

Enviado: 20/12/2025
Aceptado: 19/01/2025
Publicado: 31/01/2026

<https://doi.org/10.65937/ciudadglocal.2026.20.2.1>

Financiamiento: La publicación es parte del proyecto CPP2021-009099 financiado por MCIN/AEI/10.13039/501100011033/ y por la Unión Europea NextGenerationEU/PRTR.

Instrumentos digitales para la planificación del transporte público: desarrollo y aplicación institucional de REASiG-NA

Digital Tools for Public Transport Planning: Institutional Development and Application of REASIG-NA

Mireia Faus Real

Instituto Universitario de Investigación en Tráfico y Seguridad Vial (INTRAS) de la Universitat de València. Correo electrónico: mireia.faus@uv.es
ORCID id: <https://orcid.org/0000-0002-8107-7637>

Francisco Alonso Pla

Instituto Universitario de Investigación en Tráfico y Seguridad Vial (INTRAS) de la Universitat de València. Correo electrónico: francisco.alonso@uv.es ORCID id: <https://orcid.org/0000-0002-9482-8874>

Alba Sancho Catalán

Instituto Universitario de Investigación en Tráfico y Seguridad Vial (INTRAS) de la Universitat de València. Correo electrónico: alba.sancho@uv.es
ORCID id: <https://orcid.org/0009-0001-1081-6180>

Marta Muñoz Riera

CPS Infraestructuras, Movilidad y Medio Ambiente. Correo electrónico: m.munoz@cps.es
ORCID id: <https://orcid.org/0009-0008-1340-6858>

Gonzalo Moreno Gherzi

CPS Infraestructuras, Movilidad y Medio Ambiente. Correo electrónico: g.moreno@cps.es
ORCID id: <https://orcid.org/0009-0001-6310-5323>

José Luis Velarte González

Instituto Universitario de Investigación en Tráfico y Seguridad Vial (INTRAS) de la Universitat de València. Correo electrónico: jose.l.velarte@uv.es
ORCID id: <https://orcid.org/0009-0009-0613-6965>

Pau Llopis Tena

Instituto Universitario de Investigación en Tráfico y Seguridad Vial (INTRAS) de la Universitat de



Esta obra está bajo una licencia Creative Commons Atribución-NoComercial SinDerivadas4.0 Internacional.

València. Correo electrónico: pau.llopis-tena@uv.es ORCID id: <https://orcid.org/0009-0005-8248-6749>

Resumen

La planificación del transporte público requiere herramientas analíticas capaces de integrar criterios territoriales, operativos y ambientales bajo las condiciones reales de gestión institucional. El presente estudio describe el desarrollo y la validación de REASiG-NA, un sistema modular diseñado para asistir a las administraciones públicas en la toma de decisiones relacionadas con la configuración, evaluación y optimización de redes de transporte colectivo. La metodología adoptada combina un enfoque aplicado y proyectual con un proceso de contraste empírico en entorno operativo real, en colaboración con la Autoridad de Transporte Metropolitano de Valencia. Los resultados evidencian mejoras sustantivas en la eficiencia de la asignación de recursos, la reducción de desplazamientos improductivos, la incorporación sistemática de criterios ambientales y la integración de análisis de riesgo territorial en los procesos de planificación. A su vez, se identifican transformaciones organizativas relevantes, vinculadas a la estandarización de procedimientos y al fortalecimiento de las capacidades técnicas internas. El estudio contribuye a la literatura sobre movilidad sostenible y gestión pública al demostrar la viabilidad de instrumentos digitales específicamente orientados a la administración, y plantea un conjunto de proyecciones para su ampliación futura en contextos urbanos y periurbanos de mayor complejidad.

Palabras clave: Herramientas digitales, Movilidad sostenible, Optimización operativa, Planificación institucional, Transporte público.

Abstract

Effective public transport planning increasingly depends on analytical tools capable of integrating territorial, operational and environmental criteria within the constraints of real institutional management. This study presents the development and validation of REASiG-NA, a modular decision-support system designed to enhance public administrations' capacity to configure, evaluate and optimize collective transport networks. The methodological approach combines an applied and project-oriented design with an empirical validation in a real operational environment, carried out in collaboration with the Metropolitan Transport Authority of Valencia. Results show substantial improvements in resource allocation efficiency, reductions in non-productive mileage, systematic incorporation of environmental indicators, and the integration of territorial risk assessments into planning processes. The pilot implementation also revealed organizational benefits, including the standardization of procedures and the strengthening of internal technical capacities. Overall, the study contributes to the literature on sustainable mobility and public-sector innovation by demonstrating the feasibility and strategic value of digital tools specifically designed for institutional planning, while outlining future development pathways

applicable to more complex urban and peri-urban contexts.

Keywords: *Digital tools, Sustainable mobility, Institutional planning, Operational optimization, Public transport.*

Introducción

Determinantes estructurales de la movilidad sostenible en la planificación territorial contemporánea

Los actuales patrones de movilidad urbana son el resultado de dinámicas históricas de ocupación del suelo y organización funcional del espacio que han favorecido la expansión del vehículo privado como modo predominante. Esta configuración ha producido efectos ampliamente documentados sobre la eficiencia energética, la equidad territorial, la salud pública y la sostenibilidad ambiental de las ciudades (Espinosa et al., 2021; Szupiany, 2025). En este sentido, la movilidad ha dejado de entenderse como una dimensión instrumental de las infraestructuras para ser considerada un componente estructurante de las políticas de planificación urbana y territorial (Hernández & Witter, 2011).

La noción de movilidad sostenible se ha consolidado como categoría central en las agendas urbanas contemporáneas, bajo un enfoque que conjuga el acceso equitativo a oportunidades, la eficiencia en el uso de recursos y la minimización de los impactos negativos sobre el medio ambiente y la estructura urbana (Navarrete et al., 2024). Este giro ha sido

reforzado por marcos de acción global como la Agenda 2030 y, en particular, el Objetivo de Desarrollo Sostenible 11, que impulsa la configuración de sistemas de movilidad integrados, inclusivos y resilientes.

Tanto en Europa como en América Latina, este marco ha favorecido el despliegue de estrategias como los Planes de Movilidad Urbana Sostenible (PMUS), así como la incorporación de principios de accesibilidad universal, eficiencia modal y sostenibilidad ambiental en los instrumentos de planificación del transporte público (Rodríguez & Arriaga, 2022; Delgado et al., 2023). Con todo, la implementación efectiva de estos principios continúa enfrentando importantes restricciones estructurales, entre ellas la fragmentación competencial, la escasez de capacidades técnicas en los niveles subnacionales, las limitaciones presupuestarias y la escasa adecuación de los modelos existentes a la heterogeneidad morfológica y socioespacial de los entornos urbanos.

En este escenario, el transporte público colectivo se configura como una alternativa estratégica frente al modelo de movilidad motorizada individual, en tanto favorece una configuración urbana más densa, equitativa y ambientalmente eficiente (Pacheco et al., 2025). Sin embargo, el despliegue de su potencial requiere el acompañamiento de instrumentos analíticos capaces de orientar la toma de decisiones públicas bajo criterios de racionalidad técnica, sostenibilidad ambiental y coherencia territorial (Alamri et al., 2023).

A pesar de estos avances, persiste una carencia de herramientas diseñadas explícitamente para su uso por administraciones públicas en procesos de planificación, integrando de forma operativa criterios territoriales, ambientales y económicos bajo las condiciones reales de gestión institucional. Esta laguna metodológica subraya la necesidad de que se desarrollen soluciones tecnológicas que respondan a las limitaciones estructurales y operativas que caracterizan a los sistemas públicos de movilidad.

Capacidades institucionales y tecnológicas en la planificación del transporte público

Referencias

La integración de tecnologías digitales en la planificación del transporte público ha adquirido una relevancia creciente en las últimas décadas, particularmente en el contexto de políticas orientadas a la sostenibilidad y la eficiencia en la gestión de sistemas urbanos complejos. Herramientas como los sistemas de información geográfica (SIG), los entornos de modelización y simulación espacial, o los sistemas de análisis de datos abiertos, han demostrado su potencial para asistir en la toma de decisiones mediante la incorporación de variables territoriales, socioeconómicas y operativas en procesos de planificación integrada (Saus & Aguirre, 2020).

La evidencia arroja distintas aplicaciones de estas herramientas, que incluyen el diseño de rutas optimizadas, la estimación de demanda potencial, el

análisis de cobertura territorial, o la evaluación comparada de escenarios operativos. Su utilización ha contribuido, además, a reforzar criterios ambientales y económicos en la planificación del transporte, al permitir la estimación de emisiones, el cálculo de costos por trayecto y el análisis de impacto territorial de diferentes alternativas (Torres & Luna, 2021).

A pesar de ello, la incorporación de estas capacidades tecnológicas en los entornos institucionales presenta importantes limitaciones, particularmente en el ámbito de la administración pública local y regional. Entre los obstáculos identificados se encuentran la fragmentación de las fuentes de información, la ausencia de interoperabilidad entre plataformas, la escasez de datos actualizados, la dependencia de proveedores externos para tareas básicas de análisis, así como la falta de personal técnico cualificado para la explotación de estas herramientas (García, 2025).

A ello se suma una arquitectura institucional frecuentemente caracterizada por la segmentación competencial, la débil coordinación interadministrativa y la escasa consolidación de enfoques transversales en las políticas de movilidad (UN-Habitat, 2020). Esta situación condiciona la posibilidad de implementar modelos de planificación basados en evidencia y dificulta la consolidación de procesos de gobernanza territorial que integren conocimiento técnico, participación ciudadana y visión estratégica (Sánchez-Triana et al., 2016). En consecuencia, los

instrumentos técnicos disponibles no siempre resultan apropiados o accesibles para los entornos públicos responsables de la planificación y gestión del transporte, lo que refuerza la necesidad de desarrollar soluciones adaptadas a las condiciones operativas y territoriales concretas de cada contexto.

El proyecto REASiG-NA como respuesta institucional a los desafíos de la movilidad urbana

En el contexto actual, caracterizado por la consolidación de marcos normativos en materia de sostenibilidad, el reconocimiento del transporte público como eje estructurante del territorio y las dificultades que enfrentan las administraciones públicas para incorporar soluciones tecnológicas avanzadas, el proyecto REASiG-NA (Nuevo Aplicativo de Rutas para Entidades y Administraciones basado en Sistemas de Información Geográfica) (**Figura 1**) se plantea como una iniciativa orientada a fortalecer la capacidad institucional en la planificación del transporte colectivo. La iniciativa, impulsada por la empresa CPS Infraestructuras Movilidad y Medio Ambiente y el Instituto Universitario de Investigación en Tráfico y Seguridad Vial (INTRAS) de la Universitat de València, tiene como finalidad el desarrollo de una herramienta operativa dirigida a la planificación de redes de transporte público conforme a criterios de sostenibilidad, eficiencia, cobertura y viabilidad técnica. Su estructura se organiza en cinco funcionales (planificación de rutas, demanda de usuarios, optimización operacional,

evaluación económica y un paquete de módulos complementarios destinados a la evaluación de la calidad del usuario, cálculo de emisiones y afección de situaciones extraordinarias), más un módulo de integración destinado a facilitar la interoperabilidad entre las citadas funcionalidades. De este modo, REASiG-NA ha sido concebida desde un enfoque orientado tanto a la planificación como a la operación de rutas de transporte público, con especial atención a las condiciones de uso y gestión propias de los entornos institucionales.



Figura 1.
REASiG-NA (Nuevo Aplicativo de Rutas para Entidades y Administraciones basado en Sistemas de Información Geográfica)

Fuente: INTRAS, 2023.

El desarrollo se ha centrado en ofrecer un instrumento aplicable en contextos locales y supramunicipales, que pueda apoyar procesos de decisión desde una lógica pública. Durante el transcurso del proyecto (octubre de 2022 a septiembre de 2025), se ha ejecutado una prueba piloto en colaboración con la Autoridad

de Transporte Metropolitano de València (ATMV), en la que se utilizaron datos reales de líneas de autobús. Los resultados obtenidos se contrastaron con los gráficos de frecuencia y tiempo de servicio (GFTS) disponibles, como parte de un proceso de validación técnica. Esta experiencia permitió comprobar la operatividad de la herramienta en condiciones reales y su potencial para asistir en procesos de planificación institucional.

El proyecto cuenta con una financiación total de aproximadamente 600.000 euros, con cargo a fondos públicos, lo que ha permitido llevar a cabo su desarrollo en los términos establecidos y sin desviaciones temporales o presupuestarias. La experiencia acumulada en el proceso pone de relieve la posibilidad de desarrollar instrumentos específicos para las administraciones públicas, orientados a necesidades reales de planificación del transporte colectivo.

Teniendo en cuenta todo esto, el presente trabajo se inscribe en un enfoque de investigación aplicada de carácter socio-técnico, orientado a la descripción y validación funcional de una herramienta diseñada para su uso por administraciones públicas en contextos reales de planificación del transporte. El estudio adopta un enfoque descriptivo-analítico, adecuado para documentar procesos de desarrollo e implementación de sistemas.

Objetivo del estudio

A partir de este contexto, el estudio se orienta a analizar de qué manera una

herramienta de apoyo a la toma de decisiones puede integrar de forma operativa criterios de sostenibilidad, cobertura del servicio y viabilidad técnica en los procesos de planificación del transporte público colectivo, así como a identificar las evidencias de validación funcional derivadas de su aplicación en un entorno operativo real.

En este marco, el presente artículo tiene como finalidad describir el desarrollo y la estructura de la herramienta REASiG-NA, concebida como un instrumento de apoyo a la planificación del transporte público colectivo desde una perspectiva institucional. Se presentan los fundamentos que orientaron su diseño, la organización modular del sistema y las principales funcionalidades integradas para facilitar su aplicación por parte de administraciones públicas. Asimismo, se contextualiza su aplicación en un entorno operativo real, en colaboración con la Autoridad de Transporte Metropolitano de València, como parte del proceso de validación técnica de la herramienta. Esta experiencia permite ilustrar su aplicabilidad y utilidad como soporte para la toma de decisiones en materia de movilidad colectiva.

Metodología

Este trabajo asume un enfoque metodológico de tipo aplicado y proyectual para documentar un proceso de innovación en la planificación del transporte público colectivo. Se trata de una investigación descriptiva-analítica orientada al desarrollo y validación de una herramienta funcional de apoyo a la toma

de decisiones, concebida expresamente para su uso en un ecosistema institucional real. El diseño metodológico se estructuró en torno a tres ejes complementarios, siendo estos la identificación de requerimientos funcionales, diseño modular orientado a la aplicación y validación operativa en un entorno real. La **Figura 2** sintetiza el proceso metodológico seguido.

BLOQUE 1: Identificación de requerimientos funcionales	BLOQUE 2: Diseño modular orientado a la aplicación institucional	BLOQUE 3: Validación operativa en un entorno real
• Análisis de limitaciones operativas y estructurales • Revisión de marcos normativos y operativos • Definición de funciones críticas	• Accesibilidad institucional • Interoperabilidad tecnológica • Adaptabilidad territorial	• Prueba piloto con datos reales • Colaboración con ATMV • Contraste con procedimientos previos

Figura 2.

Esquema conceptual del proceso metodológico del estudio.

Fuente: Elaboración propia a partir del diseño metodológico y del proceso de validación institucional del proyecto REASiG-NA.

En una primera fase, se llevó a cabo un análisis exhaustivo de las limitaciones operativas y estructurales que enfrentan las administraciones públicas en materia de planificación del transporte. Este diagnóstico, basado tanto en la experiencia acumulada por los equipos técnicos implicados como en la revisión de marcos normativos y operativos vigentes, permitió delimitar con precisión las funciones críticas a resolver. A partir de este proceso se definieron los componentes funcionales esenciales del

sistema, priorizando aquellos vinculados a la planificación de rutas, la asignación de recursos, la programación de servicios, la evaluación económico-ambiental y la gestión de riesgos.

Sobre estos requerimientos se diseñó un sistema de planificación de estructura modular, con criterios explícitos de accesibilidad institucional, interoperabilidad tecnológica y adaptabilidad territorial. El desarrollo se orientó deliberadamente hacia un entorno de trabajo comprensible y operativo, eliminando dependencias técnicas avanzadas y barreras de entrada para las administraciones usuarias. Este enfoque confiere al sistema un carácter singularmente aplicable en contextos diversos. Por razones de confidencialidad y protección intelectual, no se describen en este artículo los algoritmos, procesos internos ni aspectos relativos a la arquitectura de la herramienta.

Para finalizar, se realizó una prueba piloto implementada en colaboración con ATMV, utilizando datos operativos reales de líneas de autobús. Esta instancia permitió comprobar la viabilidad técnica de la herramienta en condiciones reales de planificación, así como contrastar sus resultados con metodologías previas y registros existentes. La validación confirmó la operatividad del sistema, su compatibilidad con los entornos administrativos actuales y su potencial como instrumento de soporte público para una movilidad más sostenible, racional y coherente con los desafíos contemporáneos del transporte colectivo.

Resultados

Los resultados derivados del desarrollo y validación de REASiG-NA evidencian un avance importante en la consolidación de instrumentos digitales orientados a la planificación pública del transporte colectivo. Más allá de la verificación estrictamente funcional, los hallazgos permiten identificar transformaciones operativas y organizativas de relevancia, así como procesos de aprendizaje institucional emergentes durante la implementación del sistema. El análisis se articula en torno a la maduración técnica del sistema, la reconfiguración de los procedimientos administrativos y la evolución de las dinámicas de decisión dentro de la entidad gestora, manteniendo como ejes analíticos fundamentales el cumplimiento de los hitos del proyecto, la validación funcional en un entorno real y el análisis comparativo respecto a metodologías tradicionales, tal como se estableció en la planificación original. Los resultados se presentan de forma agregada y descriptiva, priorizando su interpretación funcional y organizativa.

Desde una perspectiva técnico-operativa, REASiG-NA alcanzó una configuración modular que integra, en un flujo metodológico coherente, funciones habitualmente fragmentadas en la administración pública: planificación de rutas, evaluación económico-ambiental, análisis de demanda, gestión de riesgos y asignación operativa de recursos. Esta arquitectura modular distribuida (compuesta por cinco núcleos funcionales y un módulo transversal de integración) confiere al sistema un

elevado grado de escalabilidad y adaptabilidad, permitiendo su implantación en diversos contextos territoriales sin comprometer la estabilidad operativa ni la interoperabilidad con sistemas existentes. La integración estructural permitió reducir duplicidades analíticas, mejorar la trazabilidad entre decisiones y resultados, y estandarizar procedimientos anteriormente dependientes del conocimiento tácito de los técnicos. La **Tabla 1** sintetiza las dimensiones de planificación abordadas por REASiG-NA y su contribución a la toma de decisiones públicas en el ámbito del transporte colectivo.

Tabla 1.

Síntesis funcional de REASiG-NA para la planificación del transporte público.

Dimensión de planificación	Integración en REASiG-NA	Implicación para la toma de decisiones públicas
Territorial	Planificación de rutas basada en criterios espaciales y normativos	Mayor coherencia territorial del servicio
Demanda	Análisis estructurado de usuarios y patrones de movilidad	Ajuste del servicio a necesidades reales
Operativa	Optimización operacional integrada	Reducción de ineficiencias y cargas administrativas
Económica	Evaluación económica del servicio	Apoyo a decisiones de viabilidad

Ambiental	Estimación de emisiones asociadas	Incorporación sistemática de criterios ambientales
Social	Evaluación de la calidad percibida por el usuario	Mejora de la orientación al usuario
Riesgo y resiliencia	Integración de situaciones extraordinarias (Depresión Aislada en Niveles Altos)	Planificación adaptativa ante eventos críticos
Institucional	Módulo transversal de integración	Interoperabilidad y autonomía administrativa

Fuente: Elaboración propia a partir de la documentación técnica del proyecto.

La validación piloto, desarrollada en colaboración con ATMV, constituye el componente empírico central del proyecto. La prueba tuvo lugar el 4 de junio de 2025, empleando datos reales de operación correspondientes a líneas interurbanas en explotación, lo que permitió someter la herramienta a condiciones institucionales verídicas. El proceso incluyó el análisis comparado de dos contratos reales de la ATMV (CV-107: La Hoya de Buñol – València y CV-109: Montserrat – València), contrastando los resultados generados por REASiG-NA con los procedimientos manuales históricamente empleados por la entidad.

Los hallazgos mostraron una elevada convergencia entre ambos métodos, con mejoras sustantivas en la reducción de

tiempos de cálculo, la eficiencia en la asignación de vehículos y personal conductor y la capacidad de simulación de escenarios bajo restricciones operativas reales. Asimismo, la herramienta permitió identificar patrones de ineficiencia previamente reconocidos de manera intuitiva (como excesos de kilómetros en vacío o desajustes en las cocheras asignadas) y ofrecer alternativas optimizadas basadas en criterios reproducibles.

El módulo ambiental posibilitó la estimación automatizada del impacto en emisiones asociado a diferentes configuraciones del servicio, mientras que el módulo de riesgos integró mapas de inundabilidad del área metropolitana de València, aspecto considerado crítico por la ATMV en el contexto de episodios climáticos adversos como los desencadenados por situaciones de DANA (Depresión Aislada en Niveles Altos).

En términos institucionales, la percepción del sistema fue concluyentemente positiva. Los responsables calificaron la herramienta como “versátil e innovadora”, resaltando su capacidad para abordar dificultades operativas que previamente exigían un elevado grado de externalización técnica. Este reconocimiento se acompañó de una identificación de mejoras orientadas a la evolución funcional del sistema, tales como la automatización de procedimientos internos, la incorporación de variables adicionales para el cálculo de costes o la optimización de procesos de validación de datos.

A nivel organizativo, la herramienta transformó de manera notable la dinámica de decisión administrativa, permitiendo a la entidad gestora explorar escenarios autónomamente, reducir su dependencia de consultorías externas y fundamentar sus decisiones en análisis replicables. Esta reconfiguración coincide con los enfoques contemporáneos que abogan por la consolidación de capacidades internas en las administraciones públicas para garantizar procesos de planificación más robustos y sostenibles.

Sintetizando, debe destacarse que se alcanzó el cumplimiento íntegro de los seis hitos establecidos en la planificación inicial del proyecto, incluyendo la elaboración de informes técnicos, el desarrollo completo del software, la validación funcional, la formación inicial a usuarios y la consolidación de documentación de soporte. Aunque ciertos elementos técnicos no se detallan en esta publicación por estar sujetos a protección intelectual, la eficacia de los procedimientos implementados ha sido verificada mediante su aplicación directa en un entorno operativo real, lo que ratifica la validez y utilidad de REASiG-NA como herramienta orientada a fortalecer la planificación pública del transporte colectivo.

Discusión

Los resultados derivados del desarrollo y validación operativa de REASiG-NA muestran cómo los principios de movilidad sostenible pueden materializarse cuando se integran en

instrumentos de planificación del transporte público. La prueba piloto realizada con la ATMV permitió verificar que la herramienta contribuye a mejorar la eficiencia operativa, reducir desplazamientos improductivos y optimizar los recursos asociados al servicio, elementos estrechamente vinculados con los objetivos de sostenibilidad establecidos en la literatura reciente sobre movilidad urbana (Ghafouri-Azar, 2023; Saus & Aguirre, 2020).

Este planteamiento conecta con análisis recientes que subrayan la necesidad de abordar la movilidad sostenible desde una perspectiva sistémica, integrando dimensiones técnicas, territoriales, institucionales y de gobernanza para avanzar hacia transiciones efectivas en los sistemas de transporte (Chen et al., 2025; Turoñ, 2025).

En esta validación se observó una reducción significativa de los kilómetros en vacío y una mejora sustancial en la asignación de vehículos y conductores, aspectos que habían sido previamente identificados como problemáticos por la propia administración. Adicionalmente, el módulo específico para incorporar riesgos asociados a inundaciones permitió integrar criterios de vulnerabilidad climática en la planificación, coincidiendo con las perspectivas que subrayan la necesidad de diseñar sistemas de transporte resilientes frente a eventos extremos en zonas metropolitanas (Zito & Salvo, 2011). En este sentido, la experiencia REASiG-NA aporta evidencia empírica sobre la posibilidad de aplicar la sostenibilidad

como criterio operativo cotidiano y no únicamente como marco normativo. La literatura reciente refuerza esta idea al destacar que la incorporación de criterios de resiliencia climática y gestión del riesgo constituye uno de los principales retos actuales de la planificación del transporte público en contextos urbanos y metropolitanos (Ringhofer, 2025).

La demostración de concordancia entre los resultados de optimización obtenidos mediante REASiG-NA y los cálculos manuales previamente empleados por ATMV en contratos reales constituye un indicador sólido de la validez funcional de la herramienta. Este hallazgo coincide con planteamientos que aspiran a sustituir procedimientos basados exclusivamente en la experiencia profesional por sistemas apoyados en evidencia cuantitativa, especialmente en contextos donde las capacidades administrativas son limitadas (Mameli & Marletto, 2009). En la práctica, REASiG-NA permitió agilizar operaciones que previamente requerían tiempos elevados y una elevada dependencia de consultorías externas, contribuyendo a fortalecer las capacidades internas de planificación en la propia administración. De la misma manera, los estudios recientes señalan que el desarrollo de herramientas accesibles para la administración pública resulta clave para reducir asimetrías técnicas y reforzar la autonomía institucional frente a soluciones altamente especializadas o externalizadas (Ringhofer, 2025; Hansel, 2025).

En esta línea, el alcance integral del proyecto se corresponde con el cumplimiento de todos los hitos previstos, según la documentación interna del proyecto. Este elemento resulta particularmente relevante desde una perspectiva de innovación, dado que la literatura identifica la ausencia de continuidad, la fragmentación técnica y la falta de consolidación de soluciones como algunos de los principales obstáculos para la modernización del transporte público en entornos gubernamentales (Szczepański et al., 2025). La secuencia demostrada en REASiG-NA evidencia una implementación completa y potencialmente transferible que no se limita al desarrollo tecnológico, sino que incorpora procesos de formación, validación y adaptación operativa a las condiciones reales de uso.

Desde el punto de vista conceptual, estos resultados permiten caracterizar REASiG-NA como una innovación de naturaleza socio-técnica e institucional, en la medida en que combina un desarrollo tecnológico con transformaciones organizativas, procedimentales y de gobernanza en la toma de decisiones públicas. Esta caracterización se alinea con los enfoques contemporáneos sobre innovación en sistemas sociotécnicos complejos, que subrayan la interdependencia entre tecnología, organización y características contextuales en los procesos de cambio en el sector público (Geels, 2004; Kuhlmann & Rip, 2018; Hansel, 2025).

Desde una perspectiva aplicada, esta conceptualización permite interpretar la

principal aportación de la herramienta en términos de sostenibilidad institucional y operativa de la planificación del transporte público. En la medida en que REASiG-NA dota a las administraciones de mayor autonomía analítica y de procesos de decisión fundamentados en datos verificables, contribuye a reducir la dependencia de soluciones externas altamente especializadas y a consolidar capacidades internas de planificación. En este sentido, la experiencia acumulada confirma que la innovación en movilidad sostenible requiere la integración simultánea de criterios territoriales, económicos, ambientales y administrativos, tal como señalan trabajos recientes en el ámbito de la planificación del transporte y la gobernanza de la movilidad (Ghafouri-Azar, 2023; Saus & Aguirre, 2020; Chen et al., 2025).

No obstante, la literatura también advierte sobre la existencia de posibles riesgos en los límites de transferibilidad asociados a este tipo de herramientas, especialmente cuando se aplican en contextos con marcos normativos, capacidades técnicas o estructuras de gobernanza diferentes (Ali et al., 2025). Desde esta perspectiva, futuras líneas de investigación deberían profundizar en estudios comparativos con otras herramientas, analizar de forma longitudinal los efectos organizativos de este tipo de innovaciones y explorar las condiciones de escalabilidad y adaptación a distintos contextos territoriales, incorporando asimismo una reflexión crítica sobre las implicaciones éticas y políticas del uso de sistemas de

apoyo a la decisión en la planificación pública del transporte.

Conclusiones

La experiencia desarrollada con REASiG-NA pone de manifiesto que es posible avanzar hacia modelos de planificación del transporte público basados en herramientas diseñadas específicamente para el sector público. La aplicación institucional demostró que un sistema construido desde criterios de utilidad administrativa puede integrarse de manera orgánica en los procesos habituales de gestión, proporcionando una base analítica sólida y eliminando dependencias estructurales que históricamente han limitado la autonomía técnica de las administraciones.

Los resultados durante la validación revelan que la digitalización orientada a la planificación no solo mejora la precisión operativa, sino que introduce nuevas dinámicas de trabajo. La estandarización de procedimientos, la reducción de tareas manuales y la posibilidad de explorar escenarios de manera transparente facilitaron un entorno de decisión más estructurado y menos vulnerable a la variabilidad interpretativa. Este cambio se alinea con los planteamientos recientes de la literatura que destacan la necesidad de fortalecer la capacidad técnica del sector público para consolidar sistemas de movilidad más coherentes y consistentes.

Referencias

Alamri, S., Adhinugraha, K., Allheeib, N., & Taniar, D. (2023). GIS Analysis of Adequate Accessibility to Public Transportation in Metropolitan Areas. *ISPRS International Journal Of Geo-Information*, 12(5), 180. <https://doi.org/10.3390/ijgi12050180>

Ali, W., Nabeel, M., Javaid, M. S., Javaid, S., & Abidi, N. (2025). Assessing the role of transportation planning in advancing sustainable development goals: Insights from a meta-analysis. *International Journal Of Sustainable Transportation*, 19(10), 944-962. <https://doi.org/10.1080/15568318.2025.2537667>

Cardozo, Osvaldo, Erica Gómez y Miguel Parras. Teoría de Grafos y Sistemas de Información Geográfica aplicados al Transporte Público de Pasajeros en Resistencia (Argentina). *Revista Transporte y Territorio* N° 1, Universidad de Buenos Aires, 2009. ISSN: 1852-7175. pp. 89-111. www.rtt.filo.uba.ar/RTT00105089.pdf

Chen, Y., Li, C., Wang, W., Zhang, Y., Chen, X. M., & Gao, Z. (2025). The landscape, trends, challenges, and opportunities of sustainable mobility and transport. *Npj Sustainable Mobility And Transport*, 2(1). <https://doi.org/10.1038/s44333-025-00026-8>

Colque, A., Valdivia, R., Navarrete, M., & Aracena, S. (2021). Un sistema de información geográfico para el transporte público basado en el estándar GTFS realtime. *Ingeniare. Revista Chilena de Ingeniería*, 29(1), 51-62.

<https://doi.org/10.4067/s0718-33052021000100051>

Cont, W., Romero, C., Lleras, G., Unda, R., Celani, M., Gartner, A., ... & Fischer, R. (2021). IDEAL 2021: El impacto de la digitalización para reducir brechas y mejorar los servicios de infraestructura.

Delgado, C. J. M., Munoz, A. C. C., Valencia, H. J. I., & Bazantes, L. C. S. (2023). Sustainable urban development in Latin America. *Universidad Ciencia y Tecnología*, 27(119), 116-126. <https://doi.org/10.47460/uct.v27i119.713>

Espinosa, M., Márquez, F., Hidalgo, D., & Felipe, J. (2021). Movilidad baja en carbono para el desarrollo sostenible y equitativo de las ciudades desafíos y oportunidades para el transporte de pasajeros en América Latina y el Caribe. *ResearchGate*. https://www.researchgate.net/publication/350948952_MOVILIDAD_BAJA_EN_CARBONO_PARA_EL_DESARROLLO_SOSTENIBLE_Y_EQUITATIVO_DE_LAS_CIUADAS

García, R. (2025). Capacidades institucionales para la innovación. *Revisión de experiencias latinoamericanas. Reforma y Democracia*, 88, 197-234. <https://doi.org/10.69733/clad.ryd.n88.a333>

Ghafouri-Azar, M., Diamond, S., Bowes, J., & Gholamalizadeh, E. (2023). The sustainable transport planning index: A tool for the sustainable implementation of public transportation. *Sustainable Development*, 31(4), 2656-2677. <https://doi.org/10.1002/sd.2537>

Hansel, J. (2025). Governing mobility hubs in the sustainable urban mobility transition: Dynamics of stability and change. *Transport Policy*, 163, 323-334. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2025.01.026>

Hernández, D., & Witter, R. (2011). ENTRE LA INGENIERÍA y LA ANTROPOLOGÍA: HACIA UN SISTEMA DE INDICADORES INTEGRADO SOBRE TRANSPORTE PÚBLICO y MOVILIDAD. Repositorio Digital Institucional de la Universidad de Buenos Aires (Universidad de Buenos Aires), 1(4), 29-46. <https://doi.org/10.34096/rtt.i4.255>

High-level Advisory Group on Sustainable Transport. (2016). Mobilizing sustainable transport for development, United Nations.

Krüger, R., Orduna, M., & Velázquez, M. (2017). La interdisciplinariedad en la planificación del transporte urbano. En A. Müller, TRANSPORTE URBANO E INTERURBANO EN LA ARGENTINA (primera ed., págs. 15-25). ciudad de Buenos Aires, Argentina: Eudeba. https://cytuba.rec.uba.ar/piubat/SiteAssets/Documentos%20del%20sitio/PUBLICACIONES/PIUBAT_Transporte%20Urbano%20e%20Interurbano%20en%20la%20Argentina.pdf#page=15

Lang, G., Moraes, C., Sandoval, C., Vargas, L., & Villalobos, L. (2014). Evaluación de impacto del Distrito de Riego Arenal-Tempisque región Chorotega, Costa Rica 1981-2011. CATIE. <https://repositorio-snp.mideplan.go.cr/handle/123456789/289>

Mameli, F., & Marletto, G. (2012). Can National Survey Data be Used to Select a Core Set of Sustainability Indicators for Monitoring Urban Mobility Policies? *International Journal Of Sustainable Transportation*, 8(5), 336-359. <https://doi.org/10.1080/15568318.2012.700000>

Murillo-Avalos, C. L., Cubilla-Montilla, M., Sánchez, M. Á. C., & Vicente-Galindo, P. (2020). What environmental social responsibility practices do large companies manage for sustainable development? *Corporate Social Responsibility And Environmental Management*, 28(1), 153-168. <https://doi.org/10.1002/csr.2039>

Navarrete, M. J., Rodrigo Martín, Martín, R., & Dalla, J. (2024). Desafíos para la movilidad sostenible: el desarrollo de políticas en el área metropolitana Mendoza (Argentina). *Revista Transporte y Territorio*. <https://revistascientificas.testing.filo.uba.ar/index.php/rtt/article/view/13626>

Pacheco, L. A. R., Méndez, A. R., & Treviño, J. I. G. (2025). Análisis de la Movilidad Urbana Sostenible Mediante Herramientas de Ciencia de Datos y Participación Ciudadana en Ciudades Intermedias de América Latina. *Ibero Ciencias - Revista Científica y Académica* ISSN 3072-7197, 4(1), 1-24. <https://doi.org/10.63371/ic.v4.n1.a28>

Ringhofer, S., Thaller, A., Fleiß, E., Ritter, S., & Posch, A. (2025). Overcoming challenges facing innovative, sustainable mobility services in rural areas. *Transportation Research Interdisciplinary*

Perspectives, 32, 101491.
<https://doi.org/10.1016/j.trip.2025.101491>

Rodríguez, E., & Arriaga, F. (2022). Movilidad sostenible y planificación interjurisdiccional en América Latina. *Revista de Gobierno Urbano*, 8(1), 44–66.
<https://doi.org/10.31478/rgurb.2022.8.1.44>

Sánchez-Triana, E., Enriquez, S., & Galarza, M. (2016). Planificación participativa en proyectos de movilidad urbana. *Banco Mundial*.
<https://doi.org/10.1596/978-1-4648-0943-3>

Szczepański, E., Żochowska, R., Izdebski, M., & Jacyna, M. (2025). Decision-Making Problems in Urban Transport Decarbonization Strategies: Challenges, Tools, and Methods. *Energies*, 18(15), 3970.
<https://doi.org/10.3390/en18153970>

Saus, M. A., Rolé, J., & Aguirre, A. I. (2020). Aplicación de un Sistema de Información Geográfica (SIG) para cartografiar redes ferroviarias. Propuesta metodológica. *Revista Transporte y Territorio*, 22.
<https://doi.org/10.34096/rtt.i22.8411>

Szupiany, E. (2025). Sustainable urban mobility management: progress and challenges in three medium-sized cities in Argentina's central region. *Revista Interuniversitaria de Estudios Territoriales*.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=10285191>

Torres, C., & Luna, A. (2021). Análisis de accesibilidad y cobertura del transporte público en Quito. *Revista de Estudios Urbanos Regionales*, 14(3), 98–118.
<https://doi.org/10.22160/reur.2021.14.3.98>

Turoń, K. (2025). Sustainable Urban Mobility Transitions—From Policy Uncertainty to the Calm Mobility Paradigm. *Smart Cities*, 8(5), 164.
<https://doi.org/10.3390/smartcities8050164>

UN-Habitat. (2020). - a better urban future | UN-Habitat.
<https://unhabitat.org/es>

Zito, P., & Salvo, G. (2011). Toward an urban transport sustainability index: an European comparison. *European Transport Research Review*, 3(4), 179-195.
<https://doi.org/10.1007/s12544-011-0059-0>