguiente:

El Estado garantizará la libertad de transporte terrestre, aéreo, marítimo y fluvial dentro del territorio nacional, sin privilegios de ninguna naturaleza. La promoción del transporte público masivo y la adopción de una política de tarifas diferenciadas de transporte serán prioritarias. El Estado regulará el transporte terrestre, aéreo y acuático y las actividades aeroportuarias y portuarias (Ecuador. Asamblea Nacional Constituyente, 2008).

Entonces, la configuración tecnológica del transporte en el espacio público debe entenderse como una manifestación concreta del derecho a la ciudad consagrado en el artículo 31 de la propia Constitución de la República del Ecuador. Este derecho no se limita al acceso físico a infraestructuras urbanas; incluye una redistribución equitativa de los beneficios del desarrollo territorial bajo principios como los de justicia social, sustentabilidad, interculturalidad y equilibrio entre lo urbano y lo rural. En este marco, la actividad del transporte – ya sea de personas y mercancías – y su correlación con el tráfico no es un mero servicio utilitarista, sino una práctica social que implica respeto a la diversidad cultural. Esta visión se conecta con la función social y ambiental de la propiedad, que obliga a usar los bienes tecnológicos en pro del bienestar colectivo y no hacia la acumulación privada o la exclusión de grupos vulnerables.

En este contexto, la tecnología aplicada al transporte debe cumplir con estándares éticos y ambientales que garanticen la protección de otros derechos fundamentales como al agua, a la salud y al ambiente sano. La Constitución de la República del Ecuador exige que el Estado se capaz de “[d]esarrollar tecnologías e innovaciones que impulsen la producción nacional, eleven la eficiencia y productividad, mejoren la calidad de vida y contribuyan a la realización del buen vivir” (Ecuador. Asamblea Nacional Constituyente, 2008); por lo que toda política de movilidad inteligente debe estar alineada con dichos objetivos. Así, el desarrollo de los SIT, las VANETS, entre otras novedades tecnológicas, no pueden desvincularse de su impacto social y ecológico, con los consiguientes retos ético-legales que ello supone. La planificación territorial y la gestión del tránsito deben alinearse a estrategias de sostenibilidad, inclusión y respeto a los derechos humanos.

La Ley Orgánica de Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial (LOTTTSV) reconoce expresamente el uso de medios tecnológicos como herramientas legítimas para el control del tránsito. A través de ella se establece un marco jurídico que busca equilibrar la eficiencia operativa con el respeto a los derechos ciudadanos. El artículo 30.3A. de dicha Ley dispone que la finalidad principal de estos dispositivos es preventiva, o sea, orientada a disuadir las conductas potencialmente infractoras y promover la cultura de seguridad vial. No obstante, la norma admite su utilización con fines sancionatorios siempre que se cumpla con condiciones técnico-procedimentales estrictas, entre las que se señalan la existencia de un informe de factibilidad emitido por la autoridad competente, la verificación de que los equipos estén calibrados, operativos y funcionales, y la implementación de una adecuada socialización previa con las comunidades (Ecuador. Asamblea Nacional, 2008).

Este enfoque normativo responde a la necesidad de garantizar legitimidad del control automatizado del tránsito. Así, la exigencia de señalización horizontal y vertical antes y en el punto de control, al igual que el deber de información a la población sobre dónde se ubican y cómo funcionan estos dispositivos refuerza el criterio de transparencia de los actos de las administraciones y favorece el derecho al debido proceso. En este sentido, los medios tecnológicos no solo deben cumplir una función técnica, sino también una función jurídica ya que las regulaciones impactan en la formación de la cultura ética de los ciudadanos cuando se integran de manera armónica con las tácticas de movilidad (Ecuador. Asamblea Nacional, 2008).

El transporte público debe integrarse con sistemas de posicionamiento global (GPS, por sus siglas en inglés) de tecnología abierta. Esta tecnología debe permitir

A las distintas entidades de tránsito y al ECU 911 monitorear y controlar la seguridad de los pasajeros. Este sistema digital y/o satelital contará con protocolos de comunicación que faciliten el respectivo enlace. La adquisición e instalación de este sistema debe asumirlo cada operadora con base en las especificaciones mínimas establecidas por la Agencia Nacional de Tránsito. Estos sistemas estarán interoperados con la plataforma que se implemente y el sistema de seguridad del ECU 911 (Ecuador. Asamblea Nacional, 2008).

Mención especial merece la amplia regulación que tiene la movilidad sostenible en la LOTTTSV. Esta idea, asociada al Objetivo de Desarrollo Sostenible número 11 relativo a las ciudades y comunidades sostenibles y que se recoge en el Plan Nacional de Movilidad Urbana Sostenible 2023-2030 (Ecuador. Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2023), se sistematiza en función de patrones ético-jurídicos importantes. Se pueden referenciar los siguientes: (a) la noción de movilidad activa, que depende del movimiento físico de las personas, bien por sí solas o en medios como las bicicletas y otros de micro-movilidad, con notable impacto en la salud y el equilibrio medioambiental (Ecuador. Asamblea Nacional, 2008); (b) la incorporación de soluciones tecnológicas destinadas al almacenamiento, recopilación y procesamiento de información continua que mejore la gestión y calidad de la movilidad (Ecuador. Asamblea Nacional, 2008); (c) el principio de pacificación del tránsito, que consiste en la priorización de la movilidad activa y se enfoca en la seguridad integral de quienes la ejercen (Ecuador. Asamblea Nacional, 2008).

Como se había apuntado antes, no existe una normativa desarrollada o sistematizada en materia de tránsito fluvial en Ecuador, lo que dificulta el análisis de esta forma de movilidad; sin embargo, los principios constitucionales generales en materia de transporte, tránsito y seguridad vial son perfectamente aplicables a este ámbito.

Asimismo, aunque las regulaciones sobre el transporte marítimo son amplias y con numerosos criterios técnicos que se adecuan a las tendencias internacionales del área, la normativa general más reciente y actualizada a 2025 es la Resolución del Ministerio Transporte y Obras Públicas No. MTOP-SPTM-2016-0060-R, de 30 de marzo de 2016, que contiene las “Normas que regulan los servicios portuarios en Ecuador” (Ecuador. Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2016) no incluye referencias específicas al tema de las tecnologías en la gestión del tránsito marítimo.

Como se puede observar, el marco jurídico constitucional sobre el uso de la tecnología en el transporte tiene las bases que se requieren para construir propuestas efectivas al respecto. Se destaca la promoción del carácter libre de las distintas formas de transportación, sin perjuicio de que el Estado se enfoca en el sector público y el movimiento masivo de las personas. En el ámbito legal aparecen otras estrategias avanzadas como la movilidad activa, la prioridad de formas sostenibles como el uso de bicicletas y dispositivos de micromovilidad, que descansan en la pacificación del transporte y la inclusividad.

La implementación de tecnologías en la gestión del tránsito terrestre en Ecuador responde a una necesidad estructural derivada del reiterado incumplimiento de las normas de circulación y la limitada capacidad de fiscalización por parte de las autoridades competentes. Tal situación ha generado altos niveles de insatisfacción ciudadana, tanto por la percepción de impunidad como por la ineficiencia del sistema vial. En este contexto, la tecnología se presenta como una herramienta de transformación institucional capaz de superar las limitaciones del control manual y es generadora de datos relativamente confiables para la toma de decisiones. La incorporación de sensores, cámaras, sistemas de geolocalización y plataformas de monitoreo permite no solo detectar infracciones en tiempo real, sino también construir una cultura de cumplimiento normativo basada en la transparencia y la trazabilidad de las acciones.

Frente a este diagnóstico situacional, Rivera Vaca et al. (2022) proponen un conjunto de estrategias orientadas a reconfigurar el sistema de tránsito desde una perspectiva integral y sostenible. Estas incluyen la reactivación de los servicios con un enfoque innovador, la consolidación de corredores viales de primer orden, el establecimiento de sistemas de manejo e información integrada del transporte y el fortalecimiento de la sostenibilidad tecnológica. Bajo estas líneas de acción se justifica una intervención que no sea meramente técnica, sino socio-normativa, en la que la tecnología se utilice de forma crítica y propositiva. Esto implica que su adopción debe acompañarse de procesos de formación ciudadana, adecuación legal, evaluación ética y articulación interinstitucional, para garantizar que el tránsito terrestre se convierta en

un espacio de movilidad segura, justa y ambientalmente responsable.

Dentro de las cuestiones ético-jurídicas fundamentales del empleo de la tecnología para los sistemas de transporte inteligente se encuentran los desafíos en materia de seguridad informática. En efecto, como señalan Elassy et al. (2024), la protección de los SIT “contra las ciberamenazas en constante evolución es fundamental para garantizar la fiabilidad y la seguridad de los sistemas de transporte” (p. 9). Las redes vehiculares son blanco de ataques que perjudican la autenticidad de la información que suministran. Es indispensable garantizar la efectividad de los softwares utilizados porque la vulnerabilidad frente a tales amenazas compromete la seguridad de los usuarios en las vías. De ahí que la predicción de fiabilidad de los sistemas es una de las variables que se miden sobre la eficiencia de las redes de transporte (Medina Salgado et al., 2022). Beltrán Mesías (2025) alerta asimismo sobre la necesidad de cuidar la privacidad de los usuarios y prevenir el enmascaramiento de identidades a través de las redes vehiculares *ad hoc*.

La automatización de la circulación por las vías, sobre todo en las terrestres, ofrece otros desafíos a veces no percibidos. Por ejemplo, los vehículos normalmente enfrentan diversos obstáculos como: desperfectos en las vías, que obligan al cambio inesperado del flujo normal del tráfico; la ocurrencia de un accidente, que es también un proceso imprevisto que obliga a modificar todo el sistema de circulación o lo detiene por largos períodos de tiempo; los reductores de velocidad, y las señales de tránsito provisionales (obra en construcción, conos, etc.), que en ocasiones se procesan de manera tardía para optimizar las reacciones de los sistemas. A ello se añaden otros vehículos como las motocicletas que casi nunca se integran a las redes de transporte *ad hoc* y se consideran también obstáculos en las vías. Lo mismo ocurre con las bicicletas y los vehículos de tracción animal o humana. Ante el proceso de automatización de la circulación surge entonces la disyuntiva de hasta qué punto es antijurídico el hecho de infringir una regla del tránsito ante tales escenarios imprevistos y si el título de la imputación se extiende hacia el pasajero o humano conductor, cuestión sobre la que no existe una posición definitiva.

El uso de la tecnología para la detección de contravenciones y posterior presentación de pruebas contra los presuntos responsables en sede judicial enfrenta retos ético-jurídicos también. Si bien el artículo 179 inciso cuarto de la LOTTTSV señala que los registros electrónicos administrados por entidades públicas con competencia en gestión del tránsito y que provengan de cámaras de los diferentes sistemas de control y seguridad colectiva son elementos de convicción para juzgar delitos y contravenciones (Ecuador. Asamblea Nacional, 2008), su calidad como elemento probatorio también depende de la forma

y la oportunidad en que se introduce al proceso, pues no queda exenta de cumplir con las reglas de procedimiento y garantizar el derecho a la defensa de los imputados (Guanoquiza Guangaje & Bermúdez Santana, 2024).

Asimismo, dada la posibilidad de que las contravenciones puedan ser detectadas y notificadas por medios electrónicos y tecnológicos, conforme lo prevé el artículo 179B de la LOTTTSV (Ecuador. Asamblea Nacional, 2008), dicho procedimiento ha sido frecuentemente impugnado ante la Corte Constitucional del Ecuador (CCE) y los órganos juzgadores de instancia, debido a los desafíos ético-legales que impone. Existen problemas como la dificultad de establecer al real conductor del vehículo, por lo que se le traslada la responsabilidad al propietario de este; también se constatan irregularidades en la notificación que trascienden al derecho a la defensa, pues si no se hace en debida forma, el presunto infractor no puede ejercer adecuadamente su derecho a la defensa. Incluso, vale decir que el propio precepto citado añade la obligación de acompañar a la notificación electrónica una copia del certificado de homologación vigente del medio tecnológico, bajo pena de nulidad.

Para paliar la enorme cantidad de asuntos que se recibían por la justicia constitucional alegando violaciones al debido proceso en la notificación de contravenciones por medios electrónicos, la Corte Constitucional del Ecuador debió desarrollar su jurisprudencia vinculante en el sentido de: (a) declarar que la acción de protección no es la vía adecuada para estas impugnaciones, sino el procedimiento penal directo; y (b) los jueces ordinarios deben velar que no se violen los derechos constitucionales de los imputados, en especial que la carga de la prueba de la notificación, una vez impugnada la boleta, es de la autoridad de tránsito, conforme un precedente anterior de la Sentencia No. 71-14-CN/19 (Corte Constitucional del Ecuador, 2023).

El precedente al que se hace referencia, en cuestión, plantea lo siguiente:

60. Declarar la constitucionalidad condicionada del artículo 238 del Reglamento General para la aplicación de la Ley Orgánica de Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial, por lo que, esta disposición será constitucional siempre y cuando se interprete integralmente del siguiente modo:

i. Si se detectare una contravención de tránsito mediante una herramienta tecnológica y si no fuera posible determinar la identidad del conductor, la autoridad de tránsito competente estará en la obligación de notificar con la citación al propietario del vehículo, a través de los medios más efectivos y adecuados, con la finalidad que ejerza su derecho a la defensa; ii. En ningún caso

se impondrá la sanción pecuniaria al propietario del vehículo, sin que previamente haya sido notificado con la citación y haya tenido la posibilidad de presentar su impugnación en ejercicio de su derecho a la defensa; y, iii. El término de tres días para que el propietario del vehículo presente la impugnación, será contado a partir del momento en que se realizó efectivamente la notificación, la cual no se verifica por la sola difusión de la citación en una página web. Los órganos judiciales que conozcan las impugnaciones, únicamente podrán declararlas extemporáneas luego de verificar la fecha de notificación, aspecto que deberá ser demostrado por la autoridad de tránsito, en calidad de organismo obligado de notificar oportuna y efectivamente todas las citaciones (Ecuador. Asamblea Nacional, 2008).

Este precedente, aunque se refería a una norma reglamentaria, tiene que ver con el problema de la impugnación de las notificaciones por medios tecnológicos a las que se contrae la ley de la materia. Esta sentencia reconoce, por un lado, que la citación es el medio por el cual los propietarios de un vehículo pueden ejercer su derecho a la defensa, de manera que solo si este trámite se cumple fidedignamente es que se producen los efectos jurídicos derivados de la contravención que se presume cometida. Si no se verifica esto por el juez, el ejercicio del derecho a la defensa sería una quimera. Además, se refuerza la idea de que es la autoridad competente en materia de tránsito la que debe demostrar que ha cumplido con todas las garantías del debido proceso en esa etapa.

Otro de los dilemas éticos que no puede pasarse por alto se refiere a la existencia de desigualdades y brechas sociales en el acceso a la tecnología en la gestión del tránsito. Las ciudades de poca densidad poblacional no tienen sistemas de transporte público sostenibles, generalmente. Solo Quito, Guayaquil y Cuenca cuentan con proyectos de transporte masivo, lo que trasluce la inequidad en el uso del espacio público vial. Los ciclistas suelen ser usuarios olvidados dentro de este conglomerado, de manera que las ciudades reportan aproximadamente solo el 3% de sus vías adaptadas para la movilidad en bicicleta (Ecuador. Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2023). Es innegable que el uso eficiente de la tecnología en la gestión del tránsito debe enfocarse hacia las mayorías y los más vulnerables, a fin de que estos tengan igualdad de oportunidades de acceso y disfrute de los beneficios de estas, lo que a su vez permitirá cumplir con la CRE cuando expresa: "Se incentivará y facilitará el transporte terrestre no motorizado, en especial mediante el establecimiento de ciclo vías" (Ecuador. Asamblea Constituyente, 2008, art. 415).

Un compendio de retos ético-jurídicos sobre el uso de la tecnología en la gestión del tránsito se presenta en la Tabla 2 a continuación:

Tabla 2. Retos ético-jurídicos de la utilización de la tecnología en la gestión del tránsito.

Reto	Manifestación	Requerimiento o propuesta
Protección de datos personales y privacidad	Los SIT recopilan altos volúmenes de información sobre ubicación, hábitos de conducción u otros de la identidad de los conductores y demás usuarios de las vías.	Para garantizar el anonimato de los datos y prevenir la discriminación algorítmica, deben articularse políticas claras sobre tratamiento de datos personales, a fin de evitar brechas de seguridad sobre estos dada la sensibilidad que tienen en muchos casos para las personas involucradas.
Responsabilidad ante fallos tecnológicos	En caso de accidentes o fallas de los dispositivos tecnológicos o sistemas autónomos de movilidad, se plantea el problema de la responsabilidad jurídica.	Se requiere el estudio de nuevas formas de responsabilidad civil cuando se trate de vehículos autónomos o sistemas automatizados de transporte, lo que implica redefinir la teoría de la responsabilidad objetiva basada en el riesgo creado o asumido.
Debido proceso y derecho a la defensa	Las notificaciones de contravenciones por medios tecnológicos pueden suponer violaciones al derecho a la defensa.	Es necesario cumplir con los principios del debido proceso, de modo que se garantice la notificación oportuna, la posibilidad real de impugnación en sede judicial y los medios indispensables para ejercer la defensa técnica.
Equidad en la movilidad	El acceso a las tecnologías del tránsito es dispar según las regiones geográficas.	Debe garantizarse una política pública amplia e inclusiva que no excluya ni discrimine, sino que promueva la movilidad para todos bajo parámetros de equidad territorial.
Actualización normativa deficiente	La velocidad del cambio tecnológico suele superar la capacidad de reacción del legislador o de los órganos con potestad reglamentaria.	A fin de reducir los vacíos legales, la inseguridad jurídica o la aplicación arbitraria de las normas frente a escenarios cambiantes, se requiere un marco jurídico flexible con cláusulas de revisión periódica y participación ciudadana en la gobernanza.

CONCLUSIONES

Los SIT se han establecido como una tendencia tecnológica mundial y Ecuador no escapa a esa realidad. No obstante, se han constatado avances discretos en muchos casos, sobre todo frente a la gestión tecnológica del transporte terrestre y fluvial, aunque el transporte marítimo revela un aprovechamiento más efectivo de las mejoras tecnológicas. Las tecnologías más conocidas y que están en proceso de inserción gradual son las redes vehiculares *ad hoc*, los semáforos inteligentes, el IOT, la predicción de movilidad, los protocolos de comunicación IEEE, el *blockchain*, entre otros que favorecen tanto la circulación de personas como de mercancías.

El uso de la tecnología en la gestión del tránsito – en cualquiera de sus ámbitos – no solo favorece la descongestión en las vías, sino también facilita las actividades comerciales y reduce el impacto medioambiental del tráfico. No obstante, el tránsito fluvial requiere mayor regulación e inversión en el país. A pesar de que son notables los beneficios de las hidrovías, se carece de un sistema digital de control moderno y efectivo y se puede constatar la subutilización de estas. Se deben implementar mejores sistemas de información de ríos porque reduce los riesgos del tráfico en este ámbito. Por su parte, la digitalización de procesos relacionados con la navegación marítima en general presenta grandes avances. Estos favorecen el tránsito inteligente, la contratación de servicios para gestión menos onerosa de gastos de peaje y otros asociados

al tráfico de mercancías o la transportación de personas; además, se asocian con prácticas sostenibles.

La utilización de la tecnología en el transporte no deja de implicar retos ético-jurídicos. Destacan: (1) la necesidad de protección de datos personales para garantizar la privacidad de las personas, en lo cual juega un rol determinante la reducción de las brechas de seguridad y la implementación de políticas claras para el tratamiento de la información; (2) la reconfiguración del sistema de responsabilidad objetiva frente a supuestas infracciones cometidas por sistemas automatizados o producto de fallas tecnológicas; (3) el respeto las garantías del debido proceso en la notificación de contravenciones por medios tecnológicos, sobre todo en cuanto a la posibilidad de impugnación y de contar con medios y oportunidades para ejercer la defensa; (4) la falta de equidad en la movilidad debido al desarrollo dispar que presentan las regiones y ciudades en el país; y (5) la necesidad de contar con normas jurídicas que acojan la implementación de nuevas tecnologías en los procesos de gestión del tránsito y que puedan ser conocidas, actualizadas y/o revisadas con participación de la ciudadanía.

REFERENCIAS

Beltrán Mesías, C. M. (2025). Implementación de redes vehiculares (VANETs) para soporte de comunicaciones en vehículos autónomos. *Polo del Conocimiento (Edición núm. 102)*, 10(1), 2497–2511. <https://doi.org/10.23857/pc.v10i1.8825>

- Calatayud, A., Katz, R., & Riobó, A. (2022). *Impulsando la transformación digital del transporte en América Latina y el Caribe*. BID. <https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Impulsando-la-transformacion-digital-del-transporte-en-America-Latina-y-el-Caribe.pdf>
- Corte Constitucional del Ecuador. (2023). Sentencia No. 461-19-JP/23 y acumulados, 461-19-JP y acumulados. https://esacc.corteconstitucional.gob.ec/storage/api/v1/10_DWL_FL/e2NhcNBldGE-6J3RyYW1pdGUnLCB1dWlkOicxMTZkOGJkMi1INzI-ILTQ3ZjYtODdmMi0xYjgwYjk1OGQ4MTgucGRmJ30
- Díaz, R. M. (2025). Tecnologías exponenciales para la gestión del tráfico fluvial de mercancías. *Boletín FAL*(406). <https://www.prports.com/images/blog/2025/05/Transformacion%20digital%20en%20el%20transporte%20fluvial.pdf>
- Domínguez Álvarez, J. L., & Terrón Santos, D. (2023). *Desafíos éticos, jurídicos y tecnológicos del avance digital*. IUSTEL.
- Ecuador. Asamblea Nacional Constituyente. (2008). *Constitución de la República del Ecuador*. Registro Oficial No. 449. https://www.oas.org/juridico/pdfs/mesicic4_ecu_const.pdf
- Ecuador. Asamblea Nacional. (2008). *Ley Orgánica de Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial*. Registro Oficial Suplemento No. 398. https://www.emov.gob.ec/sites/default/files/transparencia_2018/a2.10.pdf
- Ecuador. Ministerio de Infraestructura y Transporte. (2023). Las políticas de movilidad fluvial en la Amazonia ecuatoriana serán puestas en escena. MIT. <https://www.mit.gob.ec/las-politicas-de-movilidad-fluvial-en-la-amazonia-ecuatoriana-seran-puestas-en-escena/>
- Ecuador. Ministerio de Transporte y Obras Públicas y Ministerio del Interior. (2024). *Acuerdo Interministerial No. MTOP-INT-2023-001-ACU*. Registro Oficial Tercer Suplemento No. 481. <https://www.fenatrape.org/documentos/Acuerdo-ministerial-policia-los-ejes-viales.pdf>
- Ecuador. Ministerio de Transporte y Obras Públicas. (2016). *Resolución No. MTOP-SPTM-2016-0060-R*. Registro Oficial No. 732. https://www.gob.ec/sites/default/files/regulations/2018-09/Documento_Normas-que-Regulan-los-servicios-Portuarios-en-Ecuador.pdf
- Ecuador. Ministerio de Transporte y Obras Públicas. (2023). *Política Nacional de Movilidad Urbana Sostenible 2023-2030*. <https://www.mit.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2023/10/Politica-Nacional-de-Movilidad-Urbana-Sostenible-del-Ecuador-2023.pdf#page=28.08>
- Elassy, M., Al-Hattab, M., Takruri, M., & Badawi, S. (2024). Intelligent transportation systems for sustainable smart cities. *Transportation Engineering*, 16, 100252. <https://doi.org/10.1016/j.treng.2024.100252>
- García Silva, J. J. (2024). *Tecnologías de Internet de las Cosas aplicadas a los servicios urbanos de la ciudad de Jipijapa* [Trabajo de titulación, Universidad Estatal del Sur de Manabí].
- Gómez Chacón, G. G., Vera Velásquez, M. A., Cárdenas Quito, C. A., & Sagubay Bernal, L. A. (2023). Estudio y diseño del circuito de transporte público fluvial entre Guayaquil, Samborondón y Durán, 2019. *RECIMUNDO*, 7(1), 4–21. <https://doi.org/10.26820/recimundo/7.1.enero.2023.4-21>
- Guanquiza Guangaje, L. R., & Bermúdez Santana, D. M. (2024). Las contravenciones de tránsito detectadas por medios tecnológicos, frente al debido proceso. *Opuntia Brava*, 16(1), 153–172. <https://opuntiabrava.ult.edu.cu/index.php/opuntiabrava/article/view/1958/2346>
- Guzmán Palma, L. V., & Chancay García, L. (2023). Estudio bibliográfico de sistemas de transporte inteligente orientado a los buses urbanos de la ciudad Portoviejo. *Polo del Conocimiento (Edición núm. 82)*, 8(5), 1200–1218. <https://www.polodelconocimiento.com/ojs/index.php/es/article/view/5633>
- Kamal, N. (2024). Smart river information services in managing Nile River navigation system. *Journal of Hydroinformatics*, 26(3), 608–625. <https://doi.org/10.2166/hydro.2024.237>
- Medina Salgado, B., Sánchez de la Cruz, E., Pozos Parra, P., & Sierra, J. E. (2022). Urban traffic flow prediction techniques: A review. *Sustainable Computing: Informatics and Systems*, 35, 100739. <https://doi.org/10.1016/j.suscom.2022.100739>
- Miao, J., Wang, Z., Ning, A., Shankar, C., Maple, C., & Rodrigues, J. (2024). A UAV-assisted authentication protocol for Internet of Vehicles. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, 25(8), 10286–10297. <https://doi.org/10.1109/TITS.2024.3360251>
- Ministerio de Defensa del Ecuador. (2023). *Guía del Oficial Navegante*. DIGEDO-GUIANAV-01-2023. https://www.defensa.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2023/06/GUIANAV_may_2023.pdf
- Mishra, P., & Singh, G. (2025). Internet of Vehicles for sustainable smart cities: Opportunities, issues, and challenges. *Smart Cities*, 8(3), 93. <https://doi.org/10.3390/smartcities8030093>

Riofrío, J., & Pineda, I. (2020). VANET as mechanism for monitoring compliance of speed and mobility restrictions: A Quito-Ecuador case study. *TICEC*. https://www.researchgate.net/publication/355383182_VANET_AS_MECHANISM_FOR_MONITORING_COMPLIANCE_OF_SPEED_AND_MOBILITY_RESTRICTIONS_A_QUITO-ECUADOR_CASE_STUDY

Rivera Vaca, P. D., Rodríguez Pérez, D. V., Ortiz Díaz, M. P., & Díaz Pazmiño, S. A. (2022). Herramientas tecnológicas utilizadas para la optimización de la gestión de transporte. *Polo del Conocimiento (Edición núm. 69)*, 7(4), 49–65. <https://www.polodelconocimiento.com/ojs/index.php/es/article/view/3809/html>

Ruiz Moreno, S., Arango Serna, M. D., Serna Urán, C. A., & Zapata Cortes, J. A. (2020). Mathematical model for the distribution network optimization of a courier and parcel company. *DYNA*, 87(214), 248–257. <https://doi.org/10.15446/dyna.v87n214.84679>

San Martín, J. (2020). *Impacto en la productividad por el uso de tecnologías 5G en Ecuador*. ITU. https://www.telecomunicaciones.gob.ec/wp-content/uploads/2021/05/20210218_Impacto-de-5G-en-Industrias-Ecuador-Rev-F-1.pdf

Conflictos de interés:

Los autores declaran no tener conflictos de interés.

Contribución de los autores:

Helen Abigail Mena-Cumbicus, Nicole Madelaine Mena-Cumbicus, Armando Rogelio Durán-Ocampo: Concepción y diseño del estudio, adquisición de datos, análisis e interpretación, redacción del manuscrito, revisión crítica del contenido, análisis estadístico, supervisión general del estudio.

Declaración ética:

El estudio aborda temas relacionados con estudiantes/ personas vulnerables, pero se realizó únicamente mediante revisión documental, análisis de información secundaria o bases de datos públicas. No implicó la participación directa de seres humanos ni el manejo de información personal identificable.