

V MONOGRAFÍA OMM



Ticketing Integrado en el Transporte Público

2025



transyt

Centro
de Investigación
del Transporte

Presentación

El Observatorio de la Movilidad Metropolitana (OMM) es una iniciativa de análisis y reflexión de las Autoridades de Transporte Público (ATP) de las 29 principales áreas metropolitanas españolas, impulsado por los Ministerios de Transportes y Movilidad Sostenible y Transición Ecológica y Reto Demográfico. También colaboran la Dirección General de Tráfico (DGT), Renfe y otras instituciones, como la Federación Española de Municipios y Provincias (FEMP), la Asociación de Transportes Públicos Urbanos y Metropolitanos (ATUC Movilidad Sostenible), el Instituto para la Diversificación y el Ahorro de Energía (IDAE), INECO y el Sindicato Comisiones Obreras (CC. OO.). TRANSyT (Centro de Investigación del Transporte de la Universidad Politécnica de Madrid) coordina desde su inicio las actividades del OMM.

El OMM publica un Informe anual con datos relativos a la movilidad de las áreas metropolitanas participantes: una serie ininterrumpida de 21 años con información sobre demanda, distribución modal, oferta de transporte público, costes y financiación, buenas prácticas de movilidad, accidentalidad urbana y, recientemente, sobre movilidad compartida.

Desde 2022, se han iniciado la serie Monografías OMM sobre actuaciones en movilidad sostenible que complementan al Informe anual.

El estudio tiene como partida la conceptualización del ticketing integrado en el transporte público, que es un tema en auge a nivel internacional impulsado por la evolución de los sistemas de transporte con el objetivo de facilitar la intermodalidad, eficiencia y accesibilidad a una mejor movilidad urbana e interurbana en el contexto local, nacional e internacional promoviendo la integración de los distintos servicios. Se analizan las diferentes características de los sistemas de ticketing, los modelos de tarificación, cobro y validación, los beneficios que ofrecen, así como algunos de los desafíos que se presentan.

Se han recopilado las principales experiencias a nivel nacional e internacional, enumerando los casos más avanzados y las lecciones que aprender de estos. El estudio concluye con la propuesta de un roadmap con las fases para la transición a un sistema de ticketing integrado con la recopilación de los retos y oportunidades que supone, y con las conclusiones que puntualizan la situación actual de España en comparación con la mundial y la importancia de continuar avanzando en la implementación.

Elaboración y redacción:

Allison Fernández Lobo, Shireen Al Suleiman , Andrés Monzón .

TRANSyT, Centro de Investigación del Transporte

Universidad Politécnica de Madrid

Con la financiación de: Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible

Diseño y Maquetación: TRANSyT UPM/ BREU Comunicación

01 Introducción7

1.1 SITUACIÓN ACTUAL DE LOS SISTEMAS DE TICKETING EN EL TRANSPORTE PÚBLICO9

1.2 RAZONES DEL AUJE DE LOS NUEVOS SISTEMAS DE TICKETING11

1.3 DESAFÍOS DE LOS NUEVOS SISTEMAS DE TICKETING14

02 Conceptos relevantes17

2.1 SISTEMAS DE COBRO AUTOMÁTICO DE TARIFAS19

2.2 MODELOS DE SISTEMAS AFC–AUTOMATED FARE COLLECTION20

2.3 MODELOS DE TARIFICACIÓN27

2.4 MODELOS DE COBRO29

2.5 SISTEMAS DE VALIDACIÓN30

2.6 MEDIOS DE VALIDACIÓN31

03 Beneficios de los sistemas de ticketing integrado33

3.1 INTEROPERABILIDAD DEL SISTEMA34

3.2 EFICIENCIA OPERATIVA Y EXPLOTACIÓN DE LOS DATOS35

3.3 MEJORA DE LA EXPERIENCIA DE USUARIO36

04 Experiencias de Sistemas de Ticketing Abierto39

4.1 EXPERIENCIAS EN EUROPA (NO INCLUYE ESPAÑA)40

4.2 EXPERIENCIAS EN AMÉRICA DEL NORTE44

4.3 EXPERIENCIAS EN AMÉRICA DEL SUR48

4.4 EXPERIENCIAS EN ASIA Y OCEANÍA50

4.5 EXPERIENCIAS EN ESPAÑA54

4.6 EXPERIENCIAS EN FASE AVANZADA DE IMPLEMENTACIÓN59

4.7 LECCIONES RELEVANTES PARA IMPULSAR AVANCES Y FUTUROS DESARROLLOS63

05 Transición a un sistema de ticketing integrado65

5.1 RETOS66

5.2 OPORTUNIDADES69

5.3 ROADMAP HACIA UN SISTEMA INTEROPERABLE E INTEGRADO71

06 Conclusiones75

Referencias bibliográficas80

Listado de abreviaturas82

Figuras

Figura 1. Operación de un sistema Closed-Loop20

Figura 2. Operación de un sistema Open-Loop21

Figura 3. Componentes del back-office24

Figura 4. Ejemplo de arquitectura de un Sistema Open-Loop26

Figura 5. Resumen de los Modelos de Tarificación28

Figura 6. Comparativa de los modelos de cobro30

Figura 7. Beneficios de los Sistemas de Ticketing Integrado34

Figura 8. Aspectos específicos de los principales beneficios de los Sistemas de Ticketing Integrado37

Figura 9. Experiencias de Sistemas de Ticketing a nivel mundial40

Figura 10. Mapa de experiencias de Sistemas de Ticketing Abierto en Europa40

Figura 11. Mapa de experiencias de Sistemas de Ticketing Abierto en América del Norte44

Figura 12. Mapa de experiencias de Sistemas de Ticketing Abierto en América del Sur48

Figura 13. Mapa de experiencias de Sistemas de Ticketing Abierto en Asia y Oceanía50

Figura 14. Mapa de experiencias de Sistemas de Ticketing Abierto en España54

Figura 15. Experiencias de Sistemas de Ticketing Abierto en España58

Figura 16. Sistemas en fase avanzada de implementación58

Figura 17. Los retos de implementar nuevos sistemas de ticketing69

Figura 18. Las oportunidades del sistema de ticketing71

Figura 19. Fases propuestas para el Roadmap de implementación71



01

Introducción

El crecimiento continuo de las ciudades, en población y extensión, genera una serie de desafíos en términos de movilidad y sostenibilidad. La dispersión urbana ha puesto bajo presión a los sistemas de transporte público en lo que respecta a la oferta y a su capacidad de competir con el automóvil. Este fenómeno es particularmente evidente en grandes áreas metropolitanas, donde la demanda de servicios de transporte se dispersa y excede la oferta, al menos en cuanto a frecuencias y cumplimiento de horarios. Esto ha resaltado la necesidad de contar con sistemas de transporte público más eficientes, accesibles y sostenibles para atender a una población cada vez más demandante, conectada y en constante movimiento. La innovación e implementación de nuevas tecnologías ofertan oportunidades de mejora para lograr estos objetivos (Salinas & Rojas-Symmes, 2020).

El transporte público juega un papel esencial para garantizar la movilidad de millones de personas diariamente. Ayuda a reducir el uso del coche y, por consiguiente, a reducir la congestión vehicular y las externalidades asociadas. Sin embargo, los sistemas tradicionales de transporte público no llegan, en muchos casos, a satisfacer adecuadamente estas demandas crecientes y a responder a las nuevas necesidades del usuario. La falta de integración entre diferentes modos de transporte, los sistemas de pago fragmentados y los problemas de accesibilidad, siguen siendo desafíos importantes que afrontar. Estos problemas no solo afectan la calidad del servicio, sino también la experiencia del usuario, que busca opciones de transporte más actualizadas, acorde con los avances tecnológicos, rápidas, económicas y fáciles de utilizar (Carranza Villalobos. et al., 2020).

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la Agenda 2030 y los compromisos europeos para mitigar los impactos del transporte sobre el cambio climático constituyen el marco de referencia estratégico internacional, y ponen la lupa sobre la necesidad de que el sistema sea cada vez más eficiente y sostenible. Son los usuarios quienes validan el funcionamiento de la red con sus elecciones diarias de cómo moverse. Elecciones que vienen determinadas por factores como la oferta disponible, costes, accesibilidad y facilidades como información en tiempo real y opción de planificación del viaje. Las autoridades locales y los operadores de transporte se han puesto en la tarea de tomar acciones para adoptar mejoras y soluciones tecnológicas que hagan que el servicio sea cada vez más inteligente, seguro y accesible, de manera que se posicione como la opción más conveniente, promoviendo su uso y aceptación.

Uno de los símbolos de la innovación y calidad del sistema de transporte público, y consecuentemente de su competitividad, es el sistema de pago que se implemente. Actualmente, son tendencia los sistemas de pago inteligentes, que son los que utilizan diversas tecnologías para que el pago del servicio pueda ser sencillo y multimodal. Conceptos claves relacionados son el *Account-Based Ticketing* (ABT) y la tecnología *Near Field Communication* (NFC). En los sistemas ABT, el ticket no se almacena en una tarjeta física, sino que se asocia a una cuenta de usuario que puede utilizar indistintamente para validación. La tecnología NFC es para realizar

transacciones rápidas y seguras de forma inalámbrica a corto alcance, habilitada tanto para dispositivos móviles como tarjetas sin contacto. La aplicación de estos desarrollos responde a la reestructuración tecnológica que ha influenciado en mejorar la experiencia del usuario al utilizar el servicio y ha abierto paso a la implementación de otras funcionalidades como nuevos modelos de billeteaje, que combinados con métodos y herramientas digitales emergentes o repotenciadas de tarificación, pago y validación representan un gran avance en el sistema y marcan la ruta de su evolución.

1.1 Situación actual de los Sistemas de Ticketing en el Transporte Público

El Transportation Research Board (TRB) define la *interoperabilidad* en el transporte público como “la capacidad de diferentes agentes para coordinar y compartir información de modo que los pasajeros puedan viajar sin rupturas (*seamless mobility*). Enfocado en los sistemas de ticketing, la interoperabilidad hace referencia a la integración, coordinación y funcionamiento transversal de las herramientas de compra, medios de pago y validación de billetes para acceder a los distintos servicios. Esto significa que los usuarios pueden utilizar el mismo medio de pago y de validación en todos los modos de transporte que utilice.

La interoperabilidad requiere que haya una estandarización de las tecnologías y los dispositivos implicados en el sistema, así como de los métodos de gestión de los datos, todo bajo un modelo común o abierto tal que permita dicha integración.

Actualmente, los sistemas de transporte público en distintas ciudades del mundo han dado grandes pasos hacia la integración de sus redes. En la mayoría de los casos no se trata de una integración total, que incluya todos los modos disponibles, si no parcial, generalmente de los que absorben mayor demanda, muchas veces ofertados por operadores públicos. Lo más frecuente es la combinación de autobuses y metro, a los que en ocasiones se añaden las cercanías ferroviarias. Los modos de movilidad compartida desplegados en las áreas metropolitanas, se mantienen fuera de los sistemas integrados de gestión y pago. A pesar de los avances tecnológicos, el transporte público sigue enfrentándose a barreras estructurales de tipo normativo y competencial, que dificultan la evolución del sistema a modelos más robustos, amplios y cada vez más integrados. Todo ello dificulta mejorar la eficiencia del sistema y, por consiguiente, la experiencia de viaje.

En lo que respecta a los sistemas de ticketing, la fragmentación de los servicios y la rápida obsolescencia tecnológica en los medios de pago y validación, son algunos de los principales retos, tanto técnicos como operacionales, determinantes para superar estas barreras. Resolverlos directamente afecta al funcionamiento general y la calidad percibida del servicio, condicionando negativamente la imagen del transporte público como una alternativa atractiva frente al transporte privado en coche (Toro et al., 2020).

Tradicionalmente, los diferentes modos de transporte (autobús, metro, trenes de cercanías, bicicletas públicas, etc.) son gestionados por distintos operadores. Cada uno con su propio modelo de tarificación, venta de billetes y métodos de pago. En un sistema así descentralizado y descoordinado con respecto a la gestión de los datos y prestación de los servicios, surgen diversas dificultades tanto para operadores, en relación con el alcance y opción de ofertar un mejor servicio, como para los usuarios de acceder a este. Situación que en conjunto termina en desincentivar la elección del transporte público como opción preferente, a pesar de ser generalmente la más barata, y reconocerse como alineada con las políticas de sostenibilidad en el sector transporte; consecuentemente, se opta por el transporte privado como más conveniente, al tener un mayor control del viaje, y no tener disrupciones (Pérez, 2002). Estas dificultades pueden englobarse en tres grandes categorías:

- **Gestión ineficiente del sistema:** Para los operadores es más difícil optimizar la operación en cuanto a la distribución de vehículos o personal en función de las necesidades reales de los usuarios. Esto debido a que no manejan una información integral actualizada en tiempo real, si no que solo disponen de datos desagregados que restringen su capacidad de predecir demandas, desplegar recursos de manera eficiente, y mapear o analizar la operación del sistema como un todo. Para los usuarios esta falta de integración imposibilita que su experiencia de viaje sea fluida y sencilla. Se enfrentan a la complejidad de gestionar cada etapa de los viajes multimodales de manera independiente con respecto a la compra de billetes en distintas plataformas, considerando tarifas y horarios que no están coordinados, ni alineados con un único objetivo social. Esta situación genera frustración por la incapacidad de planificar el viaje multimodal y conocer a priori los tiempos de espera.
- **Desigualdad en el acceso y calidad del servicio:** Los sistemas no integrados tienden a tener distintos criterios de calidad, debido a que no se rigen completamente por una guía general, si no que consideran diversos aspectos particulares en pro de ser más competitivos o atractivos entre ellos. Esto se traduce en que la calidad del servicio varía entre un modo y otro, imposibilitando que el sistema sea concebido como un todo y evaluado como tal. Además, esta fragmentación supone que las condiciones ofertadas por cada medio no sean las mismas y los usuarios, de acuerdo con su condición personal, social y económica tengan mayor o menor accesibilidad al servicio.
- **Falta de adaptabilidad para usuarios no recurrentes:** Los turistas o visitantes son de los más afectados con sistemas de ticketing y pagos fragmentados debido a que al no estar familiarizados con su diversificado funcionamiento, pueden encontrar complicado moverse por la ciudad utilizando el transporte público. Esto impacta negativamente la imagen del servicio y en su propio detrimento promueve que estos usuarios opten por alternativas menos sostenibles como taxis o servicios privados.



1.2 Razones del auge de los nuevos Sistemas de Ticketing

La era digital ha transformado profundamente la manera en que las personas interactúan con los servicios, y el transporte público no es una excepción. En los últimos años, el desarrollo de tecnologías como la inteligencia artificial (IA), el Internet de las cosas (IoT) y las plataformas digitales han permitido avances significativos en el funcionamiento de los sistemas de transporte público, puntualmente en la forma de pago y validación de este servicio. Estas innovaciones impactan positivamente en la promoción de la sostenibilidad porque procuran e impulsan la instalación de sistemas más eficientes que resultan más atractivos para los usuarios al mejorar su experiencia de uso y, por ende, su aceptación. De esta manera, los dos grandes pilares que impulsan a seguir evolucionando en los sistemas de pago y ticketing en el transporte público son: la innovación tecnológica y el objetivo de un transporte urbano más integrado y sostenible.

Innovación tecnológica en el Transporte Público

Una de las innovaciones más notables en el transporte de cara a la interacción con los usuarios, ha sido la constante evolución de los sistemas de billeteaje o ticketing. En sus inicios los pagos se realizaban exclusivamente en efectivo con monedas o billetes directamente al conductor del vehículo, lo que ralentizaba la operación y era ineficiente. Poco después, se pasa a los billetes en papel, que podían adquirirse en quioscos previos al viaje, agilizando el proceso, pero aun requiriendo cierta manipulación en el momento de embarque por parte del operador. En la década de 1980 a 1990 se introducen las primeras tarjetas que inicialmente eran de banda magnética y permiten realizar recargas o prepagos, almacenar saldos, y automatizan la validación. A partir de estas se empezaron a desarrollar tarjetas cada vez más sofisticadas, primero con chips y pos-

teriormente sin contacto o “*contactless*” que hoy son utilizadas en muchos ámbitos metropolitanos. Incorporan la tecnología NFC (*Near Field Communications*) que facilita las validaciones, de modo rápido y fiable.

En años recientes, se han introducido los **sistemas de ticketing inteligente**, que permiten a los usuarios pagar por los servicios de transporte de manera rápida y utilizando distintos medios de pago sin contacto, no solo mediante tarjetas, si no también dispositivos móviles como smartphones, smartwatches e incluso aplicaciones. Estos nuevos sistemas mejoran considerablemente la experiencia del usuario, al reducir los tiempos de espera y las complicaciones asociadas a los viajes multimodales. Además ofrecen plataformas digitales que permiten planificar mejor sus trayectos, acceder a información confiable en tiempo real sobre los servicios y ajustar sus horarios de acuerdo con las condiciones de demanda, tráfico, climatológicas, etc. (*Vernuri et al., 2024; Camós et al., 2020*).

La aplicación de estos nuevos **sistemas de ticketing** en el transporte público han mejorado la recolección de datos, lo cual resulta crucial para la toma de decisiones informadas por parte de los operadores y las autoridades de transporte. Recopilar datos detallados o metadatos sobre los patrones de movilidad de los usuarios, permite generar matrices origen–destino ajustadas a la realidad, optimizar las rutas, los tiempos y en general mejorar la eficiencia del servicio.

La implementación de estas tecnologías genera un ecosistema de cooperación bidireccional en el que los usuarios tienen más y mejores herramientas para gestionar y validar sus viajes. Esto no solo incrementa el volumen de datos generados y facilita su adquisición y gestión, sino que también permite a los operadores optimizar sus servicios y, como resultado, que se mejore la experiencia del viaje.

Otra oportunidad que se abre con la implementación de nuevos sistemas de ticketing es la de integrar diferentes modos de transporte (como autobuses, trenes, bicicletas públicas, etc.) en una única plataforma o tener la opción de que el sistema de pago que se implemente sea transversal a todos; es decir, pueda realizarse a través de un único medio sin depender de tarjetas o abonos particulares a cada operador.

Esta integración es un paso fundamental hacia la modernización del sistema porque resulta clave para brindar un viaje sin rupturas a los usuarios, fomentando una mayor adopción del transporte público y promoviendo la intermodalidad.

Competitividad y calidad del servicio

Las ciudades están en una encrucijada crítica en su lucha contra el cambio climático, y el transporte es uno de los sectores que más contribuye a las emisiones de carbono. En este sentido, la adopción del ticketing integrado es un factor que puede ser palanca de la competitividad del sistema frente a la movilidad privada, debido a la mejora continua y su orientación al usuario,

que percibe una mejora de la calidad del servicio. Esta integración se puede considerar como una estrategia colateral para dar sustento a las políticas de movilidad sostenible. Una mejora sustancial de la operación del servicio de transporte público incentiva la atracción de más usuarios, la fidelización de los actuales y repercute negativamente en la preferencia por el vehículo privado, porque se oferta una alternativa mejor. Esto tiene una repercusión positiva en la reducción de la congestión vehicular, las emisiones de gases contaminantes y de efecto invernadero y, en consecuencia, de la huella de carbono de las ciudades (*Valiantis, 2014*). Este aporte a la sostenibilidad, aunque no es el objetivo principal, es un efecto asociado a una exitosa implementación de estos sistemas.

Los datos obtenidos a través de los sistemas de ticketing inteligente e integrado permiten mayor control y gestión optimizada de los servicios ofertados. Con su análisis, se puede asegurar una mejor prestación del servicio, de manera que se ajuste a las necesidades reales de la demanda, maximizando su eficiencia y garantizando el despliegue óptimo y oportuno de los recursos disponibles (*Szanider, 2017*). En relación con los sistemas físicos de pago y validación, la integración minimiza drásticamente la necesidad de disponer de dispositivos específicos de cada operador para estos fines y de múltiples medios físicos para los usuarios como tarjetas, abonos, etc., reduciendo, además, la generación de residuos.

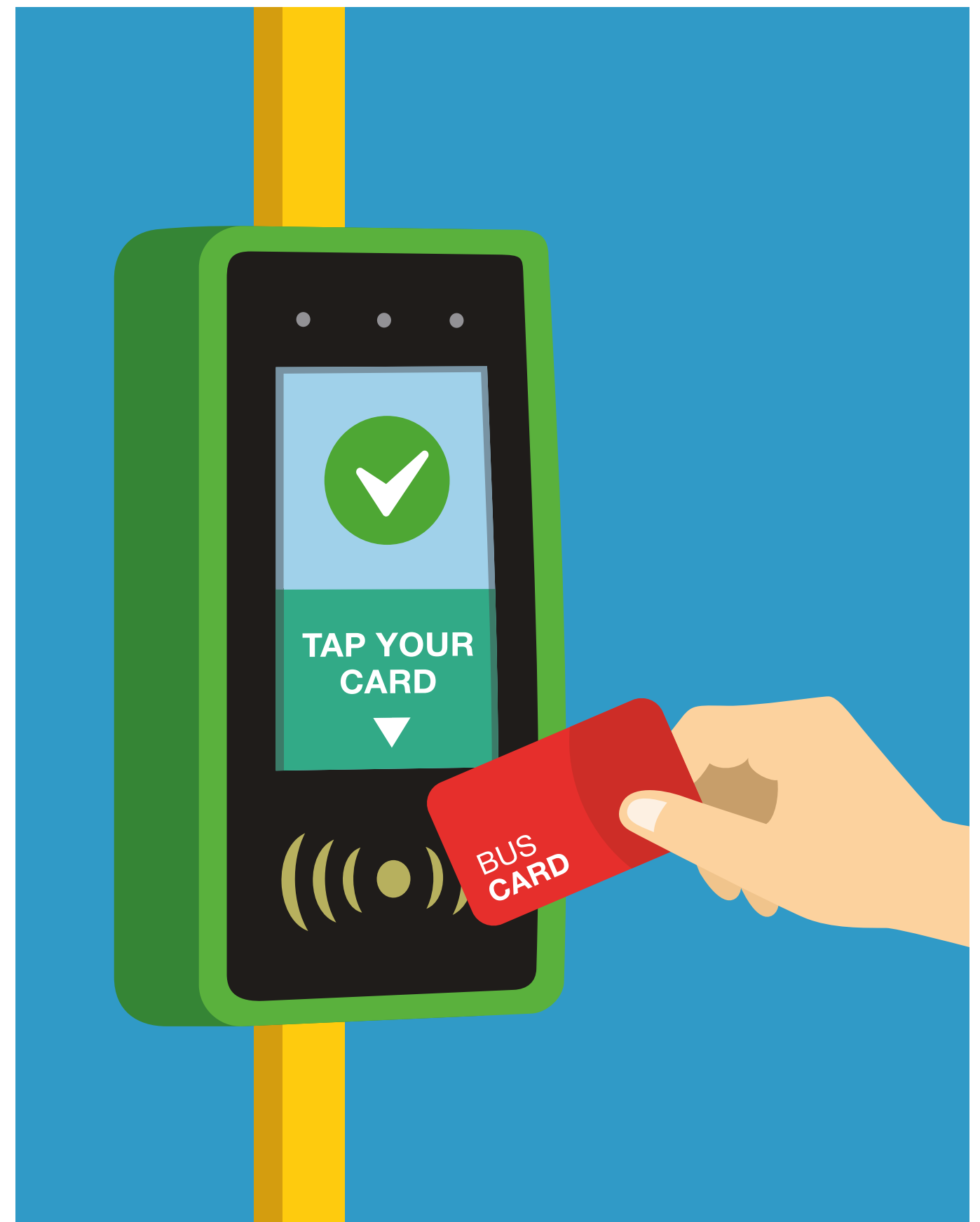
Por otro lado, generalmente estos sistemas integrados están soportados en plataformas digitales unificadas que exponen toda la información necesaria del servicio. Estas plataformas pueden aprovecharse como ventana publicitaria para educar y crear consciencia en los usuarios sobre las alternativas más sostenibles. Además, sirven como herramienta para implementar de forma sencilla y transparente políticas relacionadas con subvenciones, descuentos e incentivos por el uso del transporte público. Todo en conjunto representa una motivación adicional para que los usuarios opten por su uso.

En conclusión, la motivación detrás de la implementación de sistemas de ticketing integrado en el transporte público radica en la necesidad urgente de **responder a los retos actuales de la movilidad urbana, mejorar la experiencia del usuario y avanzar hacia un futuro más sostenible**, siendo la **innovación tecnológica y la gestión integral del sistema los dos ejes sobre los que se articulan estos objetivos**. Su éxito dependerá en gran medida de la capacidad de las ciudades de superar los desafíos que suponen y promover la implementación efectiva en sus redes de transporte público, en coordinación con otras adyacentes.

1.3 Desafíos de los nuevos Sistemas de Ticketing

Los principales desafíos a los que se enfrenta la implantación de los nuevos sistemas de ticketing son **la compatibilidad tecnológica y la propiedad del dato**. La integración de los sistemas de transporte público además de la coordinación operacional como eje principal implica **la actualización tecnológica del sistema y la disposición para abrir la información en un medio común a todos los actores**. Esto último es particularmente complejo debido a las implicaciones que conlleva, sobre privacidad y competitividad entre los diversos operadores. Se debe considerar que, dadas las condiciones del modelo tradicional, entre los operadores actualmente existen competencias e intereses económicos particulares que se deberían articular para posibilitar esta integración. Esta nueva filosofía de compartir entre competidores, no podría ser factible si no se ofrecen condiciones de mejora medibles e incentivos claros a cambio de realizar la transición. Si bien los desarrollos en la digitalización, como los medios de pago sin contacto y las plataformas escalables de gestión de movilidad, han demostrado su aporte a la mejora de la operación, existen razones económicas, técnicas y principalmente administrativas que dificultan, y mucho, la adopción de estos nuevos modelos:

- Se requiere una inversión significativa en tecnología y capacitación del personal que estará a cargo para avanzar con la implementación de un sistema de ticketing integrado. Aunque pueden aprovecharse elementos del sistema actual, habrá algunos que no serán compatibles con las demandas de las nuevas tecnologías. Se necesitan terminales de validación y pago con características específicas, redes de comunicación dedicadas de alto alcance, la implantación de un sistema de operaciones robusto con capacidades de procesamiento superior, herramientas analíticas para la minería de datos, el desarrollo de paneles de monitoreo y control para los operarios y de plataformas móviles de sistemas de información para los usuarios, la adopción de tecnologías *blockchain* para asegurar la operación y la transparencia, especialización y adaptación del personal a las nuevas operaciones, divulgación y educación entre los usuarios de los cambios, entre otros cambios disruptivos. Dichos cambios suponen costes que se incrementan en el caso de su despliegue en zonas rurales, que tienen mayores limitaciones tecnológicas. Naturalmente es un proceso que, si no está respaldado por un marco económico favorable a todos, se percibe como arriesgado y poco atractivo a los operadores, especialmente a aquellos que gestionan redes tradicionales.
- Se debe producir una transformación en la manera en que se gestionan los servicios y los datos de la operación, que implicaría desistir por parte de los operadores a datos propietarios. Actualmente cada operador gestiona sus propios datos y los estudia en pro de mejorar las condiciones de sus servicios para ser más atractivo que la competencia directa o la de los otros modos. En un sistema integrado este modelo de negocio desaparece y se reemplaza por uno en el que los datos son abiertos, disponibles a todos y no hay una titularidad si no un entorno de cooperación compartido. Nuevamente, el respaldo con normativas y estándares claros que visibilicen los beneficios que implicaría la renuncia al formato actual por este nuevo modelo es indispensable para avanzar en el proceso.





02

**Conceptos
relevantes**

Un **sistema de ticketing** es una herramienta que integra todas las funcionalidades necesarias para gestionar la compra, venta y validación de los billetes que permiten acceder a un servicio. Desde el punto de vista de los operadores la gestión responde a la venta de los billetes y para los usuarios a la compra o adquisición de éstos. El sistema consta de modelos de tarificación, de cobro, medios de pago y formas de realizar la validación. Cada servicio requiere un sistema de ticketing que habilite su uso y la interacción bidireccional cliente–operador. En el **transporte público, los sistemas de ticketing** están compuestos por las herramientas físicas y digitales que despliegan los operadores de los distintos modos (autobuses, trenes, bicicletas, etc.) para que los usuarios puedan realizar la compra de los billetes o títulos de viaje que les permiten acceder a los servicios. Estos sistemas pueden ser **desagregados** en los que cada operador dispone de sus propios medios o **integrados**, en los que un grupo de servicios comparten la misma infraestructura funcional.

Un **sistema de ticketing integrado en el transporte público** implica la unificación de los títulos de viaje y la completa integración de la infraestructura técnica y operacional que lo soporta. Estos sistemas promueven la intermodalidad al facilitar la transferencia de un modo a otro y mejoran la experiencia del usuario logrando un viaje sin fricciones en lo que respecta al método de validación, es decir, el mismo medio de acceso o validador le funciona para todos los modos implicados.

Los **medios de validación o validadores** que puede utilizar el usuario varían según las definiciones del sistema y grado de sofisticación tecnológica con el que se haya desarrollado. Pueden ser desde medios físicos impresos en papel como billetes o tickets, tarjetas de banda magnética, tarjetas con chip, tarjetas sin contacto –*contactless*–, hasta tarjetas digitales y códigos QR implementados a través de dispositivos inteligentes como *smartphones* o *smartwatches*.

En lo relacionado a los **modelos de tarificación y cobro**, se parte de que funcionan bajo el **cobro automático de tarifas**. Se pueden definir tarifas fijas o dinámicas que dependen de la intensidad de uso del servicio y otros parámetros como el tiempo, horario, demanda, incidencias etc. En cuanto a los cobros, también se encuentran variedad de opciones entre las que resaltan los pagos anticipados, acumulados y retardados o pospagos con cargo en cuenta.

Todos estos conceptos relevantes en lo que respecta al marco teórico y la definición estructural de un sistema de ticketing integrado en el transporte público se detallan en las secciones subsiguientes.

2.1 Sistemas de Cobro Automático de Tarifas

Los Sistemas de Cobro Automático de Tarifas o **Automated Fare Collection Systems (AFC)**, están compuestos por componentes digitalizados que ejecutan el proceso de cobro y emisión de boletos aplicando automáticamente la tarificación que corresponda. En el transporte público, estos sistemas son fundamentales para ofrecer a los usuarios una experiencia de viaje fluida con la garantía de que el cobro es preciso según lo estipulado en las matrices tarifarias, reducir tiempos y costos operativos, y generar informes de uso. En general, respaldan y facilitan la gestión dinámica de las tarifas y permiten obtener información de valor del comportamiento de los pasajeros y el funcionamiento del servicio.

Los AFC en el ámbito del transporte, se encuentran de dos variantes:

– **Sistema Basado en Tarjeta o Card-based/centric system:** Implementan tarjetas físicas o digitales como medio de identificación del usuario, pero principalmente como medio de pago. Los operadores son los encargados de facilitar a los usuarios su adquisición. La tarjeta contiene toda la información financiera relevante para realizar el viaje, es decir, los fondos, derechos y el historial de las validaciones suscritas. Los equipos de registro o validadores una vez se marca la tarjeta, actualizan su historial, calculan la tarifa de acuerdo con las características o metadatos preestablecidos de esta y realizan el respectivo cobro o registro del viaje según corresponda. Por ejemplo, si la tarjeta responde a un título de viaje específico, el dispositivo identifica en sus metadatos que es un “abono joven” y que según la fecha de recarga está vigente o no, y al procesar esto localmente permite o deniega el acceso al servicio.

Estos sistemas son acotados y particulares a un operador o un conjunto limitado de ellos. Es decir, las tarjetas sirven para un único servicio o grupo de servicios específicos y predefinidos.

– **Sistema Basado en Cuenta o Account Based Ticketing System (ABT):** En ellos, cada usuario está asociado a una cuenta que es transversal, transparente e independiente a los operadores; es decir, no está ligado a un ticket físico, tarjeta o abono dedicado. Por lo general, la cuenta responde a los estándares EMV (Europay, Visa y Mastercard) y está registrada en una entidad financiera. La forma de validar esta cuenta puede ser a través de una tarjeta física o digital, y funciona como identificador del usuario. La información relacionada con el viaje está almacenada en un sistema de gestión interna denominado *back-office* del proceso. Los equipos validadores solo tienen la función de validación o verificación, no de cobro. El cobro se realiza en el *back-office* a través de una entidad bancaria.

Las entidades financieras son un nuevo actor que se involucra en el proceso cuando se implementan este tipo de sistemas, además de los proveedores de los dispositivos inteligentes que pueden utilizarse como identificadores digitales. La tarea de estos proveedores es encargarse del desarrollo y mantenimiento de las funcionalidades necesarias en los terminales para habilitar su uso en estas operaciones.

2.2 Modelos de Sistemas AFC-Automated Fare Collection

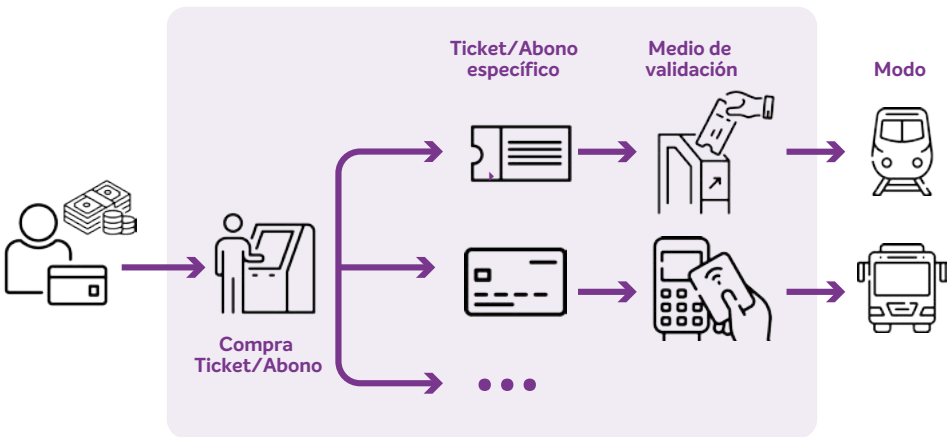
Existen dos modelos distintos de sistemas AFC que pueden implementarse:

- **Billeteaje de Circuito Cerrado / Closed-Loop Ticketing:** Es el modelo clásico de pago y actualmente el más adoptado en el transporte público. Puede ser basado en tarjeta (*card-centric*) o basado en cuenta (*ABT*). El usuario adquiere un título de viaje (billete o abono) o crea una cuenta en una plataforma específica del operador, que valida al momento de acceder al sistema de transporte y le da acceso al servicio. Cada título o cuenta es particular a cada operador o cada medio de transporte. Si se implementa el ABT, tiene la particularidad de que la cuenta no es transversal a todas las opciones disponibles y por ende no puede utilizarse libremente; es una cuenta dedicada y gestionada por cada medio de transporte.

En estos sistemas, el dispositivo de paso o validador en el vehículo o estaciones de transporte realiza la función de validar y deducir –según sea el caso– el coste del viaje del billete, abono o de la cuenta del usuario, según corresponda.

La Figura 1, explica gráficamente el proceso seguido en un circuito cerrado. En resumen, el usuario con su medio de pago debe realizar la compra de su ticket, y este es el que le permite validar su acceso al vehículo. Como se aprecia, cada modo puede tener un ticket y un sistema de validación distinto.

Figura 1. Operación de un sistema Closed-Loop



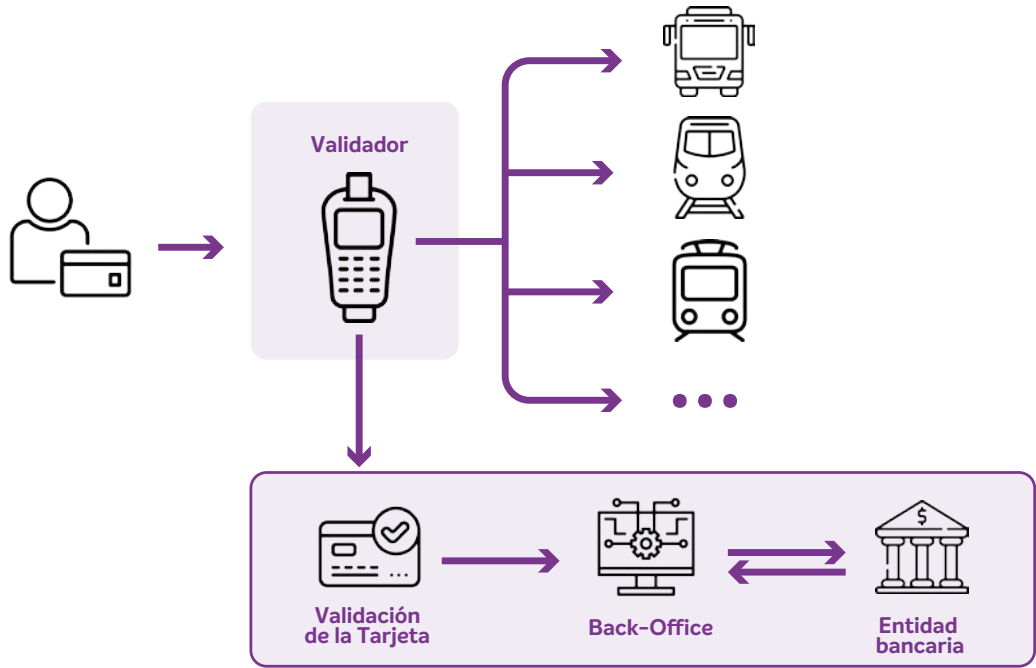
Fuente: Elaboración propia en base a ilustración de la UITP del Report Open-loop payment in public transport, 2024.

- **Billeteaje de Circuito Abierto / Open-Loop Ticketing:** Es un sistema tipo ABT de identificación y pago en el que se utiliza una cuenta bancaria genérica a través de un medio que puede ser físico o digital y que funciona como identificador, título de viaje y medio financiero para la operación. Este medio es independiente del operador o medio de transporte porque no está limitado ni ligado a uno específico, sino que es transversal y puede utilizarse en todos aquellos que dispongan de la tecnología y estandarización necesaria para su validación.

El usuario puede acceder al transporte público solo validando su cuenta. Las operaciones de cálculo de tarifas y cobros por lo general no se realizan en el dispositivo validador *in situ* si no en el *back-office* y dependerá de la tipología de los sistemas implementados.

La Figura 2, muestra el proceso de un circuito abierto. Si se compara con la Figura 1 se aprecia que la parte del flujo de compra pasa a ser un único paso que incluye un solo medio validador. El usuario solo tiene que realizar el pago que es al mismo tiempo la validación, todo en un paso. Además, el recuadro inferior, muestra la nueva línea de operación que introduce este modelo. Esta línea considera la validación de la tarjeta utilizada, envía la información al back-office, que es el sistema computacional de gestión de datos, y conecta con una entidad bancaria para realizar las transacciones necesarias.

Figura 2. Operación de un sistema Open-Loop



Fuente: Elaboración propia en base a ilustración de la UITP del Report Open-loop payment in public transport, 2024.

Los sistemas **Closed-Loop** son limitados en cuanto a las alternativas que ofrecen ya esté basado en tarjeta o en cuenta. Los **Open-Loop**, por su parte, están siempre basados en cuenta y abiertos a la integración de tantos servicios como modos de transporte existan en el lugar de implementación. La Tabla 1 compara las definiciones de estos modelos.

Tabla 1. Comparación entre Sistemas de Ticketing *Closed-Loop* y *Open-Loop* en Transporte Público

	Closed-Loop	Open-Loop
Funcionalidad		
Interoperabilidad	Media y limitada porque se acoge solo a la red de transporte del operador o conjunto de operadores colaboradores del que emitió la tarjeta.	Alta porque implementar sistemas bancarios internacionales, permite integración de todos los operadores. Es útil para turistas y usuarios ocasionales.
Flexibilidad	Limitado a la tarjeta específica emitida por el operador.	Los pasajeros usan métodos de pago globales sin necesidad de adquirir una tarjeta de transporte particular.
Acceso y Usabilidad		
Accesibilidad	Menor, requiere nociones y cierto conocimiento previo e información del sistema. Más apropiado para los locales y complicado.	Mayor y con facilidad de uso para todos los usuarios, locales y visitantes.
Medios de Pago	Tarjeta o billete específico de transporte emitida por el operador (Abono EMT Madrid, Oyster, OV Chipkaart, etc).	Tarjetas bancarias sin contacto o dispositivos móviles con aplicaciones financieras (Wallets, Apple pay, Google pay,etc).
Gestión Financiera		
Gestión de Cobros	Seguro e inmediato, se realiza en el dispositivo validador. Se pierde la oportunidad de recopilar datos asociados al viaje.	Segura y gestionada por un sistema dedicado, mayor disponibilidad de datos. El cobro se realiza al final de cada viaje o tras un período de tiempo establecido (depende de la tarificación).
Costos Operativos	Altos, debido a la necesidad de emitir, distribuir, gestionar y mantener el sistema físico implicado en la generación de las tarjetas y billetes.	Bajos, no requiere emisión ni gestión de títulos de viaje, máquinas de venta, mantenimiento, personal, etc.
Control y Monitoreo		
Control del Operador	Mayor porque gestiona todo el sistema, desde la emisión, recarga y uso de la tarjeta.	Menor porque requiere de infraestructura de terceros (entidades bancarias).
Datos e información	Menores volúmenes de datos, menos estructurados y descriptivos. Alcance limitado de la información.	Mejores fuentes de adquisición y con mayor capacidad, mayor volumen de datos y metadatos con mejor calidad e integridad. Mayor disponibilidad de información en tiempo real.

Como se ha mencionado, un aspecto relevante en la **evolución del ticketing** en el transporte público es la **interoperabilidad**. Por ello los modelos tradicionales de *Closed-Loop* basados en tarjetas empiezan a migrar a sistemas ABT y, en casos más avanzados, a modelos completa o parcialmente *Open-Loop*. Una opción interesante es la alternativa de **integrar las funcionalidades del *Open-Loop* en las infraestructuras ya establecidas de *Closed-Loop***, manteniendo ambos sistemas funcionales de manera eficiente y brindando a los usuarios lo mejor de cada uno. Esta integración no solo proporciona a los pasajeros la libertad de elegir en cada situación de uso, sino que también garantiza que no se discrimine a aquellos usuarios que por distintas razones puedan tener dificultades para utilizar los sistemas avanzados. Lógicamente esta redundancia supone mayores costes de inversión en gestión y tecnología. Esta alternativa también puede considerarse como un paso intermedio parte del proceso de transición hacia *Open-Loop*.

Ticketing Open-Loop

Los modelos *Open-Loop* requieren una integración sólida de infraestructura tecnológica, así como su comunicación permanente en tiempo real. Es esencial para el despliegue que todos los dispositivos físicos cuenten con características acordes con los estándares de su definición, respaldados por un nodo robusto denominado **back-office**, que es la parte de la red que soporta la gestión integral del sistema y dispone de equipos de monitoreo, visualización y control remoto.

Los dispositivos físicos desplegados en la operación principalmente realizan solo la función de validación e inspección de las cuentas, y transmisores que envían la información a la red de software que se encarga de almacenarla y procesarla.

El **back-office** está compuesto por todos los componentes operacionales (software y hardware computacional) y agentes administrativos (manejo humano) que no interactúan directamente con el usuario, si no que reciben la información y la gestionan según corresponda bajo procesos automatizados e inspeccionados por el personal técnico encargado.

La parte operacional es responsable de procesar todos los datos, validaciones y procesos financieros claves de la operación: validación de transacciones, registro de datos, cálculos de tarifas y ejecución de cobros. Debe integrar de manera eficiente las herramientas tecnológicas y los programas necesarios para certificar un funcionamiento ágil y preciso del conjunto, garantizando la integridad y seguridad de los datos tratados. Es fundamental que este sistema ofrezca fiabilidad y alta disponibilidad para posibilitar el trabajo continuo y sin interrupciones de la red. Además, debe ser escalable, adaptable al crecimiento de la operación y flexible para permitir actualizaciones y mejoras constantes. Los técnicos deben estar capacitados para maniobrar y gestionar su correcto funcionamiento.

El **back-office** demanda un potencial computacional superior que incluye la red de comunicaciones, los servidores de procesamiento, las bases de datos, las herramientas de visualización y control remoto, y los protocolos de ciberseguridad. Los principales servicios del **back-office** son: gestión integrada de tarifas, manejo íntegro y seguro de las transacciones financieras, control remoto de los dispositivos, almacenamiento y disponibilidad de datos fidedignos que permiten realizar análisis e informes, gestión y distribución óptima de la información, y habilitan nuevos enlaces directos de comunicación con el usuario.

La Figura 3 muestra todos los componentes que integran el **back-office**:

- **Módulo de gestión de datos:** es la parte que almacena todos los datos implicados, esto es la información de los usuarios, validaciones, transacciones y la propia configuración del sistema.
- **Sistema de ciberseguridad:** son los protocolos de protección de la información, autenticación, integridad y toda la gestión interna, garantiza la confidencialidad y disponibilidad de la operación.

- **Módulo de gestión tarifaria:** realiza el cálculo y control de las validaciones de acuerdo con el sistema de tarificación instaurado.
- **Módulo de gestión financiera:** verifica y valida todos los pagos y la comunicación con las entidades bancarias.
- **Herramientas de monitoreo y control:** dispositivos de visualización y procesamiento que permiten generar análisis, reportes y consulta de los datos.
- **Operadores de administración:** técnicos encargados de gestionar el sistema.

Figura 3. Componentes del back-office



La arquitectura del back-office hace factible vincular a cada usuario con distintas cuentas bancarias o financieras que pueda disponer para realizar los pagos. Esto es posible porque el cálculo de las tarifas y la gestión de las transacciones se ejecuta en esta parte del sistema, cuya capacidad de procesamiento debe poder centralizar y filtrar esta información de manera eficiente. Es una forma de brindar al usuario mayor flexibilidad y libertad a la hora de seleccionar cuenta, suprimiendo la dependencia exclusiva y posibilitando que diversifique sus medios transaccionales.

En conjunto, un sistema que trabaje bajo el modelo Open-Loop debe ofrecer una experiencia de uso fluida y sencilla, compatible con diversos medios de pago, que permita a los usuarios utilizar las opciones que les resulten más favorables, a la vez que garantiza la confidencialidad y seguridad de su información personal y financiera.

Características de los Sistemas Open-Loop

Las características técnicas de los sistemas Open-Loop están ligadas al uso de la tecnología, la gestión del dato y la definición de una arquitectura operacional abierta y transversal en pro de la mejora integral del servicio. Estas pueden resumirse en:

- **Adopción tecnológica:** La tecnología de pagos sin contacto utilizando cuentas bancarias está disponible hace años y los usuarios están ampliamente familiarizados con su uso en otros contextos cotidianos. El Open-Loop permite acoplar estas tecnologías en el transporte público. No requiere desarrollar soluciones desde cero, sino integrar al sistema de transporte una forma de pago conocida y utilizada en otros servicios. Su aplicación en esta área representa una extensión natural de la manera en que las personas ya están acostumbradas a realizar transacciones, y recrea una experiencia más fluida y eficiente al acceder al transporte.
- **Modularidad y escalabilidad:** Permite la absorción de soluciones emergentes para la expansión de su operación a medida que se especializa y se avanza en su implementación, abriendo la posibilidad de integrar otros servicios (por ejemplo, más específicos como transporte bajo demanda o movilidad compartida). En general, Acepta la diversificación de las opciones que se pueden ofrecer y el acceso a estas.
- **Independencia operacional:** Se elimina la dependencia de una tarjeta, ticket o plataforma exclusiva de cada operador de los modos de transporte y se define un estándar abierto común a todos, que fomenta la competencia y evita el riesgo de monopolios dentro del sistema.
- **Estandarización:** Se establecen los requerimientos y lineamientos técnicos base a partir de los cuales desarrollar la operación del sistema. El objetivo principalmente es asegurar la compatibilidad de los recursos implementados.
- **Flexibilidad:** Permiten la especialización del servicio de acuerdo con los requerimientos y demandas del lugar de implementación, en cuanto a lo que respecta a la tarificación y distintos aspectos que pueden variar con el tiempo. La flexibilidad permite que aún dentro del estándar estipulado se puedan realizar cambios que no atenten contra la interoperabilidad del sistema.
- **Compatibilidad y diversificación de opciones de pago:** El sistema acepta diversos medios para realizar el pago y la validación. El usuario puede escoger indistintamente el que mejor se adapte a sus necesidades o con el que está más habituado (tarjetas EMV físicas o digitales, smartphone, smartwatch, etc.).
- **Gestión integral de los datos:** La mayor parte del procesamiento se realiza en el back-office y no in situ, por lo que la recopilación y posterior manejo de los datos es integral y centralizada.

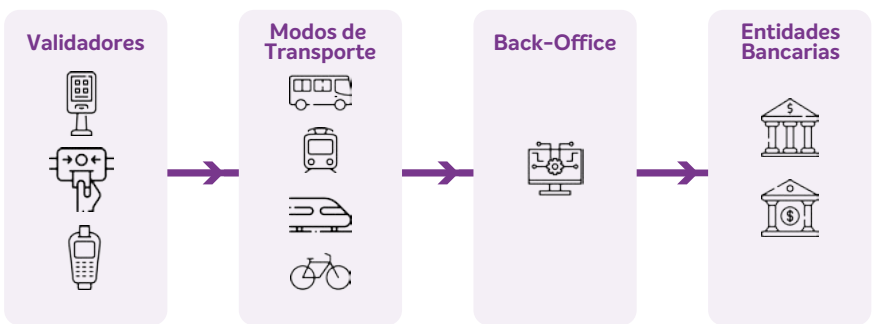
- **Tercerización de responsabilidades:** Los medios de validación, que son los mismos de manejo de los productos financieros (tarjeta física, tarjeta o billetera digital, QR, etc), pasan a ser responsabilidad de las entidades bancarias en cuanto a las herramientas de uso que ofrecen a sus clientes.
- **Facilidad de uso y adaptabilidad:** Para acceder a los servicios solo es necesario un toque *-tap-* en el equipo validador con el medio elegido. Es una experiencia similar a cuando se realiza un pago en cualquier comercio utilizando una tarjeta bancaria física o virtual. Esta simplicidad lo hace más inclusivo con pasajeros que de otra manera podrían sentirse imposibilitados a utilizar el servicio por razones varias como dificultad general de entender el funcionamiento, falta de información y/o de puntos de atención, falta de alternativas de compra, complejidad para realizar los pagos, etc.

Actores implicados en los sistemas Open-Loop

En el modelo Open-Loop cobra un rol central la cuenta de usuario, por lo que, además de los operadores y las autoridades de transporte, las entidades bancarias son un nuevo actor del proceso. Principalmente se identifican dos roles: el banco emisor o *“Issuing Bank”* y el banco adquiriente o procesador de la transferencia o *“Acquiring Bank”*. El banco emisor es al que tiene registro de la cuenta del usuario. El banco procesador es el que se encarga de centralizar las validaciones, realizar el cobro correspondiente y realizar la transacción de pago final a la cuenta del operador de transporte. Es importante mencionar que los proveedores tecnológicos están implícitamente involucrados, pero no forman parte de la operación del sistema.

La Figura 4 es un ejemplo de la arquitectura operacional de un modelo Open-Loop. Indica el rol de los actores y en qué parte específica del proceso interfieren. En el primer nivel, los validadores pueden proceder de distintos proveedores, manejar características técnicas y apariencia distinta, pero todos deben ser compatibles entre sí y aceptar los mismos medios NFC. Los modos de transporte son tantos como se establezca en los acuerdos de integración entre sus operadores. El sistema de back-office es la única parte centralizada, transversal e igual para todos. En el último nivel, los dos roles de la parte financiera pueden ser asumidos por la misma entidad o por distintas que realicen transacciones entre sí.

Figura 4. Ejemplo de arquitectura de un Sistema Open-Loop



Fuente: Elaboración propia basada en OVpay National Tap to Ride in the Netherlands. A Case Study, 2023.

2.3 Modelos de Tarificación

El modelo de tarificación establece las condiciones que determinan el cálculo de las tarifas o cuantías que deben aplicarse a los usuarios según el uso del servicio y variedad de parámetros determinantes como la edad, la zona geográfica y la condición social, etc. Estos modelos se rigen por distintos criterios y de acuerdo con estos, se definen esquemas que se describen a continuación:

- Pagar según lo que se recorre o Pay As You Go

Con este esquema de tarificación se cobra al usuario según lo que utiliza, en lugar de un precio fijo independiente de esta variable. **La tarifa se estipula en función de la distancia recorrida**, es decir, de acuerdo con el punto de inicio y el punto final del trayecto del usuario se realiza el cálculo del cobro correspondiente. Para su implementación se demanda que el pasajero se valide tanto al acceder como al salir del modo en cuestión. Este sistema se describe como de **tarificación justa**, puesto que depende del uso real que se hace del servicio de transporte. Una variante menos frecuente es considerar el tiempo transcurrido entre las validaciones de entrada y salida, en lugar de la distancia.

Pay As You Go resulta especialmente atractivo para **usuarios no recurrentes** que solo utilizan el transporte público de manera puntual o para trayectos cortos, y naturalmente tiene menor acogida entre pasajeros frecuentes y que recorren largas distancias. Aunque esto puede ser una barrera para su aceptación, si se diseñan estrategias adecuadas para los diversos tipos de usuarios, puede lograrse una aceptación generalizada.

El **riesgo de fraude** es otro de los inconvenientes, debido a la dependencia de que el usuario se valide en los puntos reales de llegada, pero esto puede asumirse como un reto tecnológico de implementar las herramientas que combinadas con una gestión controlada y de educación al usuario permitan minimizarlo.

- Tarifas limitadas o Fare Capping

El *Fare Capping* establece un **límite tarifario** en función de un período de tiempo determinado, que puede ser de horas, días, semanas, mensual o más. En este esquema, una vez que el usuario alcanza un número determinado de validaciones o viajes dentro de ese periodo de tiempo, se realiza un corte que corresponde a una tarifa fija y **no se le cobra más hasta la próxima fecha de reinicio del conteo temporal**. Es decir, tras alcanzar el tope, los viajes adicionales son “gratis” hasta que el periodo de tiempo estipulado finaliza.

A diferencia del *Pay As You Go*, con *Fare Capping* no se tiene en cuenta la distancia recorrida u otros parámetros, sino la intensidad del uso del transporte durante el período establecido.

Este modelo **reemplaza** el uso de billetes temporales (como pases diarios o mensuales), puesto que garantiza que el usuario pague siempre la **mejor tarifa posible de acuerdo con el uso que**

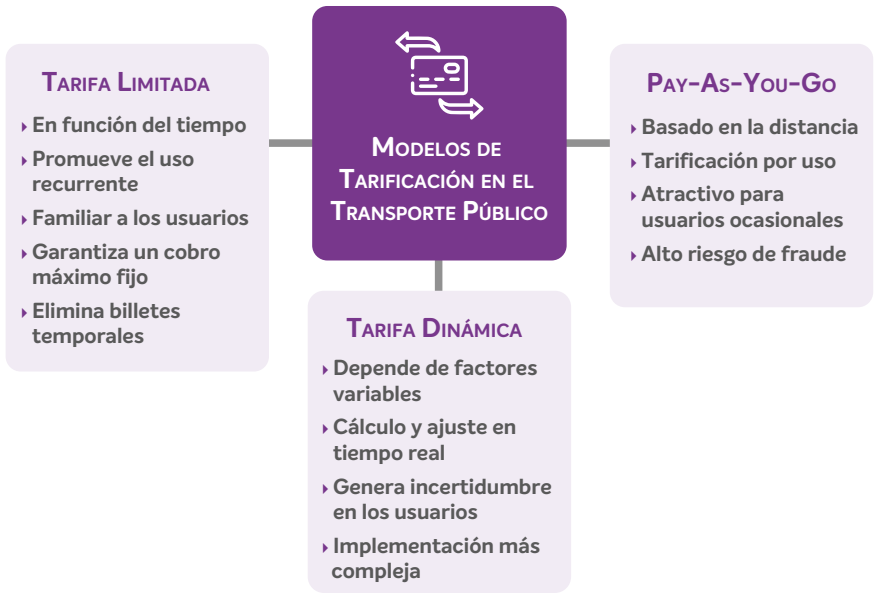
hace del sistema: la máxima cuando supera los topes y menor en el resto de los casos. Esto incentiva el uso recurrente del transporte público y no condiciona al usuario a pagar una tarifa fija en tiempos en los que recurra menos al servicio.

- Tarifa dinámica

La **tarifa dinámica** sigue el principio del *Pay As You Go*, pero dependiendo de **factores variables** como el horario (por ejemplo, horas punta o valle), la demanda del servicio, y condiciones atípicas como eventos masivos o condiciones climatológicas adversas. Aunque este modelo permite ajustar las tarifas a las **condiciones reales** del servicio, puede generar incertidumbre entre los usuarios, puesto que **no tienen posibilidad de conocer de antemano el costo exacto del viaje porque depende de factores que no manejan, lo cual desincentiva el uso del sistema**. Esta es una de las principales desventajas que presenta, junto a que su implementación es más compleja, y requiere de mayor potencia del **back-office, que debe** manejar todas las variables en el cálculo de las tarifas en tiempo real. Por otro lado, no es del todo clara la manera como se definen los pesos mayores o menores que se le da a cada factor en el cálculo de la tarifa porque pueden estar condicionados por el operador más que ajustarse a estándares cuantitativos fijos.

La Figura 5 es un resumen de los aspectos más relevantes que describen cada modelo.

Figura 5. Resumen de los Modelos de Tarificación.



2.4 Modelos de Cobro

El modelo de cobro define la manera en que se realiza en un servicio determinado. Depende de un conjunto de reglas y procedimientos que determinan el cálculo, gestión y la recaudación final de los pagos. En el transporte público, hay varios implementados que en combinación con los de tarificación dan estructura a todo el sistema financiero del servicio. Los modelos más frecuentes se describen a continuación.

- Modelo de Tarifa Conocida o *Known Fare Model*

En este modelo, el usuario conoce el coste del viaje antes de realizarlo, y el operador recibe el pago de cada viaje individual al momento de la validación o “tap”. Es ideal para viajes simples o individuales.

En un sistema ABT, el usuario puede utilizar su tarjeta bancaria o cuenta de viaje directamente como medio de pago. Este modelo tiene un costo transaccional más alto para el operador, puesto que cada validación representa una transacción, y por ende una comisión. En un circuito cerrado basado en tarjeta, la mayor desventaja es el tiempo implicado en preparar el viaje, debido a que generalmente el usuario debe adquirir una tarjeta o billete, y recargarlo anticipadamente. Por el contrario, el beneficio es que el usuario conoce a priori el coste de cada uno de sus trayectos, lo que le permite tener certeza y control de la cuantía de la que debe disponer para realizar el pago.

Es un modelo adecuado para viajeros esporádicos, pero no tan eficiente en términos operacionales para operadores y pasajeros frecuentes debido a los costes transaccionales y al tiempo consumido en acciones previas.

- Modelo Acumulado o *Accumulated Model*

En este caso, el valor final de la tarifa se calcula al concluir el viaje. En lugar de que cada validación sea una transacción, todas se acumulan según un parámetro normalmente temporal y se realiza una única transacción final. Una variante más específica y que funciona con el esquema *Pay As You Go* es que el sistema considere factores como la distancia recorrida, el tiempo de viaje, si se utilizaron diferentes modos de transporte (viaje multimodal) y otras variables para realiza el cálculo unificado de la tarifa y proceder a su cobro. También puede implementarse en combinación con *Fare Capping*, contando el número de validaciones y realizando un único cobro una vez se alcance un límite establecido.

En este modelo el medio de viaje se utiliza inicialmente como una credencial para identificar al usuario y verificar la forma de pago, pero solo al final se procesa una única transacción, con lo que se simplifica el proceso de cobro. Esto reduce los costos transaccionales para el operador, puesto que independientemente de la cantidad de validaciones realizadas, el número de transacciones por usuario es limitado.

Es ideal para viajeros frecuentes y usuarios que se benefician de tarifas flexibles o productos mixtos, como abonos multiviaje.

- Modelo de Compra Anticipada o Pre-Purchase Model

Este modelo es el implementado tradicionalmente en el sistema de transporte. El usuario adquiere un título o cuenta de viaje pagando previamente una tarifa fija antes de utilizar el servicio, con lo cual no se realiza más que una transacción y el título se utiliza sólo como validador. El usuario debe asegurarse que su título esté en vigencia o cuente con el saldo necesario antes de viajar.

La compra anticipada es particularmente útil para promover suscripciones o adquisición de abonos temporales (mensuales, semanales), donde los usuarios disfrutan de tarifas fijas sin importar cuántos viajes realicen. Esto simplifica la administración del sistema, puesto que no es necesario gestionar transacciones durante el periodo de validez del título adquirido. Entre los inconvenientes está que es un esquema menos conveniente para visitantes; por ejemplo, pueden adquirir un abono turístico para 10 viajes porque es más económico que la alternativa de pagar un billete por cada viaje individual, pero puede que no utilice todos, lo que genera la sensación de “pérdida” de recursos y poca flexibilidad del sistema.

En la Figura 6 se comparan los tres modelos desde un triple punto de vista: Eficiencia Operacional (¿transacciones eficientes y poco tiempo de preparación?), Conveniencia (¿es ajustable a las necesidades de cada usuario?) y Flexibilidad (¿el usuario no tiene que comprar un billete o seleccionar una tarifa?).

Figura 6. Comparativa de los modelos de cobro

	Eficiencia	Conveniencia	Flexibilidad
Tarifa conocida			✓
Acumulado	✓	✓	
Compra anticipada	✓		

2.5 Sistemas de Validación

En el transporte público, los sistemas de validación son un conjunto de herramientas y procesos que combinan software y hardware que permiten registrar a cada usuario que hace uso del servicio. Dependiendo del modelo de cobro y tarificación que se implemente, el sistema de validación cumple distintas funciones:

- Validar únicamente el acceso a un medio y realizar o no el respectivo cobro.
- Validar el acceso y egreso de un medio, realizando o no una transacción financiera.
- Validar que el pasajero tiene derecho a utilizar el servicio, es decir, utiliza un título o cuenta de viaje vigente o con el saldo necesario y en caso negativo, negar el acceso.

En general, estos sistemas pueden implementarse utilizando distintas tecnologías, la Tabla 3 resume las tendencias más actuales.

Tabla 3. Comparación de tecnologías de validación de ticketing: Funcionamiento, Ventajas y Desventajas

Tecnología	Funcionamiento	Ventajas	Desventajas
Be In / Be Out (BiBo)	Utiliza herramientas que detectan automáticamente al usuario al entrar y/o salir, sin interacción física. Funciona por tokens y redes.	1. Comodidad total para los usuarios (manos libres). 2. Eficiencia operativa. 3. Automatización completa del proceso. 4. Mayor volumen de datos.	1. Dependencia de una infraestructura tecnológica avanzada. 2. Posibles errores en la detección del usuario en entornos densos. 3. Complejidad técnica y operacional.
Check-In / Check-Out (CiCo)	Requiere que los usuarios validen físicamente su título al entrar y salir del vehículo. Puede ser por una tarjeta física o digital a través dispositivo móvil.	1. Control preciso y completo del viaje. 2. Fácil de implementar. 3. Familiar para los usuarios. 4. Mayor volumen de datos.	1. Interacción obligatoria (el usuario debe validar al entrar y salir). 2. Congestión en la validación durante horas punta.
CiBo ó BiBo Asistido	Combinación de CiCo y BiBo: el usuario valida físicamente al entrar, pero la salida se detecta automáticamente.	1. Menos interacción física (solo validar entrada). 2. Optimiza el tiempo de salida.	1. Posibles fallos al registrar la salida. 2. Mayor complejidad técnica.
Tap and Ride (Ci)	El usuario solo valida físicamente al inicio del viaje, sin necesidad de validar al salir.	1. Simplicidad (una sola validación). 2. Menor congestión en la salida.	1. Falta de flexibilidad. 2. Riesgo de fraude por no validar la salida.

La tecnología Tap and Ride (Ci) es la más desplegada en los sistemas actuales que funcionan con tarifas fijas.

2.6 Medios de Validación

Los medios de validación son las herramientas físicas o digitales de las que dispone el usuario para validar su uso de un servicio. El sistema de transporte público está evolucionando hacia aquellos que implementan Comunicación de Campo Cercano o *Near Field Communication* (NFC), pero aún persiste el uso tradicional de billetes impresos. NFC es una tecnología inalámbrica que permite la comunicación de corto alcance y sin contacto entre dispositivos, en este caso entre el equipo validador y el medio implementado, agilizando las validaciones. La Tabla 4 sintetiza los medios de validación disponibles.

Tabla 4. Comparación de medios validación en sistemas de ticketing

Medio	Descripción	Ventajas	Desventajas
Tarjetas de banda y sin contacto o “Contactless”	Tarjetas físicas que implementan o no tecnología NFC. Ejemplos: Tarjeta de transporte de Madrid, Mifare, Calypso, Oyster (Londres), Navigo (París).	1. Facilidad de uso. 2. Seguridad avanzada (encriptación). 3. Operación aislada sin conexión.	1. Requiere infraestructura específica. 2. Costos de fabricación y personalización. 3. Gestión de adquisición. 4. Uso dedicado.
Dispositivos Móviles (Smartphones y smartwatches)	Códigos, tarjetas y billeteras virtuales, funcionan con NFC. Ejemplos: Apple Pay, Google Pay, App de EMT Madrid.	1. Elimina la necesidad de tarjetas físicas. 2. Facilidad de adquisición y uso. 3. Familiar a la mayoría de usuarios. 4. Servicios adicionales como rutas y horarios en tiempo real.	1. Acceso limitado a usuarios de rangos de edad y condiciones específicas. 2. Dependencia de la tecnología.
Códigos QR / Códigos de Barras en billetes impresos	Códigos impresos en papel tipo facturas. Ejemplos: Renfe (España), SNCF (Francia).	1. Bajo coste de implementación. 2. Fácil de utilizar para todos los usuarios.	1. Menor seguridad. 2. Dependencia de la calidad del escaneo (iluminación, pantalla). 3. Por lo general de un único uso, mayor generación de residuos. 4. Puede dar imagen de obsolescencia del sistema.



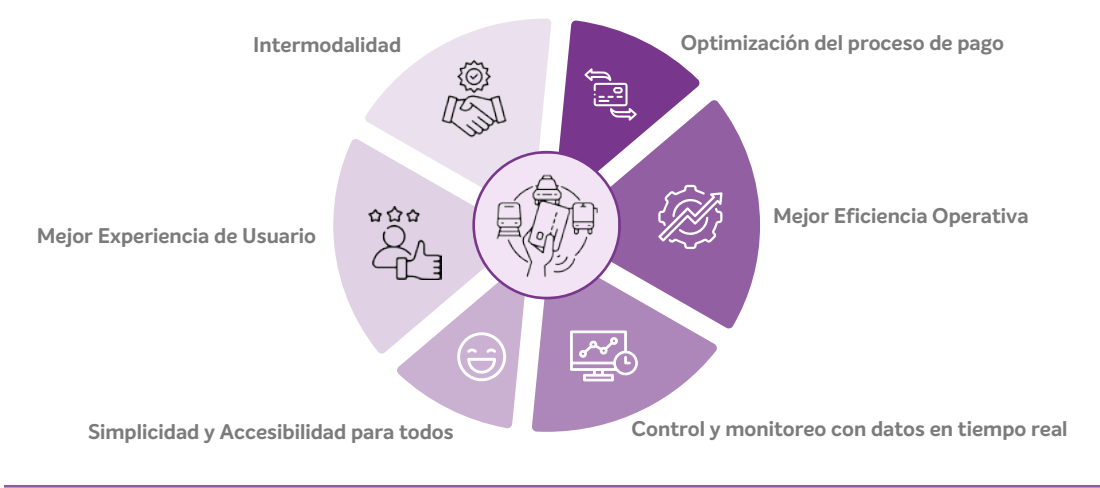
03

**Beneficios de
los sistemas de
ticketing integrado**

El **ticketing integrado** en el sistema de transporte público es una filosofía de gestión de datos y pagos, que permite una operación integral de los modos de transporte, simplificando el acceso al servicio y ofreciendo una experiencia de viaje homogénea e integrada. Dota a los pasajeros de la capacidad de **desplazarse de forma informada y sin interrupciones enlazando diversos modos** utilizando un único método de pago y validación. Es decir, ser viajeros multimodales que disponen de información general y en tiempo real sobre su recorrido completo, sin que esta esté desagregada por etapas (Camós et al., 2020). Su implementación tiene un impacto positivo en la calidad de la operación porque optimiza procesos y, en consecuencia, mejora la satisfacción del usuario. La idea es lograr que la experiencia de los usuarios esté enmarcada por la percepción de un servicio más conveniente, accesible, y adaptable a sus necesidades, para fidelizar a los actuales y atraer a nuevos usuarios, que sitúen el transporte público como la principal opción de movilidad en las ciudades y periferias urbanas, y también en los servicios interurbanos.

La **interoperabilidad, la eficiencia operativa que incluye el aprovechamiento del dato y la mejora en la experiencia de usuario** son los principales beneficios de estas implementaciones, además de otras ventajas claves que destaca la Figura 7.

Figura 7. Beneficios de los Sistemas de Ticketing Integrado.



3.1 Interoperabilidad del sistema

La interoperabilidad es uno pilares para hacer que los sistemas de transporte público sean atractivos y competitivos. En lo que respecta al ticketing, la integración técnica y operativa de los distintos modos implica coordinación y cohesión entre las herramientas tecnológicas y los marcos tarifarios y de cobro que se utilizan. Unificar la tarificación y el pago bajo un mismo modelo significa poder utilizar la misma tarjeta, cuenta o aplicación para acceder a las diferentes redes de transporte integradas en el sistema sean de ámbito urbano, interurbano, nacional e incluso internacional.

La principal apuesta del modelo Open-Loop es capitalizar las ventajas del principio de compatibilidad internacional de las redes bancarias. Este habilita utilizar las tarjetas bancarias para realizar transacciones en cualquier lugar del mundo, independientemente del país en el que fueron emitidas; por tanto, los usuarios pueden utilizarlas sin importar su ubicación o la entidad financiera de origen. Esta conectividad mundial facilita el acceso sin barreras a los servicios financieros y de pago. La idea es lograr que el **transporte público sea uno de esos servicios, accesible para todos los ciudadanos, tanto locales como extranjeros, haciendo uso de su cuenta bancaria a través de una tarjeta o dispositivo habilitado para pago sin contacto en cualquier ciudad**, como lo hace en para la compra de otros bienes y servicios. Esta integración simplificaría el acceso a los servicios de movilidad en ciudades y países de todo el mundo. Al tiempo se fomentaría el uso del transporte público tanto para residentes como para visitantes, logrando una experiencia coherente para todos, contribuyendo a la visión de la movilidad en medios colectivos como un servicio global, accesible, inclusivo y conectado para las distintas regiones y contextos sociales.

En particular, la comunicación entre redes interurbanas y urbanas es especialmente importante, debido a su utilidad para los ciudadanos que viven en las áreas metropolitanas y/o viajan por motivos obligados (estudio, trabajo, salud, etc.) frecuentemente entre diferentes localidades. Este nivel de integración mejora significativamente su experiencia al eliminar barreras, disponer de nuevas alternativas y facilitar el trayecto. También tiene importancia, para viajeros ocasionales, en particular extranjeros, pues permite superar diferencias idiomáticas, al utilizar procedimientos basados en tarjetas de debito o crédito con los que todo viajero está familiarizado.

3.2 Eficiencia operativa y explotación de los datos

La eficiencia operativa implica la optimización de recursos y la reducción de costes en la operación a través de la gestión adecuada del sistema. Esto implica la planificación óptima de las rutas, la reducción de los tiempos de viaje, la adecuación de la capacidad de los vehículos para responder eficientemente a la demanda y la administración eficaz de los recursos, para lo que es primordial el análisis de los datos.

Los modelos Open-Loop son más robustos y tienen mejores cualidades técnicas. Con la aplicación de nuevas tecnologías, aportan mayor confiabilidad y seguridad a la operación. En lugar de depender de personal para tareas como venta y validación, los sistemas automatizados registran de forma precisa el número de usuarios y la información asociada en tiempo real, generando mayor volumen de datos de más calidad. Datos que habilitan a los operadores de transporte la capacidad de monitorear el flujo de pasajeros en tiempo real, y en base a esto tomar decisiones informadas sobre el despliegue de sus flotas. Adaptándose a las fluctuaciones reales en la demanda durante las horas punta y los periodos de menor afluencia. Asimismo, permiten realizar análisis descriptivos y predictivos de los patrones de movilidad de la población, útiles para la

planificación informada de rutas, reducción de tiempos de viaje, y anticipar eventos singulares que exijan más del servicio. El resultado es una red de transporte más dinámica y flexible, que responde mejor a las necesidades de los usuarios y a los cambios en su contexto.

En cuanto al funcionamiento *in situ* del sistema, unificar el método de pago, además de facilitar la transferencia entre modos, mejora la velocidad de la operación de validación en los vehículos y/o estaciones, al tiempo que reduce considerablemente los costes administrativos y operacionales asociados con los dispositivos implicados y el personal a cargo. La causa es que se elimina la necesidad de vender billetes físicos, lo que no solo ahorra tiempo, sino también costes en compra y mantenimiento de los equipos destinados a ese fin y su mantenimiento. Además, la digitalización provee mayor control de la operación, minimiza los errores humanos y mejora la precisión en la validación de los pagos reduciendo el fraude y logrando que la gestión sea más transparente. Con esto, se favorece el ahorro en algunos procedimientos y se posibilita la redistribución de estos recursos a otras áreas relevantes como la atención al cliente y sistemas de información.

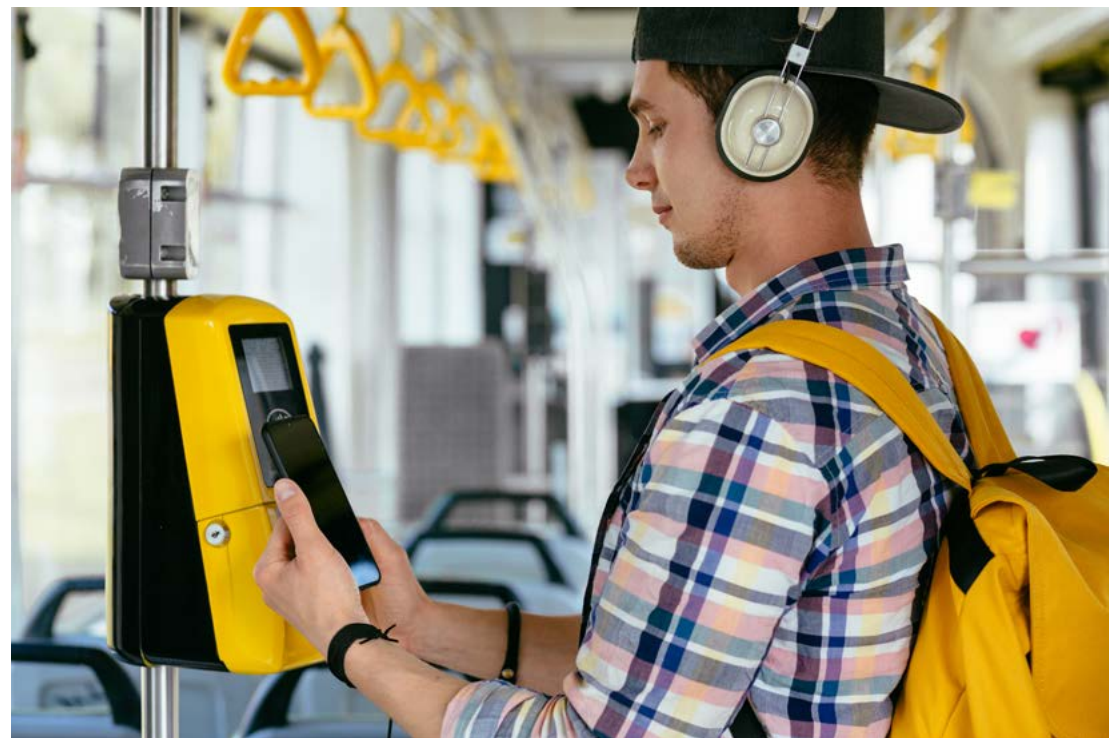
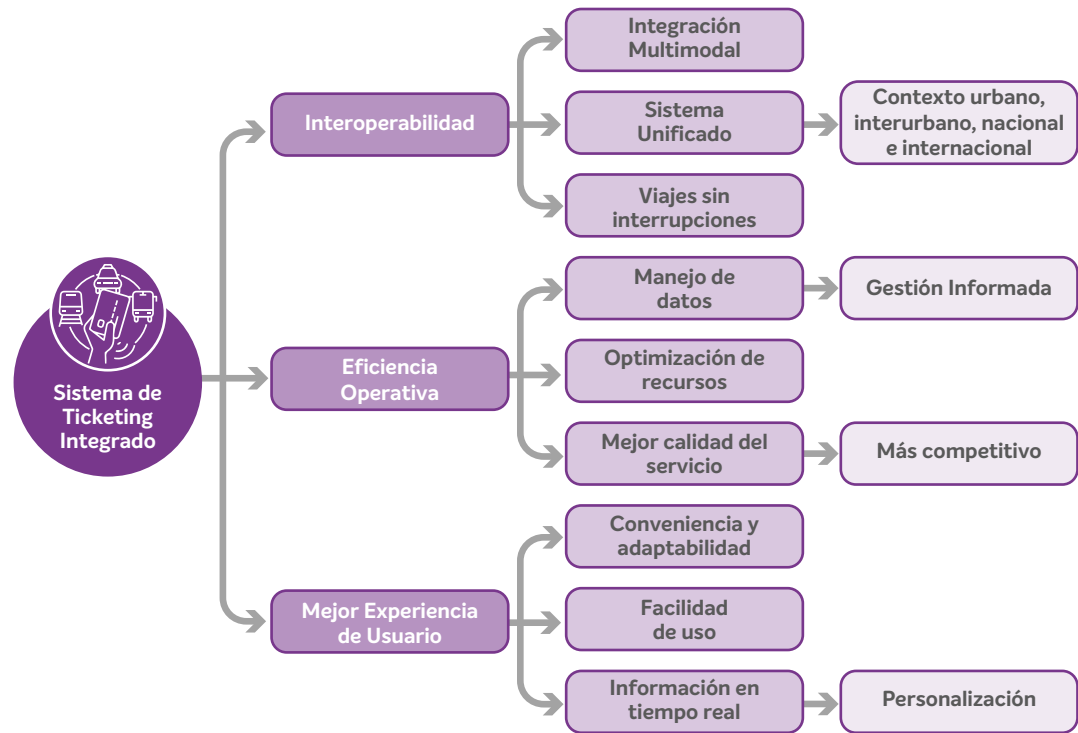
3.3 Mejora de la experiencia de usuario

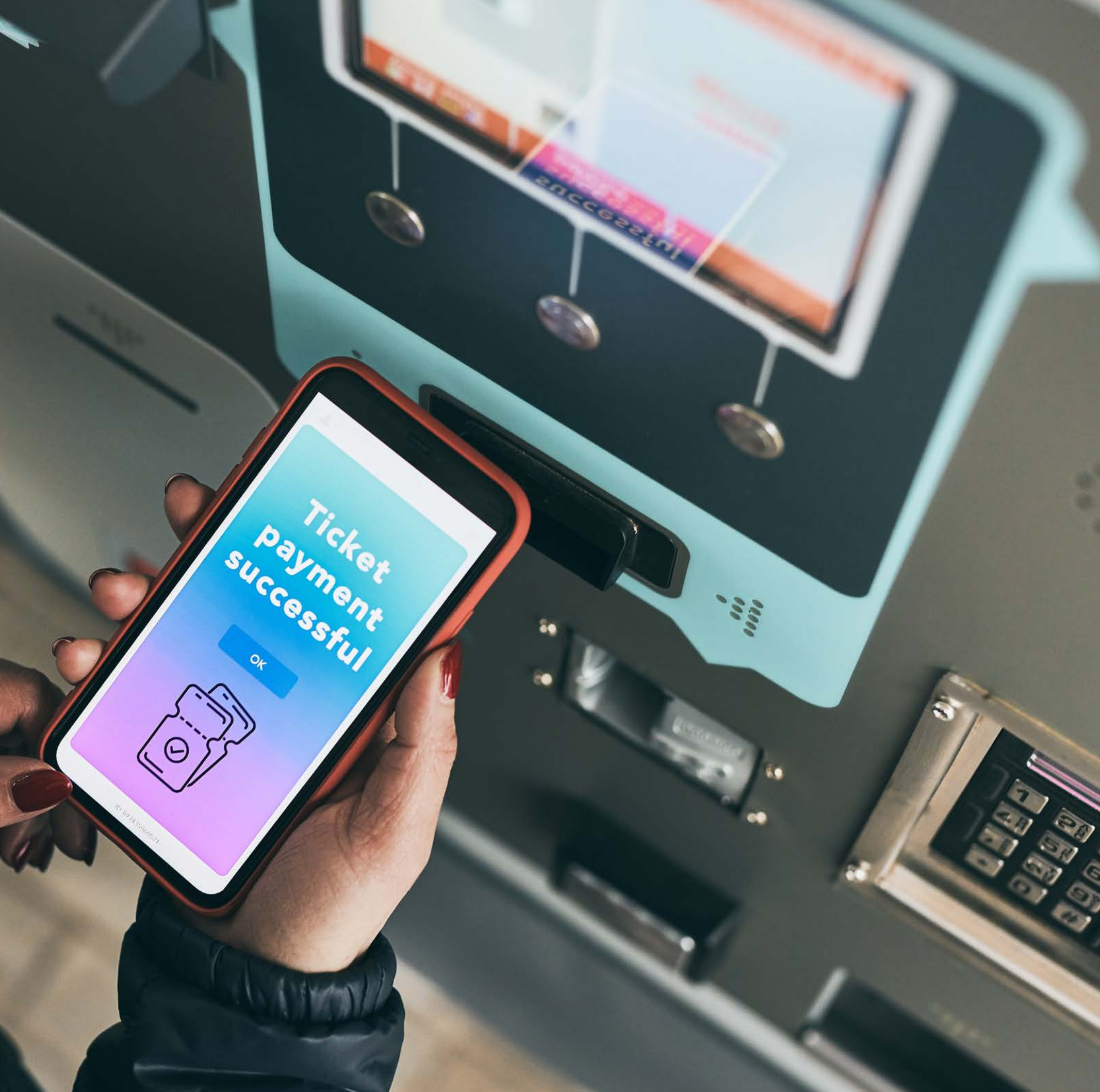
Con un sistema de ticketing integrado, los usuarios no necesitan adquirir múltiples billetes, ni billetes físicos o títulos de viaje específicos (que implican una gestión previa al viaje), ni interactuar con diferentes plataformas. Con ello se elimina el estrés asociado a la compra, especialmente en puntos donde los quioscos de venta o máquinas están congestionados, limitados o poco señalizados. Los usuarios pueden comenzar su viaje en bicicleta pública, por ejemplo, continuarlo en autobús y finalizarlo en el metro, todo con el mismo método de pago y validación. Esta simplicidad facilita la movilidad, incluso para aquellos que no están familiarizados con el sistema, debido a que pueden acceder al transporte de forma natural sin necesitar una experiencia previa de las particularidades de su funcionamiento, o la tipología de billetes. Además, estos sistemas de pago que implementan la tecnología NFC, ya integrada en dispositivos móviles, permiten utilizar directamente aplicaciones como Apple Pay o Google Pay, familiares para gran parte de los usuarios.

Centralizar los datos de movilidad de los usuarios, sumado al uso de estas tecnologías facilita al operador el desarrollo de aplicaciones móviles que posibilitan ofrecer información del servicio en tiempo real. También facilita poder personalizar la experiencia de cada grupo de usuarios, con planificación completa del viaje, incluyendo recomendaciones sobre rutas alternativas, alertas sobre retrasos y ofreciendo descuentos o incentivos automáticos basados en sus patrones de movilidad y/o factores semejantes. Esta personalización hace que el transporte público sea más atractivo, conveniente, confiable y esté mejor alineado con las necesidades individuales de los usuarios.

La Figura 8 resalta los principales aspectos de cada ítem desarrollado en esta sección.

Figura 8. Aspectos específicos de los principales beneficios de los Sistemas de Ticketing Integrado.





04

**Experiencias
de Sistemas de
Ticketing Abierto**

Existen numerosas experiencias internacionales principalmente en Europa, Asia, América del Norte y del Sur, en las que están en funcionamiento los sistemas de ticketing abierto en el transporte público. Cada uno con enfoques, alcances, limitaciones y tecnologías adaptadas a sus necesidades locales. En general, a medida que avanzan en su despliegue y evolución, son experiencias que demuestran el impacto positivo en la interoperabilidad del sistema, la accesibilidad para los usuarios y en conjunto, la mejora de la red y el servicio ofertado. La Figura 9 menciona algunas de estas experiencias.

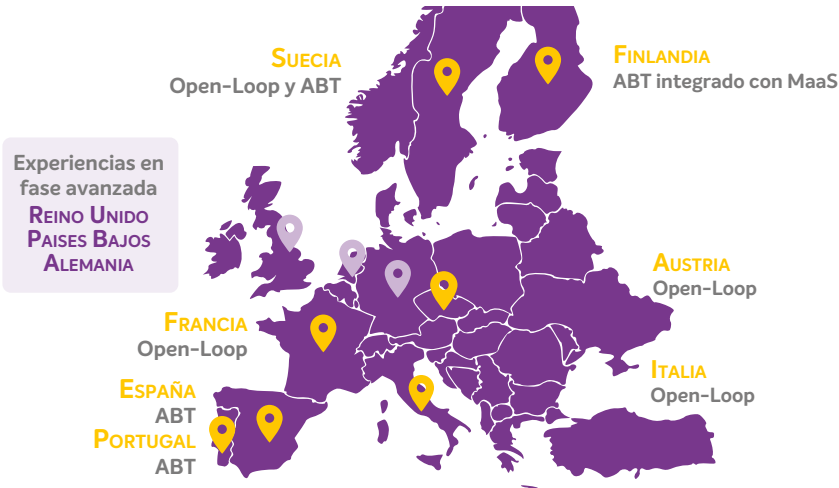
Figura 9. Experiencias de Sistemas de Ticketing a nivel mundial.



4.1 Experiencias en Europa (no incluye España)

En la Figura 10 se localizan las experiencias de estos modelos en Europa.

Figura 10. Mapa de experiencias de Sistemas de Ticketing Abierto en Europa.



Fuente: Elaboración propia.

Francia

En ciudades como París, Rennes Métropole, Burdeos, Lyon, Lille y Estrasburgo, se ha implantado la tarjeta **Citizen Multi-Services Application card (ADCET)**. Esta tarjeta no solo facilita el acceso al transporte público, sino que también integra otros servicios cívicos y de ocio. Los usuarios pueden utilizarla para acceder a estos, que incluyen bibliotecas y piscinas municipales e incluso para obtener descuentos en eventos culturales.

En Rennes, la tarjeta ADCET se ha integrado con plataformas de Movilidad como Servicio (MaaS) permitiendo combinar diferentes modos de transporte como bicicletas compartidas, trenes regionales y automóviles eléctricos en alquiler. Es similar al sistema Navigo, disponible en la región de Île-de-France en París, que ofrece acceso multimodal al transporte público (metro, autobús, tranvía y bicicletas compartidas) y se centra en la movilidad regional. Ambos sistemas implementan modelos de integración de servicios urbanos mediante tecnología NFC y pagos móviles. (UITP, 2022) Navigo ofrece además la posibilidad de utilizar un ticket digital que se descarga en su aplicación. Aunque no es un sistema Open-Loop, incorpora avances direccionados hacia este sistema.



Validación en Sistema Navigo en París.

Fuente: Île-de-France Mobilités, 2024. Disponible en: <https://www.iledefrance-mobilites.fr/es>

Austria



Sistema ABT, con Wiener Linien Card en Viena.

Fuente: Wiener Linien Vienna, 2024. <https://www.wienerlinien.at/jahreskarte>

En Viena se han implementado soluciones avanzadas de ticketing con sistema ABT promoviendo el uso de dispositivos móviles para acceso a las aplicaciones que permiten a los pasajeros gestionar sus viajes, comprar billetes, verificar horarios y acceder a información actualizada en tiempo real.

La **Wiener Linien Card** utiliza el sistema ABT, e implementa la tarificación del tipo Pay-As-You-Go. Los usuarios cargan sus cuentas y pagan solo por los tramos recorridos. Ha demostrado ser la ideal para residentes y visitantes. Además, ofrece la opción de suscripciones anuales con tarifa fija, una alternativa interesante para usuarios frecuentes.



Italia

La ATM de Milán ha implementado un sistema de pago Open-Loop que permite a los usuarios acceder al transporte público utilizando directamente tarjetas bancarias, físicas o digitales, con tecnología contactless, o a través de un billete denominado **RicaricaMi**, que puede ser físico o electrónico, con la opción de instalarlo en dispositivos móviles para la validación. El sistema calcula automáticamente las tarifas al final del día, según los viajes realizados, aplicando un fare-capping. Con ello se asegura el mejor precio para el usuario. Este avance ha simplificado significativamente el proceso para los viajeros, especialmente turistas, y además ha reducido los costes operativos de la ATM al minimizar la infraestructura tradicional de venta de billetes. El sistema está respaldado por validadores EMV certificados y con robustos protocolos de seguridad. Representa un ejemplo exitoso de implementación de modelos Open-Loop.

Validación en el Sistema de la ATM Milán.

Fuente: ATM Milan, 2024. https://www.atm.it/it/ViaggiaConNoi/pagamenti_servizi_digitali/Pagine/Ricaricami.aspx



Finlandia



La aplicación móvil HSL en Finlandia.

Fuente: HSL-HRT, 2024. <https://www.hsl.fi/en>

Helsinki se ha consolidado como pionera en la adopción de sistemas ABT con MaaS. Los pasajeros pueden utilizar tarjetas contactless, como la **tarjeta HSL** o su aplicación móvil, para realizar sus viajes, accediendo fácilmente a múltiples opciones de transporte, debido a que integra medios colectivos como autobuses, tranvías y metro, y compartidos como bicicletas y scooters. La HSL ofrece tarifas personalizadas que se ajustan al perfil y hábitos de viaje de cada usuario, favoreciendo la personalización del sistema a través de la gestión óptima y el análisis de los datos de los usuarios. Una estrategia interesante ya implementada es que se ofrecen descuentos y precios especiales en los viajes, por ejemplo, 10 por el precio 8, con lo cual incentivan el uso del sistema (S. Heikkilä, 2014).

Suecia

En **Estocolmo**, el sistema de transporte público es ABT con integración Open-Loop, que acepta, como medios de validación, tarjetas bancarias contactless o dispositivos móviles. Ha impulsado la intermodalidad, manteniendo tarifas fijas y un estándar común para todos los modos. De igual manera oferta una tarjeta específica para residentes, la "SL Access Card" que garantiza una serie de beneficios para los usuarios frecuentes. Esto puede considerarse como un ejemplo de la integración de modelos Closed-Loop con tarjetas específicas del operador y la apertura con Open-Loop, abriendo a los usuarios la posibilidad de elegir según su conveniencia y garantizando la accesibilidad a todos.



El sistema de ticketing en Estocolmo.

Fuente: Transport Ticketing Global, 2021. <https://www.transport-ticketing.com/TT-content-hub/contactless-transit-payments-launched-across-stockholm>

Rusia



El sistema de ticketing en Moscú.

Fuentes: Tour Moscú, 2020. <https://tourmoscu.com/la-tarjeta-troika-una-alternativa-para-movert-en-moscu/>
Troika Business, 2024. <https://troika.invoicebox.ru/es>

Los pasajeros del transporte público de Moscú, conocido como "Mosmetro", pueden utilizar tanto la tarjeta de transporte local, llamada "Troika", como tarjetas bancarias y dispositivos móviles compatibles. Es otro ejemplo de combinación de los modelos Closed-Loop y Open-Loop.

Moscú ha innovado además al incorporar tecnología de reconocimiento facial con el servicio "Face Pay", que permite a los pasajeros realizar pagos simplemente escaneando su rostro en los puntos de acceso. Esto hace que sea una de las primeras ciudades en aplicar reconocimiento facial en el transporte público, reduciendo **aún más los tiempos de espera y ofreciendo un método de pago completamente sin contacto** y sin herramientas intermedias, posicionándose como una tecnología ideal para un entorno urbano de alta demanda.

Portugal

Portugal está promoviendo la expansión a nivel nacional del **1bilhete**, es una tarjeta o ticket digital que se puede utilizar a través de una plataforma móvil que permite acceder al servicio de distintos modos de transporte de norte a sur del país. El objetivo es lograr integrar servicios locales, urbanos, suburbanos, municipales, interurbanos e interregionales de transporte por ferrocarril, carretera y vías navegables interiores.

La plataforma, no solo introduce un nuevo sistema de emisión de billetes si no que permite adquirir billetes intermodales que habilitan la interoperabilidad entre los sistemas existentes. Permite la compra directa del billete realizando el pago con tarjeta bancaria, eliminando la necesidad de realizar la compra in situ y de un abono físico. Este sistema además de integrar la validación, busca estandarizar los sistemas tarifarios de los operadores de transporte portugueses siempre con la misión de que el cobro sea el más favorable y atractivo para el usuario. Actualmente 16 de las 24 provincias del

país se han acogido al sistema y encuentran en proceso de integrar a los 8 restantes. (J. Teixeira, 2024)

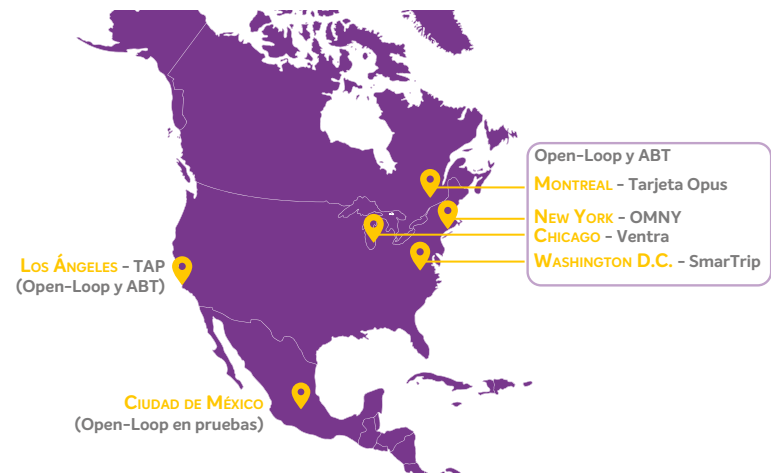
Lisboa y Oporto, ciudades importantes en términos de movilidad tanto de locales como de visitantes al concentrar la mayor atención turística, y como representantes del país a nivel internacional, fueron las primeras en participar de la iniciativa y empezar con la implementación del **1bilhete** en el año 2023. Estas ciudades junto a las provincias que han instaurado el 1bilhete son ejemplo de la mejora que ha supuesto en la experiencia de los usuarios el acceder al sistema del transporte público del país a través de este modelo.



4.2 Experiencias en América del Norte

En la Figura 11 se localizan las experiencias de estos modelos en América del Norte, mayoritariamente localizadas en Estados Unidos.

Figura 11. Mapa de experiencias de Sistemas de Ticketing Abierto en América del Norte.



Estados Unidos - Nueva York

En **Nueva York** el sistema de pago OMNY (*One Metro New York*), lanzado en 2019, permite a los pasajeros acceder al metro y a la red de autobuses usando tarjetas bancarias contactless, y dispositivos móviles sin necesidad de una tarjeta específica de transporte. Este sistema Open-Loop calcula automáticamente las tarifas al finalizar el viaje, eliminando la necesidad de recargas manuales.

La implementación de OMNY se ha desarrollado en fases, reemplazando gradualmente la tradicional *MetroCard*, lo cual ha permitido una transición fluida hacia el uso de esta tecnología en todos los modos de transporte de la ciudad. Además de mejorar la eficiencia del sistema de transporte, OMNY proporciona opciones de pago flexibles que benefician a todos y se alinea con los esfuerzos para modernizar su infraestructura de transporte público y promover una movilidad más accesible y adecuada (Joel Anders, 2019).



El sistema de ticketing en Nueva York
Fuente: The MTA, 2024. <https://new.mta.info/fares/omny>

Estados Unidos - Chicago



Figura 20. El sistema de ticketing en Chicago
Fuente: CTA Chicago Transit Authority, 2024. <https://www.transitchicago.com/howto/pay-for-your-fare/>

En **Chicago** el sistema de pago *Ventra* funciona desde 2023, fue pionero en el país al implementar tecnología Open-Loop y ABT. Este sistema permite a los usuarios pagar sus viajes en metro y autobús con tarjetas bancarias contactless y dispositivos móviles. Además, dispone de la *Ventra Card* como opción para aquellos usuarios que prefieren un abono específico del operador, permitiéndoles almacenar billetes y realizar recargas en la tarjeta. De igual manera, el sistema ofrece la posibilidad de comprar pases mensuales, semanales o diarios beneficiando a todos los usuarios, independientemente del medio de pago que utilicen.

Estados Unidos - Washington D.C.

El sistema de transporte público de **Washington D.C.** está migrando hacia un modelo Open-Loop a través de su red *SmarTrip*. Este sistema está evolucionando hacia un modelo de ABT en el que el cálculo de tarifas se realiza automáticamente al finalizar el viaje, eliminando la necesidad de realizar pagos o recargas previas. La *SmarTrip Card* está disponible como opción para quienes prefieren una tarjeta propia del operador. Con esta transición tecnológica, Washington D.C. busca modernizar su red de transporte público, optimizar la experiencia del usuario y ofrecer opciones de pago más accesibles y flexibles, tanto para residentes como para visitantes, mejorando la eficiencia general (Joel Anders, 2019).



El sistema de ticketing en Washington

Fuentes: T44 Washington DC, 2022. <https://www.telemundowashingtondc.com/noticias/local/residentes-dc-podrian-tener-tarjetas-smartrip-con-100-mensuales-para-transporte-publico/2153020/>

Washington Metropolitan Area Transit Authority, 2024. <https://www.wmata.com/fares/smartrip/>

Estados Unidos - Los Ángeles



El sistema de ticketing en Los Ángeles

Fuente: TAP, 2024. https://www.taptogo.net/articles/en_US/Website_content/TAP-App

Los Ángeles está en proceso de migrar su sistema de transporte a un modelo Open Loop a través de la TAP (Transit Access Pass). Esta transición permite a los usuarios realizar pagos utilizando tarjetas bancarias contactless y dispositivos móviles, facilitando el acceso a una variedad de modos de transporte, incluyendo autobuses, metro, trenes ligeros y bicicletas. El sistema TAP ofrece la carga de saldo a través de una aplicación móvil, lo que simplifica el proceso de compra de billetes y permite a los pasajeros gestionar su saldo de manera conveniente. Con TAP se pueden ofrecer bonificaciones y beneficios a los usuarios recurrentes, como viajes gratis según el uso que hagan del sistema (Joel Anders, 2019).

Canadá - Montreal

Montreal utiliza para el transporte público la tarjeta contactless “OPUS” que permite a los usuarios almacenar múltiples títulos de transporte y utilizarlos en diversos modos en toda la región metropolitana. OPUS fue diseñada para facilitar la movilidad intermodal y ofrece la flexibilidad de recargar distintos abonos y billetes, adaptándose a las necesidades de viajeros frecuentes y ocasionales. OPUS es de uso exclusivo en Montreal y sus alrededores. La implementación de OPUS ha mejorado significativamente la eficiencia del transporte público, promoviendo una experiencia de viaje sin rupturas y fomentando el uso del transporte público. Además, la tarjeta es compatible con descuentos para estudiantes, personas mayores y otras categorías especiales, esto la convierte en un elemento clave en los esfuerzos de

la ciudad por ofrecer un sistema de transporte más accesible e inclusivo. Aunque no es un sistema ABT, es un ejemplo de las mejoras y optimización de la operación que pueden lograrse con la integración de los servicios.



El sistema de ticketing en Montreal

Fuentes: Ledevor, 2024. <https://www.ledevor.com/societe/transports-urbanisme/810616/il-est-maintenant-possible-recharger-carte-opus-cellulaire>

STM Société de transport de Montréal, 2024. <https://www.stm.info/en/info/fares/opus-cards-and-other-fare-media/opus-card>

México

Ciudad de México está llevando a cabo pruebas piloto con un sistema Open-Loop en su red de transporte público, habilitando los pagos con tarjetas bancarias contactless, así como con una tarjeta de movilidad integrada. Esta iniciativa tiene como objetivo modernizar la infraestructura de gestión del transporte y mejorar la accesibilidad, eliminando la necesidad de tarjetas específicas de los operadores. A través de un proceso de transición pausado que permita la adopción al nuevo sistema de manera eficiente a largo plazo. Esta implementación se ha considerado como una estrategia para promover la movilidad más sostenible y reducir la congestión en la metrópoli (Camós et al., 2020).



El sistema de ticketing en Ciudad de México

Fuente: Gobierno del Estado de México, 2024. <https://smmp.edomex.gob.mx/noticia/pago-electronico-transporte-publico-valle-toluca-arranca-prueba-piloto>

4.3 Experiencias en América del Sur

En la Figura 12 se localizan tres experiencias relevantes de sistemas de ticketing integrado en América del Sur. Se encuentran en una fase exploratoria desarrollando pruebas piloto en entornos controlados. Debido a su contexto, son sistemas de transporte que tienen como prioridades las infraestructuras y la calidad de flotas, como premisa antes de avanzar con implementaciones más complejas y específicas. Sin embargo, que se consideren en estas etapas de desarrollo es ventajoso porque permite plantear el avance preparando al sistema para su integración a corto plazo, sin requerir un cambio de toda la estructura implementada.

Figura 12. Mapa de experiencias de Sistemas de Ticketing Abierto en América del Sur.



Brasil – São Paulo

En 2018, la empresa VISA de São Paulo comenzó la implementación de un sistema que permite el pago con tarjetas con chip en algunas rutas de autobuses de la red SPTrans, aceptando tarjetas de crédito y débito de tipo contactless. Este despliegue fue uno de los primeros pasos en el continente hacia el desarrollo de un modelo ABT, siguiendo el ejemplo de la Oyster en Londres.



El sistema de ticketing en São Paulo
Fuente: Paymentmedia, 2018. <https://www.paymentmedia.com/news-3589--brasil-visa-planea-tarjeta-de-creacutedito-para-pagar-el-transporte-puacuteblico.html>

Chile

Santiago está en proceso de migrar hacia un modelo ABT en su sistema de transporte público, que abarca tanto los autobuses como el metro. En la actualidad se están realizando pruebas para permitir pagos con tarjetas bancarias contactless y código QR, además de la tarjeta Bip!, que ya se utiliza en el sistema. Esta transición tiene como objetivo mejorar la accesibilidad al transporte.



El sistema de ticketing en Santiago
Fuente: RedBIP – DTP Metropolitano, 2024. <https://www.tarjetabip.cl/index.php>

Uruguay

En Montevideo se utiliza actualmente la tarjeta STM para su sistema de transporte público, que incluye autobuses y otros modos de transporte. Sin embargo, la ciudad está explorando la implementación de un sistema Open-Loop y ABT para el futuro. Esta transición facilitará el acceso al transporte público con pago mediante tarjetas bancarias contactless y dispositivos móviles, preparando la digitalización global del sector.



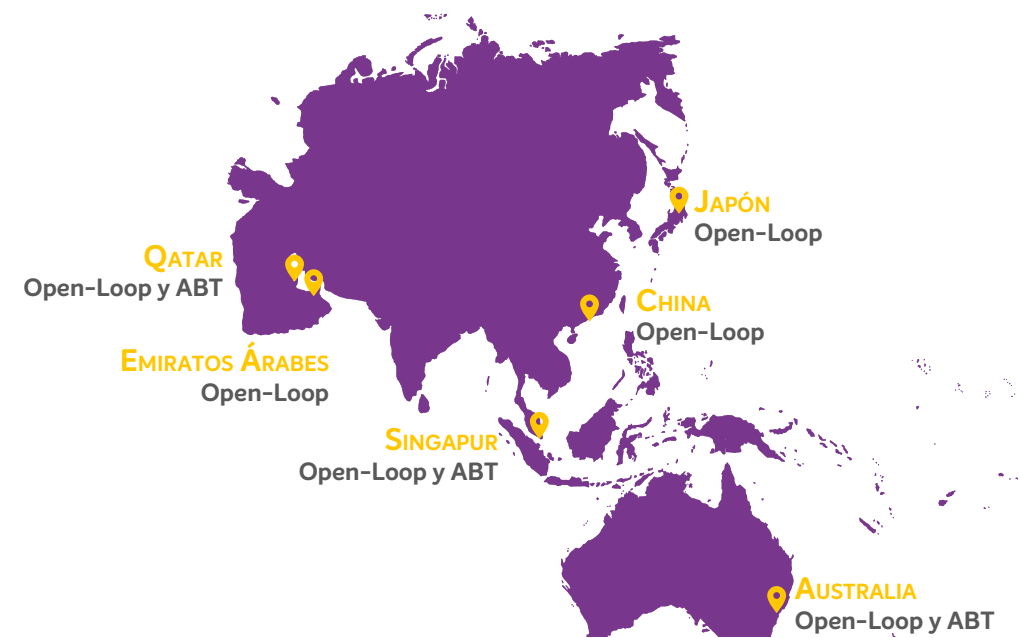
El sistema de ticketing en Montevideo
Fuente: Debate Uruguay, 2023. <https://www.debate.com.uy/actualidad/Las-tarjetas-STM-podran-recargarse-a-traves-de-una-aplicacion-web-20230822-0017.html>



4.4 Experiencias en Asia y Oceanía

En la Figura 13 se localizan las experiencias más relevantes de sistemas de ticketing integrado en Asia y Oceanía. Resulta interesante que estos países se han enfocado los esfuerzos a favorecer la conectividad a nivel nacional y a alinearse con los objetivos de ciudades inteligentes que aprovechan la tecnología como medio de centralizar los servicios para controlar y monitorear mejor su funcionamiento.

Figura 13. Mapa de experiencias de Sistemas de Ticketing Abierto en Asia y Oceanía.



Japón

Tokio ha adoptado el uso de tarjetas inteligentes sin contacto; las tarjetas *Suica* y *Pasmo* se utilizan no solo en el transporte público, sino también para pagos en tiendas, restaurantes y otros servicios. Estas tarjetas han transformado la experiencia de movilidad de los usuarios, integrando de manera fluida sus desplazamientos diarios con las transacciones cotidianas. El modelo de tarificación se ajusta al uso que se hace del sistema.



El sistema de ticketing en Tokio
Fuente: East Japan Railway Company, 2024. <https://www.jreast.co.jp/multi/fr/pass/suica.html>

China

Hong Kong lanzó en 1997 *Octopus*, que fue uno de los primeros sistemas de tarjetas inteligentes sin contacto del mundo, revolucionando la forma en que los residentes y visitantes acceden al transporte público. Originalmente fue diseñado para facilitar el pago en el transporte, pero ha evolucionado integrando otros sectores, como tiendas minoristas, estacionamientos y máquinas expendedoras, lo que lo convierte en un sistema multimodal y multiservicio. Su amplia aceptación permite a los usuarios realizar transacciones diarias de manera rápida y sencilla, sin la necesidad de efectivo.



Figura 29. El sistema de ticketing en Hong Kong
Fuente: Octopus, 2024. <https://www.octopus.com.hk/en/consumer/octopus-cards/products/cross-border/china-t-union.html>

La tarjeta *Octopus* fomenta la cultura de pago sin contacto en la ciudad desde que se implementó una aplicación móvil donde se pueden gestionar todos los servicios implicados, a pesar de los beneficios que oferta es necesaria una renovación para adaptarse a las tendencias mundiales, por lo que está en proceso de explorar la implementación de *Open Loop* y *ABT*, lo que ofrecería aún más flexibilidad para los usuarios (UITP, 2022). Mientras

se avanza con este proceso una alternativa interesante que se ha implementado en el país, es la habilitación de la tarjeta como medio validador para viajar en 336 ciudades. A pesar de ser un sistema basado en tarjeta tipo Closed-Loop, ha logrado una integración masiva a nivel nacional, que lo posiciona como una experiencia de ejemplo de los alcances de estos sistemas inteligentes y las facilidades que pueden ofrecerse a los usuarios promoviendo la integración.

Singapur

La *Land Transport Authority* implementó en 2019 el sistema *SimplyGo*, gestionado por la Autoridad de Transporte Terrestre de Singapur (LTA). Permite pagar los viajes utilizando tecnología contactless. Este sistema está basado en Open Loop y ABT. *SimplyGo* está diseñado para facilitar el acceso al transporte público en Singapur, incluyendo metro, autobuses y otros modos de movilidad, lo que ha incrementado el uso de transporte sostenible en la ciudad. Dispone de una aplicación móvil que centraliza y da acceso a los diversos servicios, al igual que a la información en tiempo real, posibilitando una comunicación bidireccional con los usuarios del sistema (Brumerickova et al., 2020).



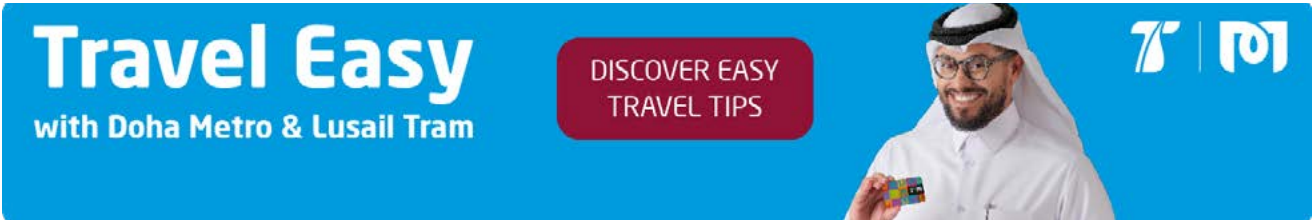
Imagen publicitaria del sistema *SimplyGo* de ticketing en Singapur
Fuente: SimplyGO Singapore, 2024. <https://www.simplygo.com.sg/>

Qatar

En **Doha** antes de la Copa Mundial de la FIFA 2022, se implementó el sistema *Doha Metro*, que incorpora un modelo Open-Loop en el transporte público. Este sistema permite a los usuarios realizar pagos utilizando tarjetas bancarias contactless y smartphones, lo que facilitó el acceso y uso del transporte para residentes y visitantes en ese evento de gran aumento de viajeros extranjeros. El sistema *Doha Metro* calcula automáticamente las tarifas más adecuadas para los pasajeros al finalizar cada trayecto, optimizando así el coste del viaje. Además, ofrece una serie de incentivos a los usuarios por el registro de sus viajes. (Tahmasseby, 2022)such as smart homes, smart infrastructure, smart operations, smart services, smart utilities, smart energy, smart governance, smart lifestyle,

smart business, and smart mobility in North America, Asia, and Europe are briefly reviewed. The study predominantly focuses on smart mobility features and their implications in newly built smart cities. As a case study, the modern city of Lusail located in the north of Doha, Qatar is considered. The provision of car park management and guidance, real-time traffic signal control, traffic information system, active-modes arrangement in promenade and busy urban avenues, LRT, buses, taxis, and water taxis information system, and multimodal journey planning facilities in the Lusail smart city is discussed in this study. Consequently, the implications of smart mobility features on adopting Intelligent Transportation Systems (ITS).

Imagen publicitaria del sistema de ticketing en Doha. Fuente: Qatar Rail, 2024. <https://www.qr.com.qa/home>



Emiratos Árabes Unidos

En **Dubái**, la **Nol Card** ha sido un pilar fundamental en el sistema de transporte público. Inicialmente fue diseñada como una tarjeta de prepago para facilitar el acceso a autobuses, metro y tranvía, pero ha evolucionado hacia un modelo Open-Loop, que permitirá a los usuarios realizar pagos utilizando tarjetas bancarias contactless y dispositivos móviles. Este avance amplía la utilidad de la *Nol Card*, permitiendo su uso en una variedad de servicios, incluidos peajes, estacionamientos y acceso a atracciones locales, en línea con la visión de Smart City de Dubai. La transición también busca optimizar la gestión de tarifas, permitiendo a los viajeros pagar solo por los servicios utilizados.



El sistema de ticketing en Dubái Fuente: Goberment of Dubai, Roads and Transport Authority, 2024. <https://www.rta.ae/wps/portal/rta/ae/public-transport/nol/choose-nol>

Australia

En **Sídney** el sistema *Opal Pay* permite a los usuarios pagar sus viajes utilizando tecnología contactless. Este sistema es Open Loop y ABT y deduce automáticamente el coste del viaje al finalizarlo. *Opal Pay* está diseñado para permitir a los pasajeros acceder a diversos modos de transporte, incluido tren, bus, tranvía y ferry, con solo un toque de la tarjeta del operador. La integración de esta tecnología ha facilitado la gestión de los viajes y ha mejorado la eficiencia del sistema de transporte público en la ciudad.



El sistema de ticketing en Sídney Fuente: Opal Transport, 2024. <https://transportnsw.info/tickets-opal/opal#/login>

4.5 Experiencias en España

La transformación del transporte público en España refleja un compromiso claro hacia la modernización y la sostenibilidad. En un contexto global donde las ciudades buscan soluciones más eficientes y accesibles para sus habitantes, se han realizado importantes esfuerzos en la investigación de sistemas avanzados de ticketing y pagos integrados, gracias a lo cual se han empezado a desarrollar algunas iniciativas innovadoras en este área.

Figura 14. Mapa de experiencias de Sistemas de Ticketing Abierto en España.



A continuación, se destacan algunas experiencias destacadas por la adopción de diversas tecnologías para mejorar la eficiencia operativa y la experiencia del usuario:

En **Barcelona** se ha avanzado significativamente hacia una movilidad multimodal con la implementación de la **T-Mobilitat**. Un sistema que permite a los pasajeros utilizar una tarjeta unificada para acceder a diferentes modos de transporte, incluyendo el metro, autobuses y tranvías. Esta tarjeta, diseñada para simplificar el proceso de pago, está alineada con las estrategias del modelo ABT, que buscan optimizar la experiencia del usuario al permitir el cálculo automático de tarifas basado en los trayectos realizados.

La **T-Mobilitat** fomenta un uso más flexible de los servicios de movilidad en la región. Con la integración de este sistema, los pasajeros pueden planificar y gestionar sus viajes de manera más efectiva a través del uso de una aplicación móvil que les provee información en tiempo real.

Este desarrollo está alineado con los objetivos de sostenibilidad de Cataluña, promoviendo una movilidad más responsable y accesible. La implementación de la **T-Mobilitat** representa un paso hacia la modernización de la infraestructura de transporte en la

ciudad y sus alrededores, contribuyendo a la creación de un entorno urbano más integrado y amigable para los usuarios. Además, el sistema **T-Mobilitat** está diseñado para ser interoperable con futuras tecnologías y servicios, como las aplicaciones móviles y otras plataformas de pago, lo que permitirá una experiencia de usuario aún más fluida y conectada. Está prevista su extensión a los servicios de transporte urbano de toda Cataluña, con lo que la **T-Mobilitat** sería el vector de integración y transformación del transporte público en toda la región.



El sistema de ticketing en Barcelona
Fuente: TMobilitat, 2024. <https://t-mobilitat.atm.cat/>

En **Madrid** la plataforma **Madrid Mobility 360** funciona como un sistema integral de gestión de movilidad que centraliza distintos servicios de transporte bajo un único ecosistema digital. A través de su billetera digital, los usuarios pueden registrar múltiples tarjetas NFC físicas y digitales, que incluyen no solo la tarjeta de EMT (Empresa Municipal de Transportes), sino también otros métodos de pago interoperables. Esta tarjeta permite acceder al sistema de autobuses y combinar con el metro, facilitando la multimodalidad en la ciudad de Madrid. La plataforma soporta operaciones ABT, que permite realizar cobros automáticamente en función del uso registrado. El sistema utiliza un *identificador único de usuario (UID)* asignado a cada tarjeta NFC, habilitando la validación en tiempo real a través de cualquier dispositivo compatible, eliminando la necesidad de adquirir múltiples tarjetas físicas (Recio, A., 2024).

A nivel técnico, **Mobility 360** emplea una estructura de back-office robusta para la gestión de datos, donde la infraestructura de EMT y de otros operadores asociados comparten listas de validación de tarjetas en tiempo real. Esto se gestiona mediante

listas blancas de tarjetas NFC, que permiten controlar y asignar el acceso a cada servicio disponible en la plataforma, desde autobuses y bicicletas públicas, hasta hubs de carga y estacionamiento. Además, el sistema incorpora una cámara de compensación que facilita la liquidación automática entre EMT y los operadores externos, garantizando precisión y eficiencia en los cobros y reduciendo significativamente los costes administrativos.

Uno de los aspectos clave de esta plataforma es su flexibilidad en la gestión de identidades y autenticación de usuarios. A través de la tecnología de validación por token, los usuarios pueden realizar pagos tanto en modo preventiva como en pospago. Cada UID actúa como un token único, asegurando que los datos de identificación y de viaje estén protegidos por protocolos avanzados de ciberseguridad. La plataforma también permite la activación y desactivación selectiva de cada UID, permitiendo que los usuarios elijan en qué servicios utilizar cada tarjeta o medio de pago.

Con estos avances, **Madrid Mobility 360** optimiza la gestión de datos en tiempo real, lo cual permite

a EMT y sus socios hacer análisis predictivos de la demanda y personalizar la oferta de servicios. Este enfoque integral promueve una experiencia de usuario mejorada, alineada con la estrategia de Madrid de implementar un sistema de transporte público cada vez más conectado, seguro y sostenible.

Además, el servicio de autobuses de la EMT Madrid implementa desde 2021 sistemas de pago contactless que aceptan tarjetas bancarias a través de los mismos validadores de los abonos tradicionales de transporte.



El sistema de ticketing en Madrid.
Fuente: EMT Madrid, 2024. <https://www.emtmadrid.es/Home?lang=es-ES>

Valencia ha dado un paso adelante en la modernización de su sistema de transporte público con la implementación de una tarjeta virtual denominada **MovimEMT** lanzada en septiembre de 2024, diseñada específicamente para su operador de autobuses. Este sistema opera bajo un modelo de tarifa acumulada, que permite a los usuarios pagar en función de los viajes acumulados durante un periodo determinado, lo que promueve un uso más flexible y eficiente del transporte urbano.

Aunque se trata de una solución cerrada que, no sigue el modelo open-loop, la tarjeta virtual está diseñada con principios de interoperabilidad que facilitan la conexión entre diferentes líneas y servicios dentro del sistema de autobuses urbanos. Esto permite a los pasajeros disfrutar de una experiencia más integrada, ya que pueden gestionar sus viajes de manera más eficiente y obtener beneficios económicos al acumular viajes.

La introducción de este sistema no solo moderniza la experiencia del usuario, sino que también se alinea con los objetivos de sostenibilidad de la ciudad, fomentando un uso más frecuente del transporte público y reduciendo la dependencia del automóvil. Con este enfoque, Valencia busca mejorar la accesibilidad y mejora del transporte urbano.



El sistema de ticketing en Valencia
Fuente: EMT Valencia, 2024. <https://www.emtvalencia.es/ciudadano/index.php>

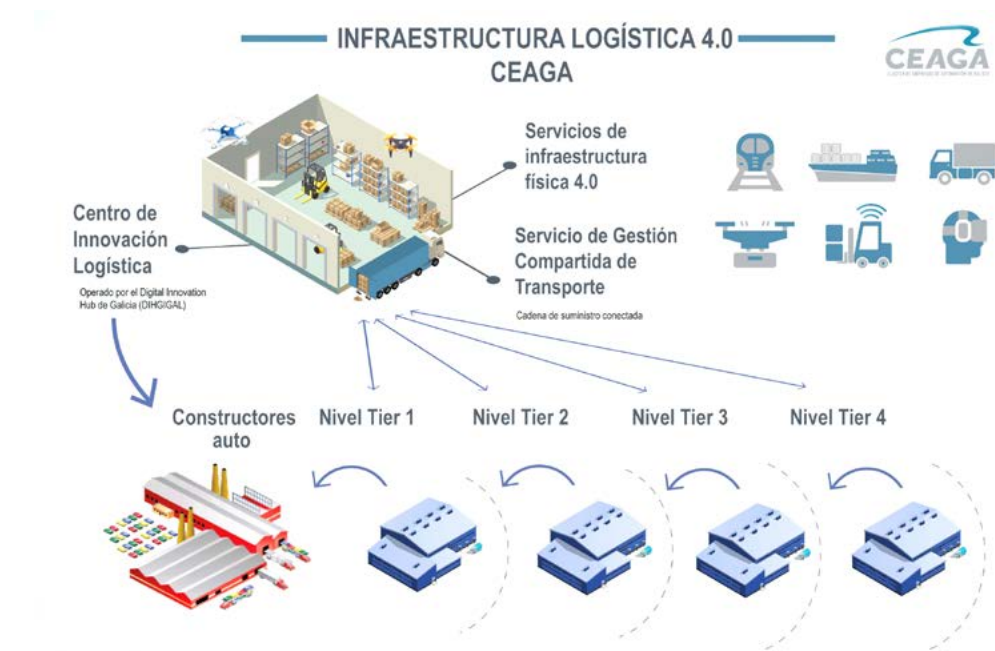
Bilbao introdujo en Febrero de 2021 el uso de tarjetas bancarias sin contacto (cEMV) para el pago en su red de autobuses urbanos. Este sistema de tarifa conocida permite a los usuarios realizar sus pagos de manera rápida y sencilla, simplemente acercando su tarjeta bancaria al lector de tarjetas en el autobús. Esta iniciativa, se está llevando a cabo como una prueba piloto, permite a la ciudad evaluar la viabilidad de extender este método a otros servicios de transporte en el futuro. Es un paso significativo hacia la creación de un sistema más integrado.



El sistema de ticketing en Bilbao
Fuente: Masabi, 2021. <https://www.masabi.com/es/2021/02/25/el-servicio-de-autobus-metropolitano-de-la-ciudad-espanola-de-bilbao-comenzo-un-piloto-para-el-pago-de-billetes-a-bordo-mediante-tarjetas-bancarias-sin-contacto-cemv/>

Galicia han centrado sus esfuerzos desde 2022 en la modernización del transporte público a través del desarrollo de un software denominado **Plataforma Gallega de Movilidad (PGM) 4.0**. Es un sistema que aborda cuatro pilares: facilitar métodos de pago basado en un modelo ABT, un planificador intermodal que integra toda la oferta de transporte y movilidad de la comunidad, dotar a los usuarios de información en tiempo real en lo que se refiere

al paso por parada de los servicios de transporte público, tiempos de espera y de llegada, trasbordos, ubicación y distancia a la parada, grado de ocupación, tarifas y descuentos, entre otros servicios complementarios. Además, dispondrá de una web y una aplicación móvil que, entre sus funcionalidades, incluirán la posibilidad de realizar reserva y pago de viajes, de plazas en los servicios bajo demanda o recargo de saldo.



El sistema de ticketing en Galicia
Fuente: CEAGA. <https://www.ceaga.com/el-presidente-de-la-xunta-se-reune-con-ceaga-para-conocer-el-proyecto-de-plataforma-logistica/>

A nivel internacional, estas iniciativas sitúan a España en una posición competitiva con respecto a otras naciones europeas que están en el mismo proceso de mejora tecnológica de sus sistemas de ticketing. Los ejes son la integración tecnológica y la sostenibilidad, en los que España se destaca, como un referente en la calidad del transporte público y la optimización del servicio.

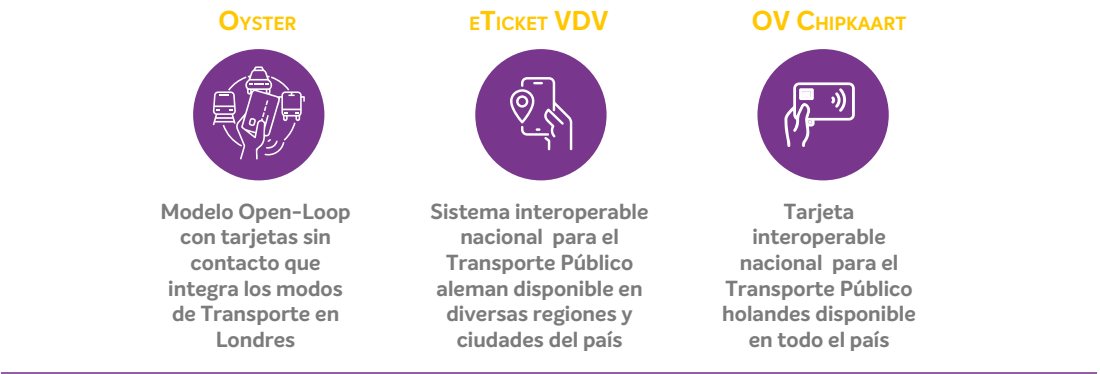
Figura 15. Experiencias de Sistemas de Ticketing Abierto en España.



4.6 Experiencias en fase avanzada de implementación

Reino Unido, Alemania y los Países Bajos lideran la adopción de sistemas de ticketing integrado en el transporte público. Estos casos destacan por el importe a mejorar la eficiencia operativa del sistema. Aunque los enfoques varían, todos tienen en común el objetivo de facilitar desplazamientos fluidos a través de plataformas interoperables y sistemas de pago sin contacto. Estos casos representan modelos avanzados de movilidad urbana en Europa e impulsan constantemente el desarrollo de soluciones innovadoras para el transporte público.

Figura 16. Sistemas en fase avanzada de implementación.



Países Bajos

Los Países Bajos han implementado un sistema nacional de ticketing altamente eficiente con la *OV Chipkaart*, una tarjeta sin contacto que permite a los pasajeros utilizar un solo medio para acceder a todos los modos de transporte público en el país, incluidos trenes, autobuses, tranvías y metro. Esta integración nacional ha facilitado la movilidad continua entre diferentes ciudades y regiones, logrando la unificación, mejorando significativamente la accesibilidad y reduciendo las barreras de uso para los pasajeros.

Si bien la *OV Chipkaart* opera como un sistema cerrado, está avanzando hacia la interoperabilidad con otros países como el proyecto *easyConnect* con Alemania. Esta evolución apunta a un modelo de ticketing más flexible y adaptable, que responde

a las crecientes demandas de eficiencia y accesibilidad, promoviendo un sistema no solo integrado a nivel nacional, sino también internacionalmente conectado.



El sistema de ticketing en los Países Bajos
Fuente: AVV, 2024. <https://avv.de/de/aktuelles/neuigkeiten>

Reino Unido (Londres)

Londres ha sido pionero en la implementación de sistemas de ticketing integrados. El caso más emblemático es la tarjeta *Oyster*, lanzada en 2003. Este sistema de **tarjetas sin contacto** permitió a los pasajeros del metro, autobuses y trenes ligeros acceder al transporte público de manera rápida y eficiente. La *Oyster* revolucionó la experiencia de los pasajeros al eliminar la necesidad de comprar billetes en papel. En 2012, dio un paso más con la introducción de los **pagos abiertos** mediante protocolos **EMV**, que permitió a los usuarios pagar directamente con tarjetas bancarias sin contacto y dispositivos móviles. Este avance simplificó aún más el acceso al transporte, especialmente para turistas y usuarios ocasionales que ya no necesitaban adquirir una tarjeta de transporte específica.

En este caso, conviene destacar que implementa el modelo de tarificación fare-capping o tarifa limitada, con el que una vez el usuario llega a un límite máximo diario, cobra este valor y las validaciones siguientes son gratis, lo cual realza el valor agregado de ofrecer mayor conveniencia para los usuarios.



El sistema de ticketing en Londres
Fuente: Oyster Card, 2024. <https://www.trabajar-en-londres.es/oyster-card/>

Actualmente, más del 85% de los viajes en Londres se realizan mediante la tarjeta *Oyster* o pagos EMV, mostrando una gran aceptación entre los usuarios y posicionando este caso como un referente en la adopción de estas tecnologías. Este éxito se ha atribuido también a la implementación de estándares de seguridad que garantizan que los terminales cumplan con altos requisitos de autenticación y protección de datos, incluyendo PCI DSS (Data Security Standard) y P2PE (Point-to-Point Encryption). Estos estándares aseguran que los datos del usuario están protegidos desde el momento de la validación hasta el procesamiento de la transacción (UITP, 2022).

Alemania

Alemania ha adoptado el sistema *VDV eTicket Service*, también conocido como *Deutschlandticket*, que se basa en la norma abierta VDV-Kernapplikation (VDV-KA). Este sistema permite una interoperabilidad efectiva entre diversos operadores de transporte público en múltiples ciudades y regiones del país. Con la *VDV eTicket*, los pasajeros pueden utilizar una única tarjeta o el denominado D-Ticket (ticket digital) a través de una aplicación móvil para acceder a los distintos modos de transporte público en las 16 ciudades y/o regiones que se han acogido al sistema.

El sistema Aleman ha conseguido instaurar el servicio del VDV Ticket como el proveedor del esquema a nivel nacional implementando un estándar EFM y un sistema de back-office central que habilita la integración tecnológica interoperable a nivel de procesamiento de la información, validación de los datos y protocolos de seguridad para evitar fraudes. Mejorar estos protocolos de ciberseguridad para contrarrestar los ataques cibernéticos y crímenes virtuales que pueden afectar la operación es uno de los desafíos en los que están trabajando. Un pilar clave del éxito de este sistema es que el estándar tiene un marco de

referencia de acuerdos y reglas general para todos los participantes. En 2024 el ticket tuvo un costo mensual de 49€ y en 2025 será de 58€, acuerdo al que llegaron los 16 representantes de las administraciones de los territorios involucrados.

En términos cuantificables, a finales de 2022, 460 compañías de transporte que ofrecen servicio de movilidad al 80% de la población ya estaban involucradas en el sistema. Cifra que dos años más tarde ha ascendido a más de 700 compañías. En octubre de 2024 se registró que un total de 13 millones de D-Tickets se vendieron por mes, el 57% de los usuarios utilizó su smartphone como medio de validación y el 43% restante optó por la tarjeta inteligente. El 96% de los usuarios que se entrevistó entre Mayo 2023 y Octubre 2024 se mostró satisfecho con el funcionamiento del D-Ticket, lo que muestra la gran acogida que ha tenido entre la población. (N. Zeino, 2024)

El éxito del *VDV eTicket* también se debe a su integración con tecnologías de autenticación por NFC y la posibilidad de uso en aplicaciones móviles de ticketing. Esto no solo facilita la experiencia del usuario, al permitir pagos rápidos y sin contacto, sino que también reduce los costes operativos de los operadores, minimizando la necesidad de infraestructura física para la emisión y validación de billetes. Además, la tecnología NFC permite a los pasajeros validar su acceso simplemente acercando su dispositivo o tarjeta al lector, lo cual agiliza el flujo en estaciones y paradas.

Uno de los proyectos de integración más avanzados en este contexto es *easyConnect*, una iniciativa pionera que vincula los sistemas de ticketing de dos

países: Alemania y Países Bajos. Este proyecto permite el viaje transfronterizo mediante un único billete electrónico, simplificando los desplazamientos entre ambos países. Además, al tratarse de un sistema basado en cuenta (ABT) los billetes no se almacenan físicamente en la tarjeta, sino en una cuenta central. Refleja la flexibilidad del sistema, permite mejor gestión de tarifas y mejora la experiencia del usuario, que solo necesita autenticarse para acceder a los servicios.

Este sistema interoperable y flexible ha permitido a Alemania avanzar hacia un sistema de transporte más accesible y eficiente, tanto a nivel nacional como en colaboración internacional. La apuesta por un sistema abierto y basado en cuenta, aunque tienen retos que superar y a falta de una integración nacional total, facilita la expansión a nuevas regiones y tiene el claro objetivo de garantizar que los pasajeros disfruten de una red de transporte amplia y diversificada que está preparada para adaptarse a las innovaciones futuras.



El sistema de ticketing en Alemania
Fuente: Stadbus Dormagen, 2023. <https://stadtbuss-dormagen.de/de/aktuelles/detail/deutschlandticket>

A continuación, la Tabla 5 muestra una comparación detallada de los métodos de pago abierto en sistemas de ticketing en varias ciudades y regiones a nivel internacional. Esta comparativa resalta la diversidad de enfoques en la implementación de estos sistemas, así como las distintas etapas y tecnologías aplicadas en cada contexto. Muestra el interés global en la modernización del ticketing y en la integración de tecnologías cada vez más abiertas, escalables e interoperables.

Tabla 5. Despliegue Internacional de Sistemas de Ticketing en el Transporte Público

Ciudad	Sistema de Ticketing	Año de Implementación	Tecnologías Soportadas	Objetivos Futuros	Cobertura Geográfica	Modos de Transporte Integrados
Europa						
Londres	Oyster Card/ EMV	2003	EMV, NFC, Móvil, Tarjeta	MaaS Total 2025	Gran Londres	Metro, autobús, tren, barco
París	Navigo	2001	NFC, EMV, Móvil	ABT Completo 2025	París + Île-de-France	Metro, autobús, tranvía, RER, bicicletas
Ámsterdam	OV Chipkaart	2005	NFC, Tarjeta	Open Loop 2024	Nacional	Tren, metro, autobús, tranvía
Estocolmo	SL Access	2009	NFC, Móvil	Open Loop 2024	Condado de Estocolmo	Metro, autobús, tren, barco
Berlín	VDV eTicket	2015	NFC, EMV, Móvil	Interoperabilidad Nacional	Nacional	Metro, autobús, tren, tranvía
Milán	ATM (Open Loop y ABT)	2018	EMV, NFC, Móvil	Integración MaaS 2024	Área Metrop.	Metro, autobús, tranvía, tren
Helsinki	HSL ABT y MaaS	2016	NFC, Móvil, EMV	MaaS Total 2025	Gran Helsinki	Metro, autobús, tranvía, ferry, bicis
Madrid	Mobility 360	2017	EMV, NFC, Móvil	MaaS Total 2025	Comunidad de Madrid	Metro, autobús, tren, tranvía
Barcelona	T-Mobilitat	2021	NFC, EMV, Móvil	Integración Total 2024	Área Metrop.	Metro, autobús, tren, tranvía
Oporto	1bilhete	2023	NFC, Móvil	Interoperabilidad Nacional	16 Provincias	Metro, autobús, tren, tranvía, ferry
América del Norte						
Nueva York	OMNY (Open Loop y ABT)	2019	EMV, NFC, Móvil	Cobertura Total 2024	Área Metro NYC	Metro, autobús, tren, ferry, bicis
América del Sur						
São Paulo	SPTTrans	2020	EMV, NFC, Móvil	Integración Total 2025	Área Metrop.	Autobús, metro, tren
Santiago	RED	2021	NFC, EMV	ABT Completo 2024	Gran Santiago	Metro, autobús, tren
Asia						
Hong Kong	Octopus (Contactless)	1997	NFC, Tarjeta Inteligente, Móvil	Integración Open Loop	RAE Hong Kong	Metro, autobús, tranvía, ferry, tren rápido
Tokio	Suica y Pasmo	2001	NFC, Móvil	Integración Inter-regional	Gran Tokio	Metro, autobús, tren, monorraíl
Singapur	SimplyGo (Open Loop y ABT)	2019	EMV, NFC, Móvil	Integración MaaS Completa	Nacional	Metro, autobús, LRT
Sídney	Opal Pay (Open Loop y ABT)	2012	EMV, NFC, Móvil	Integración Regional	Gran Sídney	Metro, autobús, ferry, tren ligero
Dubái	Nol Card	2009	NFC, Tarjeta, EMV	Open Loop Total 2024	Emirato de Dubái	Metro, autobús, tranvía, taxi acuático
Doha	Doha Metro	2019	EMV, NFC, Móvil	Integración Multi-Modal	Gran Doha	Metro, autobús, tranvía

Fuente: Elaboración propia.

4.7 Lecciones relevantes para impulsar avances y futuros desarrollos

España tiene una gran oportunidad para consolidarse como un líder en la implementación de ticketing abierto si alinea con los objetivos alcanzados en Alemania y los Países Bajos. La interoperabilidad, la adopción de ABT, la inversión en infraestructura tecnológica, la mejora de la experiencia del usuario y la colaboración público-privada son los pilares clave para lograr este objetivo.

Los esfuerzos deben orientarse a la **interoperabilidad de los sistemas de ticketing**, primero en implantarla eficazmente en un contexto regional y nacional. Es de esperar que pronto haya iniciativas de expandirla en el contexto Europeo. La completa adopción e instauración de la tecnología ABT es fundamental para mejorar la recopilación, almacenamiento y procesamiento de la información de pago, especialmente si se hace a través de cuentas bancarias, reemplazando la necesidad de tarjetas de transporte específicas de operadores locales. Este enfoque abriría la puerta a implementar **tarifas dinámicas y personalizadas**, ofreciendo una experiencia de viaje más simple y adaptada a las necesidades de cada tipo de usuario. Para lograrlo, es esencial la inversión en el despliegue de la **infraestructura tecnológica con estándares que posibiliten la interoperabilidad**. Es necesario asegurar que el sistema cuente con una red de validadores compatibles con NFC y pagos móviles en todo el país, prestando especial atención a las áreas rurales donde el acceso puede ser más limitado. Es clave mejorar la accesibilidad y facilidad de uso a través de sistemas de pago simples y rápidos.

También es necesaria una sólida **colaboración público-privada, con participación de las entidades financieras**, los proveedores tecnológicos, los operadores y las administraciones públicas para generar sinergias, encontrar fuentes de inversión para asumir los costes que implica esta reestructuración, establecer estándares y marcos normativos que fijen los requerimientos para todos los proveedores. De esta forma se podrá asegurar una transición efectiva y se asegurará la sostenibilidad del sistema a largo plazo, así como su paulatina expansión por todo el territorio nacional, fortaleciendo la confianza de los usuarios en el sistema de transporte, promoviendo su uso y fomentando una movilidad más eficiente y sostenible.



05

**Transición
a un sistema de
ticketing integrado**

Los municipios y consorcios de transporte están haciendo un esfuerzo muy importante para la renovación de las flotas de autobuses con tecnologías del motor y combustibles respetuosos con el medio ambiente y, también, para la mejora de la infraestructura de los vehículos con paneles más modernos y, por otro lado, se está investigando en los vehículos autónomos.

En los modos ferroviarios se está incorporando la inteligencia artificial como herramienta para mejorar la eficiencia en los procesos de mantenimiento preventivo y correctivo, automatizar los sistemas de control para reducir tiempos y lograr regularidad y cumplimiento de los horarios. Todas estas actuaciones, aunque cruciales para mejorar la prestación del servicio y en consecuencia promover su uso, no siempre son percibidas por el usuario en su experiencia cotidiana, por lo que pueden no ser valoradas en el momento de su evaluación.

A su vez, los cambios y avances en el ticketing tienen gran impacto en la percepción del usuario porque afectan directamente su interacción con el servicio. Se mejora la experiencia de los pasajeros y se logra que el transporte público sea cada vez más eficiente y atractivo. El transporte urbano ha sido siempre un vector de innovación en tecnologías de gestión e información, por lo que debe liderar también la implantación de nuevas tecnologías de ticketing, pues afectan diariamente a la vida diaria de los ciudadanos. La actualización de los sistemas de ticketing es un punto clave y prioritario en este proceso de modernización, respaldado por la necesidad social y ambiental de promover la intermodalidad en las ciudades, mejorar la conveniencia del servicio para todo tipo de usuario, lograr mayor accesibilidad y aprovechar el avance tecnológico en los dispositivos y medios de pago. La transición a los sistemas de ticketing integrado parece un paso natural en el objetivo de la mejora continua del servicio.

Se estima que en las principales ciudades de Europa hay más 30 millones de usuarios activos que utilizan el transporte público con suscripciones a sistemas de ticketing cerrado; es decir, con títulos de viaje dedicados a uno o varios operadores de modos de transporte específicos, y que se realizan entre 15 y 20 millones de viajes diarios bajo el funcionamiento de estos sistemas Closed-Loop.

La transición hacia sistemas abiertos implica hacer frente a una serie de retos y oportunidades de carácter estructural, tecnológico y administrativo, y la búsqueda de las estrategias adecuadas para ser superados y dar paso a su despliegue a nivel local y nacional.

5.1 Retos

Esta transformación requiere un esfuerzo conjunto entre los diversos actores –autoridades de transporte, operadores y entidades financieras– involucrados en el proceso. Es necesaria una coordinación para poder definir la estandarización bajo la que se registrará el nuevo sistema y, a partir de ese momento, planificar la reestructuración tecnológica de los procesos existentes procurando optimizar los costes de inversión. Además, es importante la comunicación e infor-

mación a los usuarios desde las etapas iniciales de implantación, para evitar que en la recepción final del nuevo método se generen resistencias con los cambios.

– Coordinación entre actores

El funcionamiento de los sistemas actuales de Closed-Loop da libertad e independencia a cada operador. La transferencia a un sistema Open-Loop implica renunciar a ciertas condiciones en beneficio de entrar en un sistema común a todos, lo cual es un reto estructural. Los primeros actores que deben estar dispuestos a favorecer la coordinación son los diversos operadores de transporte público. La integración de los servicios depende de la cohesión que pueda generarse entre ellos. Con lo cual, es primordial que el sistema resulte favorable y equitativo para todos. Las autoridades locales serán las encargadas de establecer un marco regulador y económico atractivo que promueva su aceptación. En los sistemas de ticketing abierto las entidades bancarias aparecen como un nuevo actor y se evidencia que cada parte involucrada tiene sus propias prioridades, normativas y alcances de acuerdo con su campo de acción, lo que implica que debe haber una alineación de esfuerzos para lograr un objetivo común, sin que cada parte renuncie a conseguir objetivos propios. Para que esta dinámica sea efectiva, se actuar en dos frentes:

- La necesidad de un marco regulador común que defina la operación integral del sistema y delimite los alcances de cada entidad.
- La distribución de responsabilidades y requerimientos a satisfacer por cada entidad debe ser clara en términos de su línea de acción, logros y participación.

Desde el inicio deben establecerse las bases de la transformación del sistema, que deben incluir la selección del modelo de tarificación, el modelo de cobro, el sistema de validación, la infraestructura tecnológica y la manera en que se gestionarán los datos. El funcionamiento general del sistema y por ende su éxito, está enmarcado por la cohesión que pueda generarse y la estructuración objetiva de sus alcances, siempre resaltando el objetivo común de mejorar las condiciones para los usuarios a la vez que se asegura la sostenibilidad económica.

– Unificación de la infraestructura

El funcionamiento de los sistemas de ticketing integrado está determinado por la implementación de tecnologías modernas que actúan como la llave habilitadora para su operación, dado que a través de estas es posible la integración en los distintos niveles operacionales. Para que el ticketing integrado funcione deben unificarse, además de las bases operacionales mencionadas en el apartado anterior, las técnicas que hacen referencia a la tecnología implementada. Esta tecnología debe ser abierta, de tal forma que permita la comunicación entre los distintos dispositivos implicados en el proceso. Pero también debe ser escalable y construible en el tiempo, de manera que pueda adaptarse a nuevas funcionalidades y actualizaciones que surjan en su evolución. Estas características asegurarán la posibilidad de mejora continua de las herramientas, evitando su obsolescencia, alargando el ciclo de vida útil y, por ende, amortizando la inversión.

Es un reto técnico y operacional que la infraestructura que se despliegue o se actualice esté sincronizada y se corresponda con las capacidades más recientes y robustas que ofrece el mercado.

- Costes de Implementación

Los requerimientos técnicos de la tecnología necesaria junto al despliegue operacional y la gestión general del sistema determinan los costes para su implementación. Es de esperar que, a mayor sofisticación de las herramientas, se requiera una mayor inversión. Los dos elementos que a priori implican una mayor inversión son: el back-office, descrito en detalle en la sección 3.2. y los medios de validación que se instalen en el acceso a los vehículos o estaciones, elemento de interacción con el viajero. Según el método seleccionado se requerirán implementaciones más o menos complejas. Como mínimo, se parte de la base de que los dispositivos físicos que se utilicen deben funcionar con el estándar de la tecnología NFC y ser capaces de leer tarjetas físicas o digitales contactless, smartphones, smartwatches, códigos QR, etc.

La mayoría de los sistemas de transporte actuales utilizan hardware y software diseñados para circuitos cerrados que no son compatibles con otras tecnologías ni permiten actualizaciones. La transición a un sistema de ticketing integrado en muchos casos implicará la necesidad de una renovación tecnológica casi total, lo que supondrá un alto coste de inversión inicial. Aunque estos sistemas pueden generar ahorros a largo plazo por la optimización de la gestión operativa, el reto es financiar los costes de transición para las autoridades y operadores (UITP, 2024).

- Resistencia al cambio de los Usuarios

Como es normal, la adopción de un nuevo sistema de ticketing puede generar cierta resistencia al cambio, especialmente entre los usuarios habituales que están acostumbrados a utilizar tarjetas de transporte específicas o billetes de papel (UITP, 2024). Las capacidades, condiciones, e intereses de cada persona condicionan positiva o negativamente su recepción y adopción.

La complejidad o sencillez percibida del funcionamiento es determinante y, por ejemplo, varía entre rangos de edades y otros factores sociales. Para los jóvenes utilizar sus dispositivos móviles como medio de pago es una acción cotidiana en otros servicios y hacerlo en el transporte público solo sería una extensión de su práctica cotidiana. Sin embargo, para las personas mayores o menos familiarizadas con estos medios puede resultar una barrera y causar rechazo.

Si el nuevo sistema es completamente Open-Loop, uno de los riesgos es la desconfianza que genera el utilizar la cuenta bancaria como medio de pago, además de las cuestiones relacionadas con la seguridad de la información, por no tener certeza del cobro real realizado hasta que este se refleja en el extracto de la cuenta, lo que resulta inquietante y produce incomodidad en los usuarios.

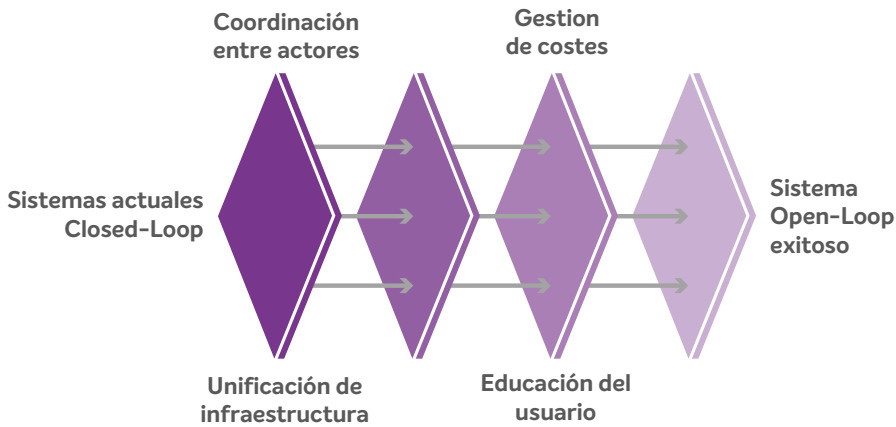
Por otro lado, si no se informa correctamente y de forma clara de las opciones de uso del siste-

ma, las personas sin acceso a cuentas bancarias o tarjetas de crédito podrían sentirse excluidas de los nuevos sistemas, especialmente si dependen del transporte público para su movilidad.

El reto es habilitar las alternativas suficientes y óptimas para que todos los usuarios encuentren una que sea apropiada a sus necesidades, manteniendo el equilibrio de la operación con la accesibilidad sin comprometer la estandarización operativa.

La Figura 17 resume los retos mencionados.

Figura 17. Los retos de implementar nuevos sistemas de ticketing.



5.2 Oportunidades

En el contexto del cambio y de la actualización del sistema, surgen nuevas oportunidades de mejora tanto administrativas como operativas. Desde la administración, este momento de auge puede aprovecharse para democratizar y estandarizar el funcionamiento completo del sistema estableciendo las normas regulatorias y técnicas correctas. Esto supone la definición del modelo tarifario, los métodos de pago, los costes transaccionales, y los protocolos tecnológicos de los dispositivos empleados. En lo que se refiere a la operación, se abre la oportunidad de aprovechar los recursos existentes y potenciarlos en los casos que sea posible y, con respecto a los usuarios, de implementar distintas estrategias para fidelizar a los existentes, atraer nuevos y satisfacer sus intereses.

- Establecer el marco regulatorio

Un aspecto crucial para la transición a un sistema de ticketing integrado es la legislación. Los gobiernos y autoridades locales deben adaptar e implementar las normativas correspondientes para facilitar la interoperabilidad completa entre los operadores incluyendo la estandarización de costes y de protocolos tecnológicos, ambos aspectos resultan clave para la homogenización del sistema (UITP, 2024).

El marco regulatorio es primordial para que todos los operadores y proveedores tecnológicos que quieran participar del sistema estén coordinados. De esta manera, se asegura la justa competencia y se evita la monopolización. Por ejemplo, buscar que los protocolos que implemente el sistema en una ciudad sean los mismos que en otra, independientemente del proveedor tecnológico que cada una tenga, ya que la operación debería ser idéntica. Esta cohesión es la que caracteriza a los sistemas Open-Loop.

Con respecto a la definición del modelo tarifario, sería el momento de evaluar las características, alcances y limitaciones del actual, muy fragmentado y diferente en cada ciudad. Se ha de evaluar la eficiencia e incluir las modificaciones necesarias para equilibrar los intereses tanto para usuarios como operadores, al tiempo que se garantiza su viabilidad y efectividad a largo plazo. En esta reestructuración tarifaria se podría considerar que a lo largo del día los costes reales del servicio de transporte fluctúan, dependiendo de los periodos de máxima actividad, rutas, eventos, etc. Con lo cual, la intensidad con que el usuario utiliza el servicio y el esfuerzo operacional que supone para el operador también fluctúan. Un sistema tarifario variable o adaptativo, por ejemplo, podría ayudar a aplanar las puntas de demanda utilizando el coste como herramienta de control según el flujo de usuarios en cada ámbito y hora. En este caso, el desafío reside en mantener al usuario informado y con una comprensión sencilla del funcionamiento del sistema.

En relación con los métodos de pago y cobro, es importante que se regulen las comisiones bancarias para que los costes asociados sean asumibles y adecuados para todos, ratifiquen la viabilidad del sistema y aseguren su sostenibilidad a medio y largo plazo.

- Aprovechar la infraestructura disponible

Adaptar las infraestructuras tecnológicas existentes es una oportunidad para reducir los costes de implementación. En lugar de reemplazar todos los equipos, se puede optar por realizar una evaluación exhaustiva de las condiciones técnicas de la infraestructura actual e identificar sus limitaciones, alcances y qué equipos pueden actualizarse y/o soportan la inclusión de nuevas funcionalidades, e incluso la coexistencia o funcionamiento en paralelo con los sistemas anteriores. De esta forma, se evita el desperdicio de recursos y se reduce parte de la inversión en material tecnológico.

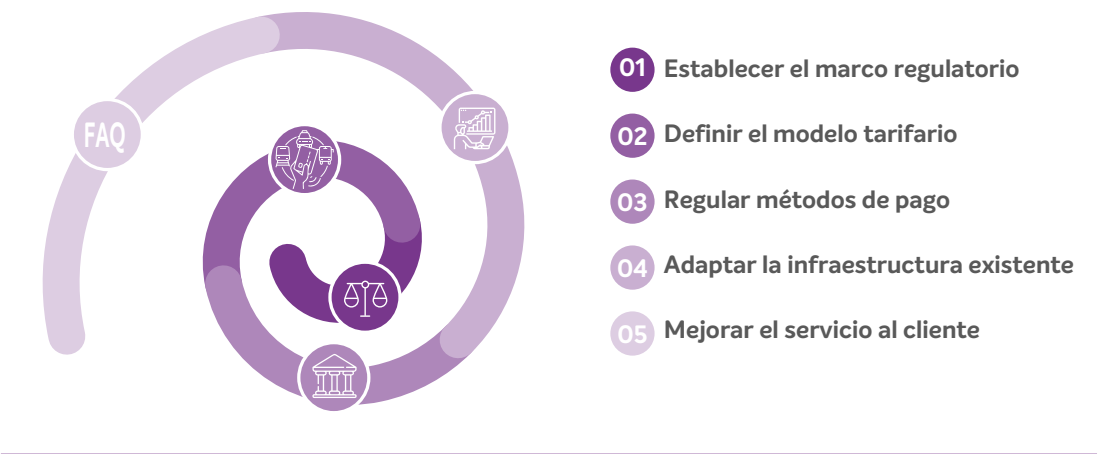
- Mejorar el servicio al cliente

Con los costes que se suprimen debido al cambio (mantenimiento de máquinas de vending, personal de venta en quioscos, impresión de tarjetas y billetes, etc.) surge la oportunidad de orientar estos recursos a reforzar otras áreas relevantes como es el servicio de atención al cliente. Capacitar al personal para que ayuden a los usuarios con el nuevo sistema, resolviendo dudas y proporcionando asistencia en tiempo real son acciones fundamentales para promover la adopción del nuevo sistema. También, las campañas informativas y de promoción del servi-

cio, junto a la oferta de incentivos que motiven a los pasajeros son estrategias efectivas que pueden ayudar a acelerar la acogida y aceptación del cambio.

La Figura 18 resume las oportunidades derivadas de la implementación de estos sistemas.

Figura 18. Las oportunidades del sistema de ticketing.

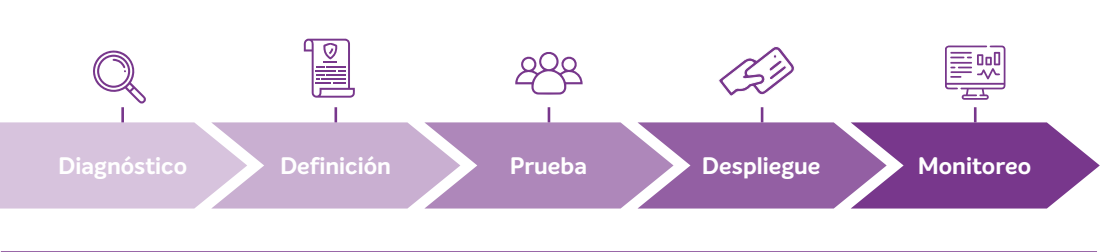


5.3 Roadmap hacia un sistema interoperable e integrado

El plan de acción para la **implementación de un sistema de ticketing integrado** debe seguir unas etapas bien estructuradas que aseguren la acogida y éxito del proyecto. Estas etapas deben desarrollarse en el marco de un trabajo conjunto que desde el principio involucre a todos los actores del sistema. Es relevante que todos los aspectos: legal, técnico y operacional tengan coherencia y evolucionen en paralelo, para evitar atascos o cuellos de botella a medida que avance la implementación.

A continuación, se propone una hoja de ruta detallada por fases recogidas en la Figura 19. Cada fase se vincula con un objetivo y con unas acciones específicas.

Figura 19. Fases propuestas para el Roadmap de implementación.



1. Fase de estudio previo y diagnóstico

Objetivo: Evaluar el sistema actual y la infraestructura disponible para identificar oportunidades de mejora o de aprovechamiento de recursos ya existentes, necesidades específicas y requerimientos claves para la nueva implementación.

Acciones:

- Analizar el funcionamiento, alcances y limitaciones del sistema presente.
- Realizar inventario de equipos tecnológicos de validación y otros activos disponibles, según sus capacidades.
- Evaluar la factibilidad de actualizar o repotenciar infraestructura existente.
- Precisar puntos clave para definir el nuevo sistema.

2. Fase de definición y desarrollo

Objetivo: Establecer los estándares y protocolos que regirán el funcionamiento del sistema y organizar la planificación que guiará su implementación.

Acciones:

- Definir el marco conceptual del sistema incluyendo el modelo de tarificación, el de validación y los medios que se estipularán y serán aceptados.
- Especificar las características técnicas que debe cumplir la tecnología que se implemente para asegurar que todos los dispositivos, independientemente de su proveedor, sean compatibles y puedan funcionar en conjunto.
- Estandarizar la arquitectura tecnológica y los protocolos de ciberseguridad con los que debe cumplir el sistema back-office.
- Estructurar la guía de desarrollo del proyecto.
- Implementar estas definiciones en condiciones supervisadas para realizar pruebas iniciales.

3. Fase de prueba, revisión y especialización

Objetivo: Realizar pruebas piloto en un área controlada y limitada, analizar los resultados con una muestra de usuarios reales y ajustar el sistema antes de una implementación a gran escala.

Acciones:

- Seleccionar una zona de prueba, un margen temporal y una muestra representativa de usuarios para participar, asegurando que refleje el perfil del usuario final.
- Desarrollar un plan de pruebas con escenarios y criterios específicos que permitan evaluar el rendimiento y usabilidad del sistema de acuerdo con su adaptabilidad, nivel de satisfacción percibido por el usuario y la eficiencia operativa conseguida.
- Recopilar y valorar los datos de desempeño cuantitativo, la funcionalidad de los dispositivos, los fallos y sus posibles causas, y la retroalimentación de los usuarios.
- Ajustar y optimizar el sistema, con base en los resultados realizar los cambios necesarios para resolver problemas y aprovechar oportunidades de mejoras.

- Reforzar y corregir el funcionamiento de los dispositivos en los que se hayan identificado errores operacionales.
- Inspeccionar la capacidad y poder computacional del sistema back-office.
- Documentar los resultados y lecciones aprendidas para optimizar la implementación de réplicas y orientar correctamente las fases siguientes.

4. Fase de despliegue

Objetivo: Extender el sistema a toda el área de interés considerando la adecuación de la infraestructura e instalando y/o actualizando los componentes requeridos según las definiciones de las fases previas.

Acciones:

- Planificar la instalación de nuevos componentes y la actualización de los existentes para establecer un cronograma de trabajo que minimice interrupciones en el servicio.
- Coordinar y desarrollar el despliegue preferiblemente de manera gradual y por secciones.
- Realizar pruebas correctoras de funcionamiento en cada componente nuevo o actualizado antes de su integración total.
- Elaborar un plan de transición entre las condiciones del sistema actual y las modificaciones resultadas del nuevo, de forma que sea transparente a los usuarios y no un cambio abrupto que afecte su experiencia.
- Comunicar a los usuarios sobre los cambios, funcionamiento, beneficios, ventajas y nuevas definiciones del sistema.
- Formar a los operadores y personal de servicio al cliente en los distintos modos de transporte para que puedan resolver dudas de los pasajeros y proporcionar asistencia en tiempo real.

5. Fase de monitoreo y control

Objetivo: Monitorear y garantizar el funcionamiento eficiente del sistema en términos de la tecnología y la calidad del servicio para asegurar su adaptabilidad, modernización y mejora continua.

Acciones:

- Establecer una serie de parámetros e indicadores que permitan evaluar bajo la misma rúbrica el desempeño operacional, midiendo su eficacia y eficiencia.
- Realizar auditorías periódicas para identificar áreas de mejora y garantizar el cumplimiento de los estándares y protocolos establecidos.
- Analizar los datos más relevantes recopilados en el back office relacionados con el funcionamiento integrado del sistema.
- Recoger el feedback de los usuarios e identificar fallos reiterativos o mal calificados por la mayoría para realizar mejoras continuas en la calidad del servicio.
- Velar porque la tecnología instalada permanezca actualizada y con capacidad técnica para albergar nuevas innovaciones y posibles evoluciones.



06

Conclusiones

La implementación de los sistemas de ticketing integrado en el transporte público representa una oportunidad para promover la interoperabilidad, mejorar la movilidad, la eficiencia operativa e impactar positivamente en la calidad de los servicios percibida por el usuario. Este proceso implica acometer desafíos técnicos y administrativo para garantizar que el éxito del sistema. Del lado del usuario, el servicio debe ser inclusivo, seguro y accesible para todos, y para los actores (autoridades, operadores, proveedores tecnológicos, entidades bancarias) rentable y eficiente operacionalmente.

La estandarización es fundamental para lograr la coordinación y cohesión entre los actores. El ticketing integrado demanda generalizar y homogeneizar la tarificación, el proceso de cobro, la tecnología necesaria y las comisiones transaccionales. Los modelos tarifarios y de cobro, deben ajustarse a unas reglas claras que aseguren flexibilidad, escalabilidad y sustentabilidad a largo plazo. La tecnología, debe definirse en términos de requerimientos técnicos estándar que asegure la compatibilidad de los dispositivos independientemente de que sean de proveedores distintos. Esto favorece la justa competencia de mercado y evita el monopolio o dependencia tecnológica. Y finalmente, la definición de los costes y comisiones entre operadores y entidades bancarias deben normalizarse por acuerdos igualmente beneficiosos a ambas partes.

La estructura definida influye directamente en dos factores independientes a la operación, pero cruciales para la sostenibilidad del sistema: rentabilidad y competitividad. La rentabilidad se consigue mediante la optimización de costes, uso eficiente de recursos, el control de comisiones transaccionales, y de un modelo tarifario atractivo acompañado de la promoción efectiva entre los usuarios para aumentar la demanda. Por otro lado, la competitividad depende en parte de las facilidades que se le den al usuario y en esto influye determinadamente la tecnología como herramienta de mejora. Implementar sistemas de pago cEMV, eleva al transporte público al mismo nivel de accesibilidad que los servicios privados de *car-sharing*, que ya lo implementan, y que son competencia.

La gestión integral de los datos es otro de los pilares primordiales de la interoperabilidad en estos sistemas. La parte de la infraestructura encargada de esta operación es el back-office, compuesto por la parte tecnológica de recursos de software y hardware, que facilitan el monitoreo remoto de la operación de los dispositivos físicos. Al estar conectado a múltiples fuentes y ser consultado por diversos frentes, el back-office debe diseñarse siguiendo normativas de protección de datos y controles de acceso segmentado que aseguren su integridad. Además, debe ser centralizado, transparente y transversal a todos los actores. Con lo cual, los datos, que se clasifican como big-data debido al alto volumen de captación, estarán disponibles y accesible en tiempo real.

Las tecnologías implementadas en los sistemas de ticketing abierto habilitan que se pueda capturar mayor cantidad de datos y metadatos con mejor calidad. La cuenta con la que se

identifica a cada usuario en estos modelos ABT, tiene asociada una serie de parámetros con los que se crea un perfil completo y actualizado del titular. Esto proporciona a los operadores una imagen real de sus usuarios, facilitando su categorización y la promoción de estrategias de mejora del servicio bien dirigidas ajustadas a las necesidades de los grupos identificados, diferenciando qué es importante para quién. Lógicamente también plantea retos de privacidad y anonimización de los datos.

La gran ventaja de que el usuario pueda validarse en todos los modos de transporte utilizando una única cuenta, es la trazabilidad completa del viaje y que los datos que no se obtienen directamente pueden estimarse con altos niveles de precisión. A partir de esto, los operadores pueden generar matrices origen-destino más completas y estructuradas según modos, horarios, tiempos, preferencias, etc. Este análisis posibilita identificar tendencias de demanda, períodos de tiempo críticos o qué modos son más utilizados para determinados trayectos, etc., y utilizar esta información para redireccionar o gestionar más eficientemente los servicios, descubrir nuevos nichos de desarrollo, oportunidades de mejora e identificar necesidades insatisfechas que no resultan obvias. Con esta visión más completa, los operadores pueden tomar mejores decisiones y de igual manera, fomentar que los usuarios también estén más informados porque tienen las herramientas para lograrlo.

Un sistema de ticketing de última generación debe ser abierto y accesible, brindando una experiencia fácil y confiable para usuarios de todas las edades y condiciones, sin importar su nivel de familiaridad con la tecnología o su ubicación. Para lograrlo, hay que asumir el desafío de garantizar su adaptación para todo tipo de usuarios, incluyendo poblaciones vulnerables, como menores de edad, adultos mayores y aquellos que no disponen de cuenta bancaria. Para ello, puede ser una solución la combinación de modelos Open-Loop y Closed-Loop en paralelo, cubriendo todo el espectro de inclusión y permitiendo que cada usuario elija el método de pago más adecuado a sus circunstancias. Esto implica instalar nuevos dispositivos de validación y/o actualizar los existentes (en los casos que sea posible) para que funcionen con ambos sistemas, además de implementar el back-office necesario. Aunque la gestión de esta integración pueda parecer compleja, en gran medida depende de la capacidad del sistema de back office para ejecutar los procesos necesarios y reducir operaciones manuales, de manera que todo el proceso sea simple y transparente para los operadores. Y otro desafío que habría que afrontar, es priorizar que el sistema de telecomunicaciones sea confiable, garantizando el funcionamiento continuo de la red y diseñando medidas de contingencia ante posibles fallos de conexión. Además, se ha de asegurar la transparencia e integridad de cada movimiento transaccional, disminuyendo la incertidumbre con respecto a la utilización de los medios bancarios de cada viajero.

A nivel global, el desarrollo de sistemas de ticketing integrado debe adaptarse a las estrategias y particularidades de cada ciudad o región. Asia destaca por su enfoque pionero, donde ciudades como Hong Kong y Tokio han implementado sistemas integrados desde finales de los años 90,

cuyo éxito se fundamenta en una planificación estratégica que prioriza la actualización tecnológica continua, minimiza las disrupciones en el servicio y tiene gran énfasis en maximizar las conexiones con las redes nacionales. Europa, por su parte, ha adoptado un enfoque estructurado y regulado, enfocado en la interoperabilidad y la integración transfronteriza, en línea con los objetivos de movilidad sostenible y cohesión regional que caracterizan su marco regulador. Norteamérica, se encuentra en un proceso de transiciones hacia tecnologías Open-Loop y ABT de manera paulatina, por etapas y solapadas con los sistemas tradicionales, lo que permite modernizar la infraestructura sin afectar al usuario de manera abrupta, abriendo acceso a nuevas alternativas sin cancelar las antiguas. En Sudamérica, el desarrollo de sistemas de ticketing integrado está en etapas muy iniciales, y se ha comenzado más recientemente, el enfoque es construir primero una infraestructura sólida y sostenible del servicio que a largo plazo permita una modernización gradual y efectiva. Estos modelos globales muestran cómo la planificación a largo plazo, la innovación adaptada a las necesidades locales y la cooperación entre sectores son claves para el éxito de estas nuevas implementaciones.

Los casos de Alemania, Londres y los Países Bajos representan la vanguardia de la innovación en sistemas de ticketing europeos, caracterizándose por una evolución constante desde sus implementaciones iniciales entre 2003 y 2015. La fortaleza de estos sistemas reside en su capacidad para evolucionar mientras mantienen la estabilidad operativa. Londres, con su sistema Oyster/EMV, ha demostrado cómo la transición hacia pagos open-loop puede realizarse sin comprometer la eficiencia del servicio. Por su parte, los Países Bajos, con OV Chipkaart, han establecido un estándar en términos de cobertura nacional, mientras que Alemania, mediante el VDV eTicket, lidera en términos de interoperabilidad y estandarización técnica a nivel nacional.

El éxito de estas experiencias avanzadas puede sostenerse **en cuatro pilares fundamentales: una planificación estratégica a largo plazo con objetivos claramente definidos, un fuerte respaldo gubernamental combinado con la cooperación efectiva entre operadores, una inversión basada en la actualización tecnológica, y un enfoque centrado en mejorar la experiencia del usuario.** La meta de transición hacia modelos MaaS totales y sistemas ABT completos para años próximos demuestra su compromiso continuo con la innovación y la mejora del servicio. Estos casos demuestran que el éxito en la implementación de sistemas de ticketing integrado no solo depende de la tecnología adoptada, sino también de la capacidad para crear un ecosistema sostenible que equilibre las necesidades de todos los actores involucrados: usuarios, operadores y autoridades reguladoras. Su experiencia sirve como referencia valiosa para otras regiones que buscan modernizar sus sistemas de transporte público.

En España, los sistemas ABT, que representan el primer paso hacia un modelo Open-Loop, están operativos en ciudades como Madrid y Valencia. Sin embargo, aún funcionan de forma aislada y limitada a servicios específicos, lo que debe cambiarse con mayor cooperación entre operadores, estableciendo las bases para abrir el sistema. Su adopción, además, entre los

usuarios es aún baja y no abierta plenamente a los visitantes, debido a la escasa publicidad pues los proveedores priorizan la venta de suscripciones o abonos. A esto se suma que no se ha instaurado un modelo tarifario atractivo que beneficie tanto a usuarios como a operadores. Un modelo adecuado rentabilizaría la operación, sería atractivo a los pasajeros y daría un impulso al avance hacia el ticketing integrado. Hay que tener en cuenta que en 2021 el 98.3% de los adultos tenía acceso a una cuenta bancaria, por lo que la adopción de estos sistemas resulta plenamente viable.

Los sistemas de ticketing integrado deben diseñarse con el objetivo de que sean sostenibles en el tiempo y puedan adaptarse a cambios e innovaciones que aseguren su éxito a largo plazo. En este sentido y de cara al futuro, una tendencia emergente es el Ticketing as a Service (TaaS), un modelo basado en la nube que podría tener relevancia en el contexto europeo en sus etapas iniciales. Así, un sistema de ticketing integrado bien implementado y escalable podrá ajustarse más fácilmente a estos cambios.

Finalmente, un enfoque que combine una **legislación equilibrada, estandarización clara, tecnología innovadora**, y una **comunicación eficaz** con los usuarios permitirá crear sistemas de transporte más eficientes, accesibles, sostenibles y más cercanos a las necesidades de los usuarios, garantizando su relevancia y eficacia en un entorno en constante evolución.

Referencias bibliográficas

- Andres, R. (2024). Interoperabilidad en la movilidad plataforma 360. Objetivo: hacia el modelo “Intercity.”
- Brumerickova, E., Bukova, B., & Nedeliakova, E. (2020). A proposal for the account-based ticketing application in passenger transport in the Slovak Republic: A case study. *Sustainability*, 12(12), 5491. <https://doi.org/10.3390/SU12145491>
- Camós, G., Gordillo, F., & Palacio, A. (2020). Lineamientos para la implementación de sistemas de recaudo interoperables para transporte público. Inter-American Development Bank. <https://publications.iadb.org/es/node/29770>
- Carranza Villalobos, C., Clerc Gómez, N., & Madriz Padilla, C. (2020). Análisis del sistema de transporte público en Costa Rica: desafíos del Estado costarricense en las demandas de movilidad urbana en el siglo XXI. *Revista Centroamericana de Administración Pública*. https://doi.org/10.35485/rcap79_8
- Daliah, R. (2020, junio 30). From closed to open-loop ticketing systems: The rise of smart cards and payment technologies in public transportation. LinkedIn. <https://www.linkedin.com/pulse/from-closed-open-loop-ticketing-systems-smart-cards-payment-daliah-sh1nc/>
- Daliah, R. (2020, octubre 14). Account-based ticketing (ABT) removes tickets from public transportation, providing easier access and seamless payment. LinkedIn. <https://www.linkedin.com/pulse/account-based-ticketing-abt-removes-tickets-from-public-daliah-kj0uc/>
- Heikkilä, S. (2014). Mobility as a service: A proposal for action for the public administration, case Helsinki. *Engineering, Environmental Science*.
- Joel, A. (2019). Comparison of case studies. In *A case study analysis of new fare payment systems in public transit* (pp. 201–204). <https://doi.org/10.4324/9780429266874-14>
- Littlepay. (2021, diciembre 2). How open-loop contactless payments can increase public transit ridership. <https://littlepay.com/how-open-loop-contactless-payments-can-increase-public-transit-ridership/>
- Masabi. (2023, junio 21). Diez preguntas que debes plantearte antes de instalar el pago EMV contactless en el transporte público. <https://www.masabi.com/es/2023/06/21/diez-preguntas-que-debes-plantearte-antes-de-instalar-el-pago-emv-contactless-en-el-transporte-publico/>
- Nils Zeino-Mahmalat (CEO, VDV – ETS) 2024. Presentación D-Ticket: a ticket is changing the public transport sector.
- Pérez, G. (2002). Sistemas de cobro electrónico de pasajes en el transporte público.
- Salinas, A. C., & Rojas-Symmes, L. (2020). Foto: Internet. https://assets.ey.com/content/dam/ey-sites/ey-com/en_cn/news/2020/2/news-2020-overview-of-china-outbound-investment.jpg
- Szanider, B. (2017). Las ciudades del futuro: inteligentes, digitales y sostenibles.
- Tahmasseby, S. (2022). The implementation of smart mobility for smart cities: A case study in Qatar. *Civil Engineering Journal*, 8(10), 2154–2171. <https://doi.org/10.28991/CEJ-2022-08-10-09>
- Telpo. (n.d.). Open-loop ticketing system: A revolution in transit payments. <https://www.telpo.com.cn/blog/open-loop-ticketing-system.html>
- Toro, E. E. M., Van Der Krogt, A., & Vallejo, J. S. (2020). Challenges to the mobility and integration of public transport systems in Latin America. *ACM International Conference Proceeding Series*. <https://doi.org/10.1145/3448823.3448860>
- Teixeira, J. (Directorate of Studies, Evaluation and Foresight Services (DSEAP)), 2024. Presentación Billete Único en Portugal: National Digital Ticketing Stakeholder Workshop.
- UITP. (2024). Open-loop payment in public transport.
- UITP. (2021, marzo). Desmitificando los sistemas de billeteaje y pago en el transporte público. UITP: Advancing Public Transport.
- UITP – Urban Mobility Open Payments Forum. (2022, marzo). Report open-loop payment in public transport. UITP: Advancing Public Transport.
- UITP – Urban Mobility Open Payments Forum. (2024, enero). Report open-loop payment in public transport: Implementation roadmap – Part 1. Strategic vision and concept outline. UITP: Advancing Public Transport.
- Valiantis, M. (2014). Sustainable urban transport. In *Sustainability behind sustainability* (pp. 345–369). <https://doi.org/10.3141/2243-05>
- Vemuri, N., Manoj Tatikonda, V., & Thaneeru, N. (2024). Enhancing public transit system through AI and IoT. *International Journal of Scientific Research and Management*, 12(02), 1057–1071. <https://doi.org/10.18535/ijrm/v12i02.ec07>

Listado de abreviaturas

Abreviatura	Significado
ABT	Account-Based Ticketing
AFC	Automated Fare Collection
BiBo	Be-In / Be-Out
cEMV	Contactless Europay, MasterCard, Visa
CiBo	Check-In / Be-Out
CiCo	Check-In / Check-Out
Closed Loop	Sistema cerrado, específico del transporte
EMV	Europay, MasterCard, Visa
EMT	Empresa Municipal de Transportes
ITS	Intelligent Transportation Systems
LRT	Light Rail Transit
MaaS	Mobility as a Service
Open Loop	Permite el uso directo de tarjetas bancarias.
PT	Public Transport
STM	Sistema de Transporte Metropolitano
TaaS	Ticketing as a Service
TRB	Transportation Research Board

Fuente: Elaboración propia.





<https://observatoriomovilidad.es>